

FASZINATION KALK ...

OTTERBEIN



... SEIT JAHRTAUSENDEN BEWÄHRT®

seit **1842**

Der Romanzement aus Grenoble

**PROMPT
FIX-ZEMENT**

Der natürliche Schnellzement



ROMANZEMENT

Referenz:
Statue aus PROMPT Romanzement

Ausführung: 2011
denkmalpflege GmbH
Mag. Klaus Wedenig • Wien

La Casamaures • Grenoble, Frankreich

Die Villa ‚La Casamaures‘ wurde von 1855 - 1867 im Stil eines maurischen Palastes, vollständig aus PROMPT FIX-ZEMENT erbaut. Die Säulen der Fassade, ebenfalls aus Romanzement gefertigt, sind tragende Teile der Gebäudestruktur.



Romanzement	4
Präsentation	4
Einsatzbereiche	4
Vorteile	5
Entstehungsgeschichte	6
Natürlicher Zement oder Romanzement	6
Natürlicher Zement, Gusswerkstoff	8
Kerndaten	8
Herstellung	9
Lagerstätte, Steinbruch	9
Brennen	9
Mahlen	11
Physikalische, chemische und mineralische Eigenschaften	11
Basiseigenschaften	14
Schnelles Erstarren und Erhärten	14
Untergrundhaftung	14
Dauerhaftigkeit	15
Wasserdampfdurchlässigkeit	17
Niedriger Elastizitätsmodul	18
Geringe Schwindung	18
Einstellung des Erstarrungsverhalten mit dem Erstarrungsverzögerer TARDA	18
Komplementarität mit Kalk	19
Vorsichtsmaßnahmen / Fachgemäße Verarbeitung	20
Wo gibt es Romanzement?	21
Referenzen	22

Romanzement

Präsentation:

Aus einem einzigen Rohstoff hergestellt ist Romanzement ein **natürliches hydraulisches Bindemittel**. Es entsteht aus dem einfachen Brennen zwischen 500 °C und 1200 °C eines **Kalksteinmergels** von gleichmäßiger Zusammensetzung, der aus homogenen Gesteinsschichten abgebaut und anschließend fein gemahlen wird. Es ist ein schnell erstarrendes und erhärtendes Bindemittel. →

Der einzige Romanzement, der heute industriell hergestellt wird, ist das Produkt der Firma Vicat aus der Gegend von Grenoble (38), Frankreich. Er entspricht der Norm **NF P 15-314** für natürliche, schnelle Zemente und hat 2007 **die europäische technische Zulassung (ATE)** erhalten.

Das Deutsche Institut für Bautechnik in Berlin erteilte dem natürlichen Schnellzement **PROMPT FIX-ZEMENT** die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung unter der Nr.: Z-3.12-1119.



Stückkalk - gebrannter Romanzement

Einsatzbereiche:

Der natürliche Zement findet Anwendung bei der **Restaurierung von altem Bauwerk**, bei der Renovierung von historischen Denkmälern und Ingenieurbauten in Steinbauweise, wie auch bei der **Gestaltung von Neubauten**, bei **schnellen Mauer- und Befestigungsarbeiten**, im Bereich **Kanal- und Unterwasserarbeiten** sowie beim **ökologischen Bauen**. Er wird als Mörtel z.B. für die materialgetreue Restaurierung von Fassaden aus dem 19. und frühen 20. Jahrhundert

eingesetzt, für die Herstellung von Gussteilen, für Fassadenzüge, Steinimitationen, Putzreparaturen, beschleunigte Kalkputze und Injektionen. Auch in Abmischung mit Luftkalk oder hydraulischem Kalk kann er für Fassadenputz auf altem Mauerwerk, für Grund- und Oberputz, Verfugungen, Natursteinreparaturen, Deckputz und Spritzbewurf eingesetzt werden, wie auch als Injektionsleim für Steinverfestigungen.

Vorteile:

1. Schnelle Mauer- und Befestigungsarbeiten

- schnelles Erstarren
- regulierbare Topfzeit
- hohe Frühfestigkeiten
- sehr kurzfristige Wiederinbetriebnahme selbst bei niedrigen Temperaturen

2. Kanal- und Unterwasserarbeiten

- schnelles Erstarren bei Kontakt mit Wasser
- Beständigkeit gegenüber aggressiven Wässern, Seewasser- und Seeluft
- Abdichten von Undichtigkeiten
- ausgezeichnete Dauerhaftigkeit

3. Restaurierung und Dekoration

- Farbton hellocker
- Erhaltung der Wasserdampfdurchlässigkeit
- niedriger Elastizitätsmodul
- Beschleunigung von Kalk
- Wertschätzung des Steins
- hohe Dauerhaftigkeit

4. Ökologisches Bauen

- hydraulisches Bindemittel 100 % natürlich wie Kalk
- ideal in der Mischung mit Hanf und Kalk
- schnelles Ausschalen (Mauern)
- schnelle Wiederinbetriebnahme (Böden)
- Dampfdurchlässigkeit der Gewerke



Entstehungsgeschichte



Romanzementöfen um 1900 - oberer Ofenbereich

Natürlicher Zement oder Romanzement:

Der schnell erstarrende natürliche Zement – auch als „Romanzement“ oder „Romankalk“ bezeichnet – ist der erste Zement in der heutigen Bedeutung des Begriffes und stellte damals eine technische Revolution dar.

Die **natürlichen Zemente** oder **Romanzemente** waren die Grundlage für zahlreiche Bauwerke im 19. Jahrhundert. Ihre Wertschätzung basierte auf vier Hauptgründen: schnelles Erstarren, Mörtelfestigkeit, äußeres Erscheinungsbild, Dauerhaftigkeit.

Ausgehend von den damals bekannten römischen Mörteln, Sand-, Kalk- und Puzzolangelmischen fand bis zum Ende des 16. Jahrhunderts im Bereich der hydraulischen Bindemittel keine Fortentwicklung statt.

In England gab es die ersten Fortschritte zu verzeichnen. Parker meldete 1796 ein Patent für das Brennen von Mergelklumpen (Septarienton) an, eine Erfindung von eminenter Bedeutung. Parker hat aufgezeigt,

dass im Vergleich zu den mageren Kalken und Kalk-, Puzzolanmischungen jener Zeit aus einem Kalkstein mit höherem Tongehalt als bei den üblicherweise verwendeten Kalken mit dem Niedertemperaturbrennverfahren (unterhalb der Sintergrenze) ohne Löschen (Hydratation) des gebrannten Gesteins und durch einfaches Vermahlen ein hochhydraulisches Bindemittel entsteht. Im frühen 19. Jahrhundert breitete sich dieses Verfahren zum Brennen von Mergel (Tonkalkstein) in ganz Kontinentaleuropa aus. Der so gefertigte Zement wurde „Romanzement“ genannt. Die Bezeichnung „ROMAN“ ist allerdings unzutreffend, denn es handelte sich nicht um die Wiederentdeckung der Mörtel aus Römerzeiten.

Im 19. Jahrhundert kursierten uneinheitliche Bezeichnungen wie natürlicher Zement, schneller Zement, Promptzement, Romanzement und Romankalk für ein und dasselbe Produkt gleicher Herkunft. Anderswo hieß er gar Zementgips.

Die richtigeren Bezeichnungen wären „schneller Naturzement“ oder „natürlicher Schnellzement“.

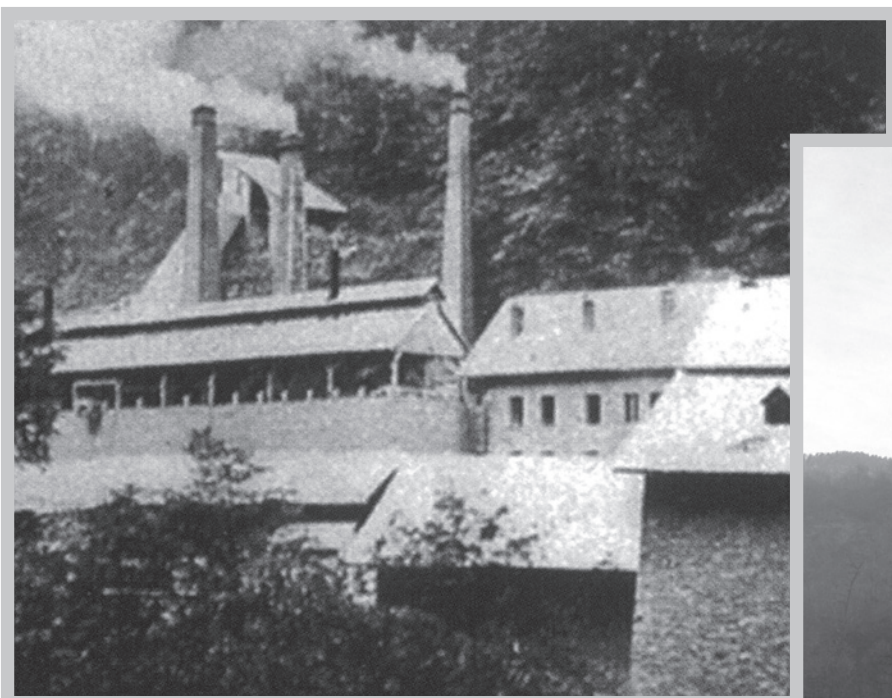
Sein von Mitte bis Ende des 19. Jahrhunderts stetig wachsender Erfolg erklärt sich folgendermaßen:

- Er bietet eine wirtschaftliche und dauerhafte Lösung für die Fassadengestaltung. Mit geringerem Aufwand wird ein Stein perfekt nachgebildet und erhält einen warmen ockergelben bis braunen Farbton. Er wird in Elementen (Gesimsen etc.) direkt auf dem Ziegeluntergrund aufgebracht oder auch als Gussfertigteile und Steinimitation eingesetzt.
- Die schnelle hydraulische Wirkung hat effiziente Lösungen für Bauwerke im Ingenieur- und Tiefbau ermöglicht, insbesondere wenn diese in unmittelbarem Kontakt mit Wasser stehen.
- Die Fertigteileindustrie wurde angekurbelt, insbesondere im Bereich der Herstellung von Trinkwasserleitungen. Im Vergleich zu den seinerzeit aus den ersten künstlichen Portlandzementen hergestellten Rohren hatten die mit natürlichem Zement gefertigten Rohre eine höhere Beständigkeit gegenüber aggressiven Wässern.

