

Württemberg – ein frühes Zentrum europäischer Romanzement-Produktion

Über ein außergewöhnlich vielseitiges Bindemittel

Mehrere günstige Umstände führten dazu, dass westlich von Ulm Mitte des 19. Jahrhunderts eine industrielle Produktion von Romanzement entstand, die weit über Süddeutschland hinaus Bedeutung erlangte. Grundlage dafür waren die Mergelrohstoffe der Schwäbischen Alb, aber auch die Wasserkraft von Blau und Ach, die Vorkommen von Torf als Brennmaterial und die ab Ulm schiffbare Donau. Diese natürlichen Ressourcen sollten jedoch erst von Gustav Ernst Leube, einem Apotheker aus Ulm, erschlossen werden, der in seiner Doktorarbeit die Gesteine der Gegend um Ulm untersuchte und sie auch auf ihre wirtschaftliche Verwendbarkeit hin überprüfte. Mit unternehmerischem Fleiß legte er 1838 den Grundstein für die industrielle Produktion von Romanzement im Blautal. Große Mengen wurden in Süddeutschland, der Schweiz und Österreich verbaut. Vor allem die sich entwickelnde Eisenbahn und der Bau der Bundesfestung Ulm führten zu einer rasanten Expansion dieses neuen Industriezweigs, ebenso trug der schon 1843 einsetzende Export nach Wien zum guten Ruf des „Leube’schen Cements“ bei. Mit mikroskopischen Methoden lassen sich die Zemente, ihre Rohstoffe und Brennbedingungen charakterisieren. Dabei werden Dünnschliffe und Anschliffe der Mörtel mit dem Polarisationsmikroskop und Rasterelektronenmikroskop untersucht.

Thomas Köberle

Erfindung und Verarbeitung des Romanzements

James Parker meldete 1796 ein hydraulisches Bindemittel in England zum Patent an, das im Laufe der kommenden Jahre als Romanzement bekannt wurde. Der Name sollte an die dauerhaften römischen Mörtel erinnern. Im Unterschied zu dem bis dahin üblichen Kalk, der aus möglichst reinem Kalkstein gebrannt und gelöscht wurde, wird Romanzement aus Mergel hergestellt. Mergel ist ein mit Ton und feinstem Quarz „verunreinigter“ Kalkstein, der normalerweise von den Kalkbrennern ausgelesen und verworfen wurde. Dieser Mergel wird bei Temperaturen von 800 bis 1000 °C zu Klinker gebrannt und dann vermahlen. Mit Wasser angemacht, erhärtet dieses feine Pulver innerhalb kürzester Zeit und erreicht weit höhere Festigkeiten als reiner Kalkmörtel. Anders als die ebenfalls aus tonhaltigen Kalksteinen gebrannten hydraulischen Kalke, die zeitgleich auf dem Markt waren, verfügen Romanzemente über praktisch keinen freien Kalk und können daher nicht gelöscht werden.

Von England aus wurde Romanzement zunächst in Fässern über eine Agentur in Hamburg auch auf das Festland verschifft und stieß dort auf großes Interesse.

König Wilhelm I. von Württemberg beauftragte in den 1820er Jahren seinen Industriespion Friedrich Schmidt, das Geheimnis des „römischen Kitts“ zu ergründen, was diesem auch gelang. In einem umfangreichen Briefwechsel mit dem König bestätigte er, dass die Rohstoffe für die Produktion von Romanzement in Württemberg zu finden sein sollten und dass sich daraus ein neuer fruchtbarer Gewerbebezweig erschließen ließe.

Erste Versuche, in Württemberg Romanzement zu brennen, sind vom Ziegeleibesitzer Geysel aus Tuttlingen überliefert, der 1830 bis 1832 mit der Produktion begann. Auch der Maurer Johann Daniel Weil aus Gerhausen im Blautal unternahm ab 1834 Versuche. Beide brannten im bescheidenen Maßstab, hauptsächlich für den eigenen Bedarf und zum Verkauf in die nähere Umgebung.

