

Zement	1
Einleitung	1
Zusammensetzungen von Zementenarten	2
Festigkeitsklassen von Zementen	4
Beton	5
Geschichte	5
Zusammensetzung von Beton	6
Ausschreibung von Beton	7
Beton nach Eigenschaften	7
Beton nach Zusammensetzung	10
Arbeits- und Dehnungsfugen	14
Wichtige Betontypen im Gartenbau	14
Mörtel	15
Mauermörtel	15
Monokornmörtel	16
Literatur	17

Zement

Einleitung

Zement, wie wir ihn heute kennen, wurde 1824 durch den Engländer Joseph Aspdin erfunden. Die Farbe des Pulvers glich stark dem Grau des Kalksteins der Insel Portland, was dazu führte, dass man das Pulver als "Portlandzement" bezeichnete.

Zement ist ein feingemahlendes hydraulisches Bindemittel für Mörtel und Beton, das im wesentlichen aus Oxiden von Ca, Si, Al und Fe besteht und durch Sintern oder Schmelzen hergestellt wird. Mit Wasser angemacht erhärtet Zement sowohl an der Luft als auch unter Wasser. Hauptbestandteile des Zements sind: Portlandzementklinker, Hüttensand, Trass - ein natürlicher, pozzulanischer Stoff (Pozzuoli - Ort am Vesuv), der durch vulkanische Sinterung kalkhaltiger Tone entsteht. Zementarten: Portlandzement, Eisenportlandzement, Hochofenzement, Trasszement. Gängige Bindemittel sind u.a.: Portlandzement, hochwertiger Portlandzement, Portlandzement mit hoher Sulfatbeständigkeit oder hydraulischer Kalk.

Zusammensetzungen von Zementarten

Bis in die 90er-Jahre kannte man in der Schweiz rund drei Zementsorten. Heute sind mit 27 Normalzementarten über 150 Zementtypen definiert. Der Hauptabsatz von Zement beschränkt sich in der Schweiz aber immer noch auf wenige Sorten.

1994/95 wurden die schweizer Zement-Normen den europäischen Normen angepasst. Dabei werden neu fünf Zementarten unterschieden (I bis V in Abb. 1).

Die fünf Haupttypen werden aufgrund ihrer Massenanteile an Portlandzementklinker, Hüttensand, Silicatstaub, Puzzolan, Flugasche, gebranntem Schiefer oder Kalkstein mit 25 Kennzeichnungen differenziert (Abb. 2).

Zementart	Bezeichnung	Massenanteile in Prozent*		
		Klinker	Zusatzstoffe	Nebenbestandteile
I	Portlandzement	95-100	0	0-5
II	Portlandkompositzement	65-94	6-35	0-5
III	Hochofenzement	5-64	36-95	0-5
IV	Puzzolanzement	45-89	11-55	0-5
V	Kompositzement	20-64	36-80	0-5

*Die angegebenen Werte beziehen sich auf den Klinker sowie die Zusatzstoffe und Nebenbestandteile des Zementes ohne Calciumsulfat (Gips) oder Zementzusatzmittel

Quelle: Technische Forschungs- und Beratungsstelle der Schweizerischen Zementindustrie

Abb. 1 Die fünf Hauptzementarten nach SIA Norm

			Massenanteile in Prozent										
			Die angegebenen Werte beziehen sich auf die aufgeführten Haupt- und Nebenbestandteile des Zementes ohne Calciumsulfat und Zementzusatzmittel										
Zementart	Bezeichnung	Kennzeichnung	Portlandzementklinker	Hütten-sand	Silicat-staub	Puz-zolan natürlich	Puz-zolan indu-striell	Flug-asche kiesel-säure-reich	Flug-asche kalk-reich	Ge-brannter Schiefer	Kalk-stein	Neben-bestand-teile	
			K	S	D	P	Q	V	W	T	L		
I	Portlandzement	I	95-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0-5	
	Portlandhütten-zement	II/A-S	80-94	6-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0-5
II/B-S		65-79	21-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0-5	
II	Portlandsilikat-staubzement Portlandpuzzolan-zement	II/A-D	90-94	0	6-10	0	0	0	0	0	0	0-5	
		II/A-P	80-94	0	0	6-20	0	0	0	0	0	0-5	
		II/B-P	65-79	0	0	21-35	0	0	0	0	0	0-5	
		II/A-Q	80-94	0	0	0	6-20	0	0	0	0	0-5	
	II/B-Q	65-79	0	0	0	21-35	0	0	0	0	0	0-5	
	Portlandflugasche-zement	II/A-V	80-94	0	0	0	0	6-20	0	0	0	0	0-5
		II/B-V	65-79	0	0	0	0	21-35	0	0	0	0	0-5
		II/A-W	80-94	0	0	0	0	0	6-20	0	0	0	0-5
		II/B-W	65-79	0	0	0	0	0	21-35	0	0	0	0-5
	Portlandschiefer-zement	II/A-T	80-94	0	0	0	0	0	0	6-20	0	0	0-5
II/B-T		65-79	0	0	0	0	0	0	21-35	0	0	0-5	
Portlandkalkstein-zement	II/A-L	80-94	0	0	0	0	0	0	0	0	6-20	0-5	
	II/B-L	65-79	0	0	0	0	0	0	0	0	21-35	0-5	
Portlandkomposit-zement	III/A-M	80-94			6-20	Der Anteil des Füllers ist auf 5% begrenzt							
	II/B-M	65-79			21-35								
III	Hochofenzement	III/A	35-64	36-65	0	0	0	0	0	0	0	0-5	
		III/B	20-34	66-80	0	0	0	0	0	0	0	0-5	
		III/C	5-19	81-95	0	0	0	0	0	0	0	0-5	
IV	Puzzolan-zement	IV/A	65-89	0	11-35	11-35	11-35	11-35	0	0	0	0-5	
		IV/B	45-64	0	36-55	36-55	36-55	36-55	0	0	0	0-5	
V	Komposit-zement	V/A	40-64	18-30	0	18-30	18-30	18-30	0	0	0	0-5	
		V/B	20-39	31-50	0	31-50	31-50	31-50	0	0	0	0-5	

