



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschiedene Konstruktionen

Scholtz, Adolf

Leipzig, 1900

§ 32. Romancement Portlandcement

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96800](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96800)

geschieht schnell und sicher. Der Preis eines derartigen Apparates nebst Unterwagen von 7,0 m Länge, nebst Dampfmaschine von vier Pferdekraften, ist 4000 Mark.

Die Beton- und Mörtelmaterialien.

§ 31.

Bereits in § 4 dieses Abschnittes wurde der Gründung auf Beton gedacht, einer Methode, welche hauptsächlich bei Wasserbauten zur Anwendung kommt, und zwar da, wo es schwierig erscheint, eine wasserfreie Baugrube herzustellen. Dieselbe findet auch bei Hochbauten vielfach Anwendung.

Geschichtliches. Unter „Beton“ (Konkret, Gußmauerwerk) versteht man ein unter Wasser erhärtendes Gemenge aus Mörtel und Steinstückchen. Schon im Altertum finden sich Spuren dieser Gründungsweise, und Vitruv und Plinius sprechen davon unter dem Namen „Signinum opus“. Nach Vitruv wurden 5 Teile reinen Sandes mit 2 Teilen Kalk gemengt und zu diesem Gemenge noch Steinstücke hinzugefügt, deren Gewicht ein Pfund nicht überschreiten durfte. Plinius schreibt vor, daß der Mörtel aus 5 Teilen feinen Sandes und Kieles und 2 Teilen besten Kalkes bestehen solle, zu dem dann 9 Teile Steine zu mengen seien. Dieses Gußmauerwerk wurde insbesondere zur Darstellung von Cisternen und zum Bau römischer Heerstraßen verwendet.

Die Gründung auf Beton erfordert immer nur geringe konstruktive Anordnungen, dagegen die Auswahl geeigneter Materialien und zweckmäßiger Vorrichtungen zum Bereiten und Versenken des Betons. Diese in neuerer Zeit vielfach angewendete Fundierungsmethode ist für die Praxis von so hervorragender Bedeutung, daß sie eine eingehendere Besprechung erheischt.

Bei Bereitung des Betons kommt es in erster Linie auf die Beschaffung eines geeigneten Mörtels an; wir haben daher die Materialien, aus denen dieser bereitet wird, vorerst zu behandeln. Derselbe soll hydraulisch sein, d. h. die Eigenschaft haben, im Wasser zu erhärten, im Gegensatz zum Luftmörtel, der zu seiner Erhärtung den Zutritt von Luft erfordert.

Luftmörtel ist nun eine Mischung von Kalkhydrat mit einem Zusatz von Sand; die Verbindung beider ist rein mechanisch und die Erhärtung des Gemenges erfolgt durch Aufnahme von Kohlenäure aus der Luft. Beim hydraulischen Mörtel ist der Prozeß dagegen ein rein chemischer, und es ist dazu das Vorhandensein von Kiesel-erde, welche dem Kalk natürlich oder künstlich beigemengt ist, erforderlich. Unter Zutritt des Wassers bildet sich dann ein Kalksilikat, und der Prozeß wird erleichtert, wenn die Kiesel-erde in Verbindung an andere Mineralkörper gebunden

Breymann, Baukonstruktionslehre. IV. Stere Auflage.

vorkommt. Dies ist nun der Fall beim Thon, der die Kiesel-erde chemisch und mechanisch gebunden enthält und durch das Brennen zu einem bindefähigen Körper wird. Weitere Beimischungen, welche Einfluß auf die Bildung des Wassermörtels ausüben, sind Eisen- und Manganoxyd, auch Bittererde. Zuweilen kommen diese Stoffe in der Natur im richtigen Verhältnisse gemischt vor, sie bilden dann gebrannt und gelöscht den natürlichen hydraulischen Kalk,¹⁾ oder es wird eine künstliche Mischung vor dem Brennen vorgenommen, wobei künstlicher hydraulischer Kalk (Cement) als Produkt entsteht.

Der in der Natur vorkommende kohlen-saure Kalk ist nun entweder reiner Kalkstein (wie der Marmor und die meisten dichten Kalksteine), oder es kommen darin mannig-fache Verunreinigungen an Kiesel-erde, Thonerde, Talkerde, Eisen- und Manganoxyd vor, welche bis 50 Proz. der Masse betragen können. Kalksteine, in denen diese Nebenbestandteile nicht mehr als 8 Proz. ausmachen, ergeben beim Brennen den sogenannten fetten Kalk, der durch das Löschen sein Volumen erheblich vermehrt und einen starken Sandzusatz verträgt. Dagegen liefern die Kalk-gesteine mit einer größeren Menge von Nebenbestandteilen einen mageren Kalk, der nicht, wie der fette, in Gruben, sondern durch Besprengen mit Wasser gelöscht wird, wobei er zu Pulver zerfällt. Diese Kalke vergrößern ihr Volumen nicht beim Löschen, sie „gebeihen“ nicht, sind durch Thon- und Bittererde dunkler gefärbt und vertragen keinen so starken Sandzusatz, wie der fette Kalk.

