Nr. 14 D/17

Beton – nach den Normen SN EN 206:2013 (2. Auflage) und SIA 262:2013

Hochbau
Tiefbau
Kunstbau
Untertagbau

1 Ausgangslage

Für den Betonbau gilt in der Schweiz die Norm SIA 262 «Betonbau». Die Ausgabe 2013 (gültig seit 1.1.2013) hat die Fassung von 2003 abgelöst. Die Norm SIA 262 stützt sich beim Beton auf die zwei folgenden Normen:

- SIA 262/1 «Betonbau – Ergänzende Festlegungen»
- SN EN 206:2013 (2. Auflage) «Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität», hier als SN EN 206 bezeichnet.

Die aktuelle Fassung der Norm SIA 262/1 ist seit dem 1.8.2013 gültig. Die Norm SIA 262/1 enthält u.a. die Vorgaben für die spezifischen schweizerischen Prüfverfahren (z.B. Frost-Tausalz-Widerstand, Karbonatisierungswiderstand). Die Norm SN EN 206 ist eine Produktenorm und beschreibt die Klasseneinteilung, die Anforderungen an Beton und die entsprechenden Nachweisverfahren. Weiter wird aufgeführt, wie Beton auszuschreiben, zu liefern, zu kontrollieren und auf Konformität zu prüfen ist.

Die europäische Betonnorm EN 206-1 wurde überarbeitet und 2013 als EN 206 publiziert. Sie ist zusammen mit den neuen nationalen Elementen seit 1.1.2016 gültig und ersetzt die SN EN 206-1:2000, die nationalen Elemente von 2013 und die SN EN 206-9:2010 «Beton – Teil 9: Ergänzende Regeln für selbstverdichtenden Beton (SVB)».

Das NPK-Kapitel 241 «Ortbetonbau» berücksichtigt die neuen Vorgaben der Norm SN EN 206. Die nachfolgenden Erläuterungen und Vorschläge sollen dem Anwender eine Hilfe sein.

2 Allgemeines

Beton kann entweder als «Beton nach Eigenschaften» oder als «Beton nach Zusammensetzung» ausgeschrieben werden. Die Norm SIA 262 empfiehlt (Ziffer 3.1.1.1.2 «Definitionen»), in der Regel Beton nach Eigenschaften zu verwenden.

Das NPK-Kapitel 241 gibt dem Ausschreibenden beide Möglichkeiten: entweder mit den Positionen 061 bis 063 Normal- und Leichtbeton nach Eigenschaften oder mit Position 064 Beton nach Zusammensetzung zu beschreiben. Der Ausschreibende muss sich aber bewusst sein, dass er und/oder der Projektverfasser bei der Verwendung von Beton nach Zusammensetzung unter anderem auch verantwortlich ist für das Festlegen der Ausgangsstoffe und der Betonzusammensetzung sowie der Eigenschaften des Frisch- und Festbetons und für die Konformitätsnachweise nach Norm SIA 262 (Ziffer 3.1.3 «Qualitätssicherung»).

Das Merkblatt Nr. 10 gibt einen Überblick über Zusammensetzung, Normierung und Bezeichnung von Zement nach Norm SN EN 197-1 «Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement» (SIA 215.002, gültig seit 1.1.2013) und nach Norm SN EN 14 216:2004 «Zement - Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Sonderzement mit sehr niedriger Hydratationswärme» (SIA 216.005, gültig seit 1.10.2004).

Gemäss Norm SN EN 206 ist für Beton nach Eigenschaften die Vorgabe der Zementart nur noch in Ausnahmefällen erforderlich (z.B. beim Beton mit hohem Sulfatwiderstand als zusätzliche Anforderung oder bei Beton mit niedriger Hydratationswärme). Je nach Expositionsklasse dürfen in der Schweiz nur bestimmte Zementarten verwendet werden. Diese aktualisierten Listen sind unter www.sia.ch/register zu finden.

Der Anhang C der Norm SN EN 206, der die Bewertung, die Überwachung und die Zertifizierung der Produktionskontrolle regelt, ist, wie bisher, normativer Bestandteil dieser Norm. Betonhersteller, die nicht gemäss dem Anhang C zertifiziert sind, dürfen daher keinen Beton nach dieser Norm anbieten (NV, Ziffer 4). Es ist den Auftraggebern (Verwendern) zu empfehlen, den Nachweis der Zertifizierung zu verlangen.