Quelle: Technische Forschungs- und Beratungsstelle der Schweizerischen Zementindustrie

Nebenbestandteile: Nebenbestandteile können Füller oder ein Hauptbestandteil bzw. mehrere Hauptbestandteile sein, soweit sie nicht Hauptbestandteile des Zementes sind
 Silicatstaub (D): Der Anteil des Silicatstaubes ist auf 10% begrenzt
 Puzzolan industriell (Q): Der Anteil an Metallhüttenschlacke ist auf 15% begrenzt

Abb. 2 Zusammensetzung der Zementarten nach SIA Norm

Festigkeitsklassen von Zementen

Für jede Normzementart sind insgesamt sechs Festigkeitsklassen definiert, drei Klassen für die Druckfestigkeit und zwei Klassen für die Anfangsfestigkeiten.

Basierend auf der 28-Tage-Druckfestigkeit werden die Zemente in die drei Festigkeitsklassen unterteilt:

32.5, 42.5 und 52.5 N/mm²

Die Abbindegeschwindigkeit erlaubt eine weitere Unterteilung, Zemente mit hoher 2-Tage-Festigkeit erhalten die Zusatzbezeichnung 'R':

32.5 R, 42.5 R und 52.5 R.

Festigkeits- klasse	Druckfestigkeit [N/mm]			Erstarrungs- beginn	Dehnungs- mass
	Anfangs- festigkeit 2 Tage	Anfangs- festigkeit 7 Tage	Norm- festigkeit 28 Tage		
32.5	-	³ 16	³ 32.5 ² 52.5	³ 60	² 10
32.5R	³ 10	-	³ 32.5 ² 52.5	³ 60	² 10
42.5	³ 10	-	³ 42.5 ² 62.5	³ 60	² 10
42.5R	³ 20	-	³ 42.5 ² 62.5	³ 60	² 10
52.5	³ 20	-	³ 52.5 -	³ 45	² 10
52.5R	³ 30	-	³ 52.5 -	³ 45	² 10

Quelle: Technische Forschungs- und Beratungsstelle der Schweizerischen Zementindustrie

Abb. 3 Mechanische und physikalische Anforderungen der Zemente

Beton

Geschichte

"Dauerhafter Kalkmörtel als Bindemittel konnte schon an 10.000 Jahren alten Bauwerksresten in der Türkei nachgewiesen werden. Gebrannter Kalk wurde durch die Ägypter beim Bau der Pyramiden verwendet.

Die Römer entwickelten das opus caementitium (opus = Werk, Bauwerk caementitium = Zuschlagstoff, Bruchstein), aus dessen Namen das Wort Zement abgeleitet ist. Dieser Baustoff, auch als römischer Beton oder Kalkbeton bezeichnet, bestand aus gebranntem Kalk, Wasser und Sand, dem mortar (Mörtel), gemischt mit Bruchsteinen, und zeichnete sich durch eine hohe Druckfestigkeit aus. Damit wurden unter anderem die Aquädukte und die Kuppel des Pantheon in Rom, welche einen Durchmesser von 43 Metern hat und bis heute erhalten ist, hergestellt.

Eine wesentliche Verbesserung, die von den Römern entwickelt wurde, war die Verwendung inerter Zuschlagstoffe, die im Wesentlichen aus Resten von gebranntem Ziegelmaterial bestanden und die Eigenschaft besitzen, bei Temperaturänderungen keine Risse zu bilden. Dies kann noch heute an Orten in Nordafrika (z. B. Leptis Magna, Kyrene) beobachtet werden, wo es grosse Estrichflächen gibt, die etwa um 200-300 n. Chr. ausgeführt wurden und die trotz grosser Temperaturdifferenzen zwischen Tag und Nacht noch heute völlig frei von Rissen sind.

Fraglich ist die Verwendung des römischen Betons bei der Kuppel des Doms in Florenz (Dom Santa Maria del Fiore). Die Kuppel wurde von 1420 bis 1431 unter Filippo Brunelleschi gebaut und war mit einem Durchmesser von 45 Metern und einer Höhe von 107 Metern für lange Zeit die grösste Kuppel der Welt.

Der Name Beton kommt aus dem Altfranzösischen (bethyn / becton für Mauerwerk) und leitet sich vom lateinischen Bitumen (schlammiger Sand, Erdharz, Bergteer, Kitt) ab. Die Wortschöpfung geht auf Bernard de Bélidor zurück, der das Wort Béton erstmalig 1753 in seinem Standardwerk „Architecture hydraulique“ als Synonym für ein Mörtelgemisch benutzte.