1838 fing der Apotheker Gustav Ernst Leube mit ersten Brennversuchen in seiner Apotheke an. Ein





1 Bahnwärterhaus in Betonbauweise.

Glossar

Anschliff/Dünnschliff

In der Materialwissenschaft und Geologie werden Proben zur mikroskopischen Begutachtung als A. oder D. präpariert. Beim A. wird lediglich eine polierte Oberfläche erzeugt, die dann auflichtmikroskopisch untersucht wird. Beim D. wird ein 30 µm dickes Präparat angefertigt und mit Licht durchstrahlt. Das Licht verändert in materialcharakteristischer Weise seine Farben beim Durchgang durch Mineralien. Diese Veränderungen lassen sich zur Bestimmung von Mineralien nutzen.

Klinker

Durch Hitzeeinwirkung entstehen aus Kalk und Silikaten so genannte Klinker. Es finden ähnliche Vorgänge statt wie beim Brand von Keramik. K. sind hart und werden anschließend zu feinem Pulver vermahlen, das mit Wasser angemacht erhärtet. In den K. kommen die typischen in Zementmineralogie beschriebenen Minerale oder Phasen vor.

2 Schalbrettabdrücke an der Oberfläche des rötlichen Romanzements.

Jahr später erfolgte dann der erste größere Brand in einem Kalkofen. Leube war somit der Erste, der Romanzement aus gewerblichem Interesse brannte und diesen dann weiterverkaufte. Er kann zu Recht als der Pionier der württembergischen Zementproduktion gelten.

Noch im ersten Jahr der Produktion wurde Romanzement zu Ausbesserungsarbeiten am Ulmer Münster verwendet. Außerdem ließ Leube einen Betonbelag als Trottoir vor seiner Kronen-Apotheke in Ulm bauen. Dieser bewährte sich, und aus diesem Grund wurde 1840 ein Betonestrich im Ulmer Münster eingebaut, der von König Wilhelm I. besichtigt und gelobt wurde. Er blieb bis in die 1890er Jahre bestehen und wurde dann durch einen Natursteinbelag ersetzt.

Weitere große Lieferungen gingen in der Anfangszeit nach Altshausen zum Bau einer Zuckerfabrik und nach Augsburg zum Bau einer mechanischen Spinnerei und Weberei für Baumwolle.

Die bedeutendsten Abnehmer in der Folgezeit wurden jedoch die Eisenbahn und die Bundesfestung Ulm. Bevor auf diese beiden großen Bauprojekte näher eingegangen wird, soll nicht unerwähnt bleiben, dass Leube im Blau-, Ach-, und Schmiechtal nicht der Einzige blieb, der Romanzement produzierte. Zahlreiche Unternehmer versuchten ihr Glück. 1847 beispielsweise begann Eduard Schwenk in Gerhausen und später in Allmendingen mit der Produktion – die einzige Fabrik aus der Anfangszeit, die immer noch unter ihrem ursprünglichen Namen im Blautal besteht. Insgesamt waren es über 15 Unternehmer, die sich um Rohstoffe, Wasserkraft und den Absatzmarkt Konkurrenz machten. Walter Kneer spricht in seinem 2011 erschienenen Buch deshalb auch vom „Eldorado der Zementindustrie“.

Eisenbahn

Mit dem Eisenbahnbau wurde in Württemberg relativ spät, nämlich 1844 begonnen. Schon für den ersten Tunnel der Württembergischen Zentralbahn, den 1844 bis 1846 gebauten Rosenstein-

tunnel zwischen Stuttgart und Cannstatt, wurde Leubes Romanzement verwendet. In der Folgezeit wurde er außerdem für Brücken, Bahnhöfe und Betonschwellen eingesetzt. Eine Besonderheit stellt der Bau von Bahnwärterhäusern in reiner Betonbauweise dar. 1865 wurde die Donaubahn über das Blautal von Ulm nach Sigmaringen weitergeführt. Der damalige Bauinspektor Joseph Schlierholz experimentierte mit einer Bauweise, die als Stampflehm- oder Kalk-Pisé-Bau bereits bekannt war. Er ersetzte aber die traditionellen Baustoffe durch Roman- und auch Portlandzement. Ziel war es, kostengünstige Gebäude zu errichten, die durch das Fehlen von Holz absolut feuersicher sein sollten (Abb. 1). Deshalb wurde auch das Dach vollständig aus Gussbeton hergestellt, ein bis dahin nur in wenigen Bauten angewandtes Verfahren. Zunächst wurden drei Gebäude in der Gegend um Blaubeuren errichtet. Eines aus Romanzement, eines aus Portlandzement und ein drittes aus einer Mischung aus 75 Prozent Roman- und 25 Prozent Portlandzement. 1867 wurden die drei Bahnwärterhäuser mit einer Grundfläche von etwa 6 m × 8 m begonnen. Die Bauzeit betrug 3,5 bis 4 Wochen. 1870 beschrieb Joseph Schlierholz in einer Rückschau die Bautechnik und wie die Gebäude die bisherigen Einflüsse von Klima und Erschütterungen durch die Bahn überstanden hatten. Alle drei waren noch gut erhalten, lediglich die spitzbogig gewölbten Dächer erwiesen sich als Schwachstelle. Sie mussten schon bald mit Schiefer bedeckt werden. In den Aufzeichnungen lassen sich übrigens keine Hinweise auf Armierungen aus Eisen finden.

