



Romanzement

Johannes Weber, Thomas Köberle, Farkas Pintér, Karl Stingl

Romanzemente sind seit einigen Jahren wieder verstärkt in den Blickwinkel der Restaurierung und Konservierung gerückt. Ein Grund war die intensive wissenschaftliche Beschäftigung im Rahmen von zwei EU-finanzierten Forschungsprojekten. Das erste, ROCEM (Roman Cement to Restore Built Heritage Effectively, 2003-06) legte den Fokus hauptsächlich auf die Erforschung historischer Hintergründe, materialtechnischer Eigenschaften und der ursprünglichen Verwendung. Das zweite Forschungsprojekt, ROCARE (Roman Cements for Architectural Restoration to New High Standards, 2009-12), setzte sich zum Ziel, europaweit über diese historische Technologie zu informieren sowie Romanzemente wieder für den Markt verfügbar zu machen. In beiden Projekten waren die Autoren der vorliegenden Schrift maßgeblich beteiligt. Zahlreichen weiteren Projektpartnern aus verschiedenen Ländern Europas, die hier nicht namentlich genannt werden können, ist es zu verdanken, dass wir heute über einen gut fundierten Wissensstand verfügen, der den Ausführungen dieses Arbeitsblatts zugrunde liegt. Für eine tiefer gehende Beschäftigung mit dem Thema Romanzement aus historischer, naturwissenschaftlicher und anwendungstechnischer Sicht sei hier ein Besuch der Website des ROCARE-Projekts empfohlen: www.rocare.eu

Definition und historischer Hintergrund

Die Bindemittelbezeichnung „Romanzement“ ist im modernen europäischen Normenwesen nicht definiert, weswegen es nötig ist, auf ältere Spezifikationen zurückzugreifen. Im einschlägigen Schrifttum tauchen neben Romanzement auch folgende gleichbedeutende Begriffe auf: Romankalk (vor allem in Deutschland, ab dem 20. Jh.), Zementkalk (in der altösterreichischen Literatur), einfach nur Zement oder Naturzement¹. Letztere Bezeichnung ist heute in den meisten europäischen Ländern in den jeweiligen Landessprachen am weitesten verbreitet, um ein hochhydraulisches, also wasserhärtendes, Mörtelbindemittel zu benennen, das bei niedrigen Temperaturen aus einem Naturstein gebrannt wird und anschließend gemahlen in den Handel kommt. Werkseitige Zusätze sind nicht vorgesehen.

Diese Charakterisierung entspricht im Wesentlichen derjenigen in den historischen Handbüchern, wo sich beispielsweise folgende Beschreibung findet, die zugleich eine Abgrenzung gegenüber anderen hydraulischen Bindemitteln bietet: *„Der Romanzement ist [...] wie der hydraulische Kalk ein Naturprodukt. Nach verschiedenen Richtungen hin unterscheidet er sich jedoch von dem letzteren. Die Mergel, aus denen er erbrannt*

wird, weisen einen viel höheren Kieselsäuregehalt auf, in Folge dessen die Prozente Ätzkalk zurückgehen. Es sind besonders tonreiche Mergel mit einem Gehalt von bis zu 30% Tonsubstanz. Von dem Portland-Zement und den Puzzolan-Zementen hinwiederum unterscheiden sich die Romanzemente wesentlich dadurch, dass ihre Mergel nicht wie die Portlandzementklinker bis zur völligen Austreibung der Kohlensäure gebrannt werden, während die Puzzolanzemente künstliche Mischungen sind“².

Eine ältere und mehr auf die Eigenschaften gerichtete Charakterisierung gibt TARNAWSKI³: *„Cement-Kalk (Roman-Cement, hydraulischer Cement) ist ein Kalk mit so wesentlich hydraulischen Eigenschaften, dass das aus den gebrannten Steinen durch Mahlen künstlich erzeugte Pulver unter Wasser anzieht und in ganz kurzer Zeit erhärtet. Wenn diese gebrannten Steine der Luft ausgesetzt, oder mit Wasser besprengt werden, zerfallen dieselben*

NF P 15-314: Liants hydrauliques – Ciment prompt naturel. Hydraulische Bindemittel – Naturschnellzement. Norme française, Feb. 1993

UNE 80399: Cementos naturales. Definiciones, clasificación y especificaciones de los cementos naturales. Cement. Definitions, classification and specifications for natural cements. Norma Española, Mayo 2006

2 KIEPENHEUER, L. (1907): Kalk und Mörtel, Selbstverlag, Köln, S. 85

3 TARNAWSKI, A. (1887): Kalk, Gyps, Cementkalk und Portland-Cement in Oesterreich-Ungarn, Selbstverlag, Wien, S. 129

1 Für Naturzemente bestehen in Europa derzeit zwei nationale Normen, die allerdings aus verschiedenen Gründen den Romanzement im historischen Sinn nicht ausreichend beschreiben:

nicht, sondern müssen vor ihrer Verwendung erst gemahlen werden“.