Die Entwicklung des Betons in der Neuzeit begann 1755 mit dem Engländer John Smeaton. Dieser führte, auf der Suche nach einem wasserbeständigen Mörtel, Versuche mit gebrannten Kalken und Tonen durch und stellte fest, dass für einen selbst erhärtenden (hydraulischen) Kalk ein bestimmter Anteil an Ton notwendig ist. Die Erfindung des Romanzements 1796 durch den Engländer J. Parker sowie des Portlandzements durch seinen Landsmann J. Aspdin im Jahre 1824 leitete letztendlich den modernen Betonbau ein. Ein weiterer grosser Entwicklungssprung war die Erfindung des Stahlbetons durch Joseph Monier (Patent: 1867). Deshalb wird der Bewehrungsstahl oder Betonstahl auch heute noch gelegentlich als Moniereisen bezeichnet.

Beton wird in der Modernen Kunst auch für Denkmäler oder Skulpturen verarbeitet. Exotisch ist die Verwendung im Schiffbau (zum Beispiel in einem Betonboot)."

Auszug aus: <http://de.wikipedia.org/wiki/Beton#Geschichte>

Zusammensetzung von Beton

Beton ist ein künstlicher Stein, der aus einem Gemisch von Zement, Betonzuschlag und Wasser durch Erhärten des Zementleims entsteht.

Betonzuschlag

Betonzuschlag ist ein Gemenge von ungebrochenen und/oder gebrochenen Körnern aus natürlichen und/oder künstlichen mineralischen Stoffen, deren Anteil und Kornbeschaffenheit die Festigkeit des Betons mitbestimmt. Für zahlreiche Verwendungszwecke sind vorgegebene Körnungslinienbereiche vorgegeben. Das Zuschlaggemisch soll grobkörnig und hohlraumarm sein. Füller sind Zuschlagstoffe < 0.25 mm. Beton ist in der Regel mit einem Grösstkorn von 32 mm Durchmesser zu liefern. Ist das Grösstkorn kleiner gleich 4 mm, spricht man nicht mehr von Beton sondern Mörtel.

Wasser

Wasser wird dem Beton im Mischer zugegeben.

Der Wasserzementwert $w = \text{Wassergehalt} : \text{Zementgehalt}$ liegt bei 0.45

Betonzusatzmittel

Betonzusatzmittel ändern durch chemische und/oder physikalische Wirkungen die Verarbeitbarkeit des Betons. Als Volumenanteil sind sie unbedeutend.

Betonzusatzstoffe sind fein aufgeteilte Beimengungen, die u.a. die Konsistenz und Farbe des Betons beeinflussen:

<i>Beschleuniger :</i>	<i>zur Beschleunigung des Abbindens</i>
<i>Dichtungsmittel :</i>	<i>damit Beton wasserundurchlässig wird</i>
<i>Frostschutzmittel:</i>	<i>bei Verarbeitung um den Gefrierpunkt</i>
<i>Haftemulsion:</i>	<i>zur bessern Haftung</i>
<i>Luftporenbildner :</i>	<i>Widerstandsfähigkeit gegen Frost und Tausatz</i>
<i>Verflüssiger:</i>	<i>zur besseren Verarbeitung</i>
<i>Verzögerer:</i>	<i>zur längeren Verarbeitungszeit</i>

Ausschreibung von Beton

Die Planerin/ der Planer hat die Möglichkeit, Beton nach Eigenschaften oder nach Zusammensetzung auszuschreiben. Die Festlegung hat einen Einfluss auf die Verantwortlichkeit für die Betoneigenschaften. Ebenso besteht die Möglichkeit, Beton nach NPK auszuschreiben. Hierfür stehen verschiedene Betontypen bereit, die im Gartenbau jedoch selten Anwendung finden.

Für alle Betonbauwerke wird empfohlen, Beton nach Eigenschaften zu verwenden. Nicht armierter Beton im Garten- und Landschaftsbau bleibt weitgehend unklassifiziert und wird von den Betonwerken weiterhin nach Zusammensetzung angeboten.

Beton nach Eigenschaften

Klassifizierter Beton wird laut Empfehlung nach 5 Grundeigenschaften ausgeschrieben, die er zu erfüllen hat. Das entsprechende Betonwerk stellt die Rezeptur des Betons zusammen und übernimmt die Garantie, dass der gelieferte Beton den gewünschten Eigenschaften entspricht. Der Prüfnachweis liegt beim Betonhersteller.

Übersicht

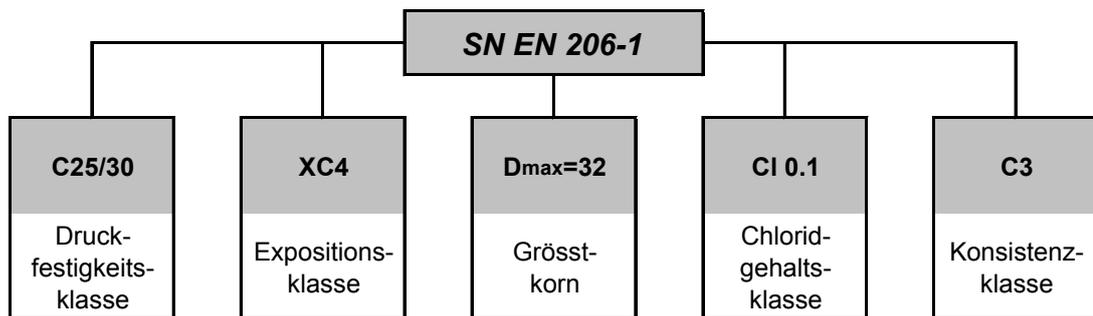


Abb. 4 Betoneigenschaften nach SN

Druckfestigkeitsklasse

Der Buchstabe C bedeutet Concrete (Beton). Entsprechend seiner Rohdichte wird Beton als Leichtbeton (Rohdichte zwischen 800 und 2000 kg/m³), Normalbeton (Rohdichte zwischen 2000 und 2600 kg/m³), Schwerbeton (Rohdichte grösser als 26000 kg/m³) definiert.

