

	Zement Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien für Massenbeton-Zement mit niedriger Hydratationswärme Deutsche Fassung prEN 14216:2001	DIN EN 14216
ICS 91.100.10	Einsprüche bis 2001-10-31 Cement — Composition, specifications and conformity criteria for massive concrete low heat cements; German version prEN 14216:2001 Ciment — Composition, spécification et critères de conformité des ciments à faible chaleur d'hydratation pour béton massif; Version allemande prEN 14216:2001 Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten an den Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin). Nationales Vorwort Dieser europäische Norm-Entwurf wurde vom CEN/TC 51 (Sekretariat: Belgien) ausgearbeitet. Im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. ist hierfür der Arbeitsausschuss 07.13.00 "Zement" des Normenausschusses Bauwesen zuständig. Fortsetzung 31 Seiten prEN Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.	

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Zement - Zusammensetzung, Anforderungen und
Konformitätskriterien für Massenbeton-Zement mit niedriger
Hydratationswärme

Cement - Composition, specifications and conformity
criteria for massive concrete low heat cements

Ciment - Composition, spécifications et critères de
conformité des ciments à faible chaleur d'hydratation pour
béton massif

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur Umfrage vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 51 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde vom CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

Warnvermerk : Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm in Bezug genommen werden.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

Vorwort	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Massenbeton-Zement mit niedriger Hydratationswärme	6
5 Bestandteile	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Hauptbestandteile	7
5.3 Nebenbestandteile	9
5.4 Calciumsulfat	10
5.5 (Zement)zusätze	10
6 Zusammensetzung und Bezeichnung	10
7 Mechanische, physikalische, chemische Anforderungen und Anforderungen an die Dauerhaftigkeit	12
7.1 Mechanische Anforderungen	12
7.2 Physikalische Anforderungen	12
7.3 Chemische Anforderungen	13
7.4 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit	13
8 Normbezeichnung	14
9 Konformitätskriterien	15
9.1 Allgemeine Anforderungen	15
9.2 Konformitätskriterien für mechanische, physikalische und chemische Eigenschaften sowie Auswertungsverfahren	16
9.3 Konformitätskriterien für die Zementzusammensetzung	20
9.4 Konformitätskriterien für die Eigenschaften der Zementbestandteile	20
Anhang A (informativ) A–Abweichungen	21
Anhang B (informativ) Massenbeton-Zement mit niedriger Hydratationswärme sowie Betontemperatur	22
Anhang ZA (informativ) Bestimmungen bezüglich der CE-Kennzeichnung von Massenbeton-Zementen mit niedriger Hydratationswärme gemäß der EG-Bauproduktenrichtlinie	25
ZA.1 Abschnitte von EN 14216, welche die Bestimmungen der EG-Bauproduktenrichtlinie betreffen	25
ZA.2 Verfahren für die Konformitätsbescheinigung von Produkten	28
ZA.3 EG-Konformitätszertifikat und EG-Konformitätserklärung	28
ZA.4 CE-Kennzeichnung	29

Vorwort

Dieses Europäische Dokument wurde vom Technischen Komitee CEN /TC 51 "Zement und Baukalk" erarbeitet, dessen Sekretariat von IBN betreut wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien. Für den Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe den informativen Anhang ZA, der integrale Bestandteil dieser Norm ist.

Die verschiedenen Stadien der Entwicklung einer Europäischen Norm für Zement, als Antwort auf das vorläufige, von der Europäischen Kommission und der EFTA an CEN erteilte Mandat, werden in EN 197-1 beschrieben. Dort wird darauf hingewiesen, dass es angesichts der großen Zahl von Zementarten als notwendig angesehen wurde, die sogenannten "Normalzemente", die jetzt in EN 197-1 behandelt werden, und Sonderzemente, d.h. solche mit zusätzlichen oder besonderen Eigenschaften oder solche, deren Erhärtungsprozesse nicht hauptsächlich von der Hydratation von Calciumsilikaten abhängt, getrennt zu behandeln.