Es wurden noch weitere Bahnwärterhäuser in Betonbauweise errichtet. Im Blautal konnten durch den Verfasser zwei aufgefunden werden, die trotz Umbauten in Grundzügen der damaligen Planung entsprechen. Die ursprüngliche Materialsichtigkeit im rötlich, hellbraunen Farbton ist gut zu erkennen. Unter dem Deckputz sind an Fehlstellen auch noch die Schalbrettabdrücke zu sehen (Abb. 2). Wie erwähnt, waren dies nicht die ersten Betonhäuser, vor allem in England und Frankreich wurde damit vereinzelt schon länger experimentiert. Ungewöhnlich war aber in Württemberg die Ver-





wendung von Roman- und Portlandzement, die Errichtung des Daches in Betonbauweise und vor allem die Anzahl der in diesem Material erstellten Bauten. Bis zur Veröffentlichung von Schlierholz 1870 waren bereits zehn Gebäude in den unterschiedlichsten Mischungen und Verfahren erbaut. Somit konnte man in Württemberg im zweiten Drittel des 19. Jahrhunderts schon auf eine größere Erfahrung im Betonbau zurückgreifen.

Die Bundesfestung Ulm

Der Bau der Bundesfestung 1842 bis 1859 war für die Zementindustrie im Blautal wiederum ein großer Glücksfall. Diese für 100 000 Soldaten geplante Anlage erforderte enorme Mengen an Baumaterial. Leube gelang es schon frühzeitig, die Baumeister für sein neuartiges Bindemittel zu interessieren. Bisher ist nicht bekannt, welche Mengen an Romanzement für welche Einsatzgebiete Verwendung fanden. Erste Untersuchungen durch den Verfas-

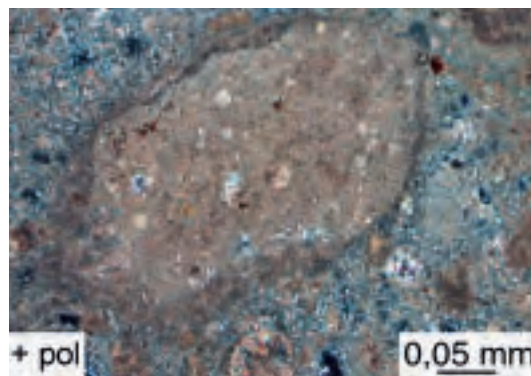
ser im Fort Oberer Kuhberg (Abb. 3) deuten jedoch darauf hin, dass Romanzement nicht für den gesamten Bau eingesetzt wurde – dies hätten Leube und die folgenden Produzenten im Blautal trotz Tag- und Nachtschichten auch nicht leisten können –, sondern dass er gezielt für besondere Bauanforderungen verwendet wurde.

So konnte Romanzement als Mauermörtel für Schießscharten und Wölbungen aus Ziegelstein nachgewiesen werden (Abb. 4). Ebenso war die ursprüngliche Verfugung der Kalksteinquader mit eingetiefter, schwarz angelegter Fugenlinie aus Romanzement gefertigt (Abb. 5).

