



Zementerzeugung in Österreich



Inhalt

- 3** Einleitung: Ein Blick hinter die Kulissen
- 4** Zement im Wandel der Zeit
- 6** Zementerzeugung Produktionsablauf
- 9** Rohmaterialgewinnung
- 10** Rohmaterialaufbereitung
- 13** Brennvorgang
- 15** Mahlung von Zement
- 17** Qualitätskontrolle – Lagerung / Vertrieb
- 18** Zementchemie
- 20** Zementbezeichnung
- 23** Daten, Tabellen, Fakten
- 24** Hautschutz – ein Muss auf jeder Baustelle
- 25** Umweltschutz in der Zementindustrie
- 28** Zement, das Bindemittel für Beton
- 31** Glossar
- 36** Zementwerk im Überblick



Ein Blick hinter die Kulissen

Mit dieser Broschüre möchte die österreichische Zementindustrie, die es bereits seit über 120 Jahren gibt, ihre Tore öffnen und Ihnen, dem Leser, einen Blick hinter die Kulissen der Zementproduktion ermöglichen. Seit wann gibt es eigentlich Zement? Wo in Österreich wird das Bindemittel produziert? Wird bei der Herstellung auch auf unsere Umwelt Rücksicht genommen? Wie und woraus wird Zement gemacht? Was ist ein Drehrohrofen und was passiert, wenn der Zement erhärtet?

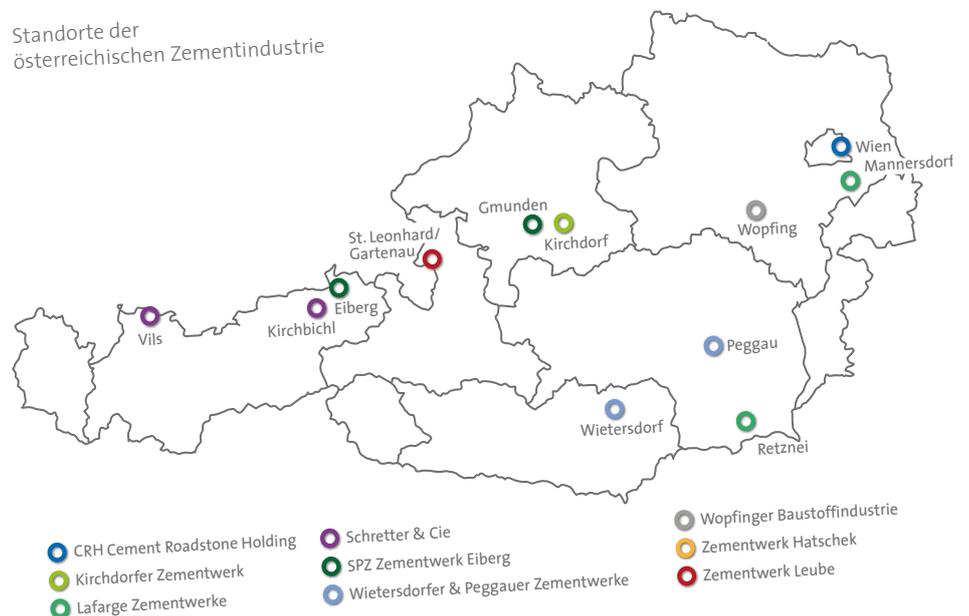
Von der Geschichte des Zements über die Herstellung und die verschiedenen Zementsorten, über die europäischen Normen und die Zementchemie bis hin zum richtigen, geschützten Umgang und Arbeiten mit Zement: In dieser Broschüre

werden wichtige Daten und Fakten rund um den Baustoff Zement übersichtlich und leicht verständlich präsentiert. Nicht zu vergessen: Zement ist das Bindemittel für Beton, einen der am häufigsten verwendeten und somit wichtigsten Baustoffe unserer Zeit. Die Vielfältigkeit seiner Anwendungsbereiche macht den Designbaustoff Beton so besonders. Er ist in allen Lebensbereichen der modernen Gesellschaft einsetzbar und auch wiederverwertbar – und ohne Zement wäre das nicht möglich!

Einige der österreichischen Zementhersteller bieten in ihren Werken Führungen an. Da heißt es Schutzhelm aufsetzen, Warnwesten anziehen und die Zementherstellung hautnah erleben! Tauchen Sie mit uns ein in die Welt des Zements!



Standorte der österreichischen Zementindustrie



Zement

im Wandel der Zeit

JAHRTAUSENDE LANG WURDEN ZUM BAUEN HOLZ, STEIN UND GEBRANNTER TON VERWENDET.

Info

Stein: beständig gegen alle Witterungseinflüsse, hoher Arbeitsaufwand bei Abbau und Transport

Gebannter Ton (meist in Form von Ziegeln): wärmedämmend, bei Herstellung wird (Wärme-) Energie verbraucht, wird üblicherweise mit Verkleidung (z.B. Verputz) vor Witterungseinflüssen geschützt

Holz: natürlicher Baustoff, der Druck- und Zugbeanspruchung standhält, wärmedämmend, geringe Widerstandsfähigkeit gegen Feuer und Witterungseinflüsse

Beton: wurde erst in den letzten 200 Jahren entwickelt und ist in jüngster Zeit zu einem Designbaustoff geworden. Aufgrund seiner Gestaltbarkeit, Beständigkeit und Wirtschaftlichkeit ist Beton in allen Lebensbereichen einsetzbar und auch wiederverwertbar.

Unser Wort „Zement“ geht auf die Römer zurück, die schon vor mehr als 2000 Jahren Mauern aus „römischem Beton“ erbauten. Dieser bestand aus vulkanischen Aschen, gebranntem Kalk, Wasser und Sand, dem mortar (Mörtel) und Bruchsteinen. Er zeichnete sich durch eine für damalige Verhältnisse hohe Druckfestigkeit aus. Damit wurden unter anderem die Kuppel des Pantheons, Wasser- und Abwasserleitungen und Hafenanlagen in Rom hergestellt. Die Römer bezeichneten ihren Baustoff als „opus caementitium“, das ist der Vorläufer unseres heutigen Betons.

Viele Jahre später, im 18. Jahrhundert lüftete der Engländer John Smeaton das Geheimnis des hydraulischen Kalks und lieferte damit die Grundlage zur späteren Erzeugung der Zemente. 1824 meldete sein Landsmann Joseph Aspdin das Patent zur Herstellung des sogenannten „Portland-Zements“ an (der Name leitet sich von einem Landstrich in England ab).

Ab 1844 konnte der Brennprozess zur Klinkerherzeugung bei ausreichend hoher Temperatur (ca. 1450 °C) durchgeführt werden. Den Portlandzementklinker im heutigen Sinne gibt es erst seit gut 150 Jahren. Ungefähr zur gleichen Zeit nützte man in Österreich die vielen natürlichen Gesteinsvorkommen zur Herstellung von Zement. Der Begründer der Erzeugung von Portlandzement in Österreich war Alois Kraft. Aus seinem Steinbruch wurde Mergel, ein natürliches Gestein, gewonnen, der sich besonders gut für die Herstellung von Portlandzement eignet. Gemeinsam mit Angelo Saullich gründete er in Perlmoos bei Kufstein die erste Portlandzementfabrik (1856 erstmalig erwähnt). Die österreichische Zementindustrie hatte die ausländische Konkurrenz innerhalb kürzester Zeit in Sachen Qualität eingeholt. Aufgrund der reichlichen Rohstoffvorkommen entstanden nun in ganz Österreich Zementwerke. Die Zementproduktion greift auf die natürlichen Rohstoffe Kalkstein, Ton bzw. Mergel zurück, deren Vorkommen die Standortwahl der einzelnen Werke entschied. Im Gebiet der österreichischen Monarchie wurden knapp 50 Werke betrieben, heute wird noch an neun Standorten Klinker gebrannt.



Kalkstein



Mergel



Garnisonskirche zu Ulm a. D.

Das Äquadukt in Nîmes (F) aus „opus caementitium“ steht heute noch.



Zeller Hochbrücke, Waidhofen a.d. Ybbs



Ausstellungsbrücke der Firma Dyckerhoff & Widmann, Düsseldorf 1880



Zementherzeugung

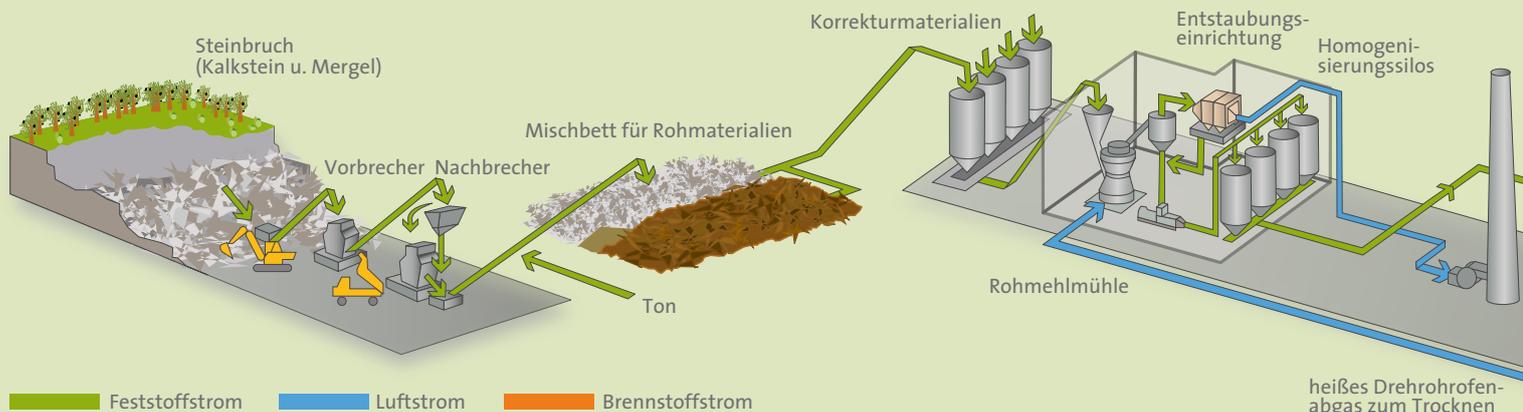
Produktionsablauf

Zement ist ein hydraulisches Bindemittel. Das bedeutet, dass er durch Reaktion mit Wasser erhärtet („Zementstein“). Der erhärtete Zement bleibt auch unter Wasser fest und beständig. Sein wichtigster Bestandteil ist Portlandzementklinker (siehe Seite 18). Die wesentlichen Ausgangsstoffe der Erzeugung des Portlandzementklinkers sind Kalkstein, Ton und Mergel. Als Korrekturmaterialien werden bei Bedarf Quarzsande und eisenoxidhaltige Stoffe eingesetzt.



