

Bachelorprüfung
im Modul „Geologie, Werkstoffe und Bauchemie“
am 03.07.2018

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

Hilfsmittel: ausschließlich Taschenrechner!

NAME:

MATR.-NR.: _____

Mögliche Punktzahl: 140

Gesamtpunkte aus Teil 1 und 2:

Erreichte Punktzahl:

Prozentsatz aus Teil 1 und 2:

Gesamtnote aus Teil 1 und 2: _____

Gesteinskörnung (10)

Aufgabe 1: (3 Punkte)

- a) Wann gilt ein Gesteinskorn als „ungünstig“ für die Verwendung im Beton?
- b) Mit welchem Gerät lässt sich diese Eignung bestimmen?
- c) Welche Aufbereitungsmöglichkeit gibt es, um das ungünstige Korn doch noch im Beton einsetzen zu können

Aufgabe 2: (4 Punkte)

- a) Erläutern Sie in kurzen Stichworten den Ablauf der Feuchtebestimmung mit dem CM-Gerät zur Bestimmung der Eigenfeuchte des Sandes inklusive der chemischen Reaktion. Welcher Zusammenhang wird hierbei genutzt?
- b) Welche weitere Methode zur Bestimmung der Eigenfeuchte von Gesteinskörnung lässt sich auf der Baustelle leicht durchführen?

Aufgabe 3: (3 Punkte)

Erläutern Sie eine Möglichkeit der repräsentativen Probenahme von Gesteinskörnung und weshalb die Probenahme für die Charakterisierung der Gesteinskörnung essentiell ist.

Mineralische Bindemittel (15)

Aufgabe 4: (6 Punkte)

a) Um welchen Zement handelt es sich bei einem CEM I 32,5 N (SR) nach DIN EN 197? Erläutern Sie hierzu die einzelnen Kurzbezeichnungen.

CEM I:

32,5:

N:

SR:

b) Welche Klinkerphase spielt für die besondere Eigenschaft „SR“ eine tragende Rolle? Welcher Gehalt dieser Klinkerphase wird bei „SR“-Zementen gegenüber normalen Zementen angestrebt? Welchen Schädigungsmechanismus möchte man dadurch vermeiden?

c) Welcher Effekt wird durch Zumahlung von Gips in den Zement unterbunden? In welcher Größenordnung wird der Gips dem Zement zugegeben?

Aufgabe 5: (5 Punkte)

Skizzieren Sie den Kreislauf von Luftkalk und benennen Sie alle relevanten Bezeichnungen sowie chemischen Prozesse.

Aufgabe 6: (4 Punkte)

Ordnen Sie folgenden Bindemitteln den betreffenden Reaktionsmechanismus zu.

Bindemittel	hydraulisch	latent- hydraulisch	puzzolanisch	inert
Hüttensand				
Zement				
Flugasche				
Silikastaub				

Frischbeton (13)**Aufgabe 7: (3 Punkte)**

Auf welche Frischbetoneigenschaften können anhand des Ausbreitversuches Rückschlüsse gezogen werden?

Aufgabe 8: (3 Punkte)

Welche Zusatzmittel setzen Sie ein, wenn folgende Anforderungen erfüllt werden sollen?

- Erhöhter Frost-Tausalz-Widerstand:
- Gleiche Verarbeitbarkeit bei reduziertem w/z-Wert:
- Lange Verarbeitungszeit:

Aufgabe 9: (4 Punkte)

Benennen und beschreiben Sie stichpunktartig das Verfahren zur Bestimmung des Luftporengehaltes in Frischbeton!

Aufgabe 10: (3 Punkte)

Auf einer Baustelle kommt es zu folgenden zwei Szenarien:

- a) Die im Betonrezept errechnete Soll-Rohdichte eines Frischbetons liegt bei 2450 kg/m^3 . Die tatsächliche Frischbetonrohichte beträgt 2380 kg/m^3 . Was könnte hierfür der Grund sein?
- b) Die angestrebte Konsistenz des Frischbetons wird als weich (F3) angegeben. Das tatsächliche Ausbreitmaß wird bei der Betonage hingegen mit 580 mm bestimmt. Welcher Fehler könnte hier im Betonwerk unterlaufen sein? Wie wird die Frischbeton-Konsistenz bei einem derartigen Ausbreitmaß beschrieben?