Die hydraulischen Eigenschaften eines Kalkes werden nun vorzugsweise durch das Vorherrschende der Thon-erde bedingt. 10 Proz. Thon und Bittererde geben einen schwach hydraulischen Mörtel; sind 20 bis 30 Proz. beigemischt, so löst er sich noch gut und ist als Wasserfall auch unpulverisiert noch zu brauchen. Er verträgt einen starken Sandzusatz.

Beträgt der Thonerdegehalt einschließlich der chemisch gebundenen Kiesel-erde 30 bis 40 Proz., so muß das Gestein in der Regel schon künstlich zerkleinert, d. h. gemahlen werden. Steigt der Thonerdegehalt endlich über 50 Proz., so bedarf solch magerer Kalk zur Bildung von Mörtel sogar der Beimischung von fettem Kalk.

§ 32.

Romancement. Portlandcement.

Hydraulische Kalke giebt es an verschiedenen Orten, von besonderer Güte ist aber der in § 31 erwähnte, aus England bezogene und in Norddeutschland vielfach angewendete Romancement — in Frankreich „Ciment naturel“

1) Die von dem Engländer Parker 1796 im London-Clay entdeckten und zu Romancement verarbeiteten Kalksteinmieren gehören beispielsweise zu den natürlichen hydraulischen Kalken.

oder „Ciment Romain“. — Er wird aus Lesesteinen (Mergelnieren), welche in der Nähe der Insel Sheppey und an der Themsemündung im sogenannten London clay gefunden werden, gebrannt. Nach dem Brennen wird er gemahlen und kommt als ein braunes, sehr sorgfältig in Tonnen verpacktes Pulver in den Handel. Derselbe ist vor der Berührung mit der Luft zu schützen, wenn er nichts von seiner Bindkraft verlieren soll. Man kann ihn zwar ohne Sandzusatz verwenden, doch will man die Bemerkung gemacht haben, daß der Cement rascher erhärtet, wenn man ihm etwas reinen, scharfen Sand zusetzt. Ein Zusatz von mehr als der Hälfte Sand scheint die Güte des Mörtels nicht zu beeinträchtigen. Den Mörtel aus diesem Cement darf man nur unmittelbar vor seiner Verwendung bereiten, denn er erhärtet noch weit rascher als der aus Traß bereitete hydraulische Mörtel.

Ein guter Romancementmörtel ist nicht nur undurchdringlich für das Wasser, sondern er hält sich ebenso gut an der Luft, wo er abwechselnd naß wird und den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist, eine Probe, die der Traßmörtel nicht besteht. In Hamburg sind ganze Häuserfassaden mit Romancement gepußt worden und gewähren bei guter Ausführung große Dauer.

Das von Parker eingeschlagene Verfahren der Cementbereitung durch Zerkleinern, Brennen und nachheriges Pulverisieren des natürlichen Kalksteines hat bekanntlich eine große Nachahmung gefunden, indem die dafür geeigneten Kalksteine auch an anderen Orten vorkommen. So fand Lesage, sechs Jahre nach Parkers Entdeckung, in den Geröllen am Strande von Boulogne ein Material, welches dem Sheppesstone in der Zusammensetzung ähnlich war und einen vortrefflichen Romancement lieferte. — Bekannt sind auch der Romancement von Pilsberge bei Ösnabrück, von Ruffstein in Tirol u. a. m.

Da die Kalksteinarten, welche den Romancement liefern, jedoch nicht so allgemein verbreitet sind, wie Thon und kohlenaurer Kalk, lag es nahe, daß man Versuche anstellte, um durch künstliche Mischung beider Materialien einen Cement herzustellen, der dem Romancement an Güte gleichkäme. Solche Versuche unternahm Vicat 1818, Chambers 1821, Frost 1822, doch ohne sonderliche Erfolge.

Im Jahre 1824 ließ sich John Aspdin in Leeds ein Patent auf einen Cement geben, den er durch Brennen einer Mischung aus gelöschtem Kalk und Thon gewann. Er hatte im Aussehen und in der Härte einige Ähnlichkeit mit dem in London als Baustein gebräuchlichen Portlandstein und erhielt daher von dem Erfinder den Namen **Portlandcement**, der seitdem für die künstlich hergestellten Cemente allgemein angenommen ist; in Frankreich heißt er „Ciment Portland“. Es verging jedoch noch längere Zeit und gehörten mancherlei Erfahrungen dazu, ehe es

geling, einen so vorzüglichen Cement zu erzeugen, wie er jetzt von den renommierten Fabriken geliefert wird.