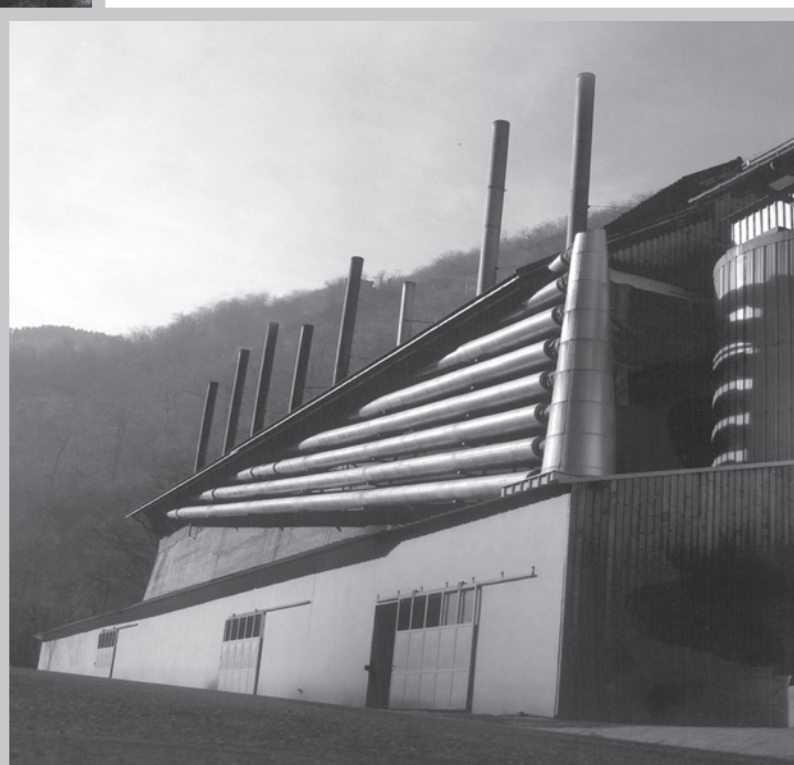
Die Herstellung von Romanzement ist einfach:

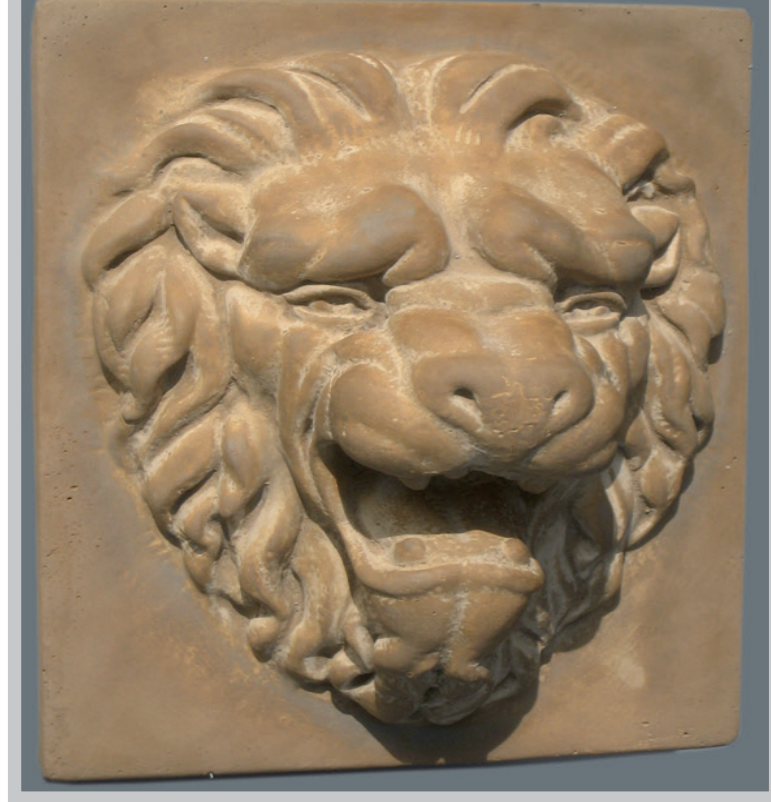
- Rohstoff ist verfügbar. Das Niedertemperaturbrennen unterhalb der Sintergrenze erlaubt den Einsatz eines Mergels oder Kalktonsteins mit einem Tonanteil zwischen 22% und 35%. Unterschiedliche, fast überall zu findende Gesteinsvorkommen können genutzt werden. Wenn auch Louis Vicat 1817 nachgewiesen hat, dass die Herstellung eines gleichwertigen Zements mit einer künstlichen Mischung aus Ton und Kalkstein gelingt, war es mit den damaligen Mahlwerkzeugen und Energiepreisen kaum möglich, diese innige Ton-Kalkstein-Mischung kostengünstig herzustellen. Aus diesem Grund wurde das „natürliche“ Gemisch der beiden Kalkmergel-Bestandteile bevorzugt.
- Für das Brennen fand die einfache, bereits bestehende Technologie in den traditionellen Kalköfen Anwendung. Im Gegensatz zu Kalk wird Romanzement nicht gelöscht, sondern einfach vermahlen, da kaum Branntkalk anfällt.

Das Werk La Pérelle um 1900



Das Werk La Pérelle heute





Natürlicher Zement, Gusswerkstoff

Die Geschichte des Betons und auch der Zemente im 19. Jahrhundert, ist eine Geschichte der Wiederentdeckung von Baustoffen, des sich entwickelnden Know-How und in der Architektur eine Zeit des Wandels vom Handwerk zur Industrie. Es ist die Wiederentdeckung eines Stücks Geschichte vergessener Architektur, auf dem wir heute aufbauen können, um ein neues Stück Geschichte zu schreiben.

Romanzemente, die ersten im frühen 19. Jahrhundert entdeckten Zemente, wurden in Europa in großem Umfang bis zum ersten Weltkrieg hergestellt. Sie dienten als Zuschlagstoffe für Kalke, später als Bindemittel zur Herstellung von Gussteilen nach Art der Stuckornamentik und schließlich zur Kunststeinfertigung.

Durch sie gelangten Zemente zu hohem Ansehen. Durch sie konnte sich Beton in der Architektur durchsetzen.

Die Jahre 1830–1910 sind eine Übergangszeit zwischen der klassischen Hausteinbauweise und dem modernen technisch-ästhetischen Stahlbetonkonzept. Regionen wie die Alpen, insbesondere Isère und die Stadt Grenoble, spielen eine große Rolle nicht nur im Hinblick auf Quantität und Qualität von damals erstellten und noch bestehenden Bauten aus Romanzement, um deren Aufwertung man sich heute sehr bemüht. Ein weiterer Grund ist, dass die Zementwerke immer noch diese Zemente herstellen und diese nicht nur der Restaurierung, sondern auch der Entwicklung neuer Produkte und einer neuen Architektur dienen.

Cedric Avenier

Doktor der Kunstgeschichte/Architektur

Architekturwerkstatt

Kerndaten

Schon von den Ägyptern und Römern eingesetzt, wird Zement nach seiner Entdeckung durch Louis Vicat Anfang des 19. Jahrhunderts ein technisches Produkt.