1

Rohmaterialgewinnung



Rohmaterialaufbereitung

2



Wesentliche Ausgangsstoffe der Zementherzeugung:

Allgemeine Stoffbezeichnung	chemische Bezeichnung	chemischer Stoff
Kalkstein	CaCO_3	Calciumcarbonat
Tonbestandteile, z. B. Kaolinit	$\text{Al}_4[(\text{OH})_8 / \text{Si}_4\text{O}_{10}]$	Aluminiumsilikat
Quarzsande	SiO_2	Kieselsäure
eisenoxidhaltige Stoffe	Fe_2O_3	Eisenoxid

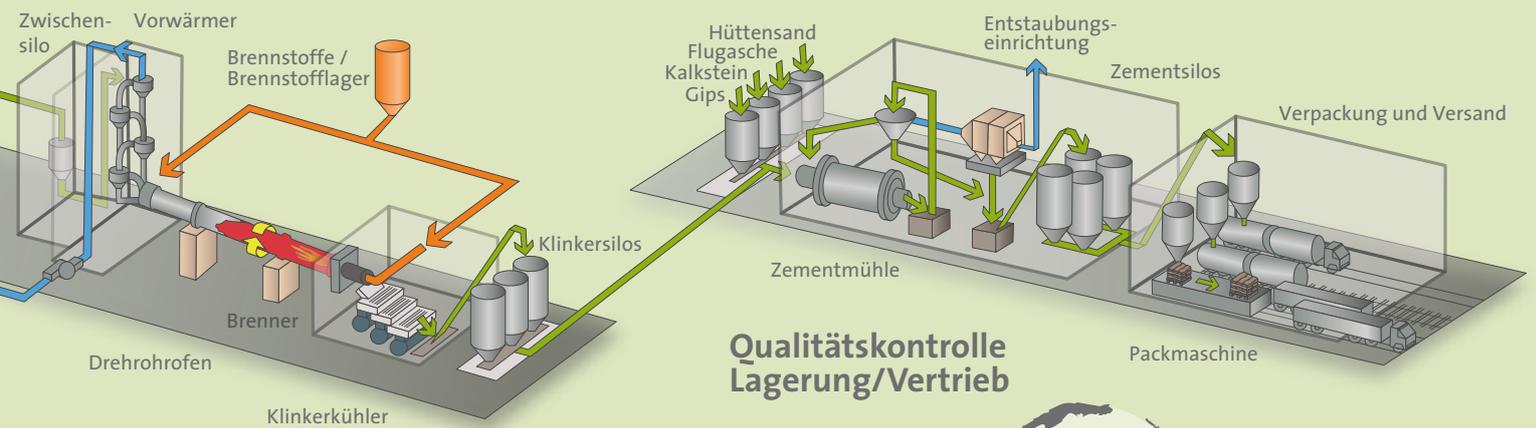


3

Brennvorgang

Mahlung von Zement

4



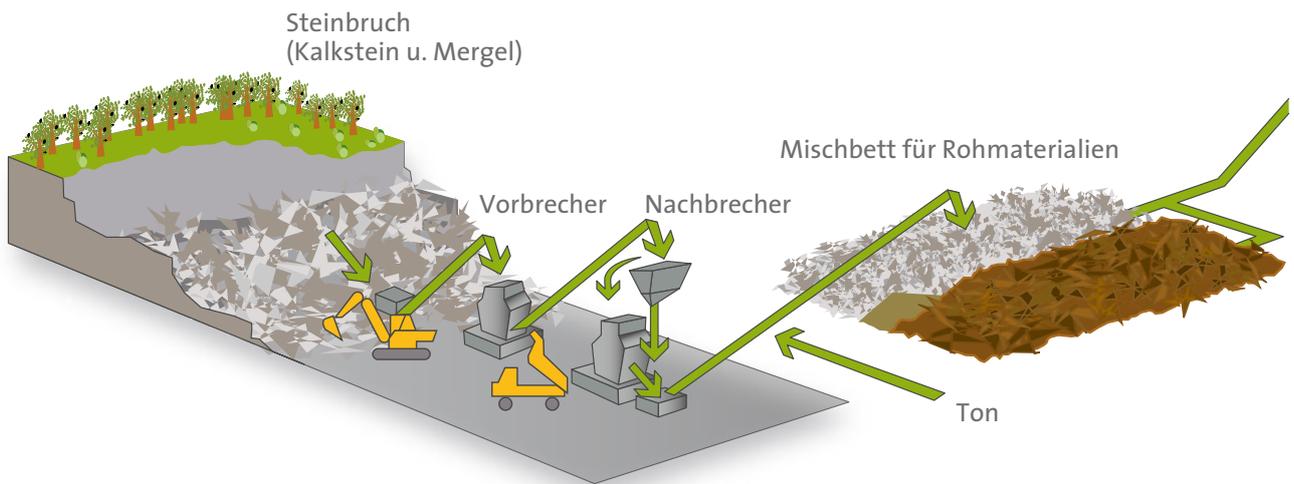
5





1 Rohmaterialgewinnung

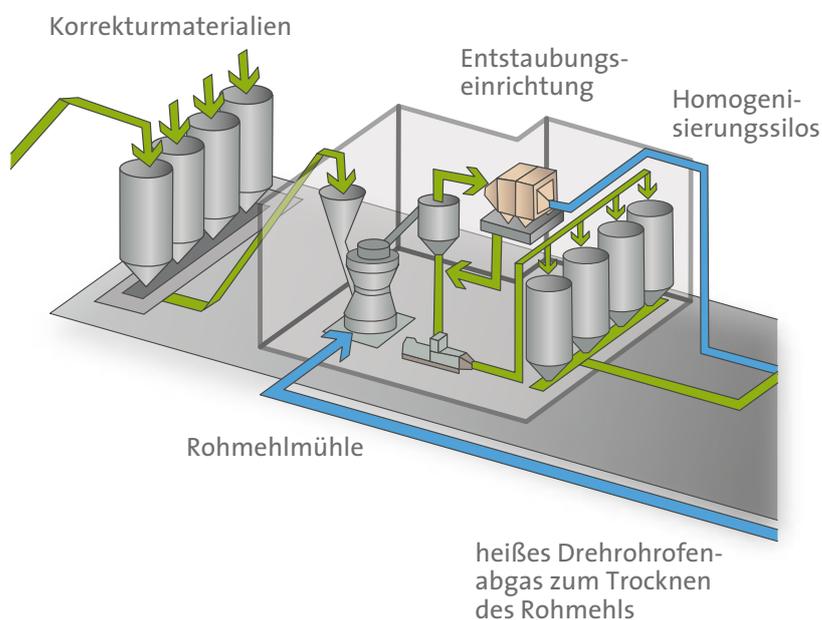
Die Rohstoffe werden in Steinbrüchen und Tongruben gewonnen. Das dort abgebaute Rohmaterial wird zerkleinert, ins Zementwerk transportiert und im sogenannten Mischbett zwischengelagert. Das Mengenverhältnis der wesentlichen Ausgangsstoffe für die Zementherstellung beträgt in der Regel zwei Teile Kalkstein und einen Teil Ton beziehungsweise Mergel.



2 Rohmaterialaufbereitung

Das Rohmaterial wird aus dem Mischbett entnommen, mit der Abwärme des Drehrohrofens (siehe Pkt. 3) getrocknet und gleichzeitig gemahlen. Die Abluft wird in modernen Entstaubungseinrichtungen gereinigt.

Durch den Mahlvorgang entsteht das Rohmehl. Die Einstellung der exakten Zusammensetzung erfolgt mit Korrekturmaterien. Diese Korrekturmaterien erleichtern beim nachfolgenden Brennvorgang die erforderliche Sinterung. Das richtige Mischungsverhältnis der einzelnen Komponenten des Rohmehls wird laufend kontrolliert und korrigiert. Das Rohmehl wird in Silos homogenisiert, in einem Zwischensilo (siehe Pkt. 3) gelagert und für den Brennvorgang bereitgehalten.



Rohmaterialtransport



Mischbett

Rohmühle



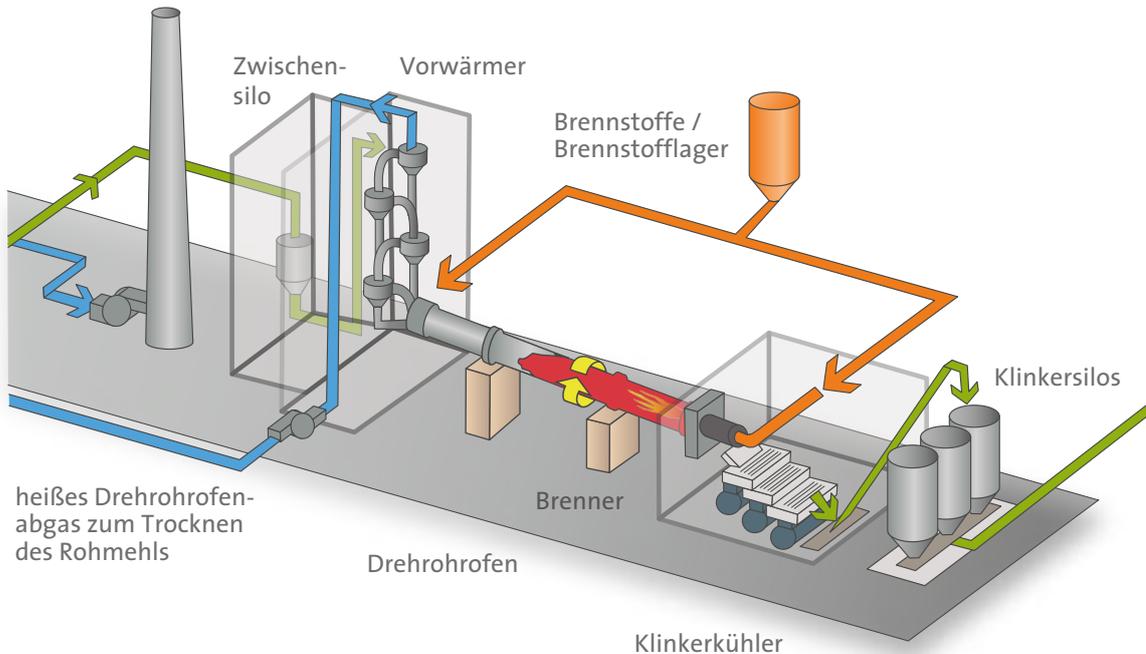
Leitstand



Drehrohren und Wärmetauscharturm
mit Vorwärmer

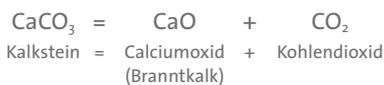
3 Brennvorgang

Der Brennvorgang erfolgt in zwei Stufen: der Entsäuerung und dem Sinterprozess. Für den Brennvorgang werden heizwertreiche Brennstoffe eingesetzt. In zunehmendem Maße werden die klassischen Brennstoffe wie Steinkohle und Heizöl durch Alternativbrennstoffe wie Altreifen, aufbereitete Kunststoffe und Altöle ersetzt.