Roman- oder Naturzemente tauchen im Verlauf der Jahrtausende alten Suche nach hydraulischen Mörtelbindemitteln, die unter Wasser erhärten und beständig sind, erst recht spät auf. Es ist dem Einsatz der frühen Industrialisierung in England zu verdanken, dass der Weg zu Bindemitteln, die aus tonhaltigen Kalksteinen gebrannt wurden, im 18. und 19. Jahrhundert systematisch beschriftet wurde. Bis dahin waren sowohl die hydraulischen Kalke als auch die puzzolanischen Kalktechniken, die vor allem im antiken Rom als opus cementitium oder Römischer Beton von überragender Bedeutung waren, nur gelegentlich und regional begrenzt verwendet worden. Naturzemente wurden vermutlich auch deshalb erst spät entwickelt, da sie maschinell gemahlen werden müssen und durch ihre hohe Hydraulizität nicht gelöscht werden können. Damit unterscheiden sie sich grundlegend von den über Jahrtausende gewohnten Kalkbindemitteln.

Nachdem bereits unter anderem der Engländer John Smeaton das Prinzip erkannt hatte, wonach Tonanteile dem Branntkalk hydraulische Eigenschaften verleihen⁴, gilt das Jahr 1796 als die eigentliche Geburtsstunde des Romanzements, als dem Engländer James Parker das Patent zur Herstellung eines Zements verliehen wurde, den er selbst kurz darauf unter der Bezeichnung „Parker's cement“ zu vermarkten begann⁵.

Die weitere Erfolgsgeschichte des Romanzements beschränkte sich zunächst auf England bzw. vereinzelte Exporte nach Kontinentaleuropa und Amerika, wo erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts eine eigene Zementindustrie entstand. Die Erfindung von William Aspdin im Jahre 1843, ebenfalls in England, gilt als die Geburtsstunde des Portlandzements. Dieser bei wesentlich höheren Temperaturen

4 Als erste und bekannteste Anwendung dieser Entwicklung gilt der Eddystone-Leuchtturm im Südwesten Englands (1756-59).

5 British Patent No. 2120 vom 28. Juli 1796 „A certain Cement or Terras to be used in Aquatic and other Buildings, and Stucco Work“



Abb. 1: Fass für die Lagerung und den Vertrieb von Zement aus einer Werbung gegen Ende des 19. Jahrhunderts.

gebrannte Zement wurde in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts parallel zum Romanzement hergestellt, verdrängte diesen jedoch zuletzt.

In Kontinentaleuropa war die Zementindustrie zu dieser Zeit erst in der Entstehung begriffen, sodass hier bis zur Wende zum 20. Jahrhundert Romanzemente in vielen Ländern marktführend waren, dann allerdings sehr rasch dem hoch gebrannten Konkurrenzprodukt das Feld überlassen mussten. Da diese Periode mit dem Bauboom vieler europäischer Städte zusammenfällt, sind Romanzementmörtel und sogar – betone im städtischen Architekturerbe immer noch sehr stark vertreten.

Nach dem ersten Weltkrieg spielten Romanzemente in den meisten europäischen Ländern nur noch eine Nebenrolle und waren zum Ende des 20. Jahrhunderts bereits weitgehend vom Markt verschwunden, bis sie in den vergangenen Jahrzehnten gewissermaßen wiederentdeckt wurden. Derzeit sind sie im Begriff, sich vor allem in der Denkmalpflege und Restaurierung eine Marktnische zu erobern.

Die geschichtliche Entwicklung des Romanzements in Deutschland

Als das 1796 an James Parker vergebene Patent im Jahr 1801 auslief, wurde der Name Romanzement von sei-

nen Konkurrenten Francis & Wyatt als Handelsname eingeführt, um sich von dem Parker'schen Produkt abzuheben⁶. Schon sehr früh, im beginnenden 19. Jahrhundert, wurde Romanzement über eine Handelsvertretung in Hamburg nach Deutschland exportiert und, in Fässern verpackt (vgl. Abb. 1), hauptsächlich per Schiff über Flüsse vertrieben⁷.