Rückblick :

- 1796: James Parker patentiert das Brennverfahren von Kalktonstein der Insel Sheppey und nennt seinen schnellen hydraulischen Kalk „Romanzement“
- 1802: Smith, Boulogne-sur-Mer, Frankreich, «Gipszement»
- 1817: Theorie der Hydraulizität, Louis Vicat, Frankreich
- 1822: Rosendale, New York, USA
- 1828: Lamé et Clapetron, St. Petersburg, Russland
- 1832: Gariel et Garnier, Vassy, Frankreich
- 1833: Niel, Belgien
- 1836: Hyppolite de Villeneuve, Frankreich
- 1842: Capitaine Breton, Porte de France in Grenoble, Frankreich. Übernahme des Gesteinsvorkommen von Louis Vicat
- 1846: Dupont et Demarle, Boulogne-sur-Mer, Frankreich
- 1855: Dumas et Berger, Valentine, Marseille, Frankreich
- 1875: Joseph Vicat, La Pérelle, Frankreich

Herstellung

Lagerstätte, Steinbruch

Seit über 170 Jahren wird im Chartreuse-Massiv im Frankreich ein außerordentliches Gesteinsvorkommen für die Herstellung von Romanzement abgebaut. Dieses in Frankreich im Norden von Grenoble gelegene Kalkmassiv gehört zur subalpinen Kette und setzt sich aus Sedimentschichten zusammen, die während der Orogenese der Alpen durch Faltenbildung und Verformung geprägt wurden.

Eine einzigartige geologische Schicht bildet diese außergewöhnliche Lagerstätte. Es handelt sich um einen Kalktonstein gleichmäßiger, chemischer und mineralischer Zusammensetzung, die sich bestens für die Herstellung natürlichen Zements ohne weiteren Zusatz eignet.

Der Abbau dieser um 30° bis 40° geneigten „Romanzement“ Gesteinsschicht erfolgt in zwei unterirdischen Steinbrüchen

mit dem Kammer-Pfeilerbau-Verfahren. Aufgrund der genauen Kenntnis der Lagerstätte können die Bergleute als erfahrene Fachleute die Gesteinsschicht visuell verfolgen.

Der vollmechanisierte Abbau des Gesteins erfolgt in verschiedenen Phasen :

- Sprengen in den horizontalen, untereinander durch eine Förderrampe verbundenen Stollen
- Förderung bis zu den Abfuhrschächten,
- Übernahme am Fuße dieser Schächte zur Beladung der Transportwagons.

Weitere Maßnahmen wie das Sichern der Stollen durch Anbringen von Stahlnetzen und Verankerungen sind erforderlich.



Untertageabbau des Kalksteinmergel



Transport des Rohgestein zu den Brennöfen

Brennen

Nach dem Zerkleinern wird das Gestein aus den unterirdischen Steinbrüchen mit einer Korngröße von 0 - 150 mm vor Beschickung der traditionellen Schachttöfen mit Kohle gemischt. Das Brennen des Rohmaterials erfolgt bei niedriger Temperatur in einem breiten Temperaturbereich.

Die Brenntemperatur liegt zwischen 500 °C - 1200 °C, was auf folgende Faktoren zurückzuführen ist :

- unterschiedliche Luftstromintensität im Ofeninnern aufgrund einer heterogenen Kornößenverteilung im Gestein. Dies führt lokal zu einer mehr oder weniger starken Aktivierung des Brennprozesses.

- ungleichmäßige Verteilung der Kohle, deren Asche lokal eine Steinschmelze hervorrufen kann,
- Vorhandensein organischer Stoffe im Gestein, die bei der Kalzinierung Wärme erzeugen.

Zur Ofensteuerung verfügt man über verschiedene Parameter :

- Oberflächenprüfung nach Augenschein oben am Ofen
- Rauchgastemperatur
- Lüftungseinstellung
- Anzeige des Feuers mittels Thermoelementen

Der Ofenbetrieb wird durch Einstellung folgender Faktoren geregelt:

- Chargenanzahl und -umfang
- Kohlenanteil der Charge
- Lüftungsregulierung
- Abzugszeit



Brand im Schachtofen



Schachttöfen im Werk La Pérelle

Das aus dem Ofen austretende Endmaterial wird als „Stückkalk“ bezeichnet und entsprechend ihrem Brandzustand in drei Klassen unterteilt: Unterbrand, Mittelbrand, Überbrand (s. Mineralische Eigenschaften). Ein guter Romanzement zeichnet sich durch eine ausgewogene Mischung des unterschiedlich gebrannten Gesteins aus. In einem modernen Brennprozess wie dem Drehofenverfahren ist es möglich, das Rohmaterial in

einem geregelten Temperaturbereich von z.B. 800 °C - 900 °C zu brennen. Dies ergibt sicher einen Romanzement, seine mineralische Zusammensetzung jedoch ist nicht repräsentativ für die Romanzemente aus dem 19. Jahrhundert. Der **PROMPT FIX-ZEMENT** wird daher unverändert in den Original-Schachttöfen aus dem 19. Jahrhundert gebrannt.

Mahlen

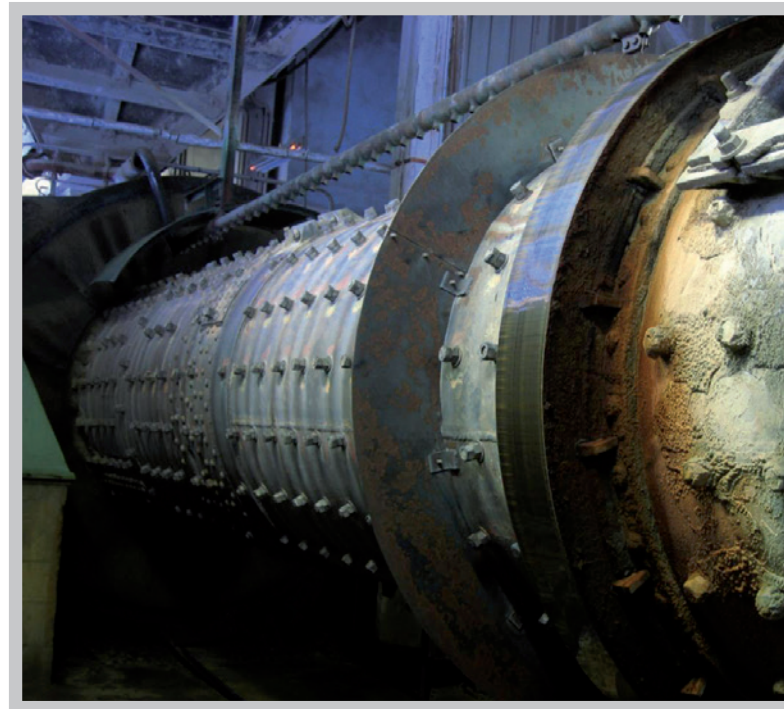
Nach dem Brennen mit dem gleichen Verfahren wie bei den Natürlich Hydraulischen Kalken (NHL) wird das Gestein, das im Gegensatz zu NHL sehr wenig Branntkalk aufweist, nicht gelöscht. Aus diesem Grund lautet die Bezeichnung nicht natürlicher hydraulischer Kalk, sondern natürlicher Zement (Romanzement).

Das gebrannte Gestein wird zerkleinert und dann in einer Kugelmühle fein gemahlen. Die Endfeinheit dieses leicht zu vermahlenden Materials ist höher als bei einem gängigen Zement.

Zur Reduzierung der natürlichen Qualitätsschwankungen erfolgt die Homogenisierung; dies erfolgt über eine Reihe verschiedener Silos.

Die Silos werden einer nach dem anderen befüllt. Um eine gute Mischung der Produkte aus verschiedenen Arbeitsgängen zu erhalten, erfolgt die Homogenisierung dann durch gleichzeitiges Abziehen aller Silos.

Während des gesamten Herstellungsprozesses werden keine Zusätze zugemischt, auch das ist eine wichtige Eigenschaft des Romanzements.



Kugelmühle

Physikalische, chemische und mineralische Eigenschaften

Dank seiner chemischen Zusammensetzung reiht sich der PROMPT FIX-ZEMENT in die Familie der natürlichen Zemente, auch Romanzemente genannt, ein.

Physikalische Eigenschaften

Bei der Hydratation des Romanzements bewirken die bei Niedertemperatur entstehenden Aluminate das schnelle Erstarren (innerhalb von ca. 2 bis 3 Minuten) wie auch die erste Phase des Festigkeitsanstiegs während der ersten Stunden. Die Belit-Hydratation gewährleistet die zweite Festigkeitsphase, die sich, wie aus der Abbildung (Abb. 1: Härtungskinetik über 10 Jahre) ersichtlich, über mehrere Monate erstreckt.

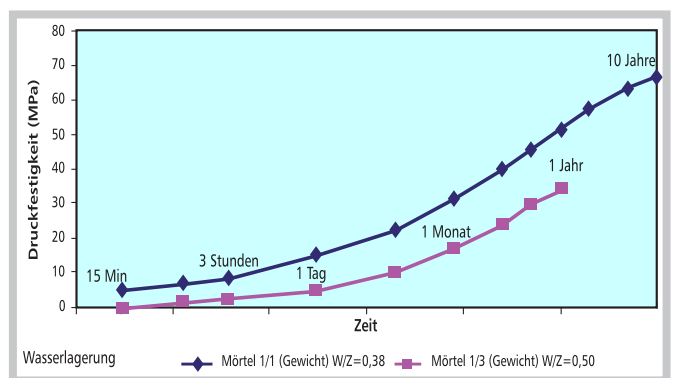


Abb. 1: Härtungskinetik über 10 Jahre

Ein besonderes Merkmal des Romanzements ist seine Einsatzmöglichkeit in einem sehr großen Dosierungsbereich von 10 % – 50 %-Gewicht auf Trockenmörtel und sogar von 100% bei Injektionsmassen und Schlammmaterialien.