Entsäuerung:

Das Rohmehl wird im Vorwärmer (dem sogenannten Calcinator im Wärmetauscher-turm) auf ca. 900 bis 1.100 °C erhitzt. Ab ca. 550 °C beginnen die Tonmineralien zu entwässern. Ab ca. 800 °C beginnt sich Kalkstein in Calciumoxid und Kohlendioxid zu zerlegen. Dieser Vorgang bei dem das CO₂ entweicht, wird als Entsäuerung bezeichnet:

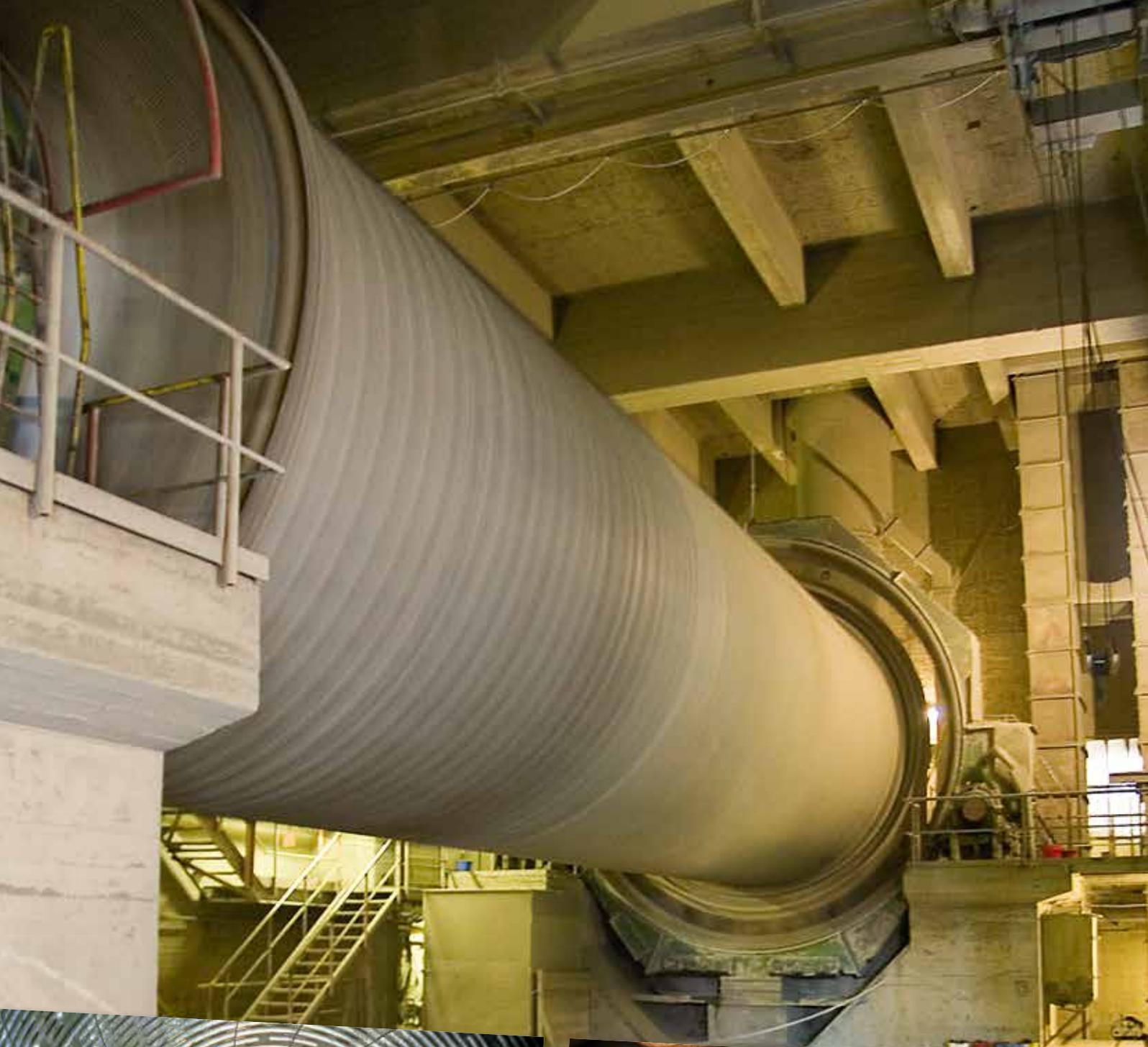


Aus einer Tonne Rohmehl entweichen bei der Entsäuerung etwa 340 kg Kohlendioxid (CO₂). Die entstehende Abwärme wird zur Trocknung von Kalk, Mergel und Ton eingesetzt (siehe Pkt. 2) und somit vollständig genutzt.

Sintervorgang:

Nach der Entsäuerung im Vorwärmer gelangt das Material in den Drehrohrföfen. Durch die Drehbewegung des Ofens nimmt das Material eine kugelige Form an (Granalien) und gelangt aufgrund der Schräglage des Ofenrohrs in immer heißere Ofenzonen Richtung Brenner. Bei Materialtemperaturen von etwa 1.450 °C bilden sich durch den Sinterprozess die Klinkermineralien (siehe Zementchemie, Seite 18). Am Ofenauslauf fallen die Klinkergranalien auf den Rost des Klinkerkühlers. Anschließend wird das Material in einem Klinkersilo gelagert. Eine rasche Abkühlung ist notwendig, um die hydraulischen Eigenschaften des Klinkers zu erhalten. Der größte Teil der heißen Abluft, der bei der Kühlung entsteht, wird dem Ofen direkt zugeführt und beim Brennvorgang genutzt. Die Klinkerkühlerabluft wird in einem Filter entstaubt.

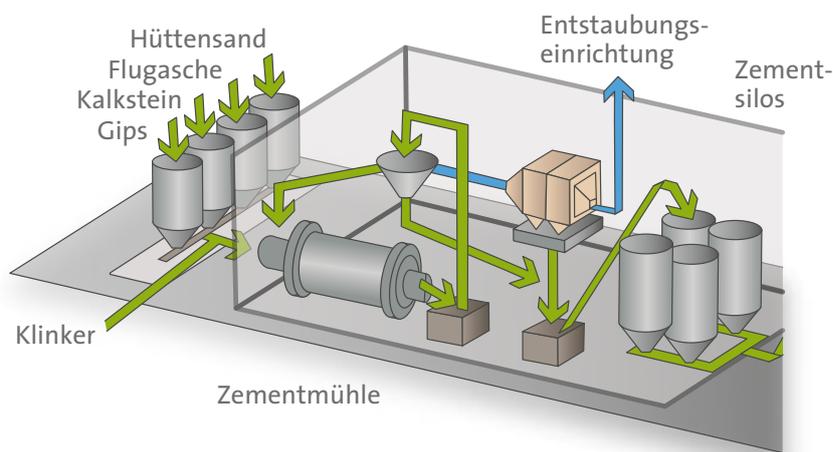




Innenansicht Kugelmühle

4 Mahlung von Zement

Der Zementklinker wird gemeinsam mit Hüttensand, Flugasche, Kalkstein (siehe Seite 18) und Sulfatträgern (z.B. rund 5 % Gips) in Walzen- und Kugelmühlen vermahlen. Art und Menge der einzelnen Bestandteile (diese werden in Abhängigkeit von der gewünschten Zementsorte gemäß der Zementnorm EN 197-1 gewählt) und die Mahlfeinheit des Zements beeinflussen die physikalischen und zementtechnologischen Eigenschaften des Endproduktes. Die Mahlfeinheit wird durch die Art und Dauer des Mahlvorganges bestimmt. Die beim Mahlvorgang entstehende Abluft wird in der Entstaubungsanlage gereinigt. Der Blainwert (Verhältnis zwischen Masse und Oberfläche) definiert die Mahlfeinheit und beträgt im Allgemeinen 3.000–5.000 cm²/g Zement. Prinzipiell gilt: Je größer die spezifische Oberfläche ist, desto rascher findet die Reaktion mit Wasser statt, desto höher ist die Wärmetönung (Hydratationswärme) bei der Erhärtung und desto rascher entwickelt sich die Festigkeit. Als Hydratationswärme wird jene Erwärmung bezeichnet, die bei der Reaktion des Zements mit Wasser (Hydratation) entsteht.



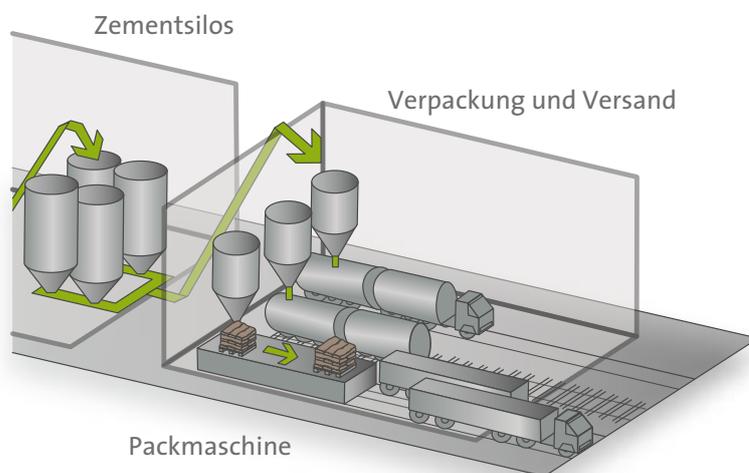
Zementsilos





5 Qualitätskontrolle

Während der Produktion und vor dem Verlassen des Werkes wird der Zement in werkeigenen Laboratorien überprüft. Die chemische und mineralogische Zusammensetzung der Rohstoffe sowie der Zwischenprodukte und insbesondere die mörteltechnischen Eigenschaften der Endprodukte werden ermittelt und überwacht. Zusätzlich werden von akkreditierten Prüf- und Inspektionsstellen Stichproben gezogen. Alle relevanten Qualitätsmerkmale werden geprüft und die Ergebnisse der werksinternen Überwachung kontrolliert. So kann der Verbraucher sicher sein, immer nur allerbeste Qualität zu erhalten. Auf jedem Lieferschein und jedem Zementsack befinden sich wichtige Bezeichnungen wie die genaue Normenbezeichnung und das CE-Konformitätszeichen, die Sicherheitshinweise und zusätzliche Angaben.



Lagerung/Vertrieb

Der fertige Zement wird aus den Silos heraus direkt in Silo-Transportfahrzeuge oder in 25-kg-Säcke abgefüllt. Und das praktisch staubfrei, weil die Zementindustrie modernste Füllautomaten und Packmaschinen verwendet.



Zementchemie



Klinker



Gips



Hüttensand



Flugasche

Chemische Zusammensetzung des Portlandzementklinkers

Die chemische Zusammensetzung von Portlandzementklinker bewegt sich in folgenden Grenzen:

Calciumoxid (CaO)	60–67 %
Kieselsäure (SiO ₂)	18–24 %
Aluminiumoxid (Al ₂ O ₃)	4–9 %
Eisenoxid (Fe ₂ O ₃)	1–4 %
Magnesiumoxid (MgO)	0,5–5 %
Schwefeltrioxid (SO ₃)	0,1–1,5 %
Alkalien	0,5–2 %
Glühverlust	0,1–1 %

Klinkermineralien

Bezeichnung	Kurzform: Abk. d. Zement- mineralphasen	Summenformel	
Tricalciumsilikat	(C ₃ S)	3CaO.SiO ₂	» bis zu etwa 80 % der Klinkermasse
Dicalciumsilikat	(C ₂ S)	2CaO.SiO ₂	
Tricalciumaluminat	(C ₃ A)	3CaO.Al ₂ O ₂	
Tetracalciumaluminatferrit	(C ₄ AF)	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	

Zusammensetzung der Zemente

Um bestimmte Eigenschaften der Zemente zu erreichen, ist eine Mischung der Bestandteile erforderlich. Die europäische Norm EN 197-1 – Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement – legt die Grenzen der Anteile fest (siehe Zementbezeichnungen, Seite 20).

Haupt- und Nebenbestandteile der Zemente

Klinker » Portlandzementklinker ist ein hydraulischer Stoff. Er wird durch Sinterung einer genau festgelegten Rohstoffmischung hergestellt.

Gips » Zur Regelung und Einstellung der erforderlichen Verarbeitungszeit wird der Sulfatträger Gips oder Anhydrit (Calciumsulfat) zugemahlen.