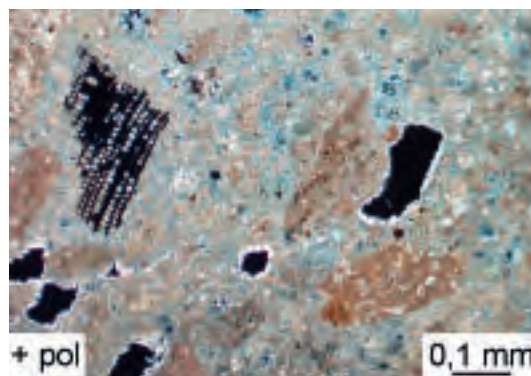
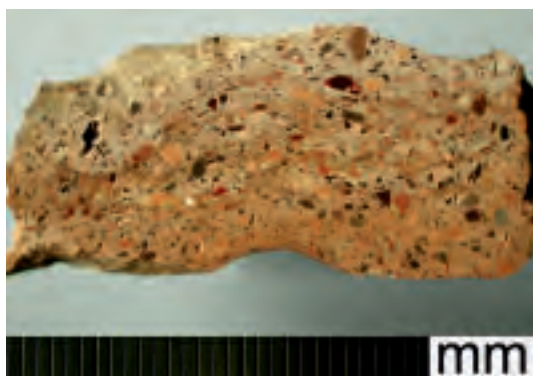
Im Anschluss erkennt man die rötlich-braune Farbe und das typische Gefüge des Romanzements (Abb. 6). Romanzementklinker wurden für heutige Verhältnisse sehr grob gemahlen und ohne Zuschläge verarbeitet. Das heißt, die verbleibenden größeren Klinkerkörner dienen auch als Stützkorn im Gefüge. Der Fugmörtel ist sehr stabil und auch in größeren Bereichen noch erhalten.

3 Bundesfestung Ulm, Luftbild des Forts Oberer Kuhberg.

4 Bundesfestung Ulm, Redit des Forts Oberer Kuhberg.



5 Bundesfestung Ulm, bauzeitlicher Fugenmörtel aus Romanzement mit eingetieftem, schwarz angelegtem Fugenstrich.



6 Anschlag des bauzeitlichen Fugenmörtels aus Romanzement.

7 Klinkerkorn mit Mergelrelikten im Dünnschliff (Polarisationsmikroskop).

8 Holzkohlepartikel aus Nadelholz als Relikt der Befeuerng (Polarisationsmikroskop).



9 Bundesfestung Ulm, Erweiterung von 1879 im Fort Oberer Kuhberg.

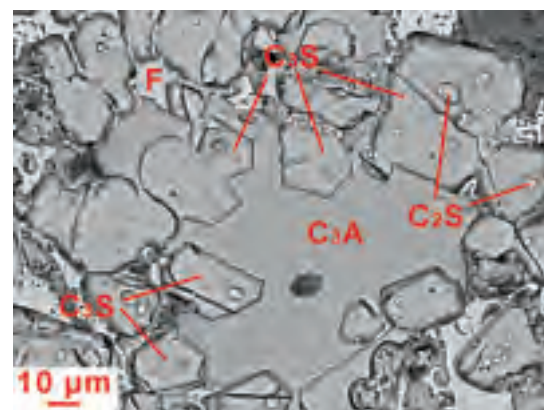
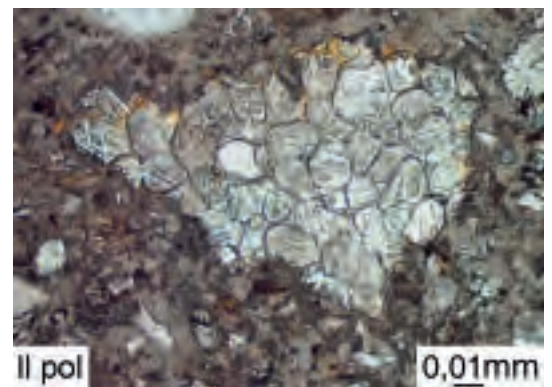
Im Dünnschliff (Abb. 7) sind ebenfalls die Klinker in der Matrix erkennbar. Man erkennt oftmals Relikte vom ehemaligen Mergelgefüge. Sie erscheinen nicht homogen kristallin (vgl. Abb. 10 der folgenden frühen Portlandzemente). Es handelt sich um typische Niederbrandklinker, die in einem Temperaturbereich zwischen 700 und 800 °C gebrannt wurden. Im folgenden Bild erkennt man Reste des Brennmaterials (Abb. 8). Der schwarze Partikel ist ein Stück Holzkohle, das beim Brennen aus dem Feuerholz entstanden ist und mit dem Klinker vermahlen wurde. Alleine mit Holzfeuerung, in diesem Fall ein Nadelholz, ist es kaum möglich, in einem Schachtofen die nötige Temperatur für die Bildung gut kristalliner Klinker zu erzeugen. Deshalb experimentierte Leube auch schon früh mit Torf und Braunkohlen.