Aus Abbildung (Abb. 2: Härtungskinetik in Abhängigkeit der Dosierung und des Wasser-Zement-Verhältnisses) gehen die bei einer Wasserlagerung erreichbaren Druckfestigkeiten hervor.

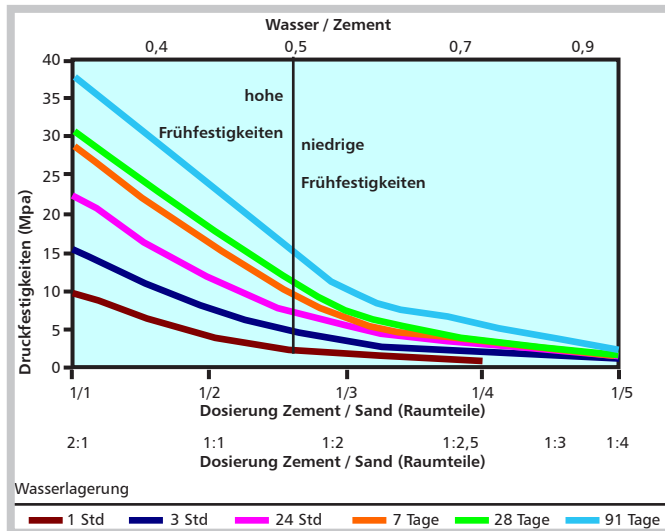


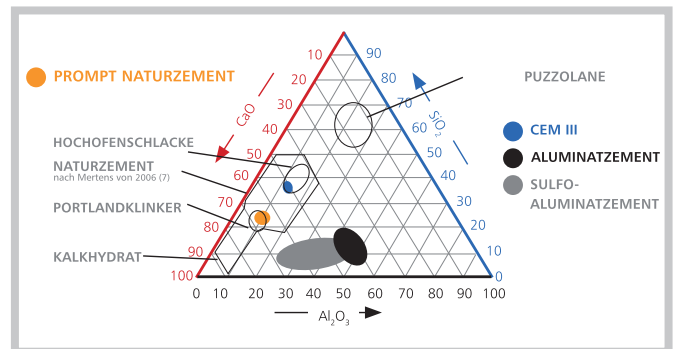
Abb.2: Härtungskinetik in Abhängigkeit der Dosierung und des Wasser-Zement-Verhältnisses

Zwei Bereiche sind bemerkenswert:

- der Bereich hohe Frühfestigkeit definiert mit einem W/Z-Wert $< 0,50$. Diese hohen Leistungsmerkmale bieten sich für Festigungs-, schnelle Mauer- und Abdichtungsarbeiten an. Die hohen Festigkeiten bedeuten eine geringe Porosität. Mit diesen Eigenschaften, die die Anforderungen für konstruktive Belastungen erfüllen, reicht der Bereich hohe Frühfestigkeit an die Merkmale der künstlich hergestellten Portlandzemente heran
- der Bereich geringe Festigkeit bei einem W/Z-Wert $> 0,50$ verzeichnet mechanische Eigenschaften und Mischungsverhältnisse in der gleichen Größenordnung wie die der Mörtel aus natürlichem hydraulischem Kalk. Auch die Merkmale hinsichtlich Wasseraufnahme und Porosität reichen näher an die Merkmale heran, die bei den Romazement-Mörteln aus dem 19. Jahrhundert anzufinden sind.

Chemische Eigenschaften

Die chemische Zusammensetzung des Romazements fügt sich in den Rahmen der großen Familie der natürlichen Zemente ein, die auch als Romazemente bezeichnet werden



Chemische Zusammensetzung von Zementen im Diagramm

Die in den Steinbrüchen unter Tage abgebaute geologische Schicht weist eine sehr konstante chemische Zusammensetzung (Tabelle 1) mit einem Carbonatanteil von 72 % (Gehalt an Calciumcarbonat und Magnesium in CaCO_3 ausgedrückt) im Vergleich zu 78% bei Portlandklinkern auf. In der Zusammensetzung ähnelt sie also sowohl dem klassischen Portlandklinker als auch den natürlichen hydraulischen Kalken. Im Vergleich mit Romazementen aus früheren Zeiten weist sie im Grenzbereich einen geringen Tongehalt und einen relativ starken CaO-Gehalt auf.

Glühverlust 975 °C	9,28%
SiO_2	18,09%
Al_2O_3	7,24%
Fe_2O_3	3,2%
CaO	53,07%
MgO	3,84%
SO_3	3,24%
K_2O	1,16%
Na_2O	0,28%

Tabelle 1: Mineralische Eigenschaften

Die Originalität des Romazements ergibt sich nicht aus einer besonderen chemischen Zusammensetzung, sondern vielmehr aus dem Niederbrennverfahren mit einem breiten Temperaturbereich von 600°C – 1200°C (unterhalb der Sintergrenze) - der nur knapp über den Brenntemperaturen für hydraulische Kalke liegt - und aus dem natürlichen innigen Gemisch von Kalk- und Tonstein. Diese Mischung in mikrometrischem Maßstab ist für die Bildung neuer Minerale während des Brennvorgangs erforderlich, im Festzustand ist die Diffusion atomarer Teilchen gering.

Es kommt zur Bildung einer Vielzahl unterschiedlicher

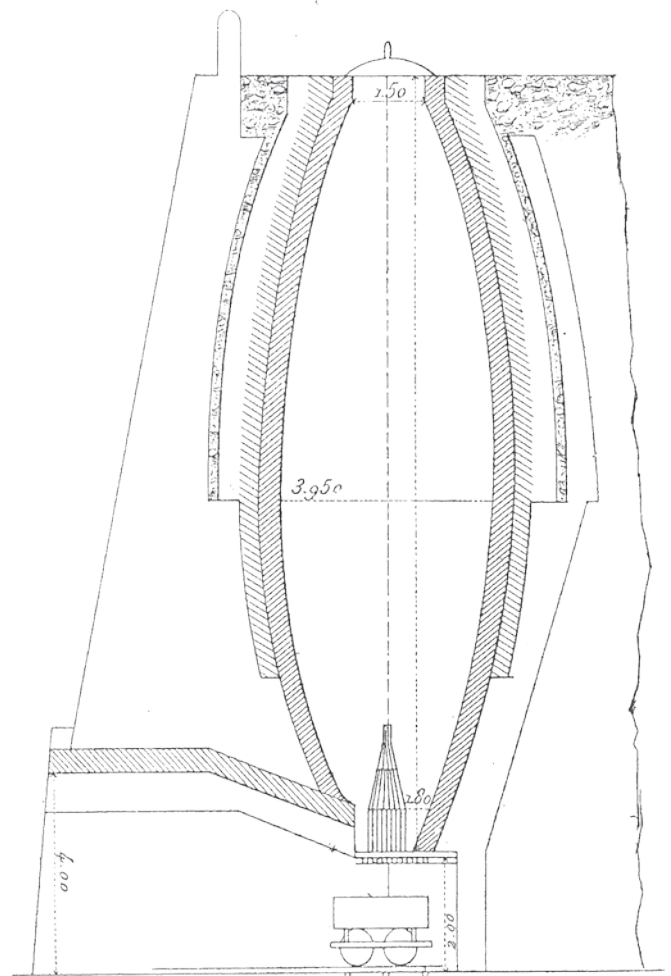
Minerale, die sich von denen der modernen künstlichen Portlandzemente merklich unterscheiden. Sie sind jedoch – wenn auch in unterschiedlichen Proportionen - identisch mit den in den hydraulischen Naturkalken gebildeten Mineralen (Tabelle 2):

- Ein Gesteinsteil ist für eine Umwandlung nicht ausreichend erhitzt worden, es ist lediglich dehydriert. Dieser Stückkalk wird als Unterbrand bezeichnet.
- Bei einem anderen Gesteinsteil sind bei der Umwandlung sowohl amorphe oder schlecht auskristallisierte Phasen entstanden, darunter eine Familie von Aluminaten (C_4AF , C_3A , $C_{12}A_7$, C_4A_3S und C_2AS), die das Erstarren und schnelle Erhärten in den ersten Stunden der Hydratation bewirken, als auch Silikate in Form von Belit (C_2S), die den Anstieg der Festigkeit über Monate zur Folge haben. Alit (C_3S) ist nur in geringsten Mengen vorhanden; dieses Mineral entsteht erst bei einer Temperatur um 1200 °C. Der so gebrannte Stückkalk wird als Mittelbrand bezeichnet.
- Es entsteht eine sehr partielle Schmelzung (Klinkerisierung) an örtlich begrenzten Zonen, die zur Bildung einer geringen Menge Alit führen. Die Tatsache, dass das eingesetzte Rohgestein dem Portlandklinker in der chemischen Zusammensetzung ähnelt, ermöglicht die Bildung dieses bekannten Calciumsilikats. Stark hydraulisch wirkend trägt es zu einer Erhöhung der Festigkeit nach wenigen Wochen bei. Bei diesem Stückkalk handelt es sich um Überbrand.