Die Druckfestigkeit f_{ck} von Beton wird an Probewürfeln und Probezylindern im Alter von 28 Tagen gemessen. Es werden immer zwei Zahlenwerte angegeben, der erste, niedrigere Wert bezeichnet die Mindestdruckfestigkeit des **Zylinders** $f_{ck, cyl}$, der zweite, höhere Wert die des **Würfels** $f_{ck, cube}$. Die angegebenen Mindestwerte dürfen nicht unterschritten werden. (siehe Abb. 5)

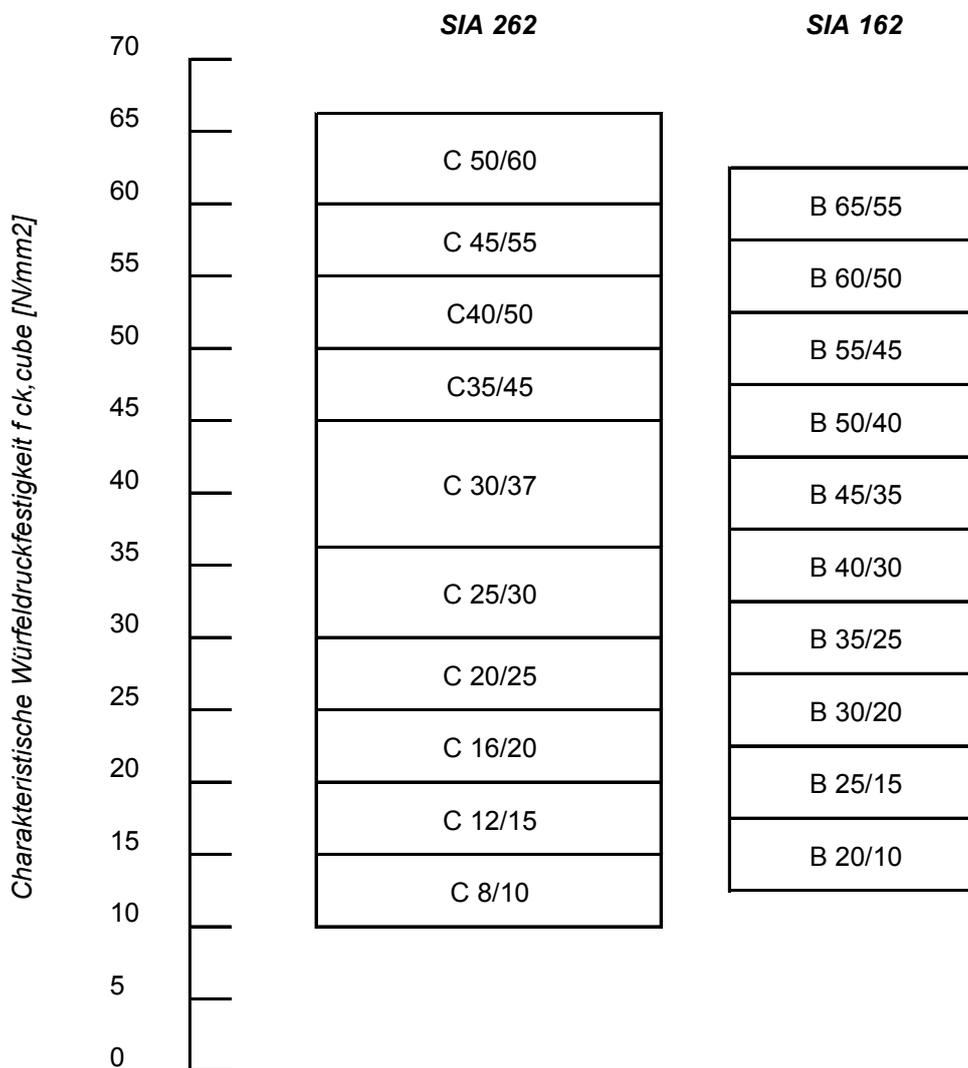


Abb. 5 Druckfestigkeitsklassen nach SN

Expositionsklasse

Die Expositionsklasse macht Angaben zur Umgebung des Betons und des damit verbundenen Angriffs/Korrosion auf Bewehrung und Beton. (siehe Abb. 6)