In Deutschland beschäftigten sich zunächst zwei Wissenschaftler mit der Untersuchung dieses neuartigen Bindemittels. J.F. John, ein Professor der Chemie in Berlin, war der erste, der 1819 die hydraulische Reaktion richtig interpretierte⁸. 1829 betonte der Mineraloge J.N. Fuchs in München den Einfluss der Kieselsäure auf die Erhärtungsreaktion⁹. Das Interesse an

6 Mallet (1829): Über den Cement von Pouilly und andere Cemente – In: Journal für die Baukunst (1831); Hrsg. Dr. A.L. Crellé, Berlin, S. 52 – 79

7 QUIETMEYER, F. (1911): Zur Geschichte der Erfindung des Portlandzementes – Verl. der Tonindustrie-Zeitung, Berlin, S. 70

8 JOHN, J. F. (1819): Ueber Kalk und Mörtel im Allgemeinen und den Unterschied zwischen Muschelschalen- und Kalksteinmörtel insbesondere; nebst Theorie des Mörtels – printed by Duncker und Humblot, Berlin, S. 1 – 112

9 FUCHS, J. N. (1829): Ueber den Kalk und Mörtel – in: Journal für technische und ökonomische Chemie, Bd: VI, 1, S. 1-162

diesem vielseitigen Bindemittel blieb jedoch nicht auf die Wissenschaft beschränkt. Man wollte nicht nur dem Geheimnis der chemischen Reaktionen auf die Spur kommen, sondern vor allem durch eigene Produktion unabhängig von den teuren Importen aus England werden. So sendete beispielsweise im Jahre 1820 der württembergische König Wilhelm I seinen Industriespion Friedrich Schmitt nach England, um das Rätsel des „römischen Kitts“ zu ergründen¹⁰. Auch in Bayern blieb man nicht untätig: 1830–31 reiste Herr Schmitz von der Porzellanfabrik Nymphenburg mit demselben Ziel nach England¹¹. Vor allem die Schlussfolgerung von J.N. Fuchs, dass in Bayern und umliegenden Landen genügend Rohmaterial, namentlich Mergel, zu finden sei um dieses hydraulische Bindemittel zu produzieren, rief die Praktiker auf den Plan. Zu nennen wäre hier zunächst F. Panzer, der 1829 erste erfolgreiche Versuche in der Nähe von Würzburg unternahm¹². Zeitgleich begannen in der Umgebung von München mehrere Unternehmer mit der Produktion¹³.

Rechel & Gasteiger lieferten sogar Romanzement für Verputzarbeiten am neuen Königspalast in München, was auch vom Architekten Klenze 1833 gewürdigt wurde, und sie begannen mit Versuchen zur Herstellung

von Dachsteinen aus Zement¹⁴. Koch in Cassel (1835)¹⁵ und Zenner in München (1837)¹⁶ publizierten eine Anleitung zur Anwendung ihrer Zemente, da sehr oft durch falsches Verarbeiten fehlerhafte Resultate erzielt wurden. An dieser Stelle soll auch darauf hingewiesen werden, dass der Begriff Romanzement in der historischen Literatur, gerade zu Beginn des 19. Jh., nicht allgemein geläufig war. Romanzement war ein Produktname für den Zement aus England. In der zitierten Literatur wird meist von hydraulischem Kalk geschrieben. Lediglich die Art der Verarbeitung, nämlich Mahlen statt Löschen, deutet darauf hin, dass es sich um einen Romanzement in unserem heutigen Sinne handelte.

Neben den Versuchen im Umfeld des Mineralogen Fuchs in München und Franken wurden ab 1836 auch in Heldburg in Thüringen Versuche zur Produktion unternommen¹⁷. Es blieb

aber dem Apotheker Leube aus Ulm vorbehalten, Romanzement im großen Stil und für eine breite Anwendung zu produzieren. Nachdem vor ihm schon Versuche von Geysel in Tuttlingen (1830-32) und Weil in Ulm (1834) unternommen worden waren¹⁸, konnte Leube 1838 die erste industrielle Produktion im Blautal bei Ulm beginnen¹⁹. Erste Lieferungen wurden für Reparaturarbeiten und einen Estrich im Ulmer Münster verwendet. Leube verstand es nicht nur, Romanzement zu produzieren, er konnte die Qualität seines Produkts auch beim Bau zahlreicher Staatsbauten belegen. Vor allem beim Bau der Bundesfestung Ulm (1842-59) und dem Eisenbahnbau wurden auch innovative Bauvorhaben in Romanzement verwirklicht. Zu nennen wären beispielsweise der Bau des Rosensteintunnels in Stuttgart (1844-46) und der Bahnwärterhäuser in Betonbauweise im Blautal (1867)²⁰, (siehe Abb. 2).

Das Blautal entwickelte sich zu einem Zentrum der Romanzement-

10 ALBRECHT, H. (1991): Kalk und Zement in Württemberg / Industrie-geschichte am Südrand der Schwäbischen Alb. Herausgegeben vom Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim; Verlag regionalkultur 1991; S. 125-128.

11 DEMPP, K. W. (1838): Ueber Benutzung des Märgelkalkes zu hydraulischem Kalk im Allgemeinen, und dessen Anwendung in Bayern insbesondere – in: Allgemeine Bauzeitung; Hrsg. Ludwig Förster, Wien, Nr. 49-51, S. 442-443, 447-450, 454-457.