Dieser letzte Punkt ist von großer Bedeutung, denn lokale Materialverschmelzungen beim Brennverfahren im Schachtofen sind unvermeidlich. Die in dieser flüssigen Phase gebildeten Minerale dürfen während ihrer Hydratation den natürlichen Zement nicht verändern. Bei einem tonreicheren Rohmaterial z.B. werden in dieser flüssigen Phase mehr Aluminate gebildet, deren Hydratation ernsthafte Probleme im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit zur Folge haben könnten. Aus der Mischung dieser mit unterschiedlicher Temperatur gebrannten Steine ergeben sich die Eigenschaften des traditionellen Romanzements.

C_3S	5 - 15%
C_2S	40 - 60%
C_3A	$6 \pm 2\%$
C_4AF	$9 \pm 2\%$
$C_{12}A_7$	$3 \pm 1\%$
C_4A_3S	$3 \pm 1\%$
Periklase	$4 \pm 1\%$
Freier Kalk	$2 \pm 2\%$
Calzit	10 - 15%
Sulfate	$3 \pm 1\%$
Weitere, darunter amorphe Phasen	10 - 15%

Tabelle 2: Typische chemische und mineralische Zusammensetzung des Romanzements



Darstellung eines historischen Schachtofen

Basiseigenschaften

Schnelles Erstarren und Erhärten

Durch das außerordentlich schnelle Erstarren und Erhärten können die Gewerke im Hinblick auf die Witterung, niedrige Temperaturen und Wiederinbetriebnahme schnell, d. h. je nach Mörtelmischung und gewähltem Erstarrungsbeginn in einer Zeit zwischen 15 und 90 Minuten gesichert werden.

Sehr kurze, regulierbare Abbindezeit

Temperatur des Romanzement-Mörtel	Erstarrungsbeginn des Romanzement-Mörtel
10 °C	4 Minuten
20 °C	2 Minuten
30 °C	1 Minute

Hohe Frühfestigkeiten, nahezu augenblickliches Erhärten

Die Festigkeit 4 MPa, die in den meisten Fällen das Ausschalen bzw. die Wiederinbetriebnahme ermöglicht, wird nach 15 Minuten bei 20 °C erreicht. Romanzement kommt einer wahren „Naturkraft“ gleich.

Dosierung (Volumen)	Mörtel ohne TARDA*	Mörtel mit TARDA*
1:1	4 MPa / 30 Min	4 MPa / 90 Min
2:1	4 MPa / 15 Min	4 MPa / 60 Min

*Erstarrungsverzögerer

Gesicherte Bauten können kurzfristig wieder in Betrieb genommen werden

Nach dem sehr schnellen Anstieg der Frühfestigkeit entwickeln sich die Festigkeiten danach langsam über einen sehr langen Zeitraum.

Diese langsame, stetige Zunahme der Festigkeiten und der Kompaktheit verleiht den Mörteln und Betonen aus Romanzement eine außerordentliche Dauerhaftigkeit.

Untergrundhaftung

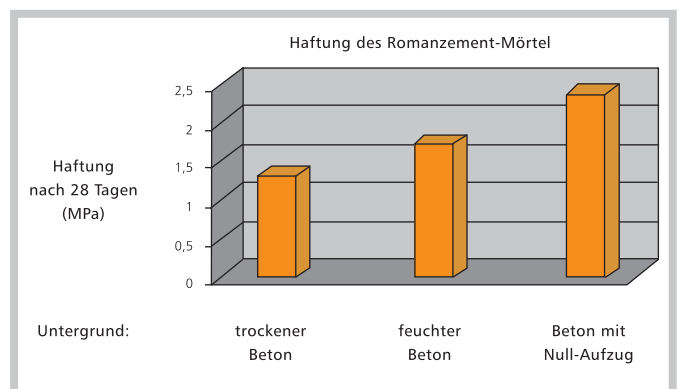
Aufgrund seiner Feinheit entwickelt Romanzement eine gute Haftung auf jeder Art von Baumaterial. Der Untergrund ist gut zu nässen, damit er nicht das Mörtelwasser ansaugt und Festigkeitszunahme und Haftung des Mörtels nicht beeinträchtigt werden.

Seine maximale Haftung erreicht Romanzement-Mörtel bei Anwendung der auf Null-Aufzugtechnik (s. **nachstehende Grafik**). Außerdem ist die Haftung abhängig von der Dosierung, je höher die Dosierung, desto besser die Haftung.

Auf Null-Aufzugtechnik, Anleitung:

- den Untergrund sättigend vornässen
- den Mörtel auf den Untergrund aufziehen
- mit der Kellenkante den Mörtel abstreifen, dabei eine Pellikularschicht auf dem Untergrund belassen
- den zuvor abgestreiften Mörtel nass in nass erneut aufziehen
- weitere Schichten (soweit erforderlich) nass in nass aufziehen

Beispiel für die Haftung auf Trockenbeton nach Ablauf von 28 Tagen (2 Raumteile Romanzement auf 1 Raumteil Sand)



Die Originalität seiner mineralogischen Zusammensetzung verleiht Romanzement besondere dauerhafte Eigenschaften, wie Zunahme der Langzeitfestigkeiten, Wasserdichte und Beständigkeit gegen aggressive Wässer und Meerwasser.

Dauerhaftigkeit

Die Originalität der mineralischen Zusammensetzung des Romanzements ergibt sich aus dem Nieder-temperaturbrennen (600 °C - 1200 °C) eines Kalkmergels. Zwei große Mineralfamilien entstehen:

- Aluminate und Calciumsulfoaluminate, die nach Hydratation das Erstarren wie auch das Erhärten des Frischmörtels und -betons nach Erstarrungsende bewirken,
- Silikate, im Wesentlichen in Form von Belit (C₂S) in großen Mengen (40% - 60%).

Langzeitfestigkeiten

Im Gegensatz zu Alit (C₃S), das reichlich in Portlandzementen vorkommt, erfolgt die Belit-Hydratation (C₂S) langsam über mehrere Monate und Jahre.

Die Festigkeitszunahme verläuft also in zwei Phasen :

- schnelles Erhärten während der ersten Stunden in Folge der Aluminat-Hydratation, gefolgt von einer langsamen Festigkeitszunahme über mehrere Monate und Jahre aufgrund der Belit-Hydratation (Abb. 1).

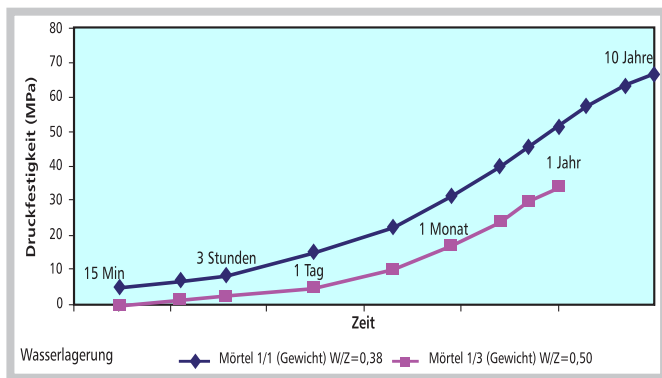


Abbildung 1

Dieses Dicalciumsilikat gewährleistet folglich ein Potential an Hydratation über die Zeit und die Möglichkeit der „Selbstheilung“ eventueller Schäden wie Mikrorissbildungen im Frischmörtel oder -beton.

Es handelt sich also hier um eine wichtige Dauerhaftigkeitseigenschaft.

Abdichten

Die langsame Hydratation von Belit ergibt ein sich über die Zeit entwickelndes Hydratationspotential, das ebenfalls die Bildung einer geringen Durchlässigkeit (Abb. 2) ermöglicht. Schon nach einem Monat erreicht diese den gleichen Wert wie beim Mörtel CEM II 42.5 N nach Ablauf von drei Monaten. Nach sechs Monaten fällt der Durchlässigkeitswert bei hoher Dosierung stark ab, um nach 12 Monaten sehr niedrige Werte zu erreichen, die eines Hochleistungsbetons würdig sind.

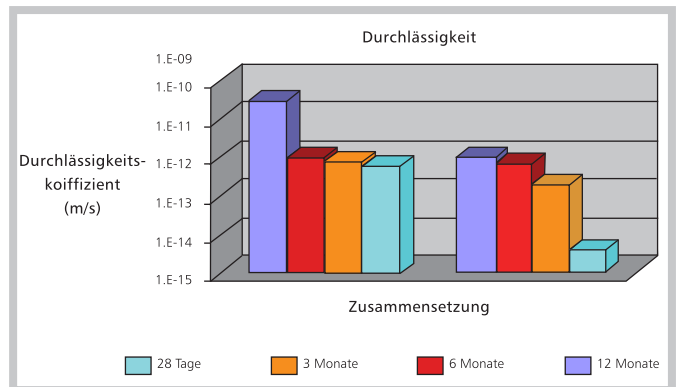


Abbildung 2

Diese Eigenschaft wird bestätigt durch die Untersuchung von Romanzement-Mörteln mit dem Rastermikroskop. Ein häufig kompaktes, geschlossenes und porenarmes Gefüge ist zu erkennen (Abb. 3).

