



## „Mineralische Mörtel im Wandel der Zeit“

Dietbert Knöfel

Mörtel wurden und werden immer dann verwendet, wenn Flächen aus anderen Baustoffen oder anderen Bauteilen bekleidet beziehungsweise nivelliert werden oder wenn andere Baustoffe zu Bauteilen zusammengefügt werden. Sie müssen gut haften und übernehmen unterschiedliche Funktionen (z. B. Putz-, Mauer-, Verfug-, Estrich-, Verlegemörtel). Sie bestehen aus Bindemittel (z. B. Baukalk, Baugips, Zement), Zuschlägen/Gesteinskörnungen (z. B. Sande, feine Kiese und/oder Splitte) und Wasser (erforderlich zur Verarbeitung und Erhärtung). Zusätzlich zu diesen drei Bestandteilen wurden und werden den Mörteln häufig Zusätze zugegeben. Unterschieden werden hier Zusatzstoffe, die in größeren Mengen zugegeben wurden beziehungsweise werden (z. B. Ziegelmehl, vulkanische Aschen, Hüttensandmehl) und Zusatzmittel, die nur in geringen Mengen zugegeben werden (früher z. B. Wein, Milch, Fruchtsäuren, heute z. B. Ligninsulfonate, Polycarboxylate, Celluloseether). Zusatzmittel und Zusatzstoffe dienen zur Verbesserung der Frischmörtel-Eigenschaften (im Stadium der Verarbeitung) und der Festmörtel-Eigenschaften (nach der Erhärtung).

### Bindemittel

Das früheste angewendete Bindemittel ist der natürliche Lehm, seine Anwendung ist seit mehr als 9000 Jahren bekannt.



**Abbildung 1:** Fachwerksausfachung mit Lehmputz im verwitterten Zustand (Foto: [wikipedia.org](http://wikipedia.org))

Auch Gipsmörtel war bereits im Altertum bekannt. Als Erfinder des Mörtels auf der Basis von Branntkalk gelten die Griechen. In diese Zeit fallen auch die ersten Erwähnungen von Mörtelzusätzen. Die Römer waren mit der Herstellung und Anwendung von Gips- und Kalkmörteln gut vertraut. Sie verwendeten puzzolanische Zusätze (hier: vulkanische Aschen vom Vesuv). Puzzolane sind Stoffe, die mit gelöstem Calciumhydroxid reagieren und zu wasserresistenten Verbindungen führen. Mit diesen puzzolanischen Zusätzen erreichten bereits die Römer eine höhere Festigkeit und einen hohen Wasserwiderstand von Kalkmörteln (auch für Wasserbauten) wie Vitruvius im zweiten Buch seiner „Zehn Bücher über Architektur“ schreibt. Auch gebrannte Tone (Ziegelbruch, Ziegelmehl und

ähnliches) können die Kalkmörtel-Eigenschaften wesentlich verbessern. Nicht erst die Römer erkannten dies, bereits einige Jahrhunderte v. Chr. verwendeten Baumeister zerstoßene Ziegel beim Bau der Zisternen von Jerusalem. Sie dichteten die Zisternen mit ziegelmehlhaltigem Kalkmörtel ab – auch Wasserkanäle. Viele Kenntnisse aus der Römerzeit gingen zunächst verloren.