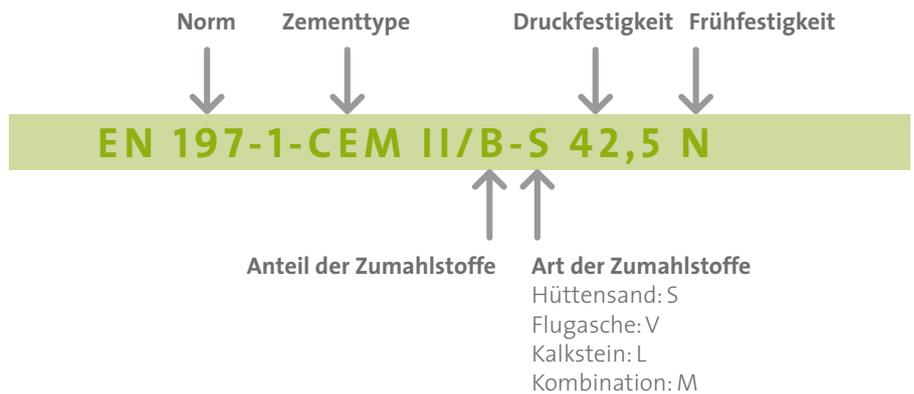
Hüttensand, Flugasche, Kalkstein » Je nach Zementsorte werden dem Portlandzement die Bestandteile Hüttensand, Flugasche oder Kalkstein in unterschiedlichen Mengen zugemahlen. Dadurch werden die erforderlichen Eigenschaften des Zements gesteuert.

Nebenbestandteile » Nebenbestandteile verbessern aufgrund ihrer Korngrößenverteilung die Eigenschaften des Zements. Ihr Masseanteil ist mit höchstens 5 % Masse begrenzt.

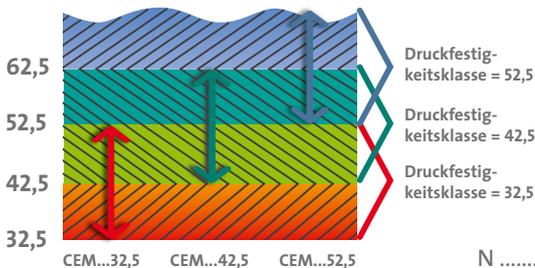


Zementbezeichnung

Die Bezeichnung der Normalzemente setzt sich aus einer genau definierten Folge von Ziffern und Zahlenkombinationen zusammen:



- EN 197-1** Nennung der Norm (ÖNORM EN 197-1), Bindestrich
- CEM II** Bezeichnung der Hauptzementart (CEM I - V), Schrägstrich
- B** Angabe der Menge der Anteile (A, B, C), Bindestrich
- S** Angabe der Bestandteile [S, V, L und M als Gemisch mit Angabe der Komponenten z. B.: M(S-V)]
- 42,5** Angabe der Druckfestigkeitsklasse (32,5; 42,5; 52,5) in MPa [N/mm²] als Minimum der Druckfestigkeit der Probe nach 28 Tagen.
Für die jeweilige Druckfestigkeitsklasse gelten auch Obergrenzen. Die Gültigkeitsbereiche der Festigkeitsklassen überlappen sich.
- Druckfestigkeitsklassen:**
 52,5: min. 52,5 MPa; max. unbegrenzt
 42,5: min. 42,5 MPa, max. 62,5 MPa
 32,5: min. 32,5 MPa; max. 52,5 MPa
- N** Angabe zur Frühfestigkeit (N ... Normal, R ... Rapid)



Prüfung des Abbindezeitpunktes



Zementprüfung nach europäischer Norm

Aus 225 g Wasser, 450 g Zement und 1350 g Normsand (= Sand, wie er in der Zementnorm beschrieben und definiert ist) wird ein Normenmörtel hergestellt, daraus errechnet sich ein W/Z-Wert (Wasser/Zement-Wert des Zementleims) von 0,50. Normsand ist ein spezieller Quarzsand mit genau abgestuften Korngrößen. Unmittelbar nach dem Mischen wird der Mörtel in Formen eingebracht und zwei Minuten lang am Vibrations-tisch verdichtet. Eine Form bietet Platz für drei Prismen mit den Abmessungen 40 x 40 x 160 mm. Die befüllte Form wird sofort abgestrichen, mit einer Glasplatte abgedeckt und in einem Feuchtschrank bei 20 °C und mindestens 90 % Luftfeuchtigkeit für 24 Stunden gelagert. Danach werden die Prismen entformt, gewogen und bis zum Prüftermin nach 28 Tagen in einem Wasserbecken gelagert. Zur Prüfung werden



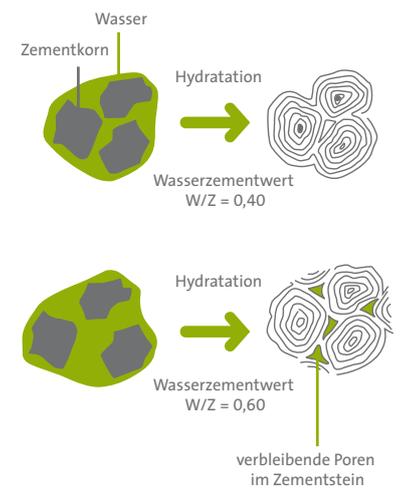
Druckfestigkeitsprüfung nach 28 Tagen (Abb. links und rechts)

die drei Prismen jeder Serie aus dem Wasserbecken entnommen, trockengewischt, gewogen und halbiert. Die so erhaltenen sechs Prismenhälften werden einer Druckfestigkeitsprüfung unterzogen. Die dabei festgestellten Druckfestigkeiten werden mit der geforderten Druckfestigkeitsklasse verglichen.

Die Erhärtung des Zements

Die Reaktion von Zement mit Wasser nennt man Hydratation. Dabei entsteht der sogenannte Zementstein. Für eine vollständige Hydratation des Zements sind 40 % der Masse des Zements an Abbindewasser erforderlich. Höhere Wassermengen erhöhen die Porosität des Zementsteins und verringern dadurch die Festigkeit. Die Festigkeit und Beständigkeit des Betons entsteht durch Auskristallisierung des Zements, wodurch sich kleinste Kristallnadeln bilden, die sich fest ineinander verzahnen.

Die Erhärtungsreaktion des Zements ist mit Wärmeentwicklung verbunden („Hydrationswärme“). Bei der Erhärtung üblicher Zemente werden 420 kJ Energie pro kg Zement freigesetzt. Bei massigen Bauteilen führt diese Wärmetönung zu einer beträchtlichen Temperatursteigerung und kann in der Folge Risse im noch jungen, nicht ausgehärteten Beton hervorrufen (so genannte Temperaturreisse).



Zemente mit besonderen Eigenschaften

Die Zemente erfüllen alle Anforderungen der ÖNORM EN 197-1 wie Abbindeverhalten, Druckfestigkeit und Zusammensetzung. Es gibt jedoch Betonanwendungen, die darüber hinaus zusätzliche Anforderungen an den Zement notwendig machen.

Bei Sulfatangriff durch höhere Sulfatgehalte im Boden oder durch Gipsgewässer werden Zemente mit erhöhtem Widerstand gegen Sulfatangriffe eingesetzt. Dazu zählen Zemente, die nur einen geringen Anteil des Klinkerminerals Tricalciumaluminat

(C₃A, siehe Zementchemie, Seite 18) aufweisen oder denen dieses Mineral ganz fehlt. Zementbezeichnungen wie „CEM I...SR 0“ und „CEM III/B...SR“ weisen auf den entsprechenden Widerstand gegen Sulfatangriff hin. Diese Zemente haben in der Regel auch eine niedrigere Wärmetönung (Verlauf der Temperaturentwicklung beim Abbindeprozess des Betons).

Eine weitere besondere Betonanwendung ist die Fahrbahndecke. Hoch belastete Betonfahrbahnen bedürfen eines „Deckenzementes“ als Bindemittel. Diese Zementart muss zusätzlich am Mörtelprisma auf Biegezug geprüft werden.

Chromatreduktion bei Zement

Laut einer europäischen Chemikalienverordnung (REACH, Anhang XVII, 2006) ist der Chromatgehalt im Zement zu begrenzen. Zement und zementhaltige Zubereitungen dürfen demnach nur mehr dann verkauft und verwendet werden, wenn ihr Gehalt an löslichem Chrom VI nicht mehr als 0,0002 Prozent (2 ppm) der Trockenmasse beträgt. Das gilt auch für Zement, der aus anderen Ländern in die EU eingeführt wird. Damit soll das Auftreten chromatbedingter Hauterkrankungen („Maurerkrätze“) zurückgedrängt werden. Kunden und Anwender können sich sehr leicht von der Einhaltung dieser EU-Richtlinie überzeugen: Die erforderliche Produktinformation ist bei losem Zement in Form eines Beiblatts, bei Sackware direkt auf der Verpackung zu finden.

Da die Wirkung der beigemengten Reduktionsmittel mit der Zeit nachlässt, hat Zement ein Ablaufdatum. Bei losem Zement wird die Wirksamkeit des Reduktionsmittels einen Monat, bei Sackware drei Monate ab Werksauslieferung garantiert. Wenn das Ablaufdatum überschritten ist, kann der Zement einen höheren Gehalt als 2 ppm an löslichem Chrom VI enthalten.

Es ist daher für Händler, Endverbraucher und Betonhersteller besonders wichtig, auf Produktbeschreibung und Ablaufdatum zu achten. Nach Überschreitung des Ablaufdatums ist jeder Hautkontakt unbedingt zu vermeiden.



Daten – Tabellen – Fakten

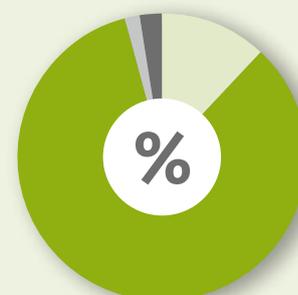
Die Zementproduktion in Zahlen

Hauptzementart	Bezeichnung	Kennzeichnung	Zusammensetzung (Masseanteil in %)				
			Portlandzement Klinker K	Hüttensand S	Flugasche kieselensäurereich V	Kalkstein L	Nebenbestandteile
I	Portlandzement	I	95–100	–	–	–	0–5
II	Portlandhüttenzement	II/A-S	80–94	6–20	–	–	0–5
		II/B-S	65–79	21–35	–	–	0–5
	Portlandflugaschezement	II/A-V	80–94	–	6–20	–	0–5
		II/B-V	65–79	–	21–35	–	0–5
	Portlandkalksteinzement	II/A-L	80–94	–	–	6–20	0–5
		II/B-L	65–79	–	–	21–35	0–5
	Portlandcompositzement	II/A-M	80–88	6–20			0–5
		II/B-M	65–79	21–35			0–5
III	Hochofenzement	III/A	35–64	36–65	–	–	0–5
		III/B	20–34	66–80	–	–	0–5

Zementsorten in Österreich



Zementproduktion in Österreich seit 1957 [Tonnen]



- CEM II 83,9 %
- CEM I 12 %
- CEM III 2,4 %
- Sonstige 1,7 %

Zementsortenanteile [Prozent] im Jahre 2016

Hautschutz

ein Muss auf jeder Baustelle

HAUTSCHUTZINFO – RICHTIGER HAUTSCHUTZ BEI DER ARBEIT MIT ZEMENT UND BETON

Sicherheitsregeln bei der Arbeit mit Zement oder Frischbeton

Vor und bei der Arbeit

Arbeitskleidung
Hautschutzmittel
Schutzhandschuhe
Sicherheitsschuhe
Schutzbrille

Nach der Arbeit

Reinigung der Werkzeuge, danach
Reinigung und Pflege der Hände

Unter Hautschutz versteht man Präventionsmaßnahmen und das Vermeiden von direktem Kontakt ungeschützter Haut mit Zement und Frischbeton, vor allem durch Schutzhandschuhe, Schutzbrille und Sicherheitsschuhe. Zur Prävention von Hauterkrankungen in der Bauwirtschaft zielt die Hautschutzinformation als umfassendes Maßnahmenpaket auf einen effizienten und nachhaltigen Hautschutz beim Umgang mit Zement und Frischbeton ab. Diese Information soll Bewusstsein für den Hautschutz schaffen und den Schutzgedanken zur Selbstverständlichkeit werden lassen.

