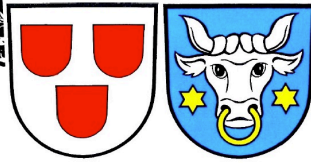




**Historischer Verein für Mittelbaden
Mitgliedergruppe Schiltach/Schenkenzell e.V.**



www.geschichte-schiltach-schenkenzell.de

Römerzement und Portlandzement – Zusammensetzung und Eigenschaften im Vergleich

von Rolf Pfefferle

Vorbemerkung

Bei einer Exkursion des Lehrstuhles für Beton- und Stahlbetonbau der Universität Karlsruhe besuchte ich als Student unter anderem auch das Kastell Saalburg im Taunus. Die vor dem Kastell gelegene Ruine des Römerbades zeigte damals noch eine römische Betonplatte auf kleinen Stützsäulen. Im Anschnitt der Betonplatte war eine Rotfärbung von feinem Ziegelsand aber auch zahlreiche Ziegelbrocken zu erkennen. Der Inhaber des Lehrstuhles Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Franz erklärte uns, dass man nicht weiß, warum die römischen Bauleute ihrem Beton Ziegelanteile beigemischt haben. Erst als ich selbst Vorlesungen über Beton- und Stahlbetonbau vorbereitete, fand ich den Grund dieser Beimengung.

Für das bessere Verständnis dieses Aufsatzes zunächst einige Erläuterungen zu den beiden Bindemitteln Kalk und Zement:

Kalk oder auch Baukalk genannt ist ein Bindemittel, das als Mauer- und Putzmörtel eingesetzt wird. Zum Abbinden (Erhärten) benötigt der Kalk das Kohlendioxid (CO_2) der Luft und Wasser. Er wird deshalb auch Luftkalk genannt. Unter Wasser bindet Kalkmörtel nicht ab, da das CO_2 der Luft fehlt. Bei der Kalkherstellung wird reiner Kalkstein bei etwa 900 °C gebrannt, dabei entweicht das CO_2 . Dem gebrannten Kalk wird nun so viel Wasser zugegeben, bis er zu trockenem Pulver zerfällt. Diesen Vorgang nennt man "Kalklöschchen". Der so gewonnene Löschkalk wird in Säcke für den Handel verpackt. Für das Verarbeiten des Kalkes zu Mörtel wird Sand und Wasser zugemischt. Kalk ist auf Dauer nicht wasserbeständig.

Zement oder auch Portlandzement genannt ist ein Bindemittel, das zum Erhärten nur Wasser benötigt – und bindet damit auch unter Wasser ab.

Zur Zementherstellung wird ein Kalkstein verwendet, der natürlichen Ton bzw. Mergel enthält und dieser kommt in der Natur in großen Mengen vor. Dieser Kalkstein benötigt eine Brenntemperatur von 1400 bis 1450 °C und kann nicht "gelöscht" werden, da er bis zur Sinterung gebrannt wurde. Der Klinkerstein muss in Zementmühlen fein gemahlen werden. Dieser Zement, der zum Abbinden nur Wasser benötigt, nennt man ein "hydraulisches" Bindemittel. Beton, der mit Zement gemischt wurde, bindet auch unter Wasser ab.

Römerzement:

Römerzement besteht aus einer Mischung von Luftkalk mit zugesetztem Ziegelmehl. Bei Betonplatten wurden oft, wie schon erwähnt, Ziegelbrocken im Kies als Zuschlag in die Mischung gegeben, siehe Bild 1. Diese Ziegelbrocken nahmen allmählich das Überschusswasser auf und sorgten dafür, dass der Beton eine bessere Druckfestigkeit erzielte.

Die Römer verwendeten diesen Zement für Putz und Beton immer dort, wo Bauteile mit Wasser in Berührung kamen wie See- und Flussbauten, Aquädukte, Badehäuser usw.



*Bild 1: Ziegelbrocken in römischen Betonplatten unter einem Mosaikboden.
Quelle: Andreas Hopson-Münch: Forum Traini, Römische Baukunst*

Der Römerzement aus gebranntem Kalk und Ziegelmehl ist geschichtlich schon aus der Zeit vor den Römern nachweisbar und kam vermutlich über die Griechen zu den Römern. Die Rezeptur des hier beschriebenen römischen Zementes findet sich in den 10 Büchern von Marcus **Vitruvius** Pollio, ein römischer Architekt und Ingenieur, das in die Zeit nach 33 v. Chr. abgefasst wurde*).