Mauerwerk und Künstliche Steine (15)

Aufgabe 11: (4 Punkte)

- a) Beschreiben und vergleichen Sie die Verfahren zur Porosierung von Porenbeton und Mauerziegel!
- b) Nennen Sie zwei weitere Möglichkeiten um die Wärmeleitfähigkeit in Mauerziegeln zu reduzieren!

Aufgabe 12: (3 Punkte)

In Ziegelwerken wird der Walzenspalt der Feinwalzwerke in der Aufbereitung regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf nachjustiert.

- a) Welcher Schaden kann auftreten, wenn diese Kontrolle vernachlässigt wird?
- b) Welches Mineral ist hierfür verantwortlich?
- c) Welche schnelle Prüfung wird in Dachziegelwerken durchgeführt, um diesen Schaden frühzeitig zu ermitteln?

Aufgabe 13: (2 Punkte)

Warum wird bei der Herstellung von Porenbeton der Quarzsand gemahlen? Weshalb ist dieser Schritt beim Kalksandstein nicht nötig?

Aufgabe 14: (3 Punkte)

Ein Bauherr möchte für die Innenwände eines fünfgeschossigen Bürogebäudes aufgrund hoher Anforderungen an den Schallschutz Kalksandstein verwenden. Für die Außenwände bevorzugt er hochwärmedämmende Mauerziegel.

- a) Würden Sie diese Kombination als beteiligter Bauingenieur befürworten?
Begründen Sie Ihre Antwort!
- b) Schlagen Sie eine sinnvolle Alternative vor!

Aufgabe 15: (3 Punkte)

Nennen Sie je eine stoffliche, konstruktive und ausführende Möglichkeit die Mauerwerkstragfähigkeit zu erhöhen!

Stofflich:

Konstruktiv:

Bauausführung:

Festbeton (11)

Aufgabe 16: (3 Punkte)

- a) Was wird unter dem Begriff Mehlkorngengehalt verstanden?
- b) Warum ist eine gewisse Menge an Mehlkorn im Beton notwendig?
- c) Warum ist der Mehlkorngengehalt nach oben begrenzt?

Aufgabe 17: (2 Punkte)

Definieren Sie kurz folgende Begriffe im Zusammenhang mit Festbeton:

- Schwinden

- Kriechen

Aufgabe 18: (1 Punkte)

Wie entstehen Kapillarporen im Beton?

Aufgabe 19: (3 Punkt)

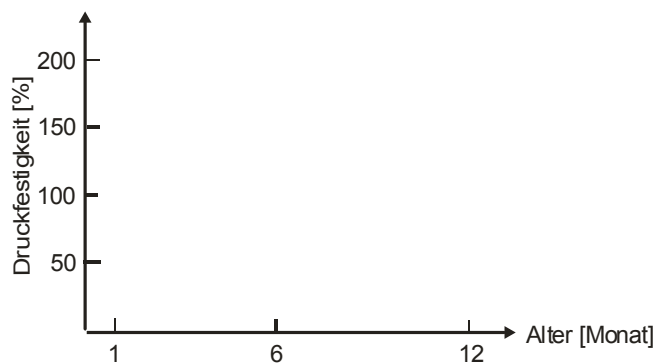
Jeweils gleich zusammengesetzte Betone werden nach dem Einbau und Verdichten wie folgt gelagert:

Beton 1: dauernd feucht

Beton 2: dauernd in trockener Luft

Beton 3: 1 Monat feucht, dann trocken.

Zeichnen Sie im nachfolgenden Diagramm die Festigkeitsentwicklung der Betone 1 (Druckfestigkeit_{d28} = 100 %), 2 und 3.

**Aufgabe 20: (2 Punkte)**

- Nennen Sie die obere Rohdichtegrenze von Leichtbeton (mit Einheit)!
- Nennen Sie ein typisches Einsatzgebiet von Leichtbeton!