Haut schützen

Mit Schutzhandschuhen, Sicherheitsschuhen, Schutzbrille

Haut reinigen

1. Reinigungsmittel sparsam dosieren
2. Reinigungsmittel verteilen
3. Schmutz abwaschen
4. Mit reichlich Wasser abspülen

Anschließend Hände gründlich abtrocknen.

Hierzu möglichst saubere Stoff- oder Papierhandtücher verwenden.

Haut pflegen

Stark gefährdete Hautbereiche wie

- Nagelfalz
- Fingerzwischenräume
- Handrücken und
- Handgelenke

sind bei der Hautpflege mit Handcreme besonders zu berücksichtigen.

www.hautschutz-info.at



Schutzbrille



Sicherheitsschuhe



Schutzhandschuhe



Schutzhelm



Umweltschutz

in der Zementindustrie

UNSERE ENERGIE- UND ROHSTOFFRESERVEN SIND NICHT UNBEGRENZT VERFÜGBAR. TROTZDEM STEIGT DER WELTWEITE VERBRAUCH IMMER NOCH WEITER AN ...

Damit auch die nächsten Generationen in einer intakten Umwelt leben und sich aus dieser versorgen können, müssen wir mit den vorhandenen Rohstoffen sorgsam umgehen.

Die österreichische Zementindustrie unternimmt seit jeher große Anstrengungen zur stetigen Verbesserung der Energieeffizienz und zur Schonung natürlicher Ressourcen. Gleichzeitig ist die Zementindustrie sehr bemüht, die mit der Herstellung verbundenen Umweltbelastungen (Emissionen, Lärm und Staub) so gering wie möglich zu halten. Dazu setzen die österreichischen Zementhersteller zahlreiche Maßnahmen:

- ständige Modernisierung und Optimierung der Produktionsprozesse mit umweltfreundlichen Techniken zur Emissionsminderung (siehe Grafik unten)
- Strikte Einhaltung bzw. Unterschreitung der Emissionsgrenzwerte
- Forschungsprogramme zur optimalen Energieausnutzung und -verwertung
- strenge, regelmäßige umweltrelevante Kontrollen aus Eigeninitiative sowie durch staatliche Stellen (z.B. mehrmals jährlich durchgeführte Emissionsmessungen durch unabhängige Prüfinstitute)
- Ersatz der fossilen Brennstoffe (Stein- und Braunkohle) durch Verwendung von Alternativbrennstoffen

Natur und Rohstoffe schonen, CO₂-Emissionen reduzieren

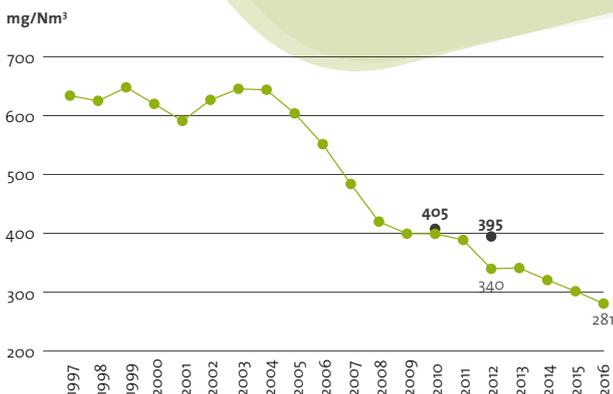
Der Bedarf an Rohstoffen wie Kalkstein, Ton und Mergel, welche in den 20 Steinbrüchen der österreichischen Zementhersteller schonend abgebaut werden, beträgt jährlich ca. 5 Mio. Tonnen. Der Abbau der natürlichen Rohstoffe stellt unvermeidbar einen Eingriff in die Natur dar. Seit Jahrzehnten erfolgt der Abbau nach modernen bergbau-technischen Gesichtspunkten (z.B. neueste Sprengtechnologien, reißende Gewinnung mit Hydraulik-Bagger) und mit begleitender Rekultivierung, das heißt die zerstörte Landschaft wird als Lebensraum für Tiere und Pflanzen wieder hergestellt. Oftmals siedeln sich auf diesen Flächen seltene oder sogar verdrängte Lebewesen dauerhaft an.



Klinkerkühler mit Filter



Rekultivierter Steinbruch



Rückgang der NO_x-Emissionen
 Jahreskonzentration in mg / Normkubikmeter Luft.
 Grenzwert lt. Abfallverbrennungsverordnung: 500 mg / Normkubikmeter Luft

- mittlere Jahreskonzentration Stickstoffoxide (als NO₂) auf 10,0 Vol.-% bezogen
- Zielsetzung gemäß Vereinbarung



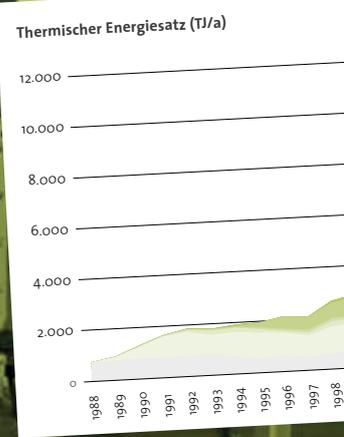
Filterspitzen der Schlauchfilteranlage



Schlauchfilter



Reduktion der CO₂-Emissionen



Ersatzbrennstoff-Anteil am

Der Transport des Rohmaterials aus den Steinbrüchen erfolgt zum Teil im Berg durch Sturzschächte bzw. weitestgehend über Förderbänder. Diese Technologien vermindern Belästigungen von Anrainern durch Staub, Lärm und Motoremissionen auf ein Minimum.

Der Einsatz von geeigneten, meist industriellen Nebenprodukten in der Zementmahlung schont nicht nur natürliche Rohstoffe, sondern reduziert vor allem den Klinkergehalt im Zement und verringert dadurch den Brennstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen. Zum Einsatz kommen Hüttensand, Flugasche und Kalkstein. Traditionellerweise nimmt die österreichische Zementindustrie in diesem Bereich einen europäischen Spitzenplatz ein. Im Jahr 2011 wurden knapp 1 Mio. Tonnen an sekundären Zuschlagstoffen in unseren Zementmühlen einer nachhaltigen Verwertung zugeführt. Auch bei der Klinkerherzeugung selbst kamen verstärkt die verschiedensten Produkte aus dem Baustoffrecycling wie beispielsweise Ziegelbruch und Gipskartonplatten – Materialien, die ansonsten nur schwer wiederverwertbar sind – zum Einsatz. 2011 wurden 0,45 Mio. Tonnen sekundäre Rohstoffe eingesetzt.

Durch alternative Brennstoffe (auch als Ersatzbrennstoffe bezeichnet) wie z.B. Altreifen, Kunststoffabfälle, Sonnenblumenkernschalen, Papierschlämme oder Tiermehl werden vor allem Stein- und Braunkohle ersetzt. Im Jahr 2011 kamen 0,4 Mio. Tonnen Ersatzbrennstoffe zum Einsatz. Somit werden branchenweit bereits beachtliche 75 % (siehe Grafik unten Mitte) der benötigten Brennstoffenergie durch alternative Brennstoffe gedeckt.

Der Reduktion von CO₂-Emissionen bei der Zementklinkerherstellung sind allerdings natürliche Grenzen gesetzt. Zwei Drittel stammen nämlich aus der prozessbedingt notwendigen Entsäuerung/Dekarbonisierung (siehe Brennvorgang, Seite 13) des Kalksteins. Das restliche Drittel wird aus den Brennstoffen (durch die Verbrennung) emittiert.

Dieses Drittel wird durch den Einsatz von alternativen Brennstoffen (siehe oben) mit einer von der Kohle abweichenden Zusammensetzung signifikant verringert (siehe Grafik unten links).

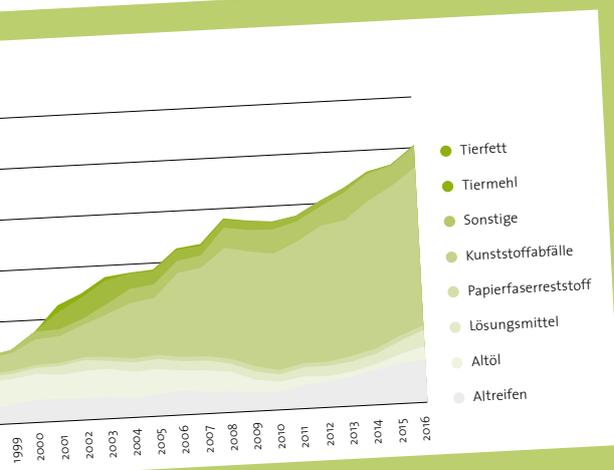
Info

Natürliche Rohstoffe und fossile Energieträger schonen durch (siehe Grafik unten rechts):

- Ersatz von Rohmaterial und Klinker durch geeignete mineralische Komponenten
- ständige Optimierung der Energieeffizienz
- Ersatz von fossilen Brennstoffen durch alternative Brennstoffe bzw. Biomasse

Zusammenfassend lassen sich die mit der Zementherstellung verbundenen Treibhausgasemissionen mit den oben bereits beschriebenen Maßnahmen reduzieren:

1. Steigerung der Energieeffizienz
2. Minderung des Klinkeranteils im Zement durch die Steigerung anderer Hauptbestandteile
3. Ersatz (Substitution) von fossilen Brennstoffen durch alternative Brennstoffe und Biomasse



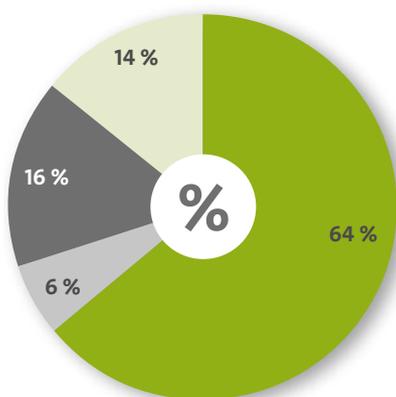
Ressourcenschonung durch Minderung des Klinkeranteils im Zement

Zement, das Bindemittel für Beton

BETON IST EIN GEMISCH AUS ZEMENT UND WASSER (= ZEMENTLEIM)
UND GESTEINSKÖRNUNGEN.

Zement + Wasser = Zementleim + Gesteinskörnung = Beton

Wohin geht der Zement?