**) Vitruv: Baukunst, Bd. 2: 7. Buch; 1. Kapitel; Seite 97. Birkenhäuser - Verlag für Architektur, Basel (CH) 1995*

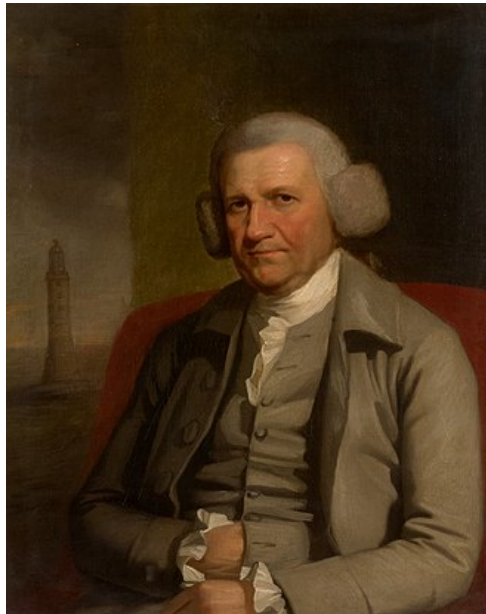
Die römischen Bauleute verwendeten als hydraulisches Bindemittel auch gebrannten Kalk mit Zusatz von Trass oder Puzzolan. Beides entsteht aus Tuff durch Erhitzen beim Ausbruch von Vulkanen.



*Bild 2: Mörtelputz mit Ziegelmehl (Splitt) an den Innenwänden einer römischen Wasserleitung
Foto: picture alliance/akg/ Bildarc*

Entdeckung der Herstellung von Portlandzement:

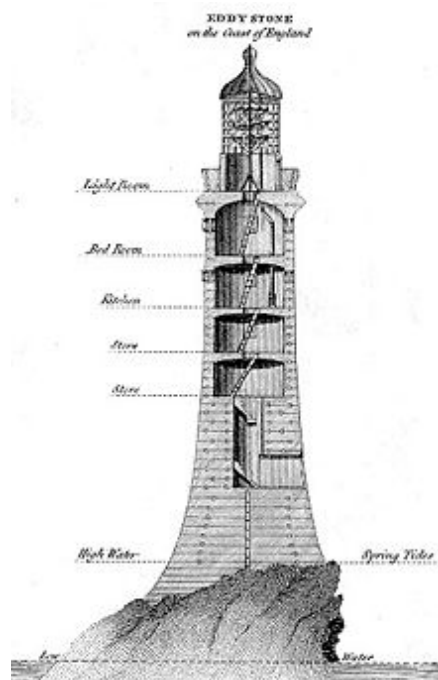
Portlandzement ist im Prinzip der beschriebene römische Zement mit zerstampften Ziegelbrocken. Der Mergel bzw. Ton, aus dem die Ziegel gebrannt werden, ist als natürliche Verunreinigung bereits im Kalkstein enthalten. Die erste Herstellung von Portlandzement gelang dem englischen Bauingenieur John Smeaton (*1724 - †1792).



*Bild 3: Porträt von John Smeaton, im Hintergrund links der Eddystone Leuchtturm
Bild: Quelle: Wikipedia.org/wiki/John_Smeaton*

Die Royal Society beauftragte im Jahr 1756 Smeaton mit der Aufgabe, einen Leuchtturm zu entwerfen und auf einer Felsklippe vor Plymouth im Ärmelkanal zu bauen.

Er gilt als der Vater des Bauingenieurwesens, da er die entsprechenden Grundlagen für diese Wissenschaft legte.



*Bild 4: Der Leuchtturm erbaut von Smeaton auf dem Eddystone-Riff
Quelle: Wikipedia.org/wiki/John_Smeaton*

Er wusste, dass der Luftkalk als Bindemittel unter Wasser ungeeignet war. So begann er die Suche nach einem Kalkstein, der bei der Herstellung von Mörtel bessere Ergebnisse im Blick auf die Haltbarkeit erzielt. Er untersuchte sogar Marmor, der unter hohem Druck und enormer Temperatur aus Kalkstein entstanden war.

Jedoch das Ergebnis war immer normaler Luftkalk!

Da hörte er von einem Kalkstein von der englischen Halbinsel Portland, der bessere Ergebnisse in Fragen der Haltbarkeit erzielen soll. Leider lässt dieser sich nicht löschen und muss zerschlagen werden. Smeaton lässt sich diesen Kalkstein aus einem Steinbruch von Portland besorgen. Er brannte ihn und zerschlug ihn zu Steinmehl, und genau das war es, was er suchte!