Durch fortlaufende Umbaumaßnahmen entwickelte sich die Bundesfestung auch nach der eigentlichen Bauzeit weiter. Und immer wurden dabei die aktuell zur Verfügung stehenden Materialien eingesetzt. Die Bundesfestung ist somit auch als besonderes Zeugnis der technischen Entwicklung der Baustoffe zu sehen. In den Erweiterungen von 1879 (Abb. 9) wurde ein früher Portlandzement verwendet. Dieser zeichnet sich durch besonders schön entwickelte, große, kreuzgestreifte Belite aus (Abb. 10), aber auch ein hoher Alitanteil ist als Beleg für einen Portlandzement im Rasterelektronenmikroskop nachweisbar (Abb. 11). In den teilweise sechseckigen Aliten (C_3S) sind runde Belite (C_2S) als gepanzerte Relikte zu sehen. Diese konnten nicht mehr zu Alit reagieren, der Nachschub an

Calcium war durch das umgebende Alit abgeschnitten. Der grob kristalline Aluminatanteil (C_3A) deutet auf eine langsame Kühltemperatur der Klinker und eine schnelle Frühfestigkeit des Mörtels. Die Bildung von Alit und somit Portlandzement wurde erst durch höhere Temperaturen möglich. Diese konnten nur durch die Umstellung von Holz- beziehungsweise Torf- auf Koksbrand erreicht werden.

10 Klinkerpartikel mit runden kreuzgestreiften Beliten (Polarisationsmikroskop).

11 Klinkerpartikel mit idiomorphen sechseckigen Aliten (C_3S) und gepanzerten runden Belitrelikten (C_2S). Die Alite sind in eine aluminium- bzw. eisenreiche Schmelzphase eingebettet (C_3A/F) (Rasterelektronenmikroskop).



Fazit

Romanzement wurde in den Tälern der Blau, Ach und Schmiech seit 1839 in immer größerem Ausmaß hergestellt und bis weit über die Landesgrenzen exportiert. Die Produktion verringerte sich erst langsam mit dem Aufkommen des Portlandzementes in den 1870er Jahren. Für über 30 Jahre war es somit das Bindemittel für anspruchsvolle Bauvorhaben wie beispielsweise Brücken, Tunnel, Eisenbahn- und Festungsbauten. Aber auch zahlreiche andere Verwendungen wurden erprobt. Gegossene Figuren, Röhren, Wegeplatten, Zisternen, Bottiche und vieles mehr wurde aus diesem dauerhaften Material hergestellt. Daneben wurde beispielsweise der Kanalbau in Ulm ab 1870 mit dem Baubeginn der Ulmer Neustadt vollständig auf Betonbauweise in Romanzement umgestellt – zu einer Zeit, als in Berlin gerade damit begonnen wurde, überhaupt eine Kanalisation zu erbauen. Dass er auch als Anstrich auf Holz gegen Feuer und Hausschwammbefall Verwendung fand, ist ebenso wie die vorher genannten Beispiele dem umtriebigen Geist von Gustav Leube zu verdanken, der zeitlebens neue Einsatzmöglichkeiten für Romanzement suchte.

An der rötlich-braunen Färbung und der hohen Festigkeit ist er zu erkennen, teilweise ist er mit Terakotta zu verwechseln. Mit mikroskopischen Methoden lässt sich das Material sicher identifizieren, wobei Brennbedingungen, Rohstoffe und Verarbeitungsmerkmale abgeleitet werden können. Da sich die Zemente ständig weiterentwickelten, sind die frühen Bahnbauten, die Bundesfestung Ulm und andere Bauwerke aus diesen Materialien auch von großer Bedeutung für das Verständnis der Technikgeschichte der hydraulischen Bindemittel. Durch die Untersuchung der Materialien und im Hinblick auf die lange Expositionszeit lassen sich positive wie negative Eigenschaften von Romanzement bestimmen. Als positiv kann oft der gute Erhaltungszustand des Materials und somit die Dauerhaftigkeit erkannt werden sowie das farblich harmonische Zusammenspiel mit Naturstein. Des Weiteren ist die hohe diffusionsoffene Kapillaraktivität und damit einhergehende Salzbeständigkeit zu erwähnen. Als störend wird teilweise ein lediglich optisch relevantes Rissssystem wahrgenommen, das bei Putzfassaden aufgrund der Verwendung von Romanzement ohne weiteren Zuschlag entstand. Die analysierten Parameter können im Rahmen des von der EU geförderten Forschungsprojektes ROCARE in die Nachstellung des Bindemittels einfließen. Somit steht heute wieder ein historisches Bindemittel zur Verfügung, das für annähernd 100 Jahre vom Markt verschwunden war. Wie in der Vergangenheit, beispielsweise am Freiburger und Ulmer Münster, kann Roman-

zement in Zukunft in der Denkmalpflege zu Restaurierungszwecken herangezogen werden.