Bei der Bezeichnung von nicht klassifiziertem Beton (d.h. Beton nach Eigenschaften ohne Festigkeitsanforderung und/oder Zuordnung zu einer Norm), der nicht nach Norm SN EN 206 («Beton nicht nach SN EN 206» oder «Beton nicht nach Norm») hergestellt wird, ist nur noch die Bezeichnung «Beton CEM kg/m^3 XXX» erforderlich. Auch hier ist die Bezeichnung der Zementart nicht mehr notwendig.

Zur Vereinfachung der Ausschreibung und Bestellung von Beton enthalten die nationalen Elemente zur SN EN 206 Tabellen mit den grundlegenden und zusätzlichen Anforderungen an die üblichen Betonsorten für den Hoch- und Tiefbau (**Tabelle 1**) und an Betone für Bohrpfähle und Schlitzwände (**Tabelle 2**). Dies ermöglicht die Bildung von geschlossenen Unterpositionen. Diese Tabellen sind als Anhang zum NPK-Kapitel 241 D/12 zusammengefasst.

Für den chemischen Angriff sind in der Norm die zweckmässigen Betonsorten vorgeschlagen (**Tabelle 3**).

Tabelle 1

Grundlegende und zusätzliche Anforderungen an die üblichen Betonsorten für den Hoch- und Tiefbau (Zusammenfassung der Tabellen NA.5 und NA.6 der SN EN 206).

Im NPK werden die Betonsorten als Betontypen bezeichnet:
Sorte 0 = NPK Typ 0, Sorte A = NPK Typ A usw.

Bezeichnung	**Sorte 0** (Null)	**Sorte A** [1]	**Sorte B**	**Sorte C**	**Sorte D** [2, 3] **(T1)**	**Sorte E** [3] **(T2)**	**Sorte F** [4] **(T3)**	**Sorte G** [4] **(T4)**
Grundlegende Anforderungen								
Druckfestigkeitsklasse	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37
Expositionsklasse (Kombination der aufgeführten Klassen)	X0(CH)	XC2(CH)	XC3(CH)	XC4(CH) XF1(CH)	XC4(CH) XD1(CH) XF2(CH)	XC4(CH) XD1(CH) XF4(CH)	XC4(CH) XD3(CH) XF2(CH)	XC4(CH) XD3(CH) XF4(CH)
Nennwert Grösstkorn	D_{max} 32	D_{max} 32	D_{max} 32	D_{max} 32	D_{max} 32	D_{max} 32	D_{max} 32	D_{max} 32
Chloridgehaltsklasse [5]	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10
Konsistenzklasse [6]	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
Zusätzliche Anforderung für die Expositionsklassen XF2 bis XF4								
Frost-Tausalz-Widerstand	nein	nein	nein	nein	mittel	hoch	mittel	hoch
Zusätzliche Anforderungen (objektspezifisch festzulegen)								
AAR-Beständigkeit	Gemäss NA, Ziffer 5.3.4.6							
Sulfatwiderstand	nein	nein	nein	Gemäss NA, Ziffer 5.3.4.9 und 5.3.4.10				
Anforderungen an die Zusammensetzung und Prüfung								
Max. w/z-Wert bzw. w/z_{eq}-Wert [-]	–	0,65	0,60	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45
Mindestzementgehalt (kg/m^3) [a]	–	280	280	300	300	300	320	320
Dauerhaftigkeitsprüfungen	keine	keine	WL [b] KW	KW	KW, FT	KW, FT	CW, FT	CW, FT
Andere Anforderungen	Siehe SN EN 12 620:2002 für Gesteinskörnungen							

1) Die Betonsorte A deckt auch die Anforderungen der Expositionsklasse XC1(CH) ab.
2) Die Betonsorte D deckt auch die Anforderungen der Expositionsklasse XF3(CH) ab.
3) Die Betonsorten D und E decken die Expositionsklasse XD2a(CH) ab. Definition siehe NA, Ziffer 4.1.
4) Die Betonsorten F und G decken die Expositionsklasse XD2b(CH) ab. Definition siehe NA, Ziffer 4.1.
5) Die angegebene Klasse des Chloridgehalts ist für Stahl- und Spannbeton geeignet.
6) Die angegebene Konsistenzklasse ist informativ. Sie ist vom Verwender des Betons im Hinblick auf die objektspezifischen Randbedingungen und seine Bedürfnisse (z.B. Betonierverfahren) in der Angebotsphase zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen (siehe NA, Ziffer 5.3.4.1). Allfällige Anpassungen sind im Angebot festzuhalten und zu berücksichtigen. Hinweis: Die Anforderung an die Konsistenz des Betons ist gemäss Ziffer 5.4.1 (5), EN 206, bei der Übergabe vom Betonhersteller an den Verwender zu erfüllen.