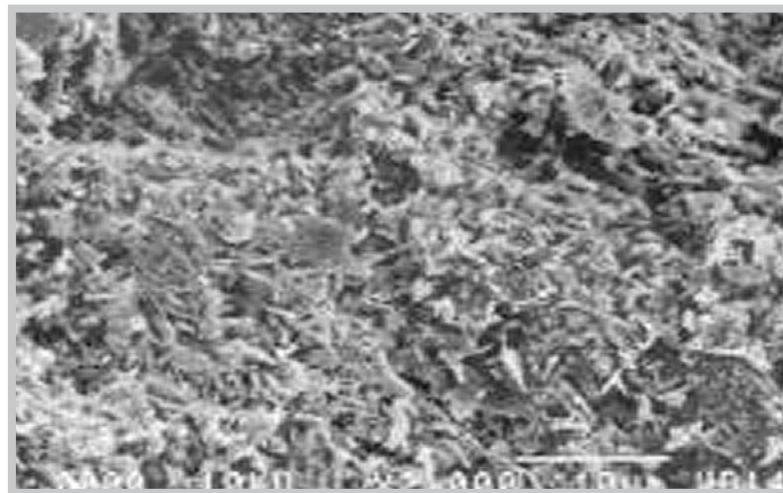


Abbildung 3

Zementleim eines Romanzement-Mörtels, Sand-Zement-Mischungsverhältnis 1:3, W/Z = 0,5 nach 56 Tagen. Aufnahme mit Elektronenmikroskop. Der Romanzement vereint Verarbeitungsschnelligkeit und effizientes, dauerhaftes Abdichten auf lange Sicht.

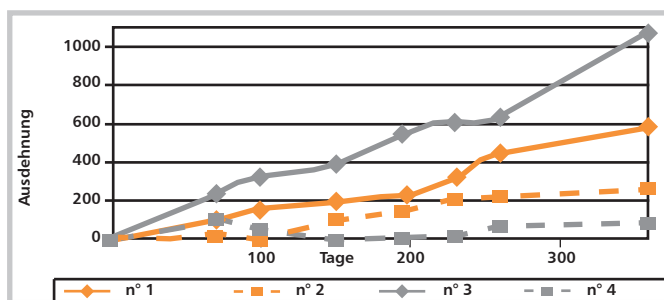
Beständigkeit gegen aggressive Wässer

Die Mehrzahl der gebildeten Hydrate sind von sehr kleiner Größe und stark untereinander verzahnt. Die Aureolen im Übergang zwischen Zementleim und Festpartikeln, die oft bevorzugte Zonen für die Zirkulation der Reaktionslösungen sind, sind hier fein und porenarm. Daraus folgt eine höhere Materialdauerfestigkeit.

Bei der Belit-Hydratation entsteht nur eine geringe Menge an Portlandit (Calciumhydroxyd). Somit hat deren Reaktion durch einen Säureangriff kaum Auswirkung und die Bildung von Sekundärgips mit den Sulfaten bei einem Sulfatangriff ist nicht von großer Bedeutung. Daher werden nur sehr wenige sekundäre Ettringitkristalle und dies in geringer Ausdehnung gebildet.

Verhalten bei sulfathaltigem Wasser

Probenkörper (2,5 x 2,5 x 28 cm) aus Romanzement-Mörtel (Kurven 1 und 2) mit einem Sand-Zement-Mischungsverhältnis von 1:2 und einem W/Z-Wert von 0,40 und aus CEM I 52.5 N PM ES-Mörtel (Kurven 3 und 4) mit einem Sand-Zement-Mischungsverhältnis von 1:3 und einem W/Z-Wert von 0,50 wurden ein Jahr lang komplett eingetaucht in einer konzentrierten Magnetsulfatlösung von 50 g/l Wasser gelagert (stetige Kurve) oder einem täglichen Nass-Trockenzyklus (gestrichelte Kurve) unterworfen (16 Stunden Untertauchen und 8 Stunden Trocknen).



Mörtel und Beton aus Romanzement verfügen also über eine gute Beständigkeit gegen säurehaltige (bis pH4) und sulfathaltige Wässer.

Meerwasserbeständigkeit

Die zuvor beschriebenen physikalischen Eigenschaften (geringe Durchlässigkeit) wie auch die mineralischen Eigenschaften verleihen Romanzement-Mörtel und Romanzement-Beton eine ausgezeichnete Beständigkeit beim Kontakt mit Meerwasser.

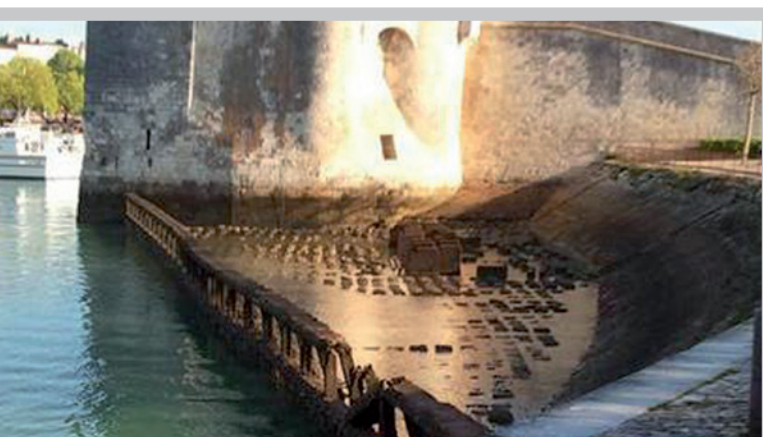
Im Jahr 1930 hat man im Hafen von La Rochelle Leistungstests in die Wege geleitet (Foto). Betonblöcke aus Romanzement mit einer Dosierung von 300, 450 und 600 kg/m³ Sand wurden in den Gezeitenbereich eingelassen. 56 Jahre später, im Jahr 1986, hat das Straßenbauamt von La Rochelle, Frankreich, den Zustand der Betonblöcke mit 450 und 600 kg/m³ als recht gut bezeichnet.

Mit Beendigung dieser Langzeittests hat Romanzement die Anforderungen gemäß der französischen Norm NF P15-314 „Zemente für Meerwasserarbeiten“ erfüllt.

Die nachgewiesene Beständigkeit gegenüber Meerwasser gepaart mit den Abdichtungs-, Schnellabbinde- und Schnellerhärtungseigenschaften machen aus diesem Bindemittel den idealen Begleiter für Arbeiten zwischen den Gezeiten.



Fotos März 2011



Wasserdampfdurchlässigkeit

Romanzement in derselben Dosierung eingesetzt wie Kalk, zeigt dieselbe Porosität, Wasseraufnahme, Elastizitätsmodul und Wasserdampfdurchlässigkeit, verbunden mit einem deutlich geringeren Schwindverhalten. Als Vertreter der Romanzemente zeigt er adäquate Eigenschaften zur materialgerechten Restaurierung von Fassaden aus dem 19. Jahrhundert.

Die Dauerhaftigkeit von traditionellen Mauerarbeiten ist abhängig von dem problematischen Feuchtigkeitsübergang vom Untergrund nach außen.



Mit Mörteln auf Romanzement-Basis in geringer Dosierung lassen sich interessante Eigenschaften erhalten.

Kapillare Wasseraufnahme, Wasser- und Wasserdampfporosität

Aus der nachstehenden Tabelle sind die untersuchten Mörtelzusammensetzungen sowie Wasseraufnahme, Wasserporosität und Wasserdampfdurchlässigkeit nach 6 Monaten Feuchtbehandlung, gefolgt von 7 Tagen Trocknung bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50%, ersichtlich. Die Ergebnisse reichen sehr nahe an die Maximalhydratation heran.

Porosität, Wasseraufnahme- und Durchlässigkeitsmerkmale bei niedrig dosierten Mörteln

Zusammensetzung Volumen	1:2	1:2,5	1:3	1:4	Verfahren
% Romanzement in Gewicht	19,85	16,58	14,3	11,30	
W/Z	0,67	0,825	0,95	1,12	
Rohdichte (kg/m ³)	1941	1908	1923	1945	AFREM
Kapillare Wasseraufnahme nach 3 h C(kg/(m ² . min 0,5))	0,76	0,88	1,4	1,67	EN1015
Kapillare Wasseraufnahme nach 24 h C(kg/m ³)	16,56	17,44	17,54	15,88	EN1015
Wasseraufnahme (%) bis zum Konstangewicht	12	12,5	13	11,8	CERIB DQI/DEE FG-02/12/02
Gesamt-Wasserporosität (%)	25,67	25,88	23	22,89	AFREM
Dampfdiffusion (g/m ² .h.mmHg)	0,42	0,43	0,46	0,45	Cahier CSTB 08/1993

Porosität, Wasseraufnahme- und Durchlässigkeitsmerkmale bei niedrig dosierten Mörteln.

Die Dampfdiffusionswerte liegen zwischen 0,4 und 0,5 und somit leicht unter den Werten von NHL. Mörtel auf NHL 5-Basis in der gleichen Dosierung liegen beispielsweise bei 0,5 und 0,6.