Bei der Fabrication werden die Rohmaterialien, nämlich kohlenaurer Kalk und kieselaurer Thon, meist im Verhältnis von 70 : 30 (im trockenen Zustande) gemahlen und geschlämmt und durch nochmaliges Schlämmen oder durch mechanische Mittel innig gemischt. (Zur Sicherstellung des Verhältnisses zwischen Thon und Kalk ist eine chemische Analyse unerläßlich.) Aus der Schlämme fließt der Rohcement in die Ablagerungsbassins, wo er so lange steht, bis das Wasser verdunstet; nun wird die teigartige Masse ziegelförmig herausgestochen, getrocknet und dann in Brennöfen gebrannt. Die Hitze muß so groß sein, daß die kieselaurer Thonerde aufgeschlossen und die Kohlenäure des Kalkes vollständig ausgetrieben wird. — Alkaliarmen Rohmaterialien muß noch ein Flußmittel (zur Beförderung des Zusammensinterns) zugefügt werden.

Das gar gebrannte Material kommt zunächst auf die Zerkleinerungsmaschine (Hartgußwalzen) und dann auf die Mahlgänge, wo es so fein als möglich gemahlen und zum Schluß gesiebt wird.

Das fertige Fabrikat ist ein scharfes, krytallinisches Pulver von grünlichgrauer Farbe; sein schnelles oder langsameres Binden hängt von der Zusammensetzung und dem Grade des Brennens ab. Im allgemeinen gelten die langsam bindenden Cemente für geeigneter zur Herstellung eines festen Mörtels, als die schnell bindenden.

Loose gemessen wiegt ein Hektoliter Portlandcement 120 kg; bei der Verpackung in Tonnen wird die Masse im Verhältnis von 5 : 4 verdichtet.

Für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandcement sind im Jahre 1877 auch für Deutschland gültige „Normen“ aufgestellt worden. Wir geben untenstehend die mittels Erlass vom 10. November 1878 vom Königl. Preussischen Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten aufgestellten Normen.¹⁾

1) **Normen** für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandcement, aufgestellt von dem königl. preussischen Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten mittels Erlass vom 10. November 1878.

I Das Gewicht der Tonnen und Säcke, in welchen Portlandcement in den Handel gebracht wird, soll ein einheitliches sein; es sollen nur Normaltonnen von 180 kg brutto und 170 kg netto, halbe Tonnen von 90 kg brutto und 83 kg netto, sowie Säcke von 60 kg Bruttogewicht von den Fabriken gepackt werden.

Streuverlust, sowie etwaige Schwankungen im Einzelgewicht können bis zu 2 Proz. nicht beanstandet werden.

Die Tonnen und Säcke sollen die Firma der betreffenden Fabrik und die Bezeichnung des Bruttogewichtes mit deutlicher Schrift tragen.

II. Je nach der Art der Verwendung ist Portlandcement langsam oder rasch bindend zu verlangen.

Portlandcement wird durch längeres Lagern langsamer bindend und gewinnt bei trockener, zugfreier Aufbewahrung an Bindekraft.

Die Bindekraft soll durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt und mit richtig konstruierten Zerreißungsapparaten vorgenommen werden. Sehr umfangreiche Versuche über die Festigkeit der Cemente hat Dr. Michaelis in Berlin angestellt (siehe dessen Broschüre „Zur Beurteilung des Cementes“. Berlin 1876). Die größte Zugfestigkeit, die er beim besten Cement ohne Sandzusatz beobachtete, betrug circa 100 kg pro Quadrat-

Für die meisten Zwecke kann langsam bindender Cement angewandt werden, und es ist diesem dann wegen der leichteren und zuverlässigeren Verarbeitung und wegen seiner höheren Bindekraft immer der Vorzug zu geben.

Als langsam bindend sind solche Cemente zu bezeichnen, welche in einer halben Stunde oder in längerer Zeit erst abbinden.

III. Portlandcement soll volumenbeständig sein. Als entscheidende Probe soll gelten, daß ein dünner, auf Glas oder Dachziegel ausgegossener Klüsch von reinem Cement unter Wasser gelegt auch nach längerer Beobachtungszeit durchaus keine Verkrümmungen oder keine Kantentrübe zeigen darf.

IV. Portlandcement soll so fein gemahlen sein, daß eine Probe desselben auf einem Siebe von 900 Maschen pro Quadratcentimeter höchstens 20 Proz. Rückstand hinterläßt.

V. Die Bindekraft von Portlandcement soll durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt werden. Daneben empfiehlt es sich, zur Kontrolle der gleichmäßigen Beschaffenheit der einzelnen Lieferungen, auch die Festigkeit des reinen Cementes festzustellen. Die Prüfung soll auf Zugfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen und mittels Probekörper von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitt und mit gleichen Zerreißungsapparaten. Die Zerreißungsproben sind an Probekörpern von 5 qcm Querschnitt der Bruchfläche vorzunehmen.