a) Der Mindestzementgehalt gilt für Betone ohne Zusatzstoffe und mit einem Grösstkorn D_{max} 32 mm. Wird ein anderes Grösstkorn D_{max} verwendet, ist der Zementgehalt entsprechend Tabelle NA.7 anzupassen. Bei der Zementart CEM II/B-LL sind die Fussnoten der Tabelle NA.1 zu beachten.

b) Die Bestimmung der WL ist durchzuführen, falls der Nachweis gemäss NA, Ziffer 8.2.3.4, zu erbringen ist.

Dauerhaftigkeitsprüfungen
KW = Karbonatisierungswiderstand, FT = Frost-Tausalz-Widerstand, CW = Chloridwiderstand

Tabelle 2

Grundlegende und zusätzliche Anforderungen an Betone für Bohrpfähle und Schlitzwände (Zusammenfassung der Tabellen NA.8 und NA.9 der SN EN 206).

Bezeichnung		**P1 im Trockenen (NPK H)**	**P2 unter Wasser (NPK I)**	**P3 im Trockenen (NPK K)**	**P4 unter Wasser (NPK L)**
Grundlegende Anforderungen					
Druckfestigkeitsklasse		C25/30	C25/30	C20/25	C20/25
Expositionsklasse		Keine [1]			
Nennwert des Grösstkorns		D_{max} 32			
Klasse des Chloridgehalts [5]		Cl 0,10			
Konsistenzklasse [2]		F4	F5	F4	F5
Zusätzliche Anforderungen (objektspezifisch festzulegen)					
Frost-Tausalz-Widerstand		(evtl. mittel) [3]	(evtl. mittel) [3]	nein	nein
AAR-Beständigkeit		Gemäss NA, Ziffer 5.3.4.6			
Sulfatwiderstand		Gemäss NA, Ziffer 5.3.4.9/10		nein	nein
Anforderungen an die Zusammensetzung und Prüfung					
Max. w/z-Wert bzw. w/z_{eq}-Wert [-]		0,5	0,5	0,6	0,6
Mindestzementgehalt (kg/m^3) [a]		330	380	330	380
Richtwerte für den Mehlkorngehalt (kg/m^3) [b]	$D_{max} > 8$ mm	≥400			
	$D_{max} \leq 8$ mm	≥450			
Andere Anforderungen		Siehe SN EN 12 620:2002 für Gesteinskörnungen			

1) Um Missverständnisse zu vermeiden, wird auf die Angabe einer Expositionsklasse verzichtet.
2) Die angegebene Konsistenzklasse ist informativ. Sie ist vom Verwender des Betons im Hinblick auf die objektspezifischen Randbedingungen und seine Bedürfnisse (z.B. Betonierverfahren) in der Angebotsphase zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen (siehe NA, Ziffer 5.3.4.1). Allfällige Anpassungen sind im Angebot festzuhalten und zu berücksichtigen. Hinweis: Die Anforderung an die Konsistenz des Betons ist gemäss Ziffer 5.4.1 (5), EN 206, bei der Übergabe vom Betonhersteller an den Verwender zu erfüllen.
3) In einzelnen Fällen (z.B. teilweise freiliegende Oberflächen der Pfähle) kann es angezeigt sein, einen «mittleren» Frost-Tausalz-Widerstand zu fordern.
5) Die angegebene Klasse des Chloridgehalts ist für Stahl- und Spannbeton geeignet.
a) Der Mindestzementgehalt gilt ohne Anrechnung von Zusatzstoffen und mit einem Grösstkorn D_{max} von 16 bis 32 mm. Wird ein anderes Grösstkorn D_{max} als 16 bis 32 mm verwendet, ist der Zementgehalt ggf. anzupassen.
b) Wird ein anderes Grösstkorn D_{max} als 16 bis 32 mm verwendet, ist der Mehlkorngehalt ggf. anzupassen.

Tabelle 3

Zulässige Betonsorten für verschiedene chemische Angriffe (Tabelle NA.10 der SN EN 206).