**Abbildung 2:** Bethesda, Zisterne in Jerusalem  
(Foto: Ralph Oesker)

Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts wurden in Mitteleuropa lediglich Gips und Kalk als Bindemittel verwendet, wobei „unreine“, tonhaltige Kalke günstigere Eigenschaften (Festigkeiten und Witterungswiderstand) ergaben. Auch der puzzolanische Trass, eine vulkanische Asche der Eifel, wurde im Kalkmörtel angewendet. Gebrannt wurde der Kalk in einfachen Schachtöfen, später auch in Ringöfen. Die Kalklösch-Techniken (Reaktion vom Brandkalk / Calciumoxid zum gelöschten Kalk / Calciumhydroxid) waren wohl recht unterschiedlich, neben dem Löschen mit Wasserüberschuss (z.B. Einsumpfen über Wochen, dies ergibt sehr feinteiliges Calciumhydroxid) wurde auch „trocken“ gelöscht mit Wasserunterschuss (hier können mm-große Calciumoxiddkörner im Bindemittel verbleiben). Derart trocken gelöschter Kalk erlaubt wesentlich höhere Bindemittelgehalte bei geringerem Wasserbedarf und geringerer Schwindneigung der Mörtel.

Gebrannter Gips (Calciumsulfathydrat und Anhydrit, meist auch im Gemenge mit Gips) wurde zum Beispiel in Norddeutschland insbesondere im Sakralbau für komplizierte Strukturen –aber auch verbreitet für profane Bauten - verwendet. Dem Vorteil seiner schnellen Erhärtung steht seine relativ hohe Wasserlöslichkeit als Nachteil gegenüber. Trotzdem wurden in früheren Zeiten auch Gipsmörtel im Außenbereich eingesetzt und bewährten sich (nur zum Teil?) bei freier Bewitterung über mehrere Jahrhunderte (z. B. Dom zu Bardowick, 15. Jahrhundert).

Die ursprünglichen Bindemittel-Reaktionsprodukte sind wohl durch Rekristallisationsprozesse während zahlreicher Durchfeuchtungsperioden verändert und insbesondere auch verdichtet worden.

Zemente im heutigen Sinn konnten erst ab der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts hergestellt werden, da hierzu besonders hohe Brenntemperaturen und weitere Kenntnisse erforderlich waren. Heute sind die verschiedenen Zemente neben Baukalken und Baugipsen wesentlicher Bestandteil vieler Mörtel. Zu Zementen und ihrer Anwendung siehe andere Beiträge in dieser GDCh-Wochenschau-Reihe 2011.



**Abbildung 3:** Dom zu Bardowick um 1720  
(Quelle: [wikipedia.org](http://wikipedia.org))

### Zuschläge / Gesteinskörnungen

Die Zuschläge/Gesteinskörnungen haben sich über die Jahrhunderte wenig geändert. Stofflich sind es meist Quarz- oder Kalksteinsande aus der Region der Mörtelherstellung. Heute wird verstärkt auf die Korngrößenverteilung der Sande (Sieblinie) geachtet, auch auf eventuelle Verunreinigungen (z. B. Salz-, Humin- und Tongehalt) werden Sande geprüft, da diese Verunreinigungen Erhärtungsstörungen und Eigenschaftsminderungen verursachen können.

Auch Splitte finden heute Verwendung.



## Zusatzstoffe

Zusatzstoffe (z. B. puzzolanischer Trass, Ziegelmehl) in historischen Mörteln wurden bereits bei den Bindemitteln erwähnt. Sie sollen insbesondere Festmörtel-Eigenschaften verbessern (zum Beispiel Erhöhung des Widerstandes gegen Wasser und andere äußere Einwirkungen, Erhöhung der Festigkeit). Untergeordnet wurden in speziellen Fällen auch faserförmige Naturstoffe verwendet, zum Beispiel Stroh oder Sisal und Tierhaare (Schweineborsten, Ross- und Kälberhaare). Damit wurde insbesondere die Rissbildung in Putzen vermindert. In modernen Mörteln werden zusätzlich weitere Zusatzstoffe (z. B. Hüttensand, Flugasche) –ähnlich der Anwendung im Beton –eingesetzt. Deshalb wird auch hier auf Beiträge zu „Beton“ in dieser GDCh-Wochenschau-Reihe 2011 verwiesen.