12 KÖBERLE, T. (2013): Innovative Baustoffe – Stammt der erste deutsche Romanzement aus Franken? in: Franken unter einem Dach, S. 67–73

13 DEMPP, K. W. (1838): Über Benutzung des Märgelkalkes zu hydraulischem Kalk im Allgemeinen und dessen Anwendung in Bayern insbesondere – in: Allgemeine Bauzeitung; Hrsg. Ludwig Förster, Wien, Nr. 49-51, S. 443

14 NN (1833): Den hydraulischen Kalk betreffend – Kunst und Gewerbeblatt, neunzehnter Jahrgang, Heft V, S. 413

15 KOCH, E. (1851): Gesammelte Erfahrungen über die Verarbeitung und verschiedenen Anwendungen des Cement aus der Cementfabrik von Ernst Koch – Hrsg. T. Fischer, Cassel, S. 1–46

16 ZENNER, U. (1837): Praktische Anleitung zur vortheilhaften Anwendung und Verarbeitung des hydraulischen Kalkes – in: Centralblatt des landwirtschaftlichen Vereins in Bayern, 28. th. Jahr, Ausgabe März 1838, S. 144–152

17 WEISE, G. (2009): Die Herstellung von Romanzementen in Thüringen – Beiträge zur Geologie in Thüringen N. 16, S. 199-217.

18 ALBRECHT, H. (1991): Kalk und Zement in Württemberg – Hrsg. Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim, gedruckt von verlag regionalkultur, S. 126 & 129

19 LEUBE, G.E. (1839): Geognostische Beschreibung der Umgegend von Ulm – Gedruckt von Ebner, Ulm, S. 31

20 KÖBERLE, T. (2012): Württemberg – Ein frühes Zentrum europäischer Romanzement-Produktion, über ein außergewöhnlich vielseitiges Bindemittel – in: Denkmalpflege in Baden Württemberg, Bd. 4, S. 237-241

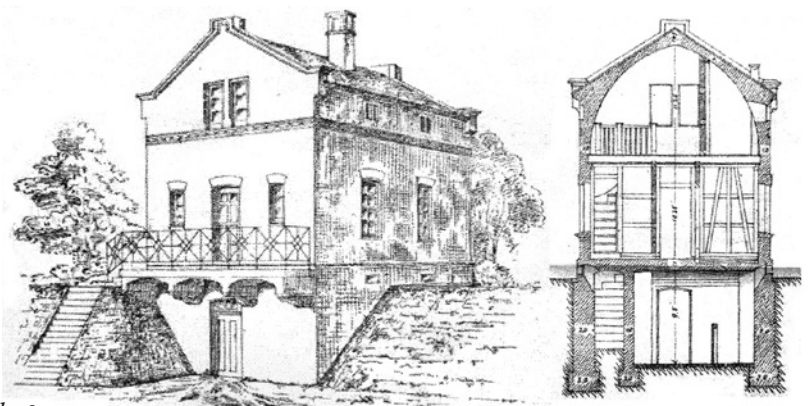


Abb. 2: Aus Romanzement in Stampfbetontechnik erbautes Bahnwärterhaus im Blautal bei Ulm. (Abb. aus Schlierholz, J. (1870): Ueber Beton-Verwendung zu Hochbauzwecken, hauptsächlich zu ganzen Gebäuden, in: Allgemeine Bauzeitung Wien 1870, S. 260-265.

produktion, 1847 wurde unter anderem die heute noch dort ansässige Zementfabrik Schwenk gegründet. Man lieferte in den gesamten süddeutschen Raum, in die Schweiz und über die Donau sogar bis Wien.

In Norddeutschland wurde 1842 Althof in Bielefeld mit einer Goldmedaille für seinen Romanzement gewürdigt. Diese wurde vom „Verein für Gewerbefleiß in Preußen“ für denjenigen ausgelobt, der aus einem lokalen Material einen Zement produziert, der dieselbe Qualität wie der britische Romanzement hat²¹. Ebenfalls in Preußen produzierte die königliche Ziegelmanufaktur Joachimsthal einen Romanzement. Das Besondere an diesem Material war, dass es sich um einen Romanzement aus einer künstlichen Mischung von Mergel, Ton und Ocker handelte²², während üblicherweise natürlich vorkommende Mergelvorkommen verwendet wurden. Brunkhorst & Westphalen in Buxtehude produzierten seit dem Jahr 1842 Romanzement aus exportiertem englischen Mergel von den Sheppey Inseln, und seit 1846 wurde in Uetersen, ebenfalls in der Nähe von Hamburg, Romanzement und seit 1851 auch Portlandzement produziert²³.

Die einzige bisher bekannte Produktion in Sachsen zumindest bis 1852, war in Döhlen bei Dresden²⁴. Auch hier wurden künstliche Mischungen zu Roman- und Portlandzement verarbeitet.

In Tarnowitz (heute Polen) wurde seit 1836 Romanzement aus einem Dolomitmergel für den Festungsbau in Neisse und Posen gebrannt²⁵.