Die nach drei Stunden gemessene kapillare Wasseraufnahme ist der Wert, der am besten mit dem Wasserzementverhältnis korreliert.

Die gleiche Messung nach 24 Stunden ergibt ähnliche Werte, d. h. je höher das Wasserzementverhältnis ist, desto schneller erfolgt die kapillare Wasseraufnahme. Diese Durchlässigkeits- und Aufnahmewerte ergeben sich nach einer idealen Nachbehandlung (>90% relative Feuchtigkeit) im Labor.

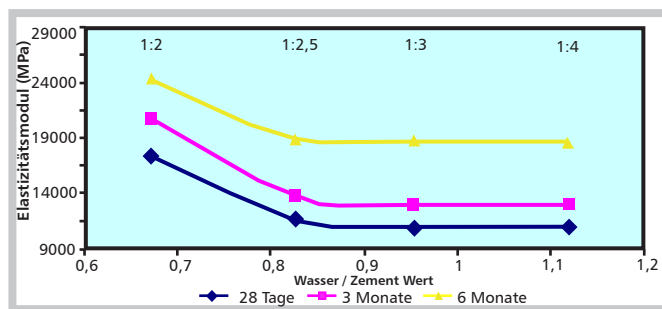
Im Außenbereich geschieht die Nachbehandlung unter sehr unterschiedlichen Bedingungen sowohl im Hinblick auf die Temperatur als auch auf die Umgebungsfeuchte in Abhängigkeit des lokalen Mikroklimas und der Fassadenausrichtung. In der Regel erfolgt auf der Baustelle eine mehr oder weniger starke Trocknung des Frischmörtels, die seine Hydratation verändert. Ein auf der Baustelle gelagerter Mörtel weist also eine stärkere Porosität auf als der im Labor ideal behandelte Mörtel. In Labortests ermittelte Werte ergeben immer optimale Hydratationswerte.

Die Abbindezeit dieser Mörtel mit dem Zusatz des Verzögerers **TARDA** beträgt mind. 40 Minuten bei 20 °C.

Niedriger Elastizitätsmodul

Bis zum Ablauf von sechs Monaten gleichmäßig durchgeführte Messungen ergeben, dass die feucht gelagerten Mörtel bei Dosierungen von 1:2,5 bis 1:4 etwa den gleichen E-Modul aufweisen, d.h. sich praktisch auf gleichem Niveau wie NHL 5 bewegen.

Bei Lagerung in einer Umgebung mit 50 % Luftfeuchtigkeit würden die Werte sich ungefähr um ein Drittel reduzieren.

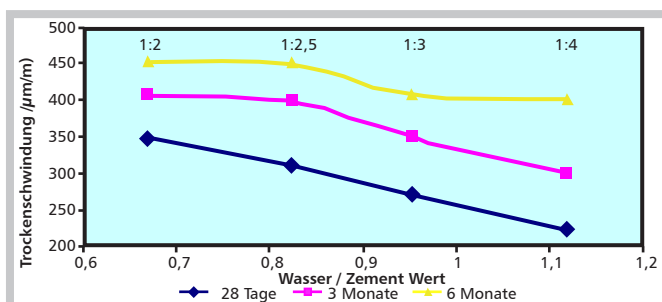


Elastizitätsmodul in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis (1:2 bis 1:4, bei einem definierten W/Z Wert) und der Zeit

Geringe Schwindung

Romanzement zeichnet sich durch eine geringe Schwindung aus. Dies hat keine bzw. eine nur geringe Trockenschwindung zur Folge.

Die erste Messung des Schwindens erfolgt, sobald der Mörtel eine ausreichende Festigkeit für das Ausschalen besitzt. Folglich kann das Schwinden vor dem Ausschalen nicht erfasst werden. Abhängig von der Bindemitteldosierung und dem Wasserzementwert kann es bei Romanzement als gering eingestuft werden. Die relativ niedrigen Werte ermöglichen Mörtelaufträge in großen Schichtdicken ohne allzu große Bedenken im Hinblick auf Schwindrissbildung.



Trockenschwindung in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis (1:2 bis 1:4, bei einem definierten W/Z Wert) und der Zeit

Einstellen des Erstarrungsverhaltens mit dem Erstarrungsverzögerer TARDA

Romanzement bindet sehr schnell ab. Für die Ausführung größerer Arbeiten empfiehlt sich daher immer der Einsatz eines Erstarrungsverzögerers. Mit TARDA kann das sehr schnelle Erstarren des Romanzements (als Mörtel nach 2 Minuten bei 20 °C) verzögert werden.

TARDA (Zitronensäure in Lebensmittelqualität) ist der effektivste Verzögerer für Romanzement.

Das Erstarren lässt sich je nach Zeit und Mischungsverhältnis auf eine Zeit von einigen Minuten bis über eine Stunde einstellen. Um eine längere Verarbeitbarkeit zu erreichen wird TARDA auch bei Mörteln und Betonen auf Basis einer Mischung mit Naturkalk und Romanzement eingesetzt. Bei Beton setzt der Erstarrungsbeginn durch den Zusatz von TARDA bei einer Temperatur von 20 °C ca. 20 Minuten später ein.

Verarbeitungsfreundlich bleibt Zeit für eine ordentliche Verarbeitung guter Qualität und für die Reinigung der Werkzeuge. TARDA wird auch bei Mörteln oder Betonen auf der Basis von natürlichem Kalk und Romanzement eingesetzt.

TARDA-Dosierung: eine Kappe bzw. 7 Gramm je Liter Romanzement. Bei einer größeren Menge ist TARDA weniger effizient.

Mörtel: der Zusatz von TARDA verzögert den Erstarrungsbeginn der Romanzement-Mörtel je nach Temperatur um 10 bis 30 Minuten.

Temperatur des Romanzement-Mörtel	10 °C	20 °C	30 °C
Erstarrungsbeginn ohne TARDA	4 Minuten	2 Minuten	1 Minuten
Erstarrungsbeginn mit TARDA	30 Minuten	15 Minuten	10 Minuten

**Unter einer Temperatur von 10 °C kann die TARDA-Dosierung halbiert werden oder je nach gewünschter Verarbeitungszeit entfallen.*

TARDA-Dosierung: eine halbe bis ganze Kappe je Liter Romanzement. Über die Höchstdosierung hinaus (1 Kappe je Liter) ist der Wirkungsgrad gering.

Beispiel für das verzögerte Erstarren des Romanzement-Mörtels (1:1 im Volumen)

Temperatur des Romanzement-Mörtel	10 °C	20 °C	30 °C
Erstarrungsbeginn ohne TARDA	4 Minuten	2 Minuten	1 Minuten
Erstarrungsbeginn mit TARDA (1 Kappe je Liter)	30 Minuten	15 Minuten	10 Minuten

**Unter einer Temperatur von 10 °C kann je nach gewünschter Verarbeitungszeit eine Dosierung von einer halben Kappe TARDA je Liter zugesetzt oder ganz darauf verzichtet werden.*

Wie ist TARDA anzuwenden :

Mörtel: TARDA vor dem Mischen mit Sand über den Romanzement streuen.

Beton : TARDA gleichzeitig mit dem Romanzement in den Betonmischer füllen.

Praktische Verpackungsgröße:
Karton mit 20 Dosierfläschchen je 80 g

Komplementarität mit Kalk

Romanzement ist die ideale Ergänzung für Kalk. Ein Anteil Romanzement, in den meisten Fällen ein geringerer Anteil im Verhältnis zu Kalk, verleiht den Kalkmörteln Frühfestigkeit und ein begrenztes Schwindmaß ohne Beeinträchtigung der Mauerwerksatmungs-fähigkeit und des niedrigen E-Moduls. Seit Beginn der ersten Zementherstellungen im 19. Jahrhundert wurden natürliche Zemente mit Kalk gemischt, um das Erstarren zu beschleunigen.

Erhalt der Mauerwerksatmungs-fähigkeit

Die Dampfdurchlässigkeit des hydraulischen Kalkmörtels (NHL) bleibt erhalten :



	Bindemittel gesamt in kg / m ³ Trockensand	Romanzement in kg	NHL 3,5	Durchlässigkeit (Romanzement - NHL 3,5) in g / m ² .h.mmHg	Durchlässigkeit (NHL 3,5) in g / m ² .h.mmHg
Magerer Mörtel	280	70	210	0.92	0.76
Mittlerer Mörtel	340	100	240	0.78	0.73
Fetter Mörtel	360	200	160	0.60	0.57

Je höher der Durchlässigkeitswert ist, desto besser ist die Wasserdampfdiffusion. Die Mischungen Romanzement-NHL 3,5 sind mindestens ebenso dampfdurchlässig wie die Vergleichsmörtel auf alleiniger NHL 3,5-Basis (bei Lagerung unter gleichen Temperatur- und hygrometrischen Bedingungen).