- Ins Transportbetonwerk
- In Betonfertigteilwerke
- Als Siloware auf Baustellen der Bauindustrie oder in der weiterverarbeitenden Industrie
- Als Sackware auf Baustellen

Daten aus 2016

Der Zementleim umhüllt die Gesteinskörner vollständig und verklebt diese miteinander. Nach dem Verdichten des Betons (alle Hohlräume zwischen den Gesteinskörnern werden mit Zementleim ausgefüllt) erhärtet der Zementleim und wird zu Zementstein (siehe Seite 21). Die Qualität des Betons und damit seine Dauerhaftigkeit und Beständigkeit werden maßgeblich vom Verhältnis Wasser zu Zement, W/Z-Wert (in der Fachsprache des Betontechnologen als Wasser-Bindemittel-Wert, W/B-Wert bezeichnet), bestimmt.

Beton widersteht Hitze, Feuer und Kälte. Er ist unempfindlich gegen Trockenheit, Nässe sowie viele chemische und physikalische Beanspruchungen. Im frischen Zustand ist er beliebig formbar und lässt sich in Schalungen gießen. Bauteile können direkt auf der Baustelle hergestellt werden, oder sie werden als Fertigteile auf die Baustelle geliefert und zum Bauwerk zusammengefügt.

Der Verwendungszweck und die gestellten Anforderungen an das Bauwerk bestimmen die Zusammensetzung des Betons. Beton kann den Erfordernissen des jeweiligen Bauteiles angepasst werden. Darin liegt eine der Stärken des Baustoffes.

Nach der Dichte des Betons (= Masse pro Kubikmeter), die im Wesentlichen durch die verwendeten Gesteinskörnungen bestimmt wird, unterscheidet man die Betonart:

Normalbeton >> 2000 – 2600 kg/m³; mit natürlichen oder künstlichen Gesteinskörnungen; für alle üblichen Anwendungen des Betonbaus

Leichtbeton >> < 2000 kg/m³ (Vorteile: geringere Dichte und geringeres Eigengewicht als Normalbeton; Nachteil: geringere Tragfähigkeit); mit Leichtgesteinskörnungen wie Blähton, Holzspäne, Ziegelsplitt, Steinsplitt oder Polystyrol; kommt dort zum Einsatz, wo zusätzliche Anforderungen wie z.B. wärmedämmende Eigenschaften oder geringes Gewicht gefragt sind.

Schwerbeton >> >2600 kg/m³; aus besonderen, sehr schweren Gesteinskörnungen wie z.B. Basalt, evtl. Stahlspäne; für Spezialanwendungen wie z. B. den Strahlenschutz in Krankenhäusern

Bei Normal- und Schwerbeton sind die zwischen den einzelnen Gesteinskörnern vorhandenen Hohlräume mit Zementstein ausgefüllt. Nach dem Verdichten mit speziellen Geräten ist der Beton praktisch hohlraumfrei: Wir sprechen von Beton mit einem „geschlossenen Gefüge“. Sind die Gesteinskörner jedoch nur punktweise miteinander „verklebt“ und die Hohlräume dazwischen offen, so spricht man von haufwerksporigem Beton oder von „offenem Gefüge“. Anwendung findet diese Art von Leichtbeton für Betonsteine im Hochbau. Recyclingbeton bringt den Umweltgedanken ein: Seine Gesteinskörnungen bestehen zum Großteil aus wieder aufbereitetem Altbeton und Baurestmassen. Er kann sowohl im Hoch- wie auch im Tiefbau eingesetzt werden.

Info

Betonsorten lassen sich nach mehreren Kriterien einteilen:

- **Herstellung** (Baustellenbeton, Transportbeton, Ortbeton)
- **Einbau** (Spritzbeton, Unterwasserbeton, Schleuderbeton usw.)
- **Bewehrung** (Stahlbeton, Faserbeton usw.)
- **Neuere Entwicklungen** (Selbstverdichtender Beton, Ultrahochfester Beton usw.)

Nach der Bewehrung unterteilt man wie folgt:

Unbewehrter Beton >> Die wesentlichen Bestandteile des Festbetons sind die Gesteinskörnungen und der Zementstein. Dieser umhüllt jedes einzelne Korn, füllt die verbleibenden Hohlräume zwischen den Gesteinskörnern aus und erzeugt einen homogenen mineralogischen Baustoff. Viele Materialeigenschaften des Betons sind durch spezielle Zusammensetzungen der Ausgangsstoffe steuerbar. Darüber hinaus ist Beton im frischen Zustand beliebig formbar und kann sowohl für massige als auch für feingliedrige Bauteile eingesetzt werden. Unbeschadet der vielen Gestaltungsmöglichkeiten ist eine wesentliche mechanische Eigenheit des Betons nicht änderbar, nämlich dass die Zugfestigkeit um etwa den Faktor 10 niedriger ist als die Druckfestigkeit. Für konstruktive Bauteile kommt unbewehrter Beton heutzutage vor allem im Kraftwerksbau zum Einsatz.

Stahlbeton >> Die Erkenntnis, dass Beton – wie jeder Stein – eine hohe Druckfestigkeit, im Vergleich dazu aber nur eine geringe Zugfestigkeit hat, führte ab etwa 1860 zum Einlegen von Eisenstäben und Draht und damit zur Erfindung von Eisenbeton, später Stahlbeton. Zur Erzielung der Tragfähigkeit der auf Zug beanspruchten Stellen eines Bauteils werden diese mit Bewehrungsstahl verstärkt. Die gerippten Bewehrungsstäbe werden vor dem Betonieren nach eigens angefertigten Plänen verlegt und beim Betonieren gänzlich mit Beton umhüllt. Die vollständige Überdeckung der Bewehrung ist notwendig, um die Kraftübertragung vom Baustahl in den Beton (und umgekehrt) und den Korrosions- und grundlegenden Brandschutz der Bewehrungsstäbe sicherzustellen. Der Korrosionsschutz der Bewehrung wird durch das alkalische Milieu des Zementsteins im Beton (pH-Wert von 10 bis 12) dauerhaft gewährleistet. Für den Korrosionsschutz reicht im Regelfall eine Überdeckung der Stahleinlagen von 2–3 cm aus. Typische Stahlbetonbauteile sind biegebeanspruchte flächige Bauteile, wie Decken oder Bodenplatten, stabförmige Bauteile wie Träger oder Dachbinder, aber auch massige Bauteile wie Brückenpfeiler oder Stützwände.

Stahlbeton



Spannbeton >> Die Spannbetonbauweise wurde entwickelt, um die technischen und wirtschaftlichen Grenzen des Betonbaus deutlich erweitern zu können. Bei schlanken, weit gespannten Konstruktionen kann es infolge der Rissbildung zu großen Verformungen kommen. In diesen Fällen ist der Einsatz einer Verbundkonstruktion oder von Spannbeton geeigneter als Stahlbeton. Der Spannbeton unterscheidet sich vom Stahlbeton durch eine planmäßige Vorspannung (= Vordehnung) der Stahleinlagen, der sogenannten Spannglieder. Damit wird eine zusätzliche äußere Drucklängskraft aufgebracht, wodurch die Zugspannungen überdrückt werden, eine Rissbildung verhindert und die Bauteilverformung stark reduziert wird. Mit der Spannbetonbauweise können Bauwerke mit großen Spannweiten, schlanken Abmessungen und kleinen Durchbiegungen sehr wirtschaftlich hergestellt werden. Einsatzgebiete sind vornehmlich der Brückenbau, der Silo- und Behälterbau, der Industriebau sowie die Herstellung von vorgespannten Deckenelementen und Eisenbahnschwellen.

Ein Schub in der Entwicklung der Betontechnologie ist seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts festzustellen. Der Einsatz von exakt abgestimmten Betonkomponenten und Zusatzmitteln führt zu neueren Entwicklungen/High-Tech-Betonen:

Hochleistungsbeton (HL-Beton) >> ist gegenüber chemischen Angriffen beständiger als Normalbeton.

Selbstverdichtender Beton (SVB)

bzw. Self Compacting Concrete (SCC) >> ein Fließbeton, der ohne Einwirkung zusätzlicher Verdichtungsenergie (z.B. Stochern, Rütteln) in die Schalung eingebaut wird, allein unter dem Einfluss der Schwerkraft fließt, entlüftet und jeden Hohlraum innerhalb der Schalung und Bewehrung ausfüllt.

Ultrahochfester Beton

bzw. Ultra High Performance Concrete (UHPC) >> erreicht Druckfestigkeiten bis über 200 Megapascal (MPa), Zugfestigkeiten von 15 und Biegezugfestigkeiten bis zu 45 MPa.

Lichtdurchlässiger (transluzenter) Beton >> Glasfaseranteil von 3–5 %; die optischen Kunststofffasern ermöglichen eine Weiterleitung des Lichts durch den Beton.

Donaubrücke Krems – Spannbeton



Fußgängerbrücke Lienz – Ultrahochfester Beton



Glossar

Abbindewasser (wirksamer Wassergehalt): Jener Wasseranteil im Zementleim, der für die Festigkeitsbildung benötigt wird.

akkreditiert: Akkreditierte Prüf- und Inspektionsstellen sind formell (z.B. vom Staat) anerkannt und demnach befugt, Prüfungen, Überwachungen oder Zertifizierungen durchzuführen.

Alkalien: sind Substanzen (Natrium, Kalium), die mit Wasser alkalische Lösungen (Laugen oder Basen) bilden. Vorsicht! Wässrige Lösungen von Alkalilaugen sind ätzend!

alkalisches Milieu: charakteristische chemische Stoffumgebung, in der sich eine Substanz mit hohem pH-Wert befindet (pH-Wert für Zementleim in der Größenordnung von 12 – 14)

Alternativbrennstoffe: In fast allen thermischen Anlagen werden neben den üblichen Brennstoffen, wie Öl, Kohle und Gas, auch immer mehr sogenannte alternative Brennstoffe für die Energiegewinnung verwendet. Die wichtigsten alternativen Festbrennstoffe sind: Kunststoffe, Altreifen, Altöle und Lösungsmittel, Tiermehl und Papierschlämme.

Anhydrit (chem. Bezeichnung: Calciumsulfat): ist ein häufig vorkommendes, weiches Sedimentmineral, dessen Dichte von rund 3 g/cm³ der von Zement entspricht. Es ist schwer wasserlöslich und bildet sich oft als Verdunstungsprodukt von Meerwasser. Unter permanenter Feuchtigkeitseinwirkung verwandelt es sich langsam zu Gips, quillt dabei auf und kann sprengende Kräfte entwickeln. Anhydrit in Reinform ist daher als Baustoff nicht geeignet.

Baustoffrecycling: (Wieder-)Verwertung von Alt- oder Restbaustoffen, die den natürlichen Baustoffen wie Sand, Kies und Schotter qualitätsmäßig entsprechen und die bautechnischen Anforderungen

des Straßen-, Wege-, Verkehrsflächenbaus, des Hoch- und Tiefbaus sowie des Erdbaus erfüllen. Mit der Verwendung von Recyclingbaustoffen werden Rohstoffe geschont und zugleich Deponieraum gespart.

Beton: Beton ist ein Baustoff, erzeugt durch Mischen von Zement mit grober und feiner Gesteinskörnung und Wasser, mit oder ohne Zugabe von Zusatzmitteln und Zusatzstoffen. Die wesentlichen Eigenschaften von Beton resultieren aus der Hydratation des Zements (Verbindung von Zement mit Wasser zu Zementstein).