Angriff auf	Klasse	Umgebung	Anwendungsbeispiele	maximaler Wasserzementwert (w/z)	Mindestzementgehalt in kg/m ³ *1
	kein Korrosions- oder Angriffsrisiko für Beton und Bewehrung X0		Bauteile ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall in nicht Beton angreifender Umgebung		
	X0		unbewehrte Fundamente ohne Frost, unbewehrte Innenbauteile		
Bewehrung	Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Karbonatisierung XC		Beton, der Bewehrung oder anderes Metall enthält und der Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt ist		
	XC1	trocken oder ständig feucht	bewehrte Innenbauteile, Bauteile, die in Wasser getaucht sind	0.65	280
	XC2	nass, selten trocken	Fundamente	0.65	280
	XC3	mässige Feuchte	vor Regen geschützter Beton im Freien; offene Hallen, Feuchträume	0.60	280
	XC4	wechselnd nass und trocken	Aussenbauteile mit direkter Bewitterung; Beleuchtungsmasten, Balkone	0.50	300
	Bewehrungskorrosion, durch Chloride XD		Beton, der Bewehrung oder anderes Metall enthält und chloridhaltigem Wasser und Tausalz ausgesetzt ist		
	XD1	mässige Feuchte	Betonoberflächen, die chloridhaltigem Sprühnebel ausgesetzt sind; Einzelgaragen	0.50	300
	XD2	nass, selten trocken	Bauteile, die chloridhaltigem Industrieabwasser ausgesetzt sind; Schwimmbäder	0.50	300
	XD3	wechselnd nass und trocken	Teile von Brücken mit Spritzwasser; Betonbeläge, Parkdecks	0.45	320
	Beton	Frostangriff mit und ohne Taumittel XF		Durchfeuchteter Beton, der erheblichem Angriff durch Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt ist	
XF1		mässige Wassersättigung ohne Taumittel	vertikale Aussenbauteile, die Regen und Frost ausgesetzt sind	0.50	300
XF2		mässige Wassersättigung mit Taumittel	vertikale Betonbauteile im Sprühnebelbereich	0.50	300
XF3		hohe Wassersättigung ohne Taumittel	horizontale Aussenbauteile; Ufermauern, Betonbeläge ohne Taumittelbeanspruchung	0.50	300
XF4		hohe Wassersättigung mit Taumittel	horizontale und vertikale Bauteile; Betonbeläge offene Parkdecks, Räumerlaufbahnen	0.45	340
Betonangriff durch aggressive chemische Umgebung XA		Beton, der chemischem Angriff durch natürliche Böden und Grundwasser ausgesetzt ist.			
XA1		chemisch schwach angreifend	Kläranlagen, Jauchebehälter, Bauteile in betonangreifenden Böden, Industrieabwasseranlagen mit chemisch angreifendem Wasser		
XA2		chemisch mässig angreifend	Zur Festlegung der Anforderungen an Beton bei der Expositionsklasse XA sind Fachleute zur Festlegung der Betonzusammensetzung und/oder Prüfung beizuziehen. Erfolgt wegen des Sulfatgehaltes im Grundwasser oder Boden die Zuordnung zu den Expositionsclassen XA2 oder XA3, sind Zemente mit einem hohen Sulfatwiderstand gemäss SN EN 197-1:2000 zu verwenden.		
XA3	chemisch stark angreifend				

*1 Bei Grösst Korn 32mm und ohne Anrechnung von Zusatzstoffen

Abb. 6 Expositionsclassen nach SN

Korngrösse

Grundsätzlich ist Beton mit einer Korngrösse maximalen Korngrösse von 32mm zu liefern und zu verwenden. Abweichende maximale Korngrössen werden als D_{max} angegeben.

Chloridgehaltsklasse

Der Chloridgehalt ist besonders für Spannbeton von Bedeutung und somit im Garten- und Landschaftsbau weitgehend irrelevant. Die Chloridgehaltsklasse gibt Auskunft über den höchstzulässigen Chloridgehalt aller Ausgangstoffe des Betons. Er wird bezogen auf die Zementmasse angegeben und soll insbesondere bei bewehrten Bauteilen den Schutz der Bewehrung sicherstellen.

Konsistenzklasse

Die Konsistenz des Betons kann durch das sogenannte Ausbreitmass, das Verdichtungsmass nach Walz und das Setzmass bestimmt und geprüft werden. Das im Garten- und Landschaftsbau am häufigsten verwendeten Prüfverfahren ist das Verdichtungsmass nach Walz. Hierbei werden die Klassen C0 (erdfeucht), C1 (steif), C2 (plastisch) und C3 (weich) unterschieden. (siehe Abb. 7)

Während sich die meisten Betontypen im Gartenbau am besten in der Konsistenz *steif* (C1) oder auch *erdfeucht* (C0) verarbeiten lassen, ist für armierte Bauteile eine *weiche* Konsistenzklasse (C3) zu wählen. Hierbei wird der Beton nicht durch Stampfen, sondern durch eine Vibrationsnadel verdichtet.

Verdichtungsmass nach Walz		
Klasse	Wert	Beschreibung
C0	≥ 1.46	erdfeucht
C1	1.45 bis 1.26	steif
C2	1.25 bis 1.11	plastisch
C3	1.10 bis 1.04	weich

Abb. 7 Konsistenzklassen nach SN

Achtung: Der Zementgehalt wird bei Beton nach Eigenschaften NICHT mehr angegeben. Die Verantwortung hierfür liegt beim Betonlieferanten.

Beton nach Zusammensetzung

Unarmierter Beton und Mörtel werden weiterhin nach Zusammensetzung angegeben. Der Zementgehalt bestimmt die wichtigsten Betonqualitäten wie Festigkeit und Beständigkeit. Die Dosierung des Zementes wird in kg pro m³ verdichteten Beton angegeben. CEM I 42.5 250 enthält 250 kg Zement pro m³ verdichteten Beton.