In der EN 206 wird auf die Notwendigkeit der Begrenzung der Wärmeentwicklung während der Hydratation im Beton hingewiesen. Die Klassifizierung von Zementen in Hinblick auf die Hydratationswärme ist ein Verfahren, durch das die Wärmeentwicklung von Beton überwacht werden kann. Deshalb ist es der Zweck von prEN 14216, die Hydratationswärme von Zementen mit niedriger Hydratationswärme festzulegen. Die Anforderungen an die Zusammensetzung und andere Eigenschaften entsprechen den in EN 197-1 angegebenen Anforderungen für Normalzement. Die Konformitätsanforderungen sind zusätzlich angegeben.

Die in prEN 14216 angegebenen Anforderungen basieren auf Ergebnissen von Zementprüfungen nach EN 196 Teile 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 und 21. Das Verfahren für die Konformitätsbewertung von Zementen mit niedriger Hydratationswärme ist in EN 197-2 enthalten.

Diese Norm ist Teil einer Normenreihe für folgende Produkte mit niedriger Hydratationswärme: Normalzemente mit niedriger Hydratationswärme (EN 197-3), Zemente mit niedriger Hydratationswärme und niedriger Anfangsfestigkeit (prEN 14217) und Massenbeton-Zement mit niedriger Hydratationswärme.

Einleitung

Unterschiedliche Zemente weisen bekanntermaßen unterschiedliche Eigenschaften und eine unterschiedliche Leistungsfähigkeit auf. Soweit Verfahren für die Prüfung der Eigenschaften (d.h. Erstarrungszeit, Festigkeit, Raumbeständigkeit und Hydratationswärme) zur Verfügung stehen, wurden sie in prEN 14216 berücksichtigt. Darüber hinaus erprobt CEN/TC 51 derzeit zusätzliche Prüfverfahren, die notwendig sind, um weitere Leistungsmerkmale von Zement zu regeln. Bis weitere Prüfverfahren zur Bestimmung von Leistungsmerkmalen verfügbar sind, muss sich die Wahl von Zement, insbesondere der Zementart und/oder der Festigkeitsklasse, unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Dauerhaftigkeit, die von der Umweltklasse und der Art des Bauwerks, in dem der Zement verwendet wird, abhängt, nach den am Ort der Anwendung gültigen Normen bzw. Vorschriften für Beton richten.

1 Anwendungsbereich

Diese prEN 14216 definiert und regelt 7 verschiedene Massenbeton-Zemente mit niedriger Hydratationswärme mit ihren Bestandteilen. Die Definition jedes Zementes beinhaltet die Anteile, die erforderlich sind, um jedes dieser Produkte für eine Festigkeitsklasse und zwei Klassen der Hydratationswärme herzustellen. Sie beinhaltet ferner die Anforderungen an die Bestandteile und an die mechanischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Produkte sowie die Festigkeitsklassen und die Klassen der Hydratationswärme. Darüber hinaus werden in prEN 14216 die Konformitätskriterien und die entsprechenden Regeln festgelegt. Die notwendigen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit sind auch angegeben. Die Gefahr der frühzeitigen wärmebedingten Rissbildung hängt von

den Eigenschaften des Betons und von der Ausführung ab und ist daher nicht nur von der Hydratationswärme des Zementes, sondern auch von anderen Faktoren abhängig. Hinweise zur Verwendung von Mass beton-Zementen mit niedriger Hydratationswärme sind daher im informativen Anhang B angegeben.

ANMERKUNG 1 Neben den festgelegten Anforderungen kann ein Austausch von zusätzlichen Informationen zwischen Zementhersteller und -anwender hilfreich sein. Die Vorgehensweisen für einen solchen Informationsaustausch sind nicht Gegenstand von prEN 14216. Sie sollten in Übereinstimmung mit nationalen Normen oder Regeln festgelegt werden oder können zwischen den betreffenden Parteien vereinbart werden.

ANMERKUNG 2 Sofern nicht anders angegeben, kennzeichnet das Wort "Zement" in prEN 14216 ausschließlich Mass beton-Zemente mit niedriger Hydratationswärme.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische 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 nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 196–1, *Prüfverfahren für Zement — Teil 1 : Bestimmung der Festigkeit.*

EN 196–2, *Prüfverfahren für Zement — Teil 2 : Chemische Analyse von Zement.*

EN 196–3, *Prüfverfahren für Zement — Teil 3 : Bestimmung der Erstarrungszeiten und der Raumbeständigkeit.*

