

Zement

Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen

DIN

1164-1

ICS 91.100.10

Deskriptoren: Baustoff, Bindemittel, Zement, Zusammensetzung, Anforderungen, Zementart, Festigkeitsklassen, Normbezeichnung, Lieferung

Ersatz für
Ausgabe 1990-03 und
DIN 1164-100 : 1990-03

Cement — Part 1: Composition, specifications

Ciment — Partie 1: Composition, spécifications

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	1	5 Zementarten, Zusammensetzung und Normbezeichnung	4
1 Anwendungsbereich	2	5.1 Zementarten	4
2 Normative Verweisungen	2	5.2 Zusammensetzung	4
3 Zement	2	5.3 Normbezeichnung	4
4 Bestandteile	2	6 Anforderungen	4
4.1 Portlandzementklinker (K)	2	6.1 Festigkeit	4
4.2 Hüttensand (granulierte Hochofenschlacke) (S) ..	3	6.1.1 Normfestigkeit	4
4.3 Puzzolan	3	6.1.2 Anfangsfestigkeit	5
4.3.1 Allgemeines	3	6.2 Erstarren	5
4.3.2 Natürliches Puzzolan (P)	3	6.3 Raumbeständigkeit	5
4.4 Flugasche	3	6.4 Chemische Anforderungen	5
4.4.1 Allgemeines	3	6.5 Hydratationswärme	5
4.4.2 Kieselsäurereiche Flugasche (V)	3	6.6 Sulfatwiderstand	5
4.5 Gebrannter Schiefer (T)	3	6.7 Wirksamer Alkaligehalt	5
4.6 Kalkstein (L)	3	7 Lieferung	5
4.7 Füller (F)	4	8 Überwachung (Güteüberwachung)	5
4.8 Calciumsulfat	4	Anhang A (informativ) Erläuterungen	8
4.9 Zementzusatzmittel	4		

Vorwort

In dieser Norm DIN 1164-1 sind die Festlegungen der DIN V ENV 197-1 weitgehend und wortgetreu mit der Einschränkung übernommen worden, daß der in der Bundesrepublik Deutschland vorliegende Erfahrungsbereich nicht wesentlich überschritten wurde. So wurden nur diejenigen Bestandteile und Zementarten (Zusammensetzung) entsprechend der Unterteilung und Bezeichnung der DIN V ENV 197-1 übernommen, die bisher genormt oder bauaufsichtlich zugelassen waren. Von der vormals gültigen Norm DIN 1164-1 : 1990-03 sind die Anforderungen an Zemente mit hohem Sulfatwiderstand oder mit niedriger Hydratationswärme weitgehend übernommen worden, weil es hierfür noch keine Europäischen Normen oder anderweitigen Regelungen gibt. Außerdem sind Anforderungen an Zemente mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt aufgenommen worden.

Für die Güteüberwachung und Zertifizierung der Zemente gelten weiterhin sinngemäß die Regelungen der DIN 1164-2 und der "Ergänzenden Richtlinien für die Überwachung (Güteüberwachung) von Zement nach DIN 1164"; eine Überarbeitung dieser Regelungen, bei der auch die sich abzeichnenden europäischen Regelungen berücksichtigt werden, ist eingeleitet worden.

Die in dieser Norm definierten Zemente ermöglichen eine sachgerechte Herstellung von Beton nach DIN 1045 und

ENV 206. Die Norm liefert ausreichende Informationen, um Festlegungen über die notwendige Zusammensetzung von dauerhaftem Beton bzw. von Beton mit besonderen Eigenschaften treffen zu können.

Alle Prozentangaben in der Norm sind als Massenanteile in Prozent angegeben.

Anhang A ist informativ.

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe März 1990 und DIN 1164-100 : 1990-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einarbeitung von Regelungen der DIN V ENV 197-1 "Zement — Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien — Teil 1: Allgemein gebräuchlicher Zement; Deutsche Fassung ENV 197-1 : 1992".
- b) Titel geändert.
- c) Aufnahme von Regelungen für NA-Zemente.