Beton nach Zusammensetzung:

*Beton 0-16/0-32mm CEM I 42.5 100-150 kg/m³
Sauberkeitsschicht, Magerbeton, Splittbeton, unbewehrt*

*Beton 0-16/0-32 mm CEM I 42.5 150-200 kg/m³
Leitungen, Randabschlüsse, etc., unbewehrt*

*Beton 0-16/16-32-mm CEM I 42.5 150-250 kg/m³
Drainbeton, unbewehrt*

*Beton 0-16/0-32 mm CEM I 42.5 200-300 kg/m³
Fundamente, Stampfbeton, unbewehrt/bewehrt*

Betonbezeichnungen

Stahlbeton

Bewehrter Beton (Stahlbeton) ist Beton mit Baustahleinlage. Beton besitzt eine hohe Druck-, aber eine geringe Biegezugfestigkeit, deshalb übernimmt der Stahl die Zugspannung. Man unterscheidet zwischen Betonstabstahl (BSt 420S, BSt 500S) und Betonstahlmatten (BSt 500M).

Genauere Angaben über die Dimensionierung und das Verlegen von Stahl enthalten die Schal- und Bewehrungspläne des Ingenieurbüros. Die Pläne werden von einem Prüfstatiker nochmals überprüft. Bei der Ausschreibung von Stahl im Landschaftsbau geht man von ungefähr 70 kg Stahl pro m³ Beton aus. Bei Spannbeton ist der Stahl permanent gespannt.

Sichtbeton

Sichtbeton bleibt nach der Fertigstellung des Bauwerkes unverkleidet und für den Betrachter sichtbar.

Man unterteilt weiter in:

- *schalungsrauh, unbehandelten Beton*
- *Waschbeton, Auswaschung der äusseren Zementhaut, auch mit Vorsatzbeton möglich.*
- *Betonflächen mit Schlagbearbeitung in Form von Kratzen, Spitzeln, Scharrieren, Stocken oder Sandstrahlen*

Betonbezeichnungen nach Ort der Herstellung

<i>Baustellenbeton</i>	<i>wird auf der Baustelle gemischt oder bis max. 5 km Luftlinie von der Mischstelle zur Baustelle transportiert.</i>
<i>Transportbeton</i>	<i>wird ausserhalb der Baustelle im Werk gemischt und erreicht die Baustelle als werkgemischter transportgemischter Beton.</i>
<i>Frischbeton</i>	<i>wird Beton genannt, solange er verarbeitet werden kann.</i>
<i>Ortbeton</i>	<i>ist der in endgültiger Lage einzubringender und dort erhärtender Frischbeton.</i>
<i>Festbeton</i>	<i>heisst der Beton, sobald er erhärtet ist.</i>
<i>Fertigbeton</i>	<i>ist eine Bezeichnung für im Werk gefertigte Betonbauteile.</i>
<i>Einkornbeton</i>	<i>enthält Betonzuschlag einer Korngrösse die dadurch mögliche Porung lässt Wasserdurchlässigkeit zu</i> <i>Zementmörtel ist ein Gemisch von Zement und Betonzuschlag $d_{max} < 4 \text{ mm}$.</i>
<i>Sickerbeton</i>	<i>Wasserdurchlässiger Beton mit einheitlicher Korngrösse des Rundkieses und geringem Zementanteil</i>

Schalung

Schalmaterial

- Schalbretter aus Fichte, Kiefer oder Tanne, gehobelt und ungehobelt (Holzstruktur), gespundet oder gefalzte Verbindungen.
- Schalungsplatten
- Sperrholzplatten
- Hartfaserplatten
- Stahlblech
- Kunststoffe

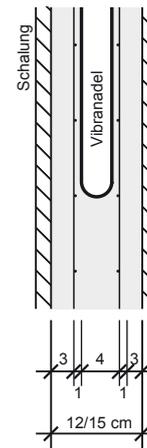
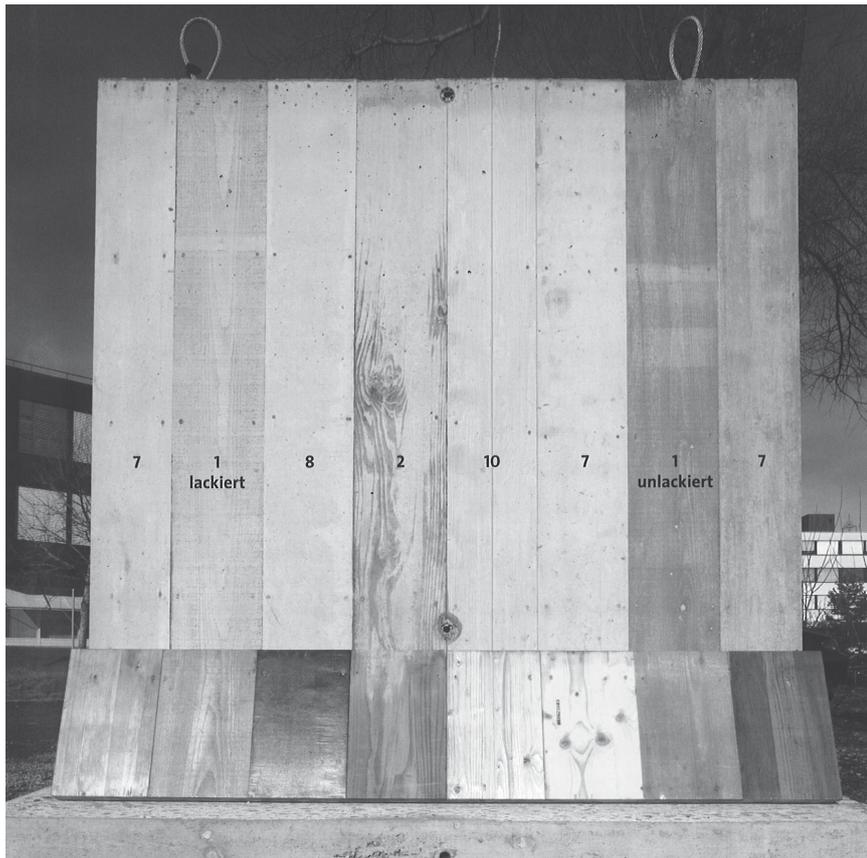