In Deutschland ging die Produktion von Romanzement mit dem Aufkommen des Portlandzements in der Mitte des 19. Jahrhunderts langsam zurück. Die meisten Fabriken hatten zu Ende des 19. Jahrhunderts die Herstellung aufgegeben. Die Bezeichnung änderte sich ebenso. Sprach man in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch von Romanzement, so wurde auf Betreiben des Vereins Deutscher Cement-Fabrikanten der Name in Romankalk umgewandelt. Ein Argument war das Brennen bis unterhalb der Sintergrenze. Die Bezeichnung Zement wurde zudem zu Beginn des 19. Jahrhunderts auch für hydraulische Zusätze verwendet, die wir heute unter Puzzolane zusammenfassen. In der DIN-Norm 1060 wird dann der Romanzement 1939 den Kalken zugeordnet, 1967 fällt der dann so bezeichnete Romankalk gänzlich aus der Norm²⁶. In der DDR wird Romankalk sogar nur bis 1961 geführt, dann verschwindet er auch hier²⁷. Die letzte Produktion in Marienstein bei Peissenberg wurde im Jahr 2000 eingestellt²⁸.

Bei diesem geschichtlichen Überblick mit Schwerpunkt auf Deutschland, dürfen die großen Produktionsstätten in Österreich und Ungarn nicht unerwähnt bleiben. Diese lieferten das Rohmaterial für die Bauten und vor allem Fassadenverzierungen in Wien, Prag, Krakau, Lemberg und Budapest sowie in vielen anderen Städten der K. u. K. – Monarchie. Ein Produktionszentrum war von 1842 an Kufstein. Von dort begann die Perlmooser Zementwerke AG, gegründet 1872, bald zum größten Romanzementlieferant des Kaiserreichs aufzusteigen. Einen Überblick über die Entwicklung der europäischen Romanzementproduktion gibt das „Manual on Best Practice in the Application of Roman Cements“²⁹.

26 IFS-Mitteilungen Nr. 7 (04/2014): Baukalkarten – Bezeichnung und Anforderungen seit Beginn der Normung

27 TGL 0-1053 Mauerwerk (1961)

28 STARK, J & WICHT, B (2000): Zement und Kalk – Hrsg. F. A. Finger Institute, Weimar, S. 339

29 Dieses Dokument enthält auf 113 Seiten zahlreiche interessante Informationen nicht nur zu historischen, sondern

Historisches Anwendungsspektrum

Das Anwendungsspektrum von Romanzementen im Bauwesen des 19. Jahrhunderts orientierte sich im Wesentlichen am charakteristischen Eigenschaftsprofil dieses Bindemittels, auf das in den folgenden Abschnitten noch näher eingegangen wird. Infolge des raschen Abbindens und Erreichens einer beträchtlichen Frühfestigkeit unter Wasser sowie der nachhaltigen Feuchtebeständigkeit waren Romanzementmörtel für Wasserbauten prädestiniert. Das Einsatzgebiet reichte vom Kanal- bis zum Brücken- und Tunnelbau, wie zum Beispiel die 1843 fertiggestellte Unterführung der Themse in London, die als weltweit erste Untertunnelung eines Flusses gilt. Schalungsbeton auf der Basis von vermutlich gestampftem Romanzement ist ein weiteres, bis heute in seinem Umfang noch wenig erforschtes Anwendungsfeld, dem zum Beispiel die oben erwähnten Bahnwärterhäuser im Blautal (Abb. 2) ihre Entstehung verdanken.

Der für die Denkmalpflege vorrangige Einsatz des Romanzements liegt aber in der gründerzeitlichen Architektur vieler europäischer Städte, wo zahllose Fassadenstücke und -putze die Vorzüge des Bindemittels nutzten. Neben den von Hand aufgetragenen, geformten und gezogenen Flächen und Zierelementen waren es besonders die Gussdekorationen, die vielerorts eine kostengünstige, ästhetisch ansprechende und technisch einwandfreie Alternative zu Naturstein oder Terrakotten boten. Die meist auf der Baustelle in Leimformen gegossenen, äußerst bindemittelreichen Romanzementmörtel konnten rasch ausgeschalt werden – was die Lebensdauer der Form erhöhte und eine zügige Produktion ermöglichte – und in feuchten Kellern des Neubaus aushärten, bevor sie mit Nägeln oder Klammern am frischen Ziegelmauerwerk befestigt wurden. Die Abbildung 3 zeigt eine kleine

auch zu materialwissenschaftlichen und technischen Aspekten von Romanzement. Das in englischer Sprache verfasste Manuale kann von www.rocure.eu kostenfrei heruntergeladen werden.