Frühere Ausgaben

DIN 1165: 1939-08
DIN 1166: 1939-10
DIN 1167: 1940x-08, 1959-07
DIN 1164: 1932-04, 1942x-07, 1958-12
DIN 1164-1: 1970-06, 1978-11, 1986-12, 1990-03

Fortsetzung Seite 2 bis 8

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm enthält Anforderungen an die Eigenschaften von Bestandteilen von Zement sowie Angaben über die Zusammensetzung der Anteile, die erforderlich sind, um entsprechende Zementarten und -klassen herzustellen. Sie beinhaltet ferner Festlegungen der mechanischen, physikalischen und chemischen Anforderungen an diese Arten und Klassen.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 1164-2

Zement — Teil 2: Überwachung (Güteüberwachung)

DIN 1164-8

Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement — Teil 8: Bestimmung der Hydratationswärme mit dem Lösungskalorimeter

DIN 51043

Traß — Anforderungen, Prüfung

DIN EN 196-1

Prüfverfahren für Zement — Teil 1: Bestimmung der Festigkeit; Deutsche Fassung EN 196-1 : 1987 (Stand 1989)

DIN EN 196-2

Prüfverfahren für Zement — Teil 2: Chemische Analyse von Zement; Deutsche Fassung EN 196-2 : 1987 (Stand 1989)

DIN EN 196-3

Prüfverfahren für Zement — Teil 3: Bestimmung der Erstarrungszeiten und der Raumbeständigkeit; Deutsche Fassung EN 196-3 : 1987

DIN EN 196-6

Prüfverfahren für Zement — Teil 6: Bestimmung der Mahlfineinheit; Deutsche Fassung EN 196-6 : 1989

DIN EN 196-21

Prüfverfahren für Zement — Teil 21: Bestimmung des Chlorid-, Kohlenstoffdioxid- und Alkalianteils von Zement; Deutsche Fassung EN 196-21 : 1989

Ergänzende Richtlinien für die Überwachung (Güteüberwachung) von Zement nach DIN 1164, Fassung September 1981¹⁾

AFNOR P 18-592

Granulats — Essai au bleu de méthylène (Granulate — Methylenblau-Verfahren, (Deutsche Übersetzung))¹⁾

ZEMENT-KALK-GIPS 43 (1990), Nr 8, S. 409–412:

Procedures for the determination of total carbon content (TOC) in limestone
(Verfahren zur Bestimmung des Gesamtgehalts an organischem Kohlenstoff (TOC) in Kalkstein, (Deutsche Übersetzung))¹⁾

3 Zement

Zement ist ein hydraulisches Bindemittel, das heißt, ein anorganischer fein gemahlener Stoff, der, mit Wasser

angemacht, Zementleim ergibt, welcher durch Hydratation erstarrt und erhärtet und nach dem Erhärten auch unter Wasser fest und raumbeständig bleibt.

Zement nach dieser Norm muß bei entsprechender Dosierung und nach entsprechendem Mischen mit Zuschlag und Wasser Beton oder Mörtel ergeben, der ausreichend lange verarbeitbar und nach einer bestimmten Zeit ein festgelegtes Festigkeitsniveau erreichen und langfristig raumbeständig sein muß.

Die hydraulische Erhärtung von Zement nach dieser Norm beruht vorwiegend auf der Hydratation von Calciumsilicaten²⁾, jedoch können auch andere chemische Verbindungen an der Erhärtung beteiligt sein, wie z.B. Aluminate. Der Massenanteil an reaktionsfähigen Calciumoxid (CaO)³⁾ und Siliciumdioxid (SiO_2)⁴⁾ muß in Zementen nach dieser Norm mindestens 50 % betragen.

Zement besteht aus einzelnen kleinen Körnern verschiedener Stoffe, jedoch müssen sie hinsichtlich ihrer Zusammensetzung statistisch betrachtet homogen sein. Eine hohe Gleichmäßigkeit aller Zementeigenschaften muß durch eine kontinuierliche Herstellung in großen Massenströmen, insbesondere durch adäquate Mahl- und Homogenisierungsverfahren, erzielt werden. Qualifiziertes und ausgebildetes Personal sowie Einrichtungen für Prüfung, Bewertung und Steuerung der Produktionsqualität sind für die Herstellung von Zementen nach dieser Norm unerlässlich.

Bei der Zementherstellung und ihrer Steuerung muß sichergestellt sein, daß die Zusammensetzung der Zemente den Grenzwerten, die in dieser Norm festgelegt sind, entspricht.

4 Bestandteile

4.1 Portlandzementklinker (K)

Portlandzementklinker ist ein hydraulischer Stoff, der nach Massenanteilen zu mindestens zwei Dritteln aus Calciumsilicaten ($(\text{CaO})_3 \cdot \text{SiO}_2$ und $(\text{CaO})_2 \cdot \text{SiO}_2$) bestehen muß. Der Rest enthält Aluminiumoxid (Al_2O_3), Eisenoxid (Fe_2O_3) und andere Verbindungen.