Smeaton ließ diesen Kalkstein von einem Chemiker untersuchen. Die damaligen Chemiker waren inzwischen von der Suche nach der Herstellung von Gold abgekommen und arbeiteten bereits mit Säuren. Der Chemiker löste den Stein in Säure auf und stellte richtig fest, dass er zumeist aus Kalk bestand. Es blieb eine graue Schlemme übrig, die er über der Flamme erhitzte. Diese färbte sich in der Hitze letztlich rot und er stellte weiter fest, dass es sich um Mergel handelt.

Dieser Kalkstein entsteht, wenn das Feinmaterial Mergel (Ton mit Schluff) im Wasser gleichzeitig mit Kalk ausgefällt und abgelagert wird. Mit der Feststellung der Rotfärbung erkannte ich sofort, dass die Zusammensetzung des Portlandzementes der des römischen Zementes entspricht! Smeaton erkannte dies nicht. Mergel entsteht, wenn Feinmaterial aus Ton und Schluff mit Kalk ausgefällt und abgelagert wird.

Als Erfinder des Portlandzementes wird meistens der Engländer Joseph Aspdin (1778 – 1855) genannt, so wie ich es auch gelernt habe. Er reichte 1824 ein Patent für das Bindemittel Portlandzement ein. Der eigentliche Erfinder ist jedoch John Smeaton.

Damit begann das Zeitalter des Zementes, Betons, Stahlbetons und Spannbetons.

Die Herstellung von römischem Ziegelbeton ist in nachrömischer Zeit bald in Vergessenheit geraten. Aber es gibt den Beweis, dass im Aachener Dom in nachrömischer Zeit zahlreiche Bauteile aus römischem Ziegelbeton hergestellt wurden (Bild 5).

Nach einer Vorlesung, in der ich die Geschichte des Römer- und Portlandzementes erläutert hatte, kam ein Student, aus Jugoslawien stammend, zu mir und erzählte, dass er – als Maurer auf der Baustelle eines Klosters arbeitend – folgendes Erlebnis hatte: Ein Mönch kam mit einem Buch auf die Baustelle und übersetzte, dass sie unter den Kalkmörtel zerstoßene Ziegelanteile mischen sollten. Der daraus hergestellte Beton band unter Wärmeentwicklung wesentlich schneller ab. Dieser Mönch, offensichtlich mit Lateinkenntnissen, hatte womöglich das einzige erhaltene antike Werk über Architektur von Vitruv zur Hand, in dem die Rezeptur des römischen Ziegelbetons steht!



*Bild 5: Mauerwerk des Aachener Domes aus Mörtel mit rotem Ziegelsplitt
Quelle: [wikipedia.org/wiki/Aachener_Dom](https://www.wikipedia.org/wiki/Aachener_Dom)*

Zusammenfassung:

Römerzement aus gebranntem Kalk mit Zusatz von zerstoßenem, gebranntem, roten Ziegel hat nahezu die gleiche Zusammensetzung wie der heutige Portlandzement. Dieser (Portland-)Zement wird aus Kalkstein hergestellt, der sich bereits bei seiner geologischen Sedimentation mit Ton/Mergel vermischt hat. Der glückliche Umstand, dass Smeaton seinen Kalkstein von einem Chemiker untersuchen ließ und den von der Säure nicht aufgelösten Rückstand nach Erhitzen sich rot färbte, führte zu meiner Erkenntnis, dass die beiden Zementsorten sich entsprechen.

Nachtrag:

John Smeaton beschäftigte sich auch als Maschinenbauer und versuchte die Leistung der damaligen Dampfmaschinen zu verbessern, die damals bei etwa nur 1 % lag und damit eine Unmenge Kohle verbrauchte. Er erreichte einen Wirkungsgrad von etwa 2 % und senkte damit den Kohleverbrauch um etwa die Hälfte. Er wurde nur durch James Watt (1736-1819) überboten, der einen Wirkungsgrad von etwa 3 % erreichte. Die Entwicklung der heutigen mit Druckdampf betriebenen Lokomotiven haben einen Wirkungsgrad von etwa 35 %.

Wolfach, im Mai 2020

Der Autor war über Jahre Leiter der Fachgruppe „Archäologie“ im Historischen Verein für Mittelbaden e. V.

Dieser Aufsatz war bisher unveröffentlicht erscheint auf dieser Homepage erstmals.