Glas (5)**Aufgabe 21:** (5 Punkte)

- a) Nennen Sie zwei Grundstoffe aus denen Fensterglas im Wesentlichen besteht? (je 0,5)
- b) Nennen Sie drei Glasfehler, die während der Herstellung oder des Gebrauchs entstehen können. (je 1)
- c) Welche Eigenschaft müssen Glasfasern haben, wenn sie als Bewehrung im Beton verwendet werden sollen? (1)

Betonentwurf (31)

Aufgabe 22:

Unmittelbar an der Ostsee gelegen, soll am Marinestützpunkt Eckernförde eine neue Offizierheimgesellschaft errichtet werden. Für die Außenwände ($d = 15 \text{ cm}$) in Stahlbetonbauweise gibt der Statiker die Festigkeitsklasse C20/25 vor.

Als Zement wird ein CEM III/B 42,5 N-LH/SR(NA) gewählt. Als weiteres Bindemittel soll der Beton einen Steinkohlenflugasche-Anteil ($\rho_v = 2,3 \text{ g/cm}^3$) von 12 M.-% des Zementes besitzen.

Als Gesteinskörnung wird ein regionaler Opalsandstein ($\rho_{GK} = 2,5 \text{ kg/dm}^3$) verwendet. Diese ist unterteilt in die Fraktionen 0/4, 4/8 und 8/16. Die Eigenfeuchte des Sandes beträgt 1,75 M.-%. Die Sollsieblinie soll einer mittel- bis feinkörnigen Sieblinie mit $D_{\max} = 16 \text{ mm}$ entsprechen. Es wird eine Konsistenzklasse „F2“ nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 angestrebt. Der LP-Gehalt ist sinnvoll anzunehmen.

Korngruppe	Siebdurchgang in M.-% auf den Einzelsieben [Sieblochweiten in mm]								
	0	0,125	0,250	0,5	1	2	4	8	16
0/4	0	1,8	3,4	6,7	14,9	67,0	92,1	96,5	100
4/8	0	0	0	0	0	1,2	7,8	96,7	100
8/16	0	0	0	0	0	0	0,7	5,6	99,1

a) Bestimmen Sie alle maßgeblichen Expositionsklassen für das oben vorgestellte Bauteil und geben Sie alle zugehörigen Mindest- bzw. Maximalwerte inkl. Einheiten an! (4,5 P.)

b) Wählen Sie die erforderliche Sollsieblinie aus dem relevanten Diagramm im Anhang aus und bestimmen Sie mit Hilfe des Unterkornverfahrens die einzelnen Anteile der Kornfraktionen und die Ist-Sieblinie. Geben Sie die Körnungsziffer (k-Wert) zur Wasserbestimmung mit nachvollziehbarem Rechengang an. (8 P.)

c) Bestimmen Sie aus dem gegebenen Diagramm den Wasseranspruch für 1 m^3 Beton! Begründen Sie Ihre Wahl. (2 P.)