Das Massenverhältnis $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2)$ muß mindestens 2,0 betragen. Der Massenanteil an Magnesiumoxid (MgO) darf 5,0 % nicht überschreiten.

¹⁾ Zu beziehen durch: Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

²⁾ Es gibt auch Zemente, deren Erhärtung überwiegend auf andere Verbindungen zurückzuführen ist, wie z.B. Calciumaluminat in Tonerdezement.

³⁾ Als reaktionsfähiges Calciumoxid (CaO) wird nur der Anteil an CaO angesehen, der unter üblichen Erhärtungsbedingungen Calciumsilicathydrate bzw. Calciumaluminathydrate bilden kann. Hierfür wird vom Gesamtanteil des CaO derjenige Anteil abgezogen, der anhand des gemessenen Kohlenstoffdioxid (CO_2)-Anteils als Calciumcarbonat (CaCO_3) und anhand des gemessenen Schwefeltrioxid (SO_3)-Anteils als Calciumsulfat (CaSO_4) errechnet wird, ohne Berücksichtigung des durch Alkalien gebundenen SO_3 .

⁴⁾ Reaktionsfähiges Siliciumdioxid (SiO_2) ist als der Anteil an SiO_2 definiert, der nach dem Aufschluß in Salzsäure (HCl) beim Sieden in Kaliumhydroxid (KOH)-Lösung in Lösung geht. Der Anteil an reaktionsfähigem SiO_2 wird bestimmt durch Subtraktion des SiO_2 , das im unlöslichen Rückstand (siehe Abschnitt 10 von DIN EN 196-2 : 1990-03) enthalten ist, vom Gesamtanteil an SiO_2 (siehe Abschnitt 13.9 von DIN EN 196-2 : 1990-03), beide im Trockenzustand.

Portlandzementklinker wird durch Brennen mindestens bis zur Sinterung einer genau festgelegten Rohstoffmischung (Rohmehl, Paste oder Rohschlamm) hergestellt, die CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 und geringe Mengen anderer Stoffe enthält. Rohmehl, Paste oder Rohschlamm müssen fein aufgeteilt, innig gemischt und dadurch homogen sein.

4.2 Hüttensand (granulierte Hochofenschlacke) (S)

Hüttensand ist ein latent hydraulischer Stoff, das heißt, er weist bei geeigneter Anregung hydraulische Eigenschaften auf. Er muß nach Massenanteilen mindestens zwei Drittel glasig erstarrte Schlacke enthalten. Der Hüttensand muß nach Massenanteilen zu mindestens zwei Dritteln aus CaO , MgO und SiO_2 bestehen. Der Rest enthält Al_2O_3 und geringe Anteile anderer Verbindungen. Das Massenverhältnis $(\text{CaO} + \text{MgO})/(\text{SiO}_2)$ muß größer als 1,0 sein.

Hüttensand wird durch schnelles Abkühlen einer Schlackenschmelze geeigneter Zusammensetzung hergestellt, die im Hochofen beim Schmelzen von Eisenerz gebildet wird.

4.3 Puzzolan

4.3.1 Allgemeines

Puzzolane sind natürliche oder industrielle Stoffe, kiesel-säurereich oder alumo-silicatisch, oder eine Kombination davon. Obwohl Flugasche puzzolanische Eigenschaften aufweist, wird sie in einem gesonderten Abschnitt (siehe 4.4) behandelt.

Puzzolane erhärten nach dem Anmachen mit Wasser nicht selbständig, sondern reagieren, fein gemahlen und in Gegenwart von Wasser bei üblicher Umgebungstemperatur mit gelöstem Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) unter Entstehung von festigkeitsbildenden Calciumsilicat- und Calciumaluminatverbindungen. Diese Verbindungen sind denen ähnlich, die bei der Erhärtung hydraulischer Stoffe entstehen. Puzzolane müssen im wesentlichen aus reaktionsfähigem SiO_2 ⁴⁾ und Al_2O_3 bestehen; der Rest enthält Fe_2O_3 und andere Verbindungen. Der Anteil an reaktionsfähigem CaO ³⁾ ist unbedeutend. Der Massenanteil an reaktionsfähigem SiO_2 muß mindestens 25 % betragen.

Puzzolane müssen für eine Verwendung als Bestandteile von Zement sachgerecht aufbereitet sein, das heißt, sie müssen je nach Gewinnungs- bzw. Anlieferungszustand ausgewählt, homogenisiert, getrocknet und zerkleinert sein.