EN 196–5, *Prüfverfahren für Zement — Teil 5 : Prüfung der Puzzolanität von Puzzolanementen.*

EN 196–6, *Prüfverfahren für Zement — Teil 6 : Bestimmung der Mahlfineinheit.*

EN 196–7, *Prüfverfahren für Zement — Teil 7 : Verfahren für die Probenahme und Probenauswahl von Zement.*

prEN 196–8, *Prüfverfahren für Zement — Teil 8 : Hydratationswärme — Lösungsverfahren.*

prEN 196–9, *Prüfverfahren für Zement — Teil 9 : Hydratationswärme — Teiladiabatisches Verfahren.*

EN 196–21¹⁾, *Prüfverfahren für Zement — Teil 21 : Bestimmung des Chlorid-, Kohlenstoffdioxid- und Alkalianteils von Zement.*

EN 197–1, *Zement — Teil 1 : Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement.*

EN 197–2, *Zement — Teil 2 : Konformitätsbewertung.*

prEN 197-3, *Zement — Teil 3 : Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien für Normalzemente mit niedriger Hydratationswärme*

prEN 14217, *Zement — Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien für Zement mit niedriger Hydratationswärme und niedriger Anfangsfestigkeit.*

EN 451-1, *Prüfverfahren für Flugasche — Teil 1 : Bestimmung des freien Calciumoxidgehalts.*

EN 934-2, *Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel — Teil 2 : Betonzusatzmittel — Definitionen und Anforderungen*

ISO 9277, *Determination of the specific surface area of solids by gas absorption using the BET method*

EN 206-1, *Beton — Teil 1 : Anforderungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität.*

1) EN 196-21 wird derzeit in EN 196-2 eingearbeitet.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1

reaktionsfähiges Calciumoxid (CaO)

Der Anteil an Calciumoxid (CaO), der unter üblichen Erhärtingsbedingungen Calciumsilicathydrate bzw. Calciumaluminathydrate bilden kann.

ANMERKUNG Hierfür wird vom Gesamtanteil des Calciumoxid (siehe EN 196-2) derjenige Anteil abgezogen, der anhand des gemessenen Kohlenstoffdioxid(CO₂)-Anteils (siehe EN 196-21) als Calciumcarbonat (CaCO₃) und anhand des gemessenen Schwefeltrioxid (SO₃)-Anteils (siehe EN 196-2) als Calciumsulfat (CaSO₄) errechnet wird, unter Nichtbeachtung des durch Alkalien gebundenen SO₃

3.2

reaktionsfähiges Siliciumdioxid (SiO₂)

Der Anteil an Siliciumdioxid (SiO₂), der nach dem Aufschluss in Salzsäure (HCl) beim Sieden in Kaliumhydroxid(KOH)-Lösung in Lösung geht.

ANMERKUNG Der Anteil an reaktionsfähigem SiO₂ wird bestimmt durch Subtraktion des SiO₂-Anteils, der im HCL und KOH aus dem unlöslichen Rückstand löslich ist (siehe EN 196-2), vom Gesamtanteil an SiO₂ (siehe EN 196-2), jeweils bezogen auf den getrockneten Zustand

3.3

Hauptbestandteil

speziell ausgewählter anorganischer Stoff, dessen Massenanteil mehr als 5 % der Gesamtsumme aller Haupt- und Nebenbestandteile beträgt.

3.4

Nebenbestandteil

speziell ausgewählter anorganischer Stoff, dessen Massenanteil nicht mehr als 5 % der Gesamtsumme aller Haupt- und Nebenbestandteile beträgt.

3.5

Art des Massenbeton-Zements mit niedriger Hydrationswärme

eines der 7 Produkte (siehe Tabelle 1) innerhalb der Familie der Massenbeton-Zementarten

3.6

Festigkeitsklasse von Zement

Klasse der Druckfestigkeit.