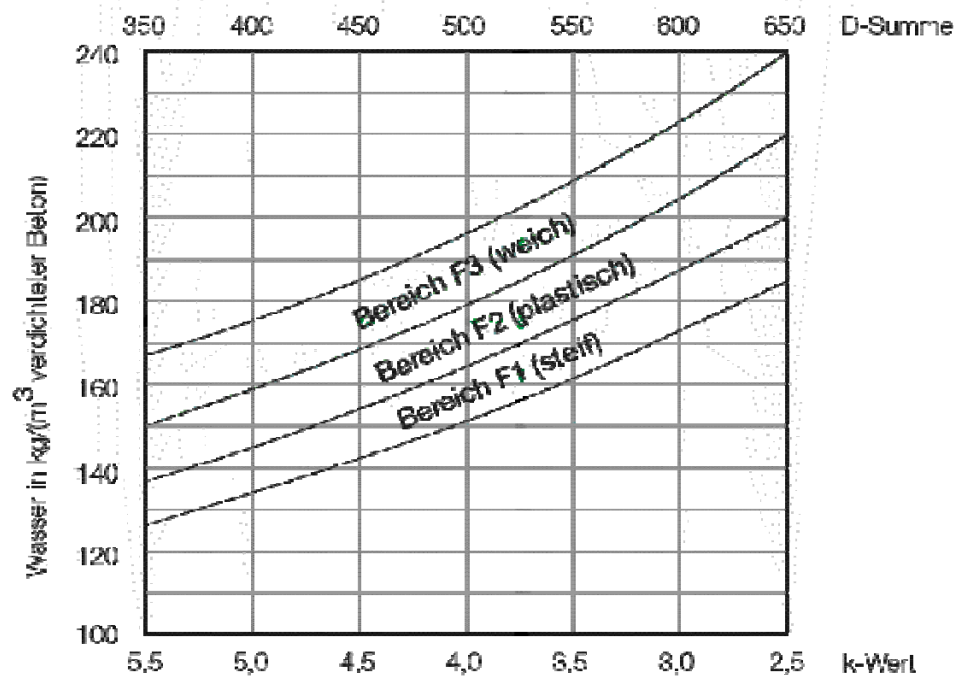
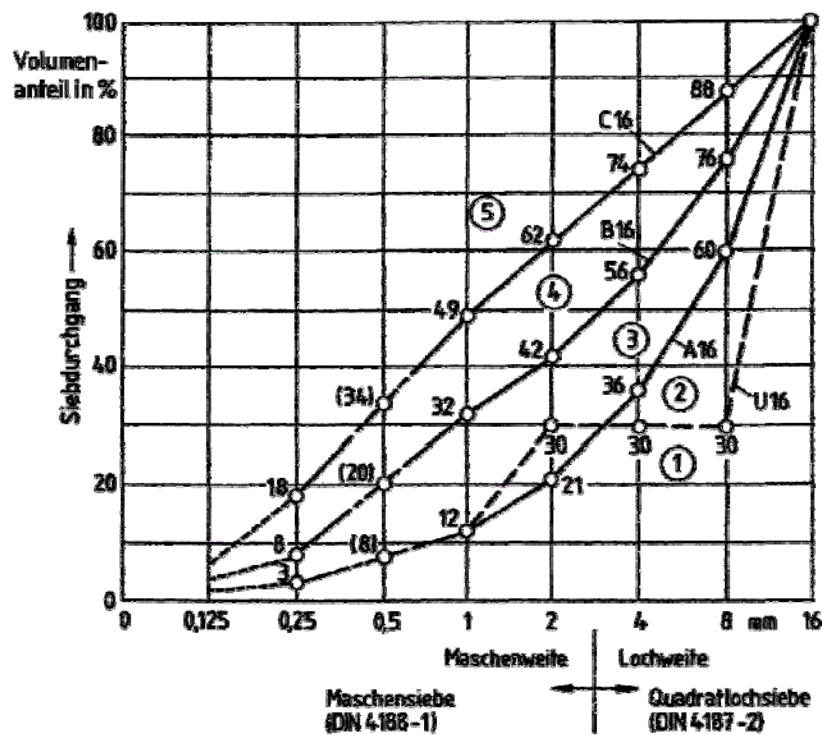
d) Welche zwei Hauptbestandteile enthält der gewählte Zement? Welche drei Besonderheiten weist der Zement auf? (2,5 P.)