21 ALLGEMEINE ZEITUNG 29. Januar 1842, Nr. 29, Augsburg

22 HERTEL, W. (1860): Das Maurerhandwerk in seinem ganzen Umfange – Gedruckt von B. F. Voigt, Weimar, S. 295

23 QUIETMEYER, F. (1927): Die Mörtelkunde von ihren ersten Anfängen bis zur zielgerichteten Herstellung des Portlandzements – in: Die Deutsche Zementindustrie, Hrsg. Riepert, Zementverlag, Charlottenburg, S. 83

24 BESCHOREN, L. (1852): Ueber hydraulischen Kalk – Chronik des Gartenwesens und Feuilleton der Isis, Nr 14, Meißen, S. 112

25 COHN, J. (1854): Über die Wichtigkeit der Cemente – Gedruckt von Grass, Barth & Comp., Bresslau, S. 10

Auswahl von Anwendungsbeispielen, die größtenteils von gründerzeitlichen Fassaden stammen.

Zur Position von Romanzement im Rahmen der hydraulischen Bindemittel

Bezüglich Brenntemperatur und Rohstoffzusammensetzung nehmen Romanzemente eine Position ein, die auf den hohen Tongehalt des Zementmergels und auf die gegenüber Portlandzement deutlich niedrigeren Brenntemperaturen hinweisen (Abb. 4).

Im Konzentrationsdiagramm von Abb. 5 ist nochmals ersichtlich, dass der Pauschalchemismus keine eindeutigen Aussagen zur Kennzeichnung eines Romanzements erlaubt, da es Überlappungen mit Portlandzement oder mit anderen, aus Zumahlung puzzolanischer Bestandteile erzeugten Bindemitteln, gibt. Aus diesem Grund können historische Romanzementmörtel nicht über den Bindemittelchemismus, sondern nur über die Phasen- und Gefügeanalyse mikroskopisch bestimmt werden.

Rohstoffe für die Romanzementproduktion

Mergel, die ein klastisch-chemisches Mischsediment aus Ton und Kalk³⁰ darstellen und zur Erzeugung von Romanzementen geeignet sind, werden aus verschiedenen geologischen Formationen bezogen: Die bekanntesten englischen Sorten wurden etwa aus den sogenannten Septarien – mer-

30 SEBASTIAN, U. (2009): Gesteinskunde. Ein Leitfaden für Einsteiger und Anwender. Spektrum Akad. Verl., Heidelberg

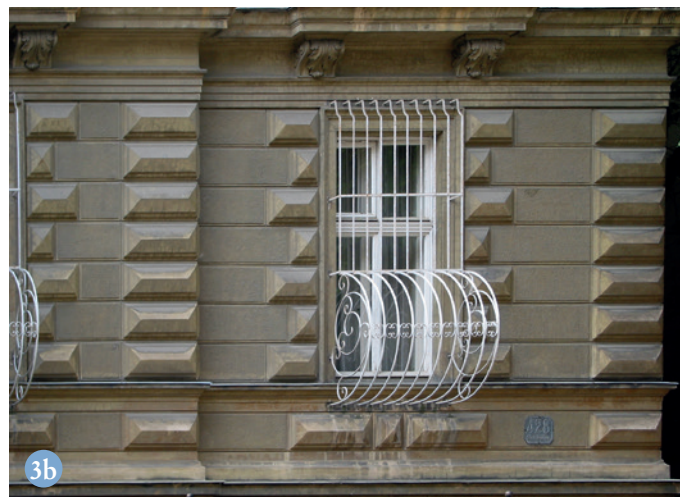
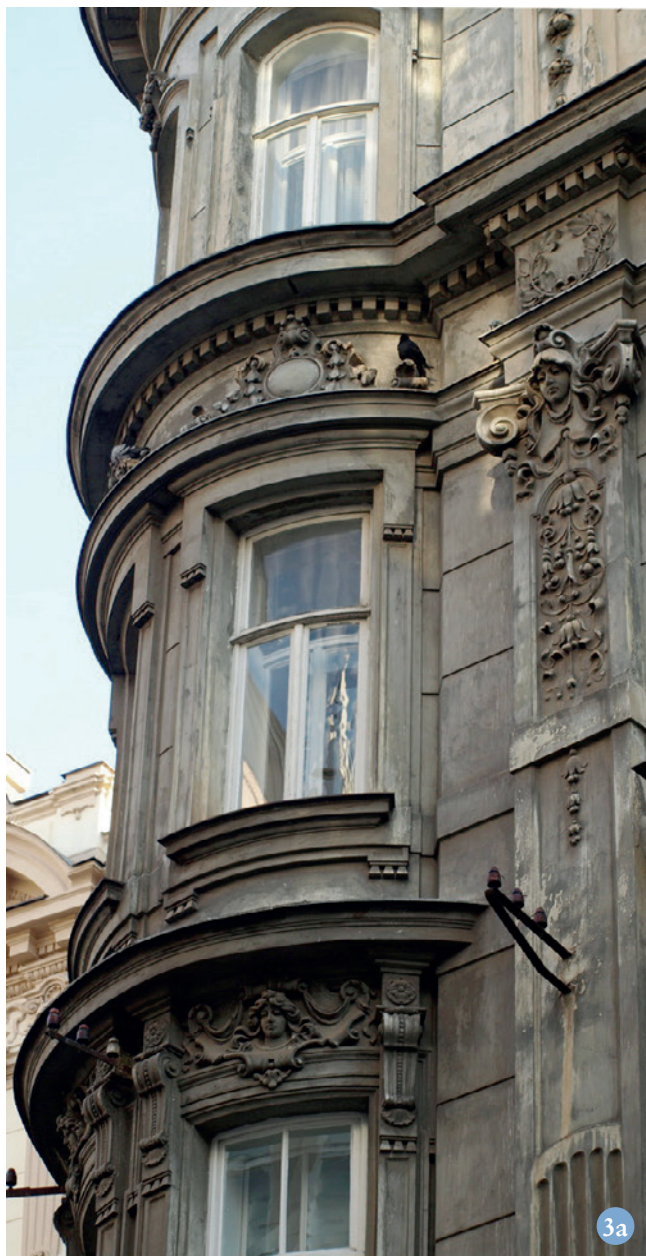


