



Kalk – Bindemittel für Farben und Mörtel

Teil 4: Heißkalkmörtel

Alexander Fenzke

Die Herstellung und Verarbeitung von Heißkalkmörtel ist eine traditionelle Handwerks- und Bautechnik, die heutzutage überwiegend in der Denkmalpflege und Altbausanierung Anwendung findet. Bei diesem Verfahren wird der Kalkmörtel zunächst unter Zugabe von gebranntem, ungelöschtem Kalk (CaO) trocken angemischt. Nach der Zugabe von Wasser und der Fortsetzung des Mischvorgangs setzt das Löschen des Kalkes ein. Die Verarbeitung des nun heißen oder warmen Kalkes muss innerhalb eines kurzen Zeitfensters erfolgen. Heißkalkmörtel können nur vor Ort als Baustellenmischungen hergestellt und verarbeitet werden, die Anwendung einer Industrienorm findet hier nicht statt.¹

Geschichtliche Betrachtung

Bekannt ist die Anwendung von Kalkmörteln seit Jahrtausenden, und schon die Römer setzten sie beispielsweise als Kalkbeton (*opus caementitium*), u. a. mit dem Zusatz von frisch gelöschtem Kalk, beim Errichten ihrer Bauwerke ein. Berichtet wird beispielsweise in den Schriften des römischen Ingenieurs und Architekten Vitruv (*Marcus Vitruvius Pollio*) von Kalkmörtel, der im heißen oder warmen Zustand eingesetzt wurde. Über Recherchen in diesem Bereich konnten mittlerweile einige wenige Überlieferungen, teils schriftlich, aber auch mit Bildern dargestellt, zusammengetragen werden.² Leider lässt sich bei den wenigen vorhandenen Quellen nicht im-

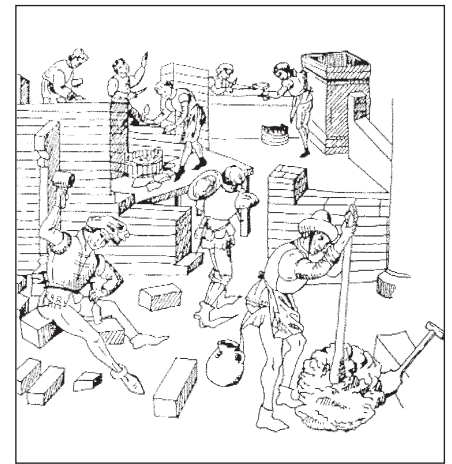


Abb. 1 (links) und Abb. 2 (rechts): Darstellungen von mittelalterlichen Baustellen zeigen die