Beibehaltung eines niedrigen E-Moduls

Die Mörtel aus Kalk und natürlichem Zement sind ausreichend geschmeidig, um Maßschwankungen des Untergrunds aufnehmen zu können. Nach drei Monaten weist der E-Modul der mageren und mittleren Mörtel den gleichen Wert wie die Vergleichsmörtel auf alleiniger NHL 3,5-Kalkbasis auf.

Romanzement und Kalk: zwei sich ergänzende natürliche Materialien, die für Qualität und Dauerhaftigkeit der ausgeführten Arbeiten stehen.

Vorsichtsmaßnahmen/ Fachgemäße Verarbeitung

Romanzement wird hauptsächlich für Mörtel (Romanzement-Mörtel oder Mörtel aus natürlichem Kalk und Romanzement) und gelegentlich für Beton eingesetzt. Seine Anwendung erfolgt wie bei den hydraulischen Bindemitteln nach traditioneller Art.

Dennoch sind aufgrund seines schnellen Erstarrens (2 Minuten bei 20 °C) einige Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, um Qualität und Dauerhaftigkeit der Arbeit zu gewährleisten.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verarbeitung

- vor Zubereitung des Mörtels oder des Betons die Baustelle einrichten,
- sauberen Sand (und Gesteinskörnungen) verwenden, Romanzement und Sand nicht vorher mischen; die im Sand enthaltene Feuchtigkeit hydriert den Romanzement und leitet die Erstarrung ein
- nicht zu viel Wasser zugeben überschüssiges Wasser ist der Grund für Festigkeitsabnahme, für Schwinden und Rissbildung; ein mit sehr feuchtem Sand hergestellter Mörtel braucht weniger Wasser
- nur die Mengen anmachen, die vor Erstarrungsbeginn verarbeitet werden können

Fachgemäße Verarbeitung

- auf sauberem, vorgehästem Untergrund arbeiten (Haftung)
- die Verarbeitung muss vor Erstarrungsbeginn beendet sein; den Verzögerer TARDA zusetzen, um eine angemessene Verarbeitungszeit zu gewährleisten
- der Zusatz des Verzögerers TARDA ist vielfach sinnvoll, auch für Mörtelzusammensetzungen aus Romanzement und Kalk
- nach Erstarrungsbeginn kein Wasser zugeben, nicht aufrühren, nicht glätten; das Erstarren geschieht nur einmal (Bruchgefahr)
- das Zementgebände nach Gebrauch gut verschließen
- den Zementsack umgedreht und geschützt vor Feuchtigkeit lagern.

Wo gibt es Romanzement?

Heute, wie seit 170 Jahren, wird Romanzement in Originalöfen aus dem 19. Jahrhundert industriell durch die VICAT-Gruppe hergestellt.

Mit einer Jahresproduktionskapazität von ca. 100.000 Tonnen und einem lückenlosen Vertriebs- und Logistiknetz ist der Romanzement aus Grenoble jederzeit und europaweit verfügbar.



In Deutschland und Österreich wird der Romanzement **PROMPT FIX-ZEMENT** in folgenden praktischen Verpackungseinheiten über den Baustofffachgroßhandel vertrieben:

Eimer 15 kg und 7,5 kg
Sack 25 kg

Generalvertrieb für Deutschland und Österreich:

FASZINATION KALK ...



... SEIT JAHRTAUSENDEN BEWÄHRT®

Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG

Hauptstraße 50
D-36137 Großenlüder-Müs

Telefon +49 (0) 66 48 68-0
Telefax +49 (0) 66 48 68-400
info@zkw-otterbein.de
www.zkw-otterbein.de
www.cimentetarchitecture.com/de



Referenzen

Thier - Galerie • Dortmund

Rekonstruktion ehemaliges Berlethaus 2012/2011

Ausführung der Arbeiten

Nüthen Restaurierungen GmbH & Co. KG • Erfurt

Herstellung und Lieferung

des Romanzement-Werk trockenmörtel

RCP RoCemPlaster Baustoff GmbH • Altegloffsheim

(Bildmaterial • Fa. Nüthen)



Brunnenskulptur • Burgweinting (Regensburg)

Design

Notburga Carl

Ausführung der Arbeiten

Terrazzowerkstatt Regensburg – Michael Dorrer

Mehrlagiger Aufbau eines Roman-Weißzementmörtel
auf ein Drahtkorbgerüst





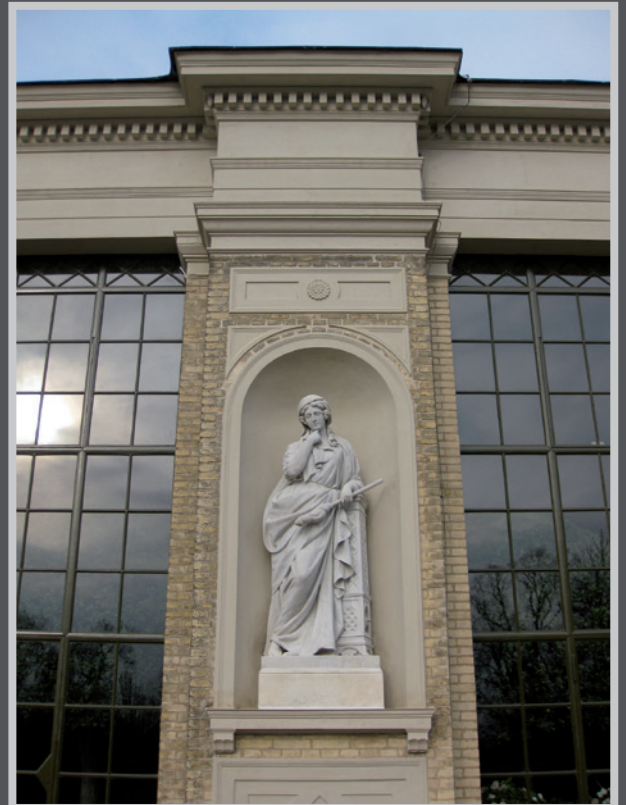
St. Leonhardkirche • Regensburg

Ergänzung des 150 Jahre alten
Romanzement-Mosaikbodens

Ausführung der Arbeiten

Terrazzowerkstatt Regensburg – Michael Dorrer

Romanzement und natürlich hydraulischer Kalk NHL 3,5
als Bindemittelgemisch in Verlege-und Fugenmörtel

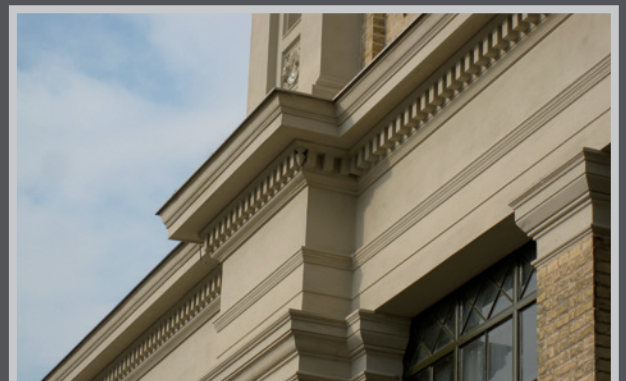


Neue Orangerie Schloss Sans-Souci • Potsdam

Umfangreiche Restaurierungsarbeiten an der Fassade
der Pflanzenhalle der Orangerie mit einem Mörtel
auf Romanzementbasis

Ausführung der Arbeiten

Werkstätten für Denkmalpflege PKZ Poznan Sp.zo.o



Systemlösungen von OTTERBEIN natürlich – vielseitig – beständig



System OTTERBEIN Zemente

- Moderne Bindemittel für den Bau- und Betonbereich, die durch Beständigkeit und Ästhetik überzeugen
- Produktsicherheit durch moderne Technologie und hohe Qualitätsstandards
- Innovative Zementprodukte für unerschöpfliche Gestaltungsvielfalt



Alles aus einer Hand – unsere einzigartige Produktvielfalt.

- Portland- Komposit- und Kalksteinzemente
- Trass- Hochofenzemente
- Romanzement
- Bindemittelgemische

• Kalke für Bau und Umweltschutz

- Naturkalke für Land- und Forstwirtschaft
- Kalkbrechsande und Kalksteinmehl

• Innen- und Außenputze

• Mineralische und natürliche Dämmstoffe

• Mauer- und Klebemörtel

• Estriche auf Zement- und Anhydritbasis



System OTTERBEIN Kalke

- Baukalke in den unterschiedlichsten Zusammensetzungen und Eigenschaften
- Zukunftsweisende Industrie- und Umweltschutzkalke für saubere Luft und reines Wasser
- Vielseitig verwendbare Branntkalke und kohlen-saure Kalke für Land- und Forstwirtschaft



• Innen- und Außenputze

• Mineralische und natürliche Dämmstoffe

• Mauer- und Klebemörtel

• Estriche auf Zement- und Anhydritbasis



System OTTERBEIN Putze / Mörtel

- Putz- und Mörtellösungen für den Baubereich, die Denkmalpflege und die Sanierung
- Baubiologisch sinnvolle Innen- und Außenputze für mehr Lebensqualität
- Gesundes Bauen mit natürlich mineralischen Mörteln



WIR BRINGEN STEINE
ZUM LEBEN



Stand: 21.06.2017

gedruckt auf 100% Altpapier