3.7

Hydrationswärme

Wärmemenge, die sich auf Grund der Hydratation eines Zementes während eines festgelegten Zeitraumes entwickelt

3.8

Wärmeklasse von Zement

Klasse der Hydrationswärme

3.9

interne Überwachungsprüfung

fortlaufende Prüfungen von Zementstichproben durch den Hersteller, die an den Abgabestellen des Werks oder Herstellerdepots entnommen werden

3.10

interne Überprüfungszeitraum

für die Auswertung der Ergebnisse der internen Überwachungsprüfungen festgelegter Herstellungs- und Versandzeitraum

3.11

charakteristischer Wert

Wert einer geforderten Eigenschaft, außerhalb dessen ein festgelegter Prozentsatz, das Perzentil P_k , aller Werte der Grundgesamtheit liegt

3.12

geforderter charakteristischer Wert

charakteristischer Wert einer mechanischen, physikalischen oder chemischen Eigenschaft, der bei einer Obergrenze nicht überschritten werden darf und bei einer Untergrenze mindestens erreicht werden muss

3.13

Grenzwert für Einzelergebnisse

Wert einer mechanischen, physikalischen oder chemischen Eigenschaft, der bei einer Obergrenze von keinem Einzelergebnis überschritten werden darf und bei einer Untergrenze von jedem Einzelergebnis mindestens erreicht werden muss

3.14

zulässige Annahmewahrscheinlichkeit CR

die Annahmewahrscheinlichkeit von Zement für einen vorgegebenen Probenahmeplan mit einem charakteristischen Wert außerhalb des geforderten charakteristischen Werts

3.15

Probenahmeplan

festgelegter Plan, in dem die zu verwendende(n) (statistische(n)) Probengröße(n), das Perzentil P_k und die zulässige Annahmewahrscheinlichkeit CR angegeben sind

3.16

Stichprobe

eine Probe, deren Umfang für die vorgesehenen Prüfungen ausreicht und die zum gleichen Zeitpunkt und an derselben Stelle entnommen wird. Sie kann aus einer oder mehreren unmittelbar aufeinanderfolgenden Zugriffsmengen bestehen (siehe EN 196-7)

4 Massenbeton-Zement mit niedriger Hydratationswärme

Massenbeton-Zement mit niedriger Hydratationswärme ist ein hydraulisches Bindemittel, das heißt, ein fein gemahlener anorganischer Stoff, der, mit Wasser gemischt, Zementleim ergibt, welcher durch Hydratation erstarrt und erhärtet und nach dem Erhärten auch unter Wasser fest und raumbeständig bleibt. Die Hydratationsreaktionen und -prozesse sind mit denen von Normalzementen identisch (siehe EN 197-1). Auf Grund der Zusammensetzung, der Feinheit oder des Reaktionsvermögens der Bestandteile verläuft der Hydratationsprozess jedoch langsamer

Massenbeton-Zement mit niedriger Hydratationswärme eignet sich insbesondere für den Bau von Dämmen und ähnlichen massiven Bauwerken, deren Maße ein niedriges Oberflächenvolumen-Verhältnis aufweisen. In diesem Fall verläuft die Verteilung der Wärme, die sich während der Hydratation von Zement entwickelt, sehr langsam, was zu großen Temperaturerhöhungen führen kann. Die Temperaturgradienten, die dann zwischen den inneren und äußeren Zonen des Betons auftreten, führen zu Spannungen im Beton, die größer als die Zugfestigkeit des Betons sein können und zu Rissbildung und Versagen führen. Auf Grund dieser Eigenschaften ist Massenbeton-Zement mit niedriger Hydratationswärme für die Verwendung in hohen Stahlbetonbauwerken, z.B. in Brücken oder Gebäuden, ungeeignet.

5 Bestandteile

5.1 Allgemeines

Die Anforderungen für die in 5.2 bis 5.5 beschriebenen Bestandteile müssen, wenn nicht anders angegeben, grundsätzlich nach den in EN 196 beschriebenen Prüfverfahren bestimmt werden.

5.2 Hauptbestandteile

5.2.1 Portlandzementklinker (K)

Portlandzementklinker wird durch Sinterung einer genau festgelegten Rohstoffmischung (Rohmehl, feuchte Rohmasse oder Rohschlamm) hergestellt, die Elemente, die gewöhnlich in Oxidform als CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 ausgedrückt werden, sowie geringe Mengen anderer Stoffe enthält. Rohmehl, feuchte Rohmasse oder Rohschlamm sind fein gemahlen sowie innig gemischt und weisen dadurch eine homogene Verteilung auf.