4.3.2 Natürliches Puzzolan (P)

Natürliche Puzzolane sind im allgemeinen Stoffe vulkanischen Ursprungs oder Sedimentgestein mit geeigneter chemisch-mineralogischer Zusammensetzung und müssen 4.3.1 entsprechen.

Zu den natürlichen Puzzolanen gehört Traß nach DIN 51043.

4.4 Flugasche

4.4.1 Allgemeines

Flugasche kann ihrer Art nach sowohl alumo-silicatisch als auch silicatisch-kalkhaltig sein. Erstere weist puzzolanische Eigenschaften auf; letztere kann zusätzlich hydraulische Eigenschaften aufweisen. Der Glühverlust von Flugasche darf höchstens 5,0 % betragen.

Flugasche wird durch die elektrostatische oder mechanische Abscheidung von staubartigen Partikeln aus

Rauchgasen von Feuerungen erhalten, die mit feingemahlener Kohle befeuert werden. Asche, die durch andere Verfahren erhalten wird, darf in Zement nach dieser Norm nicht verwendet werden.

4.4.2 Kiesel-säurereiche Flugasche (V)

Kiesel-säurereiche Flugasche ist ein feinkörniger Staub, hauptsächlich aus kugeligen glasigen Partikeln mit puzzolanischen Eigenschaften. Sie muß im wesentlichen aus reaktionsfähigem SiO_2 ⁴⁾ und Al_2O_3 bestehen. Der Rest enthält Fe_2O_3 und andere Verbindungen. Der Massenanteil an reaktionsfähigem CaO ³⁾ muß unter 5 %⁵⁾ liegen. Der Massenanteil an reaktionsfähigem SiO_2 muß mindestens 25 % betragen.

4.5 Gebrannter Schiefer (T)

Gebrannter Schiefer, insbesondere gebrannter Ölschiefer, wird in einem speziellen Ofen bei Temperaturen von etwa 800 °C hergestellt. Aufgrund der Zusammensetzung des natürlichen Ausgangsmaterials und des Herstellungsverfahrens enthält gebrannter Schiefer Klinkerphasen, vor allem Dicalciumsilicat und Monocalciumaluminat sowie neben geringen Mengen an freiem CaO und Calciumsulfat⁶⁾ größere Anteile an puzzolanisch reagierenden Oxiden, insbesondere SiO_2 . Dementsprechend weist gebrannter Schiefer in feingemahlenem Zustand ausgeprägte hydraulische Eigenschaften wie Portlandzement und daneben puzzolanische Eigenschaften auf.

Feingemahlener gebrannter Schiefer muß — bei Prüfung nach DIN EN 196-1, mit der in ⁷⁾ beschriebenen Ausnahme — nach 28 Tagen eine Druckfestigkeit von mindestens 25,0 N/mm² erreichen.

Das Dehnungsmaß für gebrannten Schiefer muß bei Prüfung nach DIN EN 196-3, unter Verwendung einer Mischung mit einem Massenanteil von 30 % fein gemahlenem gebranntem Schiefer und mit einem Massenanteil von 70 % Referenz-Zement⁸⁾, unter 10 mm liegen.

4.6 Kalkstein (L)

Zusätzlich zu den Anforderungen nach 4.7 muß Kalkstein, wenn sein Massenanteil (als Hauptbestandteil) mehr als 5 % beträgt, folgende Anforderungen erfüllen:

³⁾ Siehe Seite 2

⁴⁾ Siehe Seite 2

⁵⁾ Steinkohleflugasche mit einem Gesamtgehalt von weniger als 10 % Massenanteil an reaktionsfähigem CaO darf verwendet werden, wenn der Gehalt an freiem Calciumoxid unter 1,5 % Massenanteil beträgt.

⁶⁾ Überschreitet der SO_3 -Gehalt des gebrannten Schiefers den für Zement zulässigen oberen Grenzwert, so ist dies bei der Zementherstellung durch eine Reduzierung der calciumsulfathaltigen Bestandteile entsprechend zu berücksichtigen.

⁷⁾ Der Mörtel ist nur mit fein gemahlenem gebranntem Schiefer anstelle von Zement herzustellen. Die Mörtelprismen sind 48 h nach der Herstellung zu entschalen und bis zur Prüfung bei einer relativen Luftfeuchte von mindestens 90 % zu lagern.

⁸⁾ Referenz-Zement: Ausgewählter Portlandzement (CEM I).