Bewehrungsstahl (oder Betonstahl): dient als Verstärkung (Bewehrung) von Stahlbetonbauteilen und wird nach dem Einbau in die Schalung einbetoniert. Bewehrungsstahl wird in verschiedenen Formen produziert (Betonstabstahl, Betonstahlmatten, Bewehrungsdraht, Gitterträger). Die Stahlbewehrung übernimmt die Zugkräfte im Betonbauteil.

Biomasse (energietechnisch): umfasst ausschließlich tierische und pflanzliche Erzeugnisse, die zur Gewinnung von Heizenergie, von elektrischer Energie und als Kraftstoffe verwendet werden können.

Blähton: entsteht, wenn kalkarmer Ton gemahlen, granuliert und bei rund 1.200 °C im Drehrohrofen gebrannt wird. Das Material bläht sich kugelförmig auf und erreicht dabei das Vier- bis Fünffache des Ausgangsvolumens. Blähton ist als künstliche Leichtgesteinskörnung für Mörtel und Beton geeignet und gilt als besonders leicht und wärmedämmend.

Blainewert: ist ein standardisiertes Maß für den Grad der Feinvermahlung von Zement. Je feiner der Zement aufgemahlen ist, desto höher wird die reaktive Oberfläche und damit die Festigkeitsentwicklung. Standard-Portlandzement CEM I 32,5 hat etwa einen Blaine-Wert von 3.000 bis 3.500 cm²/g.

CE-Konformitätszeichen: Produkte mit diesem Zeichen entsprechen den geltenden europäischen Richtlinien für das jeweilige Produkt. Die CE-Kennzeichnung ist rechtlich kein Gütesiegel (Qualitätszeichen), sondern dokumentiert die Einhaltung der gesetzlich zulässigen Mindestanforderungen und regelt das „Inverkehrbringen“ des Produktes.

Chrom IV: Das lösliche Chrom IV im Zement stellt ein Gesundheitsrisiko dar (Maurerkrätze), darum wird es im Zementwerk auf einen maximalen Gehalt von unter 2 ppm im Zement reduziert.

Chromat: Chromate sind Salze der Chromsäure. Alle Chromate und andere Chrom(VI)-verbindungen sind stark giftig.

Dekarbonatisierung: Beim Brennvor-gang bei der Zementerzeugung wird dem Rohmehl CO₂ ausgetrieben, dieser Vorgang wird Dekarbonatisierung bezeichnet – siehe auch Entsäuerung.

Drehrohrofen: ist ein Ofen mit einem in Längsrichtung geneigten Ofenrohr, das sich ständig um die eigene Achse dreht. Das darin befindliche Material – in unserem Fall das Rohmehl – wird bei Temperaturen von ca. 1.450 °C zu sogenanntem Klinker gebrannt.

Druckfestigkeit: beschreibt eine wesentliche Eigenschaft des Betons. Der Baustoff Beton kann hohen Druck aushalten (z. B.: 40 N/mm² und mehr; entspricht ca. 250 Kleinwagen auf einem DIN-A4-Blatt).

Emissionen: sind Aussendungen/Ausstöße von Störfaktoren in die Umwelt. Typische Beispiele: Abgase von Autos oder Schornsteinen, Abwässer von Fabriken, aber auch Lärm und Licht können als Emissionen bezeichnet werden.

Energieeffizienz: Ein Vorgang ist dann effizient, wenn ein bestimmter Nutzen mit minimalem Energieaufwand erreicht

wird. Man kann z.B. energieeffizient handeln, indem man Strom spart, statt mit dem Auto mit den öffentlichen Verkehrsmitteln fährt usw., aber auch Gebäude können bereits so gebaut werden, dass sie beim Benutzen und Bewohnen möglichst wenig Energie verbrauchen.

Entsäuerung: ist die Abspaltung von CO₂ aus dem Kalkstein beim Brennprozess – siehe auch Dekarbonatisierung.

Flugasche: ist ein staubförmiger Rückstand von Verbrennungen (z.B. von kalorischen Kraftwerken). In der Baustoffindustrie wird schadstofffreie Flugasche als Zusatzstoff für Zement und Beton verwendet.

Frischbeton: Solange der fertiggemischte Beton verarbeitet und verdichtet werden kann, wird er als Frischbeton bezeichnet.

Gesteinskörnungen: sind natürliche und künstliche Gesteinskörner in verschiedenen Korngrößen, die zur Herstellung von Baustoffen wie Beton, Asphalt oder Mörtel dienen.

Glühverlust: Der Glühverlust ist der Massenverlust einer Probe beim Glühen. Verloren gehen dabei Kristallwasser, Kohlendioxid und andere flüchtige Substanzen.

Hochfester Beton, Hochleistungsbeton und Ultrahochfester Beton/ Ultra-Hochleistungsbeton werden mit einem hohen Anteil an Zementen hoher Reaktivität, Hochleistungsverflüssigern und eventuell mit extrem feinen Zusatzstoffen (Silikat-Stäube) hergestellt.

homogen: gleichförmig, gleichartig

Homogenisierung: Unter Homogenisierung versteht man die Schaffung einer homogenen, das heißt einer möglichst gleichartigen und gleichmäßigen Mischung des Rohmehls.

Hüttensand: ist ein feinkörniges (< 5 mm) Nebenprodukt der Roheisenherstellung. Seit über 100 Jahren wird gemahlener Hüttensand überwiegend in der Zementindustrie als Hauptbestandteil von sogenannten Portlandhütten- und Hochofen-

zementen verwendet und macht den Zement besonders resistent gegen den Angriff von Chemikalien wie z.B. Säuren.

Hydratation: Das Erstarren und Erhärten des Zements beruht auf der Bildung wasserhaltiger Verbindungen, die bei der Reaktion zwischen den Zementbestandteilen und dem Abbindewasser entstehen. Der Zement reagiert in einem plastischen Gemisch mit Wasser, mit Wasserzementwerten zwischen etwa 0,4 und 0,6. Die Reaktion wird als Hydratation bezeichnet.

hydraulisch: nennt man Stoffe, die mittels Einbindung von Wasser sowohl an der Luft als auch unter Wasser erhärten.

Kalk oder Kalkstein: ist ein Sedimentgestein, das überwiegend aus dem chemischen Stoff Calciumcarbonat (CaCO₃) besteht. Kalksteine besitzen eine enorme wirtschaftliche Bedeutung als Rohstoff für die Bauindustrie und als Naturwerkstein.

Klinker oder Portlandzementklinker: ist ein hydraulischer Stoff, der im Wesentlichen aus Calciumsilicaten besteht. Portlandzementklinker wird durch Mahlen und Brennen der Rohstoffe Kalkstein und Ton hergestellt. Beim Brennen mit einer Temperatur von 1450 °C entstehen harte, dichte kugelige Stücke (Granalien) mit Durchmessern bis zu mehreren Zentimetern, die als Portlandzementklinker bezeichnet werden.

Komponente: Bestandteil eines Ganzen (z.B. ein Computer besteht aus mehreren Komponenten)

Konformitätskriterien: Konformität bedeutet hier die Übereinstimmung eines hergestellten Betons mit den in der Norm vorgegebenen, festgelegten Eigenschaften. Da eine völlige Übereinstimmung üblicherweise nicht erreicht werden kann, formuliert die Norm sog. Konformitätskriterien (z.B. für die Druckfestigkeit, die Konsistenz, den Wasserzementwert), in denen die erlaubten Abweichungen aufgeführt sind. Die Kriterien können Anforderungen an absolute Höchst- oder Mindestwerte, Wertespannweiten oder andere statistische Kennwerte einer Prüfwertesamtheit sein.

Korrosionsschutz: Korrosion ist die Reaktion eines Werkstoffs mit seiner Umgebung. Die wohl bekannteste Art von Korrosion ist das Rosten, die Oxidation von Eisen. Als Korrosionsschutz bezeichnet man Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden, die durch Korrosion an metallischen Bauteilen hervorgerufen werden können. Bei Beton geschieht das über die Passivierung (hoher pH-Wert von Beton).

Kugelmühle: ist ein Aggregat, bei dem Kugeln zur Mahlung des Mahlgutes eingesetzt werden. Kugelmühlen kommen großtechnisch zum Zerkleinern von Klinker, Erzen, Kohle usw. zum Einsatz und sind in der Regel aus einem horizontal oder leicht geneigten, drehbar gelagerten Zylinder aufgebaut. Die Kugeln darin sind meistens aus Gusseisen, können aber auch aus Stahl, Stein, Porzellan oder Keramik sein. Durch die Rotation des Zylinders schlagen die Kugeln aufeinander und zertrümmern das Mahlgut in ganz feine Körner.

Mergel: ist ein weltweit verbreitetes Sedimentgestein (Sedimentation bedeutet Ablagerung), enthält sowohl Kalk als auch silikatische Bestandteile (Tone) und hat eine sehr feine Körnung.

Megapascal (MPa): Pascal ist eine abgeleitete Einheit des Drucks. Ein Pascal ist der Druck, den eine Kraft von einem Newton auf eine Fläche von einem Quadratmeter ausübt. Die Einheit Megapascal (1 MPa = 1 Million Pa = 1 N/mm²) wird in der Technik verwendet. In der Bau-technik wird die Festigkeit von Zement in Megapascal angegeben.

mineralogisch: bezieht sich auf die Mineralogie. Die Mineralogie beschäftigt sich mit der Entstehung, den Eigenschaften und der Verwendung der Minerale.

Mischbett: Im Mischbett wird das Rohmaterial (Kalkstein, Sand, Ton) auf die für die Zementherstellung notwendige Zusammensetzung vorgemischt und homogenisiert (vergleichmäßig). Dies ist die Voraussetzung für eine gleichmäßige Klinker- und Zementqualität.

nachhaltig: Eine nachhaltige Gesellschaft kann über alle Generationen hinweg bestehen; sie ist weitsichtig genug, flexibel

genug und weise genug, dass sie ihre eigenen materiellen, sozialen oder ökologischen Existenzgrundlagen nicht vergeudet.

natürliche Ressourcen: sind zum Beispiel Bestandteile der Natur wie Rohstoffe, Fläche oder Funktion und Qualität von Teilen der Umwelt wie Boden, Luft und Wasser oder genetische Vielfalt.

Normenmörtel: Ein Mörtel der nach Normenbestimmungen hergestellt wird.

Normensand: Dieser normierte Prüfsand wird bei normgemäßer Festigkeitsbestimmung von Zement verwendet.

Ortbeton: Beton, der als Frischbeton in der endgültigen Lage des Bauteils (am Ort) eingebracht wird und dort erhärtet.

Papierschlämme: Papierschlämme fallen über die Kläranlagen der Papierproduktion an. Sie sind hochwertige Brennstoffe, welche in der Zementherstellung genutzt werden können.

Polystyrol: ist ein weit verbreiteter geschäumter Kunststoff, der in vielen Bereichen des täglichen Lebens zum Einsatz kommt.

Porosität: dient als Maß für die tatsächlich vorliegenden Hohlräume und stellt das Verhältnis von Hohlraumvolumen zu Gesamtvolumen eines Stoffes dar.

Portlandzementklinker: ist der gebrannte Bestandteil des Zements. Er wird auch Zementklinker oder auch kurz Klinker genannt.