Abb. 3 (a – c):
Gussornamente und Putze des 19. Jahrhunderts aus Romanzementmörteln.



Abb. 3 (d – f):
Gussornamente und Schalungsbeton des 19. Jahrhunderts aus Romanzementmörteln.

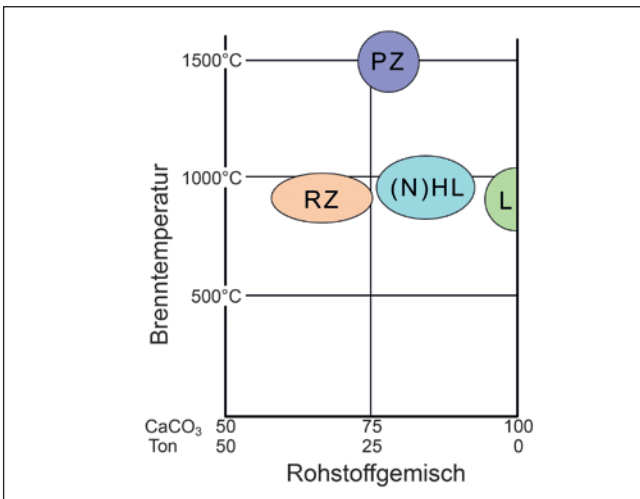


Abb. 4:
Die wichtigsten Mörtelbinder unterscheiden sich voneinander bezüglich ihrer Zusammensetzung und/oder hinsichtlich der Brenntemperatur im Herstellungsprozess.³¹
RZ = Romanzement
PZ = Portlandzement
(N)HL = (natürlich) hydraulischer Kalk
L = Luftkalk

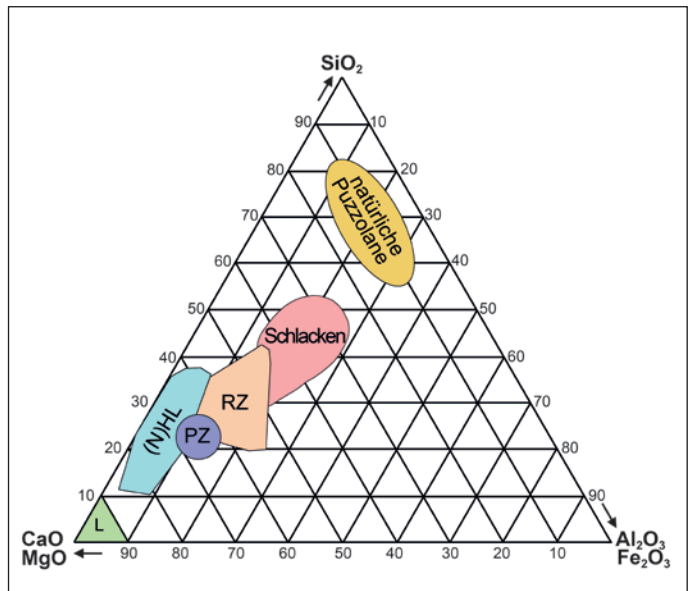


Abb. 5:
Die chemische Zusammensetzung der Mörtelbinder bzw. einzelner Komponenten im Konzentrationsdreieck. Die Überlappungen machen deutlich, dass sich der Chemismus alleine nicht zur Unterscheidung eignet.
RZ = Romanzement
PZ = Portlandzement
(N)HL = (natürlich) hydraulischer Kalk
L = Luftkalk

³¹ Grafik in Anlehnung an: K. Krenkler, Chemie des Bauwesens: Band 1: Anorganische Chemie. Springer, 2013

gelige Knollen im Ton von London oder den Gesteinsformationen entlang der Küste – verwendet. Auf dem europäischen Kontinent wurden und werden Mergel, in Steinbrüchen bzw. auch unter Tage abgebaut, gebrochen und in Form von etwa faustgroßen Stücken in den Ofen verbracht.