Abb. 8 Mindest-Schalungswerten von Stahlbetonmauern

Schalungstypen nach SIA

Typ 1	<p>Normale Betonflächen Flächen ohne besondere Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mit beliebiger Flächenstruktur - ohne Nachbearbeitung von Graten und Überzähnen
Typ 2	<p>Betonfläche mit einheitlicher Struktur Flächen mit folgenden Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - einheitliche Flächenstruktur - Brett- bzw. Tafelgrösse nicht vorgeschrieben - mit Nachbearbeitung von Graten und Überzähnen
Typ 3	<p>Sichtbeton-Fläche mit Brettstruktur Sichtbar bleibende Flächen mit folgenden Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - einheitliche Flächenstruktur ohne Überzähne, Grate und poröse Stellen - durch Lufteinschlüsse verursachte Poren (Lunker) in mässiger Anzahl sind zulässig - möglichst gleichmässige Farbtonung - Brettbreite konstant, Brettstösse nicht vorgeschrieben - Brettrichtung einheitlich und parallel zur grösseren Abmessung der Schalungsfläche - glatte Schalbretter <p>erhöhte Anforderungen sind wie folgt anzugeben:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fugen abgedichtet 2. Stösse versetzt 3. Brettrichtung einheitlich und senkrecht zur grösseren Abmessung der Schalungsfläche 4. Strukturbild gemäss Detailplan der geschalteten Fläche 5. Verwendung von sägerohren Brettern <p>Beispiel: Betonfläche Typ 3-12: Sichtbeton-Fläche mit Brettstruktur, abgedichteten Fugen und versetzten Brettstössen</p>
Typ 4	<p>Sichtbeton-Fläche mit Tafelstruktur Sichtbar bleibende Flächen mit folgenden Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - einheitliche Flächenstruktur ohne Überzähne, Grate und poröse Stellen - durch Lufteinschlüsse verursachte Poren (Lunker) in mässiger Anzahl sind zulässig - möglichst gleichmässige Farbtonung - Tafelgrösse konstant; Tafelstösse nicht vorgeschrieben - Tafelrichtung einheitlich und parallel zur grösseren Abmessung der Schalungsfläche <p>erhöhte Anforderungen sind wie folgt anzugeben:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fugen abgedichtet 2. Stösse versetzt 3. Tafelrichtung einheitlich und senkrecht zur grösseren Abmessung der Schalungsfläche 4. Strukturbild gemäss Detailplan der geschalteten Fläche <p>Beispiel: Betonfläche Typ 4-4: Sichtbeton-Fläche mit Tafelstruktur, Strukturbild gemäss Detailplan der geschalteten Fläche</p>

Abb. 9 Schalungstypen nach SIA



Art bzw. Eigenschaften der Schalhaut	Merkmale der Betonoberfläche	Mögliche Auswirkungen
Saugend		
1 Bretter, sägeroh	Raue Brettstruktur (hohes Saugvermögen), dunkel	Einzelne Holzfasern in der Betonoberfläche, Absanden unter Holzzuckereinfluss, wenige Poren
2 Bretter, gehobelt	Glatte Brettstruktur (geringes Saugvermögen), deutlich heller als 1	Absanden unter Holzzuckereinfluss, stärkere Porenbildung als bei 1
3 Spanplatten, unbeschichtet	Leicht rau, dunkel	Starke Farbunterschiede (fleckig), wenige Poren
4 Drainvlies/Faservlies	Siebdruckstruktur, dunkler als 3	Gefahr der Faltenbildung, fast keine Poren
Schwach saugend		
5 Dreischichtenplatten, oberflächenvergütet, Holzstruktur, die sich durch Strahlen verstärkt	Bei den ersten Einsätzen dunkel, bei weiteren Einsätzen heller	Poren (gehen mit zunehmender Einsatzhäufigkeit zurück)
6 Schalrohre aus Pappe	Glatt, hell	Kein Trennmittel erforderlich, nur für Stützen geeignet, sehr wenige Poren
Nicht bzw. sehr schwach saugend		
7 Schaltafeln, oberflächenbehandelt, glatt oder nicht glatt	Glatt, hell	Farbtonunterschiede, Wolkenbildung, Marmorierung, verstärkte Porenbildung
8 Finnenplatten, kunstharzbeschichtet	Siebdruckrasterstruktur, etwas dunkler als 7	Weniger ausgeprägte Auswirkungen als bei 7
9 Stahlblech	Glatt, hell	Wie 7, unter Umständen Rostflecken
10 Matrizen, filmbeschichtet	Je nach Matrizie glatt bis stark strukturiert, hell	Starker Einfluss von Undichtigkeiten an Fugen, verstärkte Porenbildung
11 Schalrohre aus Metall oder Kunststoff	Glatt, hell	Wie 7, verstärkte Marmorierung

Abb. 10 Schalungstypen (Auszug aus "Sichtbeton" Eine Publikation der Holcim (Schweiz) AG)

Arbeits- und Dehnungsfugen

Arbeitsfugen treten auf, wenn Betonierabschnitte notwendig sind. Es sollten daher Arbeitsfugenbänder eingelegt werden. Dies gilt insbesondere bei Wasserbecken (Wasserundurchlässigkeit).