Zementklinker (Portlandzementklinker, kurz: Klinker) ist der gebrannte Bestandteil des Zements.

ppm: ist die Abkürzung von „parts per million“ (Teile pro Million Teile)

Prävention: ist eine vorbeugende Maßnahme, um ein unerwünschtes Ereignis oder eine unerwünschte Entwicklung zu vermeiden (z.B. Brandschutz, Hochwasserschutz, Hautschutz usw.).

Prismen: sind geometrische Körper, die ein Vieleck als Grundfläche haben und deren Seitenkanten parallel und gleich lang sind.

REACH: ist eine EU-Verordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe. Diese Verordnung ist am 1. Juni 2007 in Kraft getreten.

Reduktionsmittel: Um die lösliche Chrom(VI)-Konzentration im Zement zu vermindern, werden Reduktionsmittel bei der Zementherstellung zugegeben.

Rekultivierung: ist die Wiederherstellung von naturnahen Lebensräumen für Pflanzen und Tiere.

Ressourcen: sind materielle Mittel wie z.B. Rohstoffe, Geld, Energie (siehe auch „natürliche Ressourcen“).

Rohmehl: Die Rohstoffe für die Zementherstellung werden vorzerkleinert und in das Zementwerk befördert. In einer Mühle werden alle Rohmaterialien zusammen vermahlen und gleichzeitig getrocknet, es entsteht das Rohmehl.

Schalung: Die Schalung ist die Form, in die Frischbeton zur Herstellung von Betonbauteilen eingebracht wird. Nach dem Erhärten des Betons wird sie im Regelfall entfernt.

Schleuderbeton: ist eine stark verdichtete, hochfeste Betonart mit geringem Wasser-Zement-Wert. Die Bezeichnung geht auf das Herstellungsverfahren zurück. Die Verdichtung wird durch eine längs rotierende, meist runde Stahlschalung erreicht. Schleuderbeton nutzt man in der Bauindustrie, um rohrförmige Bauelemente herzustellen, z.B. Pfähle, Rohre, Leitungsmaste sowie Stahl- oder Spannbetonstützen.

Selbstverdichtender Beton (SCC): hat eine fließfähige Konsistenz, füllt alle Unregelmäßigkeiten der Schalung aus und kann sich allein durch die Schwerkraft selbst verdichten/entlüften. Selbstverdichtender Beton erreicht in der Regel eine höhere Festigkeit als übliche Betone.

Sinterprozess (Sinterung): feinkörnige, pulverige Stoffe werden vermischt und auf Temperaturen unterhalb deren Schmelztemperatur erhitzt. Dadurch verbinden sie sich.

Spannbeton: Ist eine Variante des Stahlbetons, bei der zusätzlich Spannglieder eingebaut werden. Die Spannglieder bestehen aus hochfesten Litzen, die in Hüllrohren im Inneren des Betonbauteils angeordnet sind. Mit Hilfe von hydraulischen Pressen und Verankerungen ist es möglich, diese Spannglieder gegen den Betonbauteil vorzuspannen. Durch das Vorspannen entstehen hohe Zugkräfte im Spannglied und Druckkräfte im Beton. Das „Zusammendrücken“ des Betons mit Hilfe von Spanngliedern ist für die Betonbauweise von immenser Bedeutung, weil dadurch das Auftreten von Zugspannungen und Rissen verhindert werden kann. Nur mit Spannbeton können weit gespannte Decken im Hochbau und große Betonbrücken gebaut werden.

spezifisch: charakteristisch, bezeichnend; in der Physik: auf die Masse bezogen, relativ

Spritzbeton: Beton, bei dem die Ausgangsstoffe durch eine Düse mit großer Geschwindigkeit auf die zu betonierende Fläche aufgetragen und dadurch verdichtet werden. Unterschieden wird zwischen Trocken- und Nassspritzbeton, bei ersterem wird das Wasser erst an der Düse zugegeben.

Stahlbeton: ist ein Verbundwerkstoff aus den beiden Komponenten Beton und Bewehrungsstahl. Ein Verbund beider Komponenten entsteht durch die Verklebung des Zementsteins (Zement + Wasser) und der gerippten Oberfläche des Bewehrungsstahls. Beton hat im Vergleich zur Druckfestigkeit nur eine Zugfestigkeit von etwa 10 %. Stahl besitzt dagegen eine hohe Zugfestigkeit. Das Tragprinzip des Stahlbetons ist es daher, auf Zug beanspruchte Bereiche eines Bauteils (Beispiel eines biegebeanspruchten Balkens) mit Stahl zu verstärken, also zu bewehren, und in den übrigen Bereichen die Druckfestigkeit des Betons auszunutzen. Die Entdeckung des Stahlbetons wird dem französischen Gärtner Monier zugeschrieben, der seine Blumentröge mit Draht verstärkt hatte.

Substitution: bedeutet Ersatz

Sulfatangriff: Schwefelverbindungen in natürlichen Gewässern können den Beton angreifen und sein Gefüge zerstören.

Sulfatträger: Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) und Anhydrit (CaSO_4) werden zur Steuerung einer zeitlichen Verzögerung der Erstarrung des Zementleims im Frischbeton bei der Zementherstellung zugemahlen.

Summenformel: Eine Summenformel dient in der Chemie dazu, die Art und Anzahl der Atome einer chemischen Verbindung anzugeben.

Tiermehl: ist ein Produkt der Tierkörperverwertung, das als Futtermittel für Nutztiere, Dünger in der Landwirtschaft und Brennstoff genutzt wird. In Zementfabriken kann es zur Prozesswärmegegewinnung im Drehrohfen eingesetzt werden.

Ton: ist ein natürlich vorkommendes Material und enthält überwiegend Schichtsilikate und Wasser.

Transportbeton: Beton, der in stationären Betonmischanlagen erzeugt und anschließend auf Baustellen transportiert wird. Wenn die Betonherstellung durch den Verwender des Betons erfolgt, spricht man von Baustellenbeton.

Treibhausgasemissionen: Treibhausgase sind gasförmige Stoffe, die die Sonneneinstrahlung beeinflussen und damit zum Treibhauseffekt beitragen und sowohl einen natürlichen als auch einen vom Menschen gemachten Ursprung haben können. CO_2 ist ein Treibhausgas und wird beim Brennprozess der Zementherzeugung emittiert.

Ultrahochfester Beton (UHPC): ist ein Beton mit einer sehr hohen Druckfestigkeit und Beständigkeit. Die technologische Besonderheit von UHPC ist eine extrem hohe Gefügedichte, die bei optimaler Herstellung und Nachbehandlung fast keine Poren und Mikrorisse aufweist.

Unterwasserbeton: Beton, der ohne Entmischung und ohne Wassereintritt in das Gefüge unter Wasser eingebaut wird.

Verbundkonstruktion: ein konstruktiver Verbund zweier Baustoffe, meist Stahl und Beton

Vibrationstisch: oder auch Rütteltisch wird zum Verdichten von Frischbetonproben verwendet.

Vorwärmer: Der Vorwärmer (auch Calcinator) heizt das Rohmehl optimal auf, bevor es in den Drehofen gelangt. Dabei erhitzen die Ofenabgase das Rohmehl in Zyklonen im Gegenstrom, die Hitze steigt auf, das Rohmehl sinkt ab.

Walzenmühle: besteht aus zwei gleich großen Walzen, die sich mit gleicher Geschwindigkeit gegenläufig drehen und das zu brechende Material in der Mitte zerkleinern.

Wärmetauscherturm: Im Wärmetauscherturm ist der Vorwärmer (Calcinator) eingebaut, in dem das Rohmehl für den Brennprozess vorgewärmt wird.

Wärmetönung: Wärme, die bei einer chemischen Reaktion frei wird.

Wasserzementwert (W/Z-Wert): beschreibt das Verhältnis zwischen der Masse des Gesamtwassers (Anmachwasser und Wasser, das an der Gesteinskörnung haftet) und der Masse des Bindemittels einer verdichteten Mischung.

Zement: ist ein hydraulisches Bindemittel für Beton.

Zementleim: ist eine zähflüssige Mischung aus Zement und Wasser und bildet das Bindemittel für Beton. Ausgehärteter Zementleim wird auch als Zementstein bezeichnet.

Zementsorte: Dem Portlandzement werden Hüttensand, Flugasche oder Kalkstein in unterschiedlichen Mengen zugemahlen, dadurch entstehen die verschiedenen Zementsorten, und die erforderlichen Eigenschaften der Zemente werden damit gesteuert.

Zementstein: ist ausgehärteter Zementleim

Zementtechnologische Eigenschaften: Die Menge der einzelnen Bestandteile

und die Mahlfineinheit des Zements beeinflussen die physikalischen und zementtechnologischen Eigenschaften des Endprodukts wie zum Beispiel die Sulfatbeständigkeit.

Ziegelsplitt: wird aus Ziegel-Produktionsabfällen hergestellt.

Zugfestigkeit: ist der Widerstand eines Körpers gegen Zerreißen beim Auftreten von Zugspannungen, also gegen Beanspruchung durch Zugkräfte.

Zusatzmittel: ist ein Stoff, der während des Mischvorgangs des Frischbetons in einer Menge hinzugefügt wird, die einen Massenanteil von 5 % des Zementanteils im Beton nicht übersteigt, um die Eigenschaften der Betonmischung im frischen und/oder erhärteten Zustand bewusst zu beeinflussen.

Impressum:

Medieninhaber und Herausgeber:

Zement + Beton Handels- und Werbeges.m.b.H.
im Auftrag der Betonmarketing Österreich
TU Wien Science Center
Franz-Grill-Straße 9, O 214
1030 Wien
Tel.: 01/714 66 85-33
E-Mail: zement@zement-beton.co.at

Redaktion:

VÖZ: Felix Friembichler, Sebastian Spaun, Johannes Steigenberger
Z+B: Frank Huber, Ursula Jus, Cathérine Stuzka, Helga Eismair
Unter dankenswerter Mitarbeit von KollegInnen der Österreichischen Zementindustrie

Gestaltung:

Z+B: Ursula Malina, Susanne Teschner

Bildnachweis:

© Bauverlag GmbH, Gütersloh: S. 5
© Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin: S. 4, 5
© Eiberg: S. 7
© Haver & Boecker: S. 17
© Holcim: S. 6, 9
© Joseph Sohm-Visions of America/gettyimages: S. 5
© Kirchdorfer: S. 4, 29
© Lafarge: S. 9, 10, 14
© Leube: S. 2, 7, 11, 12, 13, 16, 25, 26, 36/37
© Rohrdorfer: S. 15
© SW-Umwelttechnik: S. 30
© w&p: S. 16
© Werbeagentur fredmanky: S. 18
© Wopfinger: S. 21
© Z+B: S. 7, 8, 10, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 30, Cover
Fotos: Paul Resch: S. 2, 3, 8, 10, 12, 14, 15, 16 / Fotos: Thomas Schwentner: S. 22, / Fotos: Mario Rott: S. 10, 14, 17
zur Verfügung gestellt von ABB-Schweiz / Grafikmontage: Lisa Rothenthal: S. 6, 7, 9, 10, 13, 15, 17

7. überarbeitete Auflage – August 2017

Druck: Friedrich Druck & Medien GmbH, Linz

www.zement.at

Zementwerk

im Überblick





Zementsilos

Zementmühlen

Ofenfilter

Drehofen/
Wärmetauscherturm

Klinkersilo

Rohsteinhalle

Klinkerkühler

Klinkerfilter



7. überarbeitete Auflage – August 2017