Portlandzementklinker ist ein hydraulisches Material, dessen Massenanteile mindestens zu zwei Dritteln aus Calciumsilicaten ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ und $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) bestehen müssen. Der Rest besteht aus Aluminium und Eisen enthaltenden Klinkerphasen und anderen Verbindungen. Das Massenverhältnis $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2)$ muss mindestens 2,0 betragen. Der Massenanteil an Magnesiumoxid (MgO) darf 5,0 % nicht überschreiten.

5.2.2 Hüttensand (granulierte Hochofenschlacke) (S)

Hüttensand entsteht durch schnelles Abkühlen einer Schlackenschmelze geeigneter Zusammensetzung, die im Hochofen beim Schmelzen von Eisenerz gebildet wird. Er enthält nach Massenanteilen mindestens zwei Drittel glasig erstarrte Schlacke und weist bei geeigneter Anregung hydraulische Eigenschaften auf.

Hüttensand muss nach Massenanteilen zu mindestens zwei Dritteln aus Calciumoxid (CaO), Magnesiumoxid (MgO) und Siliciumdioxid (SiO_2) bestehen. Der Rest enthält Aluminiumoxid (Al_2O_3) und geringe Anteile anderer Verbindungen. Das Massenverhältnis $(\text{CaO} + \text{MgO})/(\text{SiO}_2)$ muss größer als 1,0 sein.

5.2.3 Puzzolane (P, Q)

5.2.3.1 Allgemeines

Puzzolane sind natürliche Materialien mit kieselensäurehaltiger oder alumo-silicatischer Zusammensetzung oder einer Kombination davon. Obwohl Flugasche und Silicastaub puzzolanische Eigenschaften aufweisen, werden sie in gesonderten Abschnitten (siehe 5.2.4 und 5.2.7) behandelt.

Puzzolane erhärten nach dem Vermischen mit Wasser nicht selbständig, sondern reagieren, fein gemahlen und in Gegenwart von Wasser bei normaler 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 bestehen hauptsächlich aus reaktionsfähigem Siliciumdioxid (SiO_2) und Aluminiumoxid (Al_2O_3). Der Rest enthält Eisen(III)oxid (Fe_2O_3) und andere Oxide. Der Anteil von reaktionsfähigem Calciumoxid (CaO) ist für die Erhärtung unbedeutend. Der Massenanteil an reaktionsfähigem Siliciumdioxid (SiO_2) muss mindestens 25,0 % betragen.

Puzzolane müssen sachgerecht aufbereitet sein, das heißt, sie müssen je nach Gewinnungs- bzw. Anlieferungszustand ausgewählt, homogenisiert, getrocknet oder getempert und zerkleinert sein.

5.2.3.2 Natürliches Puzzolan (P)

Natürliche Puzzolane sind normalerweise Materialien vulkanischen Ursprungs oder Sedimentgesteine mit geeigneter chemisch-mineralogischer Zusammensetzung und müssen den Anforderungen nach 5.2.3.1 entsprechen.

5.2.3.3 Natürliches getempertes Puzzolan (Q)

Natürliche getemperte Puzzolane sind thermisch aktivierte Stoffe vulkanischen Ursprungs, Tone, Schiefer oder Sedimentgesteine und müssen den Anforderungen nach 5.2.3.1 entsprechen.

5.2.4 Flugasche (V, W)

5.2.4.1 Allgemeines

Flugasche wird durch die elektrostatische oder mechanische Abscheidung von staubförmigen Partikeln aus Rauchgasen von Feuerungen erhalten, die mit feingemahlener Kohle befeuert werden. Asche, die durch andere Verfahren entsteht, darf in Zement, dieser Europäischen Norm entspricht, nicht verwendet werden.

Flugasche kann ihrer Natur nach kieselsäurereich oder kalkreich sein. Erstere weist puzzolanische Eigenschaften auf; letztere kann zusätzlich hydraulische Eigenschaften aufweisen. Der nach EN 196-2 bestimmte Glühverlust von Flugasche darf bei einer Glühzeit von 1 h höchstens 5,0 Masse-% betragen.