Einordnung wegen des Sulfatgehalts im Grundwasser oder Boden [1]			Einordnung wegen anderen Arten des chemischen Angriffs (lösend)		
Expositionsklasse	Hoch- und Tiefbauten	Pfähle	Expositionsklasse	Hoch- und Tiefbauten	Pfähle
XA1(CH)	C oder D (T1)	P2 [3]	XA1c(CH)	C oder D (T1)	P2 [3]
XA2(CH)			XA2c(CH)	F (T3) [4]	
XA3(CH)	F (T3) [2]		XA3c(CH)	F (T3) [2]	

1) Beton ist mit einem Zement mit einem hohen Sulfatwiderstand gemäss Tabelle NA.11 herzustellen oder es ist gemäss NA, Ziffer 5.3.4.10 zu verfahren.
2) Es ist mit Fachleuten zu prüfen, ob zusätzliche Schutzmassnahmen möglich und nötig sind.
3) Ggf. sind Fachleute beizuziehen.
4) Diese Betonsorte deckt auch den chemischen Angriff durch Abwasser in Biologiebecken von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (Expositionsklasse XAA) gemäss cemsuisse-Merkblatt 01 ab. Das Merkblatt enthält Hinweise auf weitere Massnahmen.

3 Erstellen von Leistungsverzeichnissen für Beton mit NPK-Kapitel 241 D/12

Zuerst sind die erforderlichen Betoneigenschaften zu definieren und die Änderungen festzulegen. Im einfachsten Falle findet man bei den vordefinierten Betonsorten (im NPK «Betontypen»), siehe Tabelle 1 bis 3, einen geeigneten Beton. Die Anforderungen an die Druckfestigkeitsklasse und die Konsistenz sowie das Grösstkorn können objektspezifisch geändert werden. Objektspezifisch sind ggf. zusätzliche Anforderungen zu stellen (z.B. AAR-Widerstand, Sulfatwiderstand oder Hydratationswärme bzw. Wärmeentwicklung des Betons). Details dazu sind in den Normen SN EN 206, Ziffer 6.2.3 und SIA 262, Ziffer 3.1.1.2.2 «Zusätzliche Anforderungen» beschrieben.

Die Basis für die Festlegungen an den Beton sind in den Normen SN EN 206 und SIA 262, Ziffer 3.1.1 «Definitionen» gegeben. Vorzugsweise ist Beton als Beton nach Eigenschaften auszuschreiben. Dabei hat der Ausschreibende folgende Parameter zu bestimmen und festzulegen:

- Druckfestigkeitsklasse (Festigkeit)
- Expositionsklasse(n)
- Nennwert Grösstkorn D_{max} der Gesteinskörnung. Hinweis: Für das Grösstkorn im Beton gilt in der Regel folgende Anforderung: $D_{max} = D_{upper} = D_{lower}$
- Klasse des Chloridgehalts
- Rohdichteklasse (oder Zielwert) bei Leichtbeton
- Konsistenzklasse (oder Zielwert)
- Frost-Tausalz-Widerstand

Beim Erstellen von Leistungsverzeichnissen mit dem NPK-Kapitel 241 D/12 ist wie folgt vorzugehen:

1. Geschlossene Unterpositionen, die einer Betonsorte der Tabelle 2 entsprechen, z.B. Pos. 611.111.
2. Bei Verwendung von eigenen Sorten in einem separaten Verzeichnis: Für Beton nach Eigenschaften steht Position 062 zur Verfügung. Die Betone sind mit BE1, BE2, BE3 usw. zu bezeichnen (Variable 03 «Typ»).
3. Für Leichtbeton nach Eigenschaften steht Position 063 zur Verfügung. Solche Betone sind mit BEL1, BEL2 usw. zu bezeichnen (Variable 03 «Typ»).
4. Bei Verwendung von Beton nach Zusammensetzung steht Position 064 zur Verfügung. Diese Betone sind mit BZ1, BZ2, BZ3 usw. zu bezeichnen (Variable 01 «Typ»). Der Ausschreibende bzw. der Projektverfasser übernimmt bei dieser Art die gesamte Verantwortung für Eigenschaften und Qualitätssicherung (s. auch Norm SN EN 206 und Norm SIA 262).

Die in der **Tabelle 2** aufgeführten Betone für Bohrpfähle und Schlitzwände (NPK H bis NPK L) sind mit Position 062 auszuschreiben.

Werden zusätzliche Eigenschaften verlangt, so sind diese bei den einzelnen Betonsorten (Pos. 062 bis 064) durch den Ausschreibenden in den dafür vorgesehenen Variablen anzugeben. Dies gilt z.B. für Beton mit Stahl- und Gewebefasern, eingefärbten oder weissen Beton, für stark verzögerten Beton, Unterwasserbeton, für Monobeton, Pumpbeton usw.

Ersetzt: Merkblatt Nr. 14 D/15