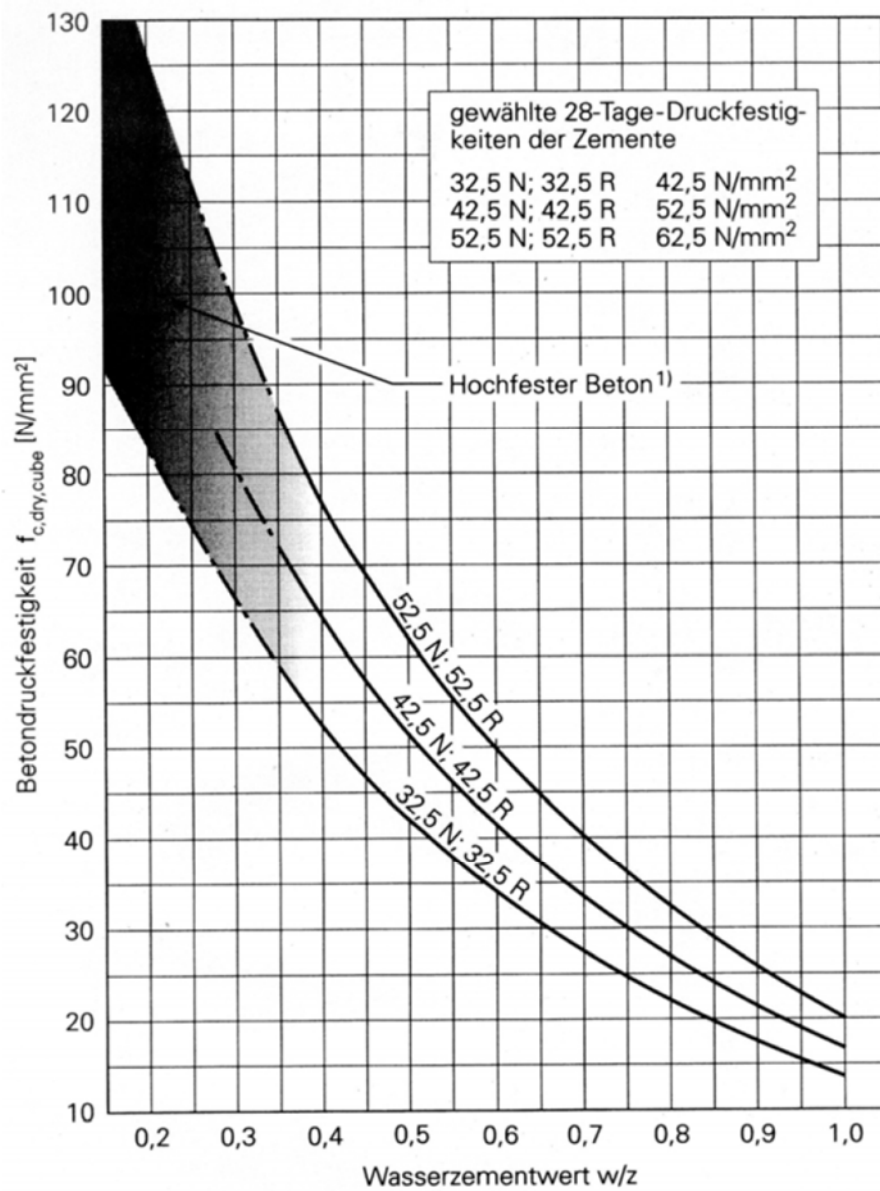
e) Bestimmen Sie den Zement- und Steinkohlenflugaschegehalt für 1 m^3 Beton! (4 P.)

- f) Bestimmen Sie die Masse der gesamten Gesteinskörnung sowie der einzelnen Fraktionen. Berechnen Sie Zugabewasser für 1 m³ Beton unter Berücksichtigung der Eigenfeuchte der Gesteinskörnung. (4 P.)
- g) Fassen Sie alle Bestandteile Ihres ermittelten Betons noch einmal zusammen und geben Sie die Frischbetonrohddichte in kg/m³ an! (3,5 P.)
- h) Welcher Schädigungsprozess könnte ein Dauerhaftigkeitsproblem bei diesem Beton darstellen? Welche zwei betontechnologischen Maßnahmen würden Sie bereits in der Planung treffen, um diesen zu verhindern? (2,5 P.)

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:





¹⁾ Bei hochfestem Beton verliert der Einfluss der Zementnormdruckfestigkeit an Bedeutung.