VI. Guter, langsam bindender Portlandcement soll bei der Probe mit 3 Gewichtsteilen Normaland auf ein Gewichtsteil Cement nach 28 Tagen Erhärtung — 1 Tag an der Luft und 27 Tage unter Wasser — eine Minimalzugfestigkeit von 10 kg pro Quadratcentimeter haben.

Bei einem bereits geprüften Cement kann die Probe, sowohl des reinen Cements als des Cements mit Sandmischung, als Kontrolle für die gleichmäßige Güte der Lieferung dienen.

Der Normaland wird dadurch gewonnen, daß man einen möglichst reinen Quarzsand wäscht, trocknet, durch ein Sieb von 60 Maschen pro Quadratcentimeter sibt, dadurch die größten Teile ausschleibt und aus dem so erhaltenen Sand mittels eines Siebes von 120 Maschen pro Quadratcentimeter noch die feinsten Teile entfernt.

Die Probekörper müssen sofort nach der Entnahme aus dem Wasser geprüft werden.

Cement, welcher eine höhere Festigkeit als 10 kg pro Quadratcentimeter zeigt (siehe oben), gestattet in den meisten Fällen einen größeren Sandzusatz und hat, aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, sowie wegen seiner größeren Festigkeit bei gleichem Sandzusatz, Anrecht auf einen entsprechend höheren Preis.

Bei schnell bindenden Portlandcementen ist die Zugfestigkeit nach 28 Tagen im allgemeinen eine geringere als die oben angegebene.

centimeter Querschnitt nach einem Jahre Erhärtung unter Wasser, und man darf jeden Cement, der in diesem Alter 70 kg pro Quadratcentimeter trägt, als vorzüglich bezeichnen.

Beim Mörtel aus Portlandcement und Sand ist die Hauptsache der Erhärtung in 3 Monaten abgewickelt, sie nimmt nach 6 Monaten nicht mehr wesentlich zu und ist mit Jahresfrist so weit beendet, daß ein Zuwachs fast nicht mehr nachzuweisen ist. Über das Mischungsverhältnis der Cementmörtel hat Dr. Michaelis Verhältniszahlen ermittelt. Danach kann man noch eine Mischung von Portlandcement mit 8 Teilen Sand anwenden, aber er fällt zu „kurz“ aus, es fehlt ihm die Plasticität. Diese kann jedoch durch Zusatz von etwas gelöschtem Kalk erreicht werden. Am besten ist es dabei, die trockene Mischung von Cement und Sand mit Kalkmilch abzuarbeiten und der Kalkmilch nur so viel Kalkbrei zuzusetzen, als notwendig ist, um den Mörtel bildsam zu machen.

Cementmörtel soll nach Dr. Erdmenger so trocken wie möglich verarbeitet werden, weil die Festigkeit mit der Verringerung des Wasserzuges zunimmt, indem der Cement sich dann dichter ablagert.

§ 33.

Puzzolane, Traß- und Traßmörtel.

Bei den künstlichen Cementen werden die Stoffe, welche die zu einem hydraulischen Mörtel erforderlichen Elemente enthalten, vor dem Brennen beigemischt, dann gemeinschaftlich gebrannt und hierauf zu Pulver zerkleinert. Im Gegensatz dazu ist das Verfahren bei der Darstellung sogenannter hydraulischer Mörtel ein abweichendes, indem hierbei gewöhnlicher fetter Kalk verwendet und dieser durch Beimischung gewisser Bestandteile geschickt gemacht wird, unter Wasser zu erhärten. Solche Zusätze sind: die Puzzolane, die Santorinerde und der Traß, ferner Ziegelmehl, auch Asche und Schlacken von Steinkohlen.

Die Puzzolane ist ein vorzüglicher vulkanischer Tuff, welcher in Italien am Abhange des Apennin, an den Ufern der Tiber, vorzugsweise aber am Fuße des Vesuv (bei Puzzuoli) gefunden wird und schon von den Römern statt des Sandes als Zusatz zum Mörtel benutzt wurde. Sie ist eine zerreibbare, meistens gelbbraune Masse und besteht aus 44,5 Kieselerde; 15 Thonerde; 8,8 Kalk; 4,7 Magnesia; 1,4 Kali; 4,1 Natron; 12,0 Eisen- und Titanoxyd; 9,2 Wasser.

Die Santorinerde ist ebenfalls ein vulkanisches Produkt (von der griechischen Insel Santorin), welches dort gegraben und ohne weiteres zur Mörtelbereitung benutzt wird. Sie ist hell graugelb oder rötlich und hat