Will man die chemisch-mineralogische Zusammensetzung eines geeigneten Romanzementmergels angeben, dann bezieht man sich am besten auf die Literatur des 19. Jahrhunderts, wo chemische Analysenwerte von damals handelsüblichen Sorten angegeben sind – mineralogische Quantifizierungen derart feinkörniger, unter dem Mikroskop schlecht auflösbarer Gesteine waren damals noch nicht möglich. Dank der Angaben bei KIEPENHEUER³², die zwischen säurelöslichen und -unlöslichen Elementgehalten unterscheiden, konnten die in Tab. 1 wiedergegebenen Mittelwerte für acht europäische Romanzementprodukte aus der Wende zum 20. Jahrhundert berechnet und mineralogisch annähernd ausgewertet werden. Es ist hier zu ergänzen, dass neben der Zusammensetzung des Mergels sein Gefüge ein ganz wichtiges Kriterium für seine Eignung als Rohstoff darstellt. Dieses muss möglichst homogen und feinkörnig sein, die gute Durchmischung der Mineralbestandteile, wie sie vor allem durch wühlende Organismen im Sediment erzeugt wird, ist Voraussetzung für eine ausreichend hohe Reaktionsrate zwischen Karbonaten und Silikaten.

32 KIEPENHEUER, L. (1907): Kalk und Mörtel. Selbstverlag, Köln, S. 86



Abb. 6: Mergelknollen im Tonschiefer der Steilküste von Whitby (England) wurden zum Brennen von Romanzement gesammelt.

Säurelöslichkeit	Komponente	MW	Min	Max	Mineralogische Zuordnung	Genese
löslich	CaCO ₃	67,83	58,86	82,08	Karbonatminerale (Calcit, Dolomit, Siderit)	vorwiegend chemisch
	MgCO ₃	3,66	0,00	12,71		
	FeCO ₃	3,06	0,00	12,01		
unlöslich	SiO ₂	16,97	11,57	21,24	Quarz, Tonminerale, Feldspat	vorwiegend klastisch
teilweise löslich	Al ₂ O ₃	4,63	0,82	6,01	Tonminerale, Feldspat	
	Fe ₂ O ₃	3,23	0,00	8,47	vorw. Eisenhydroxide und -silikate	
unlöslich	K ₂ O	0,35	0,00	1,02	vorw. Feldspat	
	Na ₂ O	0,19	0,00	0,83		

Tab. 1: Mittlere Zusammensetzung (MW) und Streubreite von historischen europäischen Romanzementen. Die Angaben zur Säurelöslichkeit entstammen der zitierten Literatur, sie wurden hier zur mineralogischen Zuordnung und Erklärung der Genese verwendet.

Romanzementbrand und -mahlung

Die historisch überwiegend eingesetzten Schachtofen erfordern die Befüllung mit Stückgut, um eine annähernd gleichmäßige Temperaturverteilung und den Gasabzug zu gewährleisten. Dabei sind Aufheiz- und Abkühlraten ungleich niedriger als im Drehrohröfen, was sich auf Gefüge und Mineralbestand des Klinkers auswirkt.

Bis heute werden üblicherweise Schachtofen mit Kohlefeuerung verwendet, deren Bauart und Größe sehr unterschiedlich sein kann, sich aber von einem Kalkofen kaum unterscheidet. Lediglich ein einziges der heute erhältlichen Produkte wird in einem kleinen Drehrohröfen hergestellt. Die Brenntemperaturen müssen ausreichend hoch sein, um eine weitgehende Zersetzung des Kalks zu

gewährleisten, jedoch niedrig genug, um zu keiner effizienten Sinterung zu führen. Unter solchen Bedingungen ist es unumgänglich, dass in einer Charge verschieden stark gebrannte Anteile anfallen, die im historischen Produktionsprozess händisch aussortiert wurden. Überbrannte, teilweise verglaste Steine kamen früher bisweilen in gemahlenem Zustand unter der Bezeichnung „Krebszement“, als besonders langsam abbindende Varietät gesondert in den Handel³³.

Systematische Laborbrände haben in jüngerer Zeit zur Erkenntnis

33 Französisch „grappier cement“, siehe C. AVENIER, zitiert in: MERTENS, G. (2009): Characterisation of historical mortars and mineralogical study of the physico-chemical reactions on the pozzolan-lime binder interface: Diss. Katholieke Universiteit Leuven (S. 263)



Abb. 7: Charakteristischer Mergelstein in einem historischen Romanzementsteinbruch bei Kufstein (Österreich).



Abb. 8: Abbau von Mergel zur Romanzementproduktion in einem Stollen der Firma Cementos Collet (Spanien).