Klassen- bezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen
1 Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko		
X0	Alle Umgebungsbedingungen außer XF und XA	Unbewehrte Fundamente ohne Frost, unbewehrte Innenbauteile
2 Korrosion, ausgelöst durch Carbonatisierung		
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
3 Korrosion, ausgelöst durch Chloride, ausgenommen Meerwasser		
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
4 Korrosion, ausgelöst durch Chloride aus Meerwasser		
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	Kaimauern in Hafenanlagen
5 Frostangriff mit und ohne Taumittel		
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, Räumlaufbahnen von Kläranlagen
6 Chemischer Angriff		
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
7 Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung		
XM1	mäßige Verschleißbeanspruchung	Industrieböden mit Beanspruchung durch luftberefte Fahrzeuge
XM2	starke Verschleißbeanspruchung	Industrieböden mit Beanspruchung durch luft- oder gummiberefte Gabelstapler
XM3	sehr starke Verschleißbeanspruchung	Industrieböden mit Beanspruchung durch elastomer- oder stahlrollenberefte Gabelstapler oder Kettenfahrzeuge

		Kein Angriffs- risiko durch Korrosion	Bewehrungskorrosion									
			durch Karbonatisierung verursachte Korrosion				durch Chloride verursachte Korrosion					
							Chloride außer aus Meerwasser			Chloride aus Meerwasser		
Nr.	Expositionsklassen	X0 ^a	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
1	Höchstzulässiger w/z	–	0,75		0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	Siehe XD1	Siehe XD2	Siehe XD3
2	Mindestdruckfestig- keitsklasse ^c	C8/10	C16/20		C20/25	C25/30	C30/37 ^e	C35/45 ^e	C35/45 ^e			
3	Mindestzement- gehalt ^d in kg/m ³	–	240		260	280	300	320 ^b	320 ^b			
4	Mindestzementge- halt ^d bei Anrechnung von Zusatzstoffen in kg/m ³	–	240		240	270	270	270	270			
5	Mindestluftgehalt in %	–	–		–	–	–	–	–			
6	Andere Anforde- rungen	–	–									

^a Nur für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall.

^b Für massige Bauteile (kleinste Bauteilabmessung 80 cm) gilt der Mindestzementgehalt von 300 kg/m³.

^c Gilt nicht für Leichtbeton.

^d Bei einem Größtkorn der Gesteinskörnung von 63 mm darf der Zementgehalt um 30 kg/m³ reduziert werden. In diesem Fall darf ^b nicht angewendet werden.

^e Bei Verwendung von Luftporenbeton, z. B. aufgrund gleichzeitiger Anforderungen aus der Expositionsklasse XF, eine Festigkeitsklasse niedriger.

		Betonangriff															
		Frostangriff						Aggressive chemische Umgebung			Verschleißangriff ^h						
Nr.	Expositionsklassen	XF1	XF2		XF3		XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2		XM3			
1	Höchstzulässiger w/z	0,60	0,55 ^g	0,50 ^g	0,55	0,50	0,50 ^g	0,60	0,50	0,45	0,55	0,55	0,45	0,45			
2	Mindestdruckfestigkeitsklasse ^c	C25/30	C25/30	C35/45	C25/30	C35/45	C30/37	C25/30	C35/45 ^e	C35/45 ^e	C30/37 ^e	C30/37 ^e	C35/45 ^e	C35/45 ^e			
3	Mindestzementgehalt ^d in kg/m^3	280	300	320	300	320	320	280	320	320	300 ⁱ	300 ⁱ	320 ⁱ	320 ⁱ			
4	Mindestzementgehalt ^d bei Anrechnung von Zusatzstoffen in kg/m^3	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 ^k	–	Hartstoffe nach DIN 1100
		F ₄	MS ₂₅		F ₂		MS ₁₈										

^c Siehe Fußnoten in Tabelle F.2.1.

^d Siehe Fußnoten in Tabelle F.2.1.

^e Siehe Fußnoten in Tabelle F.2.1.

^f 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.

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

^h 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.

ⁱ Höchstzementgehalt 360 kg/m^3 , jedoch nicht bei hochfesten Betonen.

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

^k Z. B. Vakuumieren und Flügelglätten des Betons

^l Schutzmaßnahmen siehe 5.3.2

Lösung Aufgabe 24:

[illegible]