Wirkgruppe	Beispiele und Wirkung
Beschleuniger	Zusatz von hydratisiertem, pulverförmigem Gips zu Gipsmörtel (Kristallkeime)
Verzögerer	Wein, Zucker (Verlängerung der Abbindezeit bei hydraulischen Bindemitteln), Fruchtsäuren, z.B. Weinsäure (für Gips)
Verflüssiger	Milch/Buttermilch, Eiweiß, u. a. Eiweiße (Verzögerung der Erhärtung, Erhöhung der Dichtigkeit)
Luftporenbildner	Blut, Stärke (Ausnutzung der stark schäumenden Wirkung) Essig u. ä. (reagiert mit Calciumcarbonat aus ungebrannten Kalkrelikten unter Bildung von treibendem Kohlendioxid)
Dichtungsmittel	Schmalz und andere tierische Fette, pflanzliche Öle (Hydrophobierung)

Tabelle 1: Beispiele für historische Mörtelzusatzmittel

## Zusatzmittel

Zusatzmittel dienen heute zur gezielten Eigenschaftsverbesserung. Sie bewirken dies durch chemische Reaktionen und/oder physikalische Beeinflussung. So machen „Verflüssiger“ den Frischmörtel bei gleicher Wasserzugabemenge niedriger viskos, „flüssiger“. „Verzögerer“ bewirken eine verzögerte Erstarrung, in umgekehrter Richtung wirken „Beschleuniger“. Für Zementmörtel ist heute die gleiche Produktpalette wie für Beton einsetzbar, da diese Zusatzmittel ja mit dem Zement reagieren. Diese Zusatzmittel sind überwiegend synthetisch hergestellt und haben eine konstante Zusammen-

setzung. Historische Zusatzmittel waren Naturprodukte, die erwartungsgemäß nicht gezielt nur eine Eigenschaft verändern, auch waren deren Zusammensetzungen sicher nicht konstant. Nachteile für unseren Kenntnisstand sind: Diese Naturprodukte verändern sich im Laufe der Zeit, durch Mikroorganismen werden sie angegriffen und sind so heute nur schwer oder gar nicht mehr nachweisbar. Forschungen auf diesem Gebiet sind rar! Nachstehend werden einige Beispiele für historische Mörtelzusatzmittel genannt:



Abbildung 4: Weinberghaus (Fränkisches Freilandmuseum Bad Windsheim)

Früher wurden die Mörtel ausschließlich auf der Baustelle hergestellt, dagegen werden sie heute weit überwiegend gezielt für die verschiedenen Anwendungen in Mörtelwerken trocken gemischt (Bindemittel, Zuschläge/Gesteinskörnungen und Zusätze) und als Werk trockenmörtel gehandelt und eingesetzt.

Im Rahmen der Denkmalpflege besteht zuweilen der Wunsch einen historischen Mörtel für eine Sanierungsmaßnahme heute nach altem Vorbild nachzustellen. Unter der Annahme, dass historisches Probematerial noch ausreichend vorliegt und dies dem ursprünglichen Mörtel noch entspricht, kann durch umfangreiche chemische, mineralogische, physikalische und technologische

Untersuchungen und anschließende aufwendige Versuche mit den entsprechenden Ausgangstoffen dieses Ziel weitgehend erreicht werden. Historische Zusatzmittel werden aber wohl in keinem Fall reproduziert werden können.

Kontakt:	Schlauer Fuchs
 <p><b>Prof. Dr. Dietbert Knöfel</b> Zum Heckeshorn 52 A 14109 Berlin Früher: Universität Siegen Institut für Bau- und Werkstoffchemie</p>	<p>Unsere Schlaue-Fuchs-Frage zu diesem Beitrag lautete:</p> <p>Was sind Puzzolane?</p>
Literatur:	
<p>[1] D. Knöfel und F. Winnefeld: Mörtel – Putze – Betone, S. 381-432, in: Naturwerkstein und Umweltschutz in der Denkmalpflege, Ebner Verlag, Ulm, 1997</p>	