Dehnungsfugen sind alle 5 bis 8 Meter notwendig, da sich Beton durch Temperatureinflüsse verändert. Die Fugenräume werden beim Betonieren mit Brett- oder Styroporeinlagen ausgebildet, danach mit Fugenkitt ausgefüllt und mit einem Fugenverschlussband nach aussen gesichert.

Wichtige Betontypen im Gartenbau



Abb. 11 Ausschnitt Drainbetonmauer

Beton nach Zusammensetzung

<i>Beton 0-16 mm CEM I 42.5 100 kg/m³ C1</i>	<i>Sauberkeitsschicht, Magerbeton</i>
<i>Beton 0-16 mm CEM I 42.5 200 kg/m³ C1</i>	<i>Beton für Leitungen, Randabschlüsse</i>
<i>Beton 4-8 mm CEM I 42.5 150 kg/m³ C1</i>	<i>Splittbeton (Ausgleichsschicht Natursteinbelag)</i>
<i>Beton 16-32 mm CEM I 42.5 250 kg/m³ C1</i>	<i>Drainbeton (Fundamente)</i>
<i>Beton 0-32 mm CEM I 42.5 300 kg/m³ C1</i>	<i>Stampfbeton, (halbstarre Fundamente)</i>

Beton nach Eigenschaften

<i>Beton C 25/30 XC4 Dmax 32 Cl 0.1 C3</i>	<i>armierter Beton (Fundamente, Stützmauern)</i>
--	--

Mörtel

Mauermörtel

Mauermörtel stellt ein Gemisch aus Bindemittel, Zuschlag und Wasser dar, dem ev. noch Zusätze beigeschlagen werden. Der Mörtel muss dauerhaft sein und eine gute Kohäsion besitzen. Wichtig ist, dass er einen Schutz gegen die Feuchtigkeit besitzt, aber dampfdurchlässig bleibt (siehe auch SIA Normen).

Gängige Bindemittel sind u.a.:

Mörtelmischung	Verhältnis Bindemittel - Sand	Anwendungen
CEM I 150	1: 6.5	Natursteinarbeiten
HK 250	1: 4	Natursteinarbeiten
CEM I 350	1: 3	Bodenplatten, Mauermörtel
CEM I 400	1: 2.5	Abdeckplatten, Stufen
CEM I 500	1:2	Fugen

Abb. 12 Gängige Bindemittel

- *Portlandzement*
- *CEM I 42.5, hochwertiger P.*
- *HPC, Portlandzement mit hoher Sulfatbeständigkeit*
- *PCHS, hydraulischer Kalk - HK.*

Tab. 6 Empfohlene Mörtelmischungen und Anwendungen

Weiterhin gibt es Zusätze wie:

- *Dichtungsmittel*
- *Schnellbinder*
- *Abbindverzögerer*
- *Frostschutzmittel*
- *Haftvermittler etc.*

Monokornmörtel / Sickerbeton

Definiton:

Monokornmörtel / Sickerbeton ist ein mit Zugschlagsstoffen ohne Feinanteile hergestellter Baustellenestrich oder Mörtel.

Zusammensetzung:

- Kies oder Splitt ohne Feinanteile
 - Korngrösse bei Betonkies: 4-8mm
 - Korngrösse bei Betonkies gebrochen (Splitt): 4-8mm
- Normzement (bei Naturstein ausschliesslich Portlandzement)
- Wasser (Wasserzementwert max. 0.38)



4-8mm Kies



4-8mm Splitt



Schichtdicke nicht begrenzt

Abb. 13-15 Zusammensetzung des Monokornmörtels

Eigenschaften:

- frisch in frisch Verlegung (für harte Beläge), aber nur mit Haftbrücke
- kaum Rückfeuchtung des Belages
- Monokornmörtel ist ein Drainagemörtel, d.h. ab Korngröss 4-8mm
- schnell erhärtend, daher schnellerer Baubablauf
- frostsichere Verlegung
- nicht teurer als herkömmliche Estrichmörtel
- Schichtdicke unbegrenzt möglich
- mehr Konstruktionsdicke ist notwendig, da er einen geringern Biegezug aufweist
- Schutz vor Ausblühungen und Verfärbungen
- schwindarm
- Austrocknungszeit: 2 Tage pro cm Dicke

Verlegearten:

- als Estrich (zur Weiterbearbeitung mittels Klebersystem)
- als Mörtel für frisch in frisch Verlegung (bei allen unkritischen harten Belägen wie Naturstein oder Fliesen) nur mit Haftbrücke!



Abb. 16-19 Beispiel Plattenverlegung mit Monokormörtel

Literatur

- Niesel, A. *Bauen mit Grün*. Berlin: P. Parey, 1990
- Normen SIA (Schweizer Ingenieur- und Architektenverein)
- Technische Forschungs- und Beratungsstelle der Schweizerischen Zementindustrie: *Cementbulletin*, Nr. 6/7 Juli 1994. Wildeg, 1994.