Danksagung

Diese Arbeit entstand im Rahmen des von der EU geförderten Forschungsprojektes ROCARE. Für weitere Informationen siehe: www.rocare.eu
Dem Projektleiter Prof. Johannes Weber danke ich für das stete Interesse und die Unterstützung bei dieser Arbeit. Ebenso wie ihm danke ich Dr. Farkas Pintér vom BDA Wien für die spannenden gemeinsamen Stunden am Mikroskop.
Dem Geschäftsführer der Leube GmbH in Garteinau, Herrn Mag. Rudolf Zrost, danke ich für die Möglichkeit, das Tagebuch des Firmengründers auswerten zu dürfen. Dem Vorstand des Förderkreises Bundesfestung Ulm, Herrn Matthias Burger, danke ich für die gute Zusammenarbeit bei der Untersuchung der Festung Oberer Kuhberg.

Literatur

Johannes Weber/Georg Hilbert: Romanzement – ein hydraulisches Bindemittel des 19. Jahrhunderts mit interessanten Zukunftsperspektiven für Mörtelanwendungen in der Restaurierung und im Bauwesen, in: Natursteinsanierung Stuttgart, 2012, hv. v. Patitz/Grassegger/Wölbert, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart 2012.
Walter Kneer: ... bittet auf dem Gewand Galgenberg „Hitrauschen Kalkstein“ brechen zu dürfen ... – Geiselmann-Printkommunikation, Laupheim 2011.
Hermann Trautwein: Dr. Ernst Gustav Leube, ein Pionier der deutschen Zementindustrie, in: Schwäbische Heimat, 2009, Heft 4, S. 470–475.
Helmuth Albrecht: Kalk und Zement in Württemberg. Industriegeschichte am Südrand der Schwäbischen Alb, hg. vom Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim, Mannheim 1991.
Helmut Leube: Ein Pionier in der Zementindustrie. Gustav Ernst Leube (1808–1881), Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades an der philosophischen Fakultät der Universität Wien, Wien 1969.
Joseph Schlierholz: Ueber Beton-Verwendung zu Hochbauzwecken, hauptsächlich zu ganzen Gebäuden, in: Allgemeine Bauzeitung Wien 1870, S. 260–265.
Gustav Leube: Geognostische Beschreibung der Umgegend von Ulm mit besonderer Rücksicht auf das chemische Verhalten und die technische Anwendung ihrer Vorkommnisse (Beiträge zur Kunde der Jura- und Süßwasser-Kalk-, insbesondere der jüngsten Süßwasser-Kreide-Formation), Ulm 1839.

Dipl. Geologe Thomas Köberle

*Geologie – Denkmalpflege – Bauforschung
Nordstraße 39
01099 Dresden*

Stampflehm- oder Kalk-Pisé-Bau

Bei beiden Verfahren wird eine zunächst plastische Masse in eine Schalung gestampft. Dort erhärtet diese, und die Schalung kann entfernt werden. Diese historischen Bauweisen, einmal mit dem Bindemittel Lehm und im anderen Fall mit dem Bindemittel Kalk, sind dem heutigen Betonbau vergleichbar. Lediglich das Bindemittel ist unterschiedlich.

Zementmineralogie/ Alite/Belite

In Portlandzementen kommen hauptsächlich zwei Zementminerale vor. Im größeren Anteil Alit – ein Calciumsilikat mit einem Calcium-/Siliziumverhältnis von 3:1 – und Belit, ebenfalls ein Calciumsilikat mit einem Calcium-/Siliziumverhältnis von 2:1. Diese C₃S bzw. C₂S genannten Phasen lassen sich mikroskopisch durch ihre Form unterscheiden. In Romanzementen kommen kaum Alite vor, da dafür die Brenntemperaturen nicht ausreichend hoch waren.