Flugasche mit einem Glühverlust zwischen 5,0 und 7,0 Masse-% kann auch unter der Voraussetzung akzeptiert werden, dass bestimmte Anforderungen an Dauerhaftigkeit, insbesondere an die Frostwiderstandsfähigkeit und an die Verträglichkeit mit Zusatzmitteln erfüllt werden, die den am Ort der Verwendung geltenden Normen bzw. Vorschriften für Beton und Mörtel entsprechen. Bei Flugasche mit einem Glühverlust zwischen 5,0 und 7,0 Masse-% muss die obere Grenze, 7,0 Masse-%, auf der Verpackung bzw. dem Lieferschein des Zements vermerkt werden.

5.2.4.2 Kieselsäurereiche Flugasche (V)

Kieselsäurereiche Flugasche ist ein feinkörniger Staub, der weitgehend aus kugeligen Partikeln mit puzzolanischen Eigenschaften besteht. Sie besteht zu einem wesentlichen Teil aus reaktionsfähigem Siliciumdioxid (SiO_2) und Aluminiumoxid (Al_2O_3). Der Rest enthält Eisen(III)oxid (Fe_2O_3) und andere Verbindungen.

Der Massenanteil an reaktionsfähigem Calciumoxid (CaO) muss unter 10,0 % liegen, der Massenanteil an freiem Calciumoxid, der nach dem in EN 451-1 beschriebenen Verfahren bestimmt wird, darf 1,0 % nicht übersteigen. Flugasche mit einem Massenanteil an freiem Calciumoxid über 1,0 % und unter 2,5 % kann auch unter der Voraussetzung akzeptiert werden, dass die Anforderung an die Ausdehnung (Raumbeständigkeit) bei Prüfung nach EN 196-3 an einer Mischung mit einem Massenanteil von 30 % kieselsäurereicher Flugasche und mit einem Massenanteil von 70 % Zement CEM I, der EN 197-1 entspricht, 10 mm nicht übersteigt.

Der Massenanteil an reaktionsfähigem Siliciumdioxid (SiO_2) muss mindestens 25,0 % betragen.

5.2.4.3 Kalkreiche Flugasche (W)

Kalkreiche Flugasche ist ein feinkörniger Staub mit hydraulischen und/oder puzzolanischen Eigenschaften. Sie besteht zu einem wesentlichen Teil aus reaktionsfähigem Calciumoxid (CaO), reaktionsfähigem Siliciumdioxid (SiO_2) und Aluminiumoxid (Al_2O_3). Der Rest enthält Eisen(III)oxid (Fe_2O_3) und andere Verbindungen. Der Massenanteil an reaktionsfähigem Calciumoxid (CaO) darf 10,0 % nicht unterschreiten. Kalkreiche Flugasche, die Massenanteile zwischen 10,0 % und 15,0 % reaktionsfähiges Calciumoxid (CaO) enthält, muss einen Massenanteil von mindestens 25,0 % reaktionsfähigem Siliciumdioxid (SiO_2) aufweisen.

Entsprechend gemahlene kalkreiche Flugasche mit mehr als 15,0 Masse-% reaktionsfähigem Calciumoxid (CaO) muss - bei Prüfung nach EN 196-1 - nach 28 Tagen eine Druckfestigkeit von mindestens 10,0 MPa erreichen. Die Flugasche ist vor dieser Prüfung zu mahlen. Die Mahlfeinheit, ausgedrückt als Massenanteil des Ascherückstands bei Nasssiebung auf einem 40- μm -Maschensieb, muss zwischen 10 % und 30 % betragen. Der Prüfmörtel ist nur mit gemahlener kalkreicher Flugasche anstelle von Zement herzustellen. Die Mörtelprismen sind 48 h nach der Herstellung zu entschalen und dann bis zur Prüfung bei einer relativen Luftfeuchte von mindestens 90 % zu lagern.

Das Dehnungsmaß (Raumbeständigkeit) von kalkreicher Flugasche darf, bei Prüfung nach EN 196-3, unter Verwendung einer Mischung mit einem Massenanteil von 30 % kalkreicher Flugasche, gemahlen wie im Absatz zuvor beschrieben, und mit einem Massenanteil von 70 % Zement CEM I, entsprechend EN 197-1, einen Wert von 10 mm nicht überschreiten.

ANMERKUNG Überschreitet der SO_3 -Gehalt der Flugasche den für Zement zulässigen oberen Grenzwert, so ist dies bei der Zementherstellung durch eine Verminderung des Anteils der calciumsulfathaltigen Bestandteile entsprechend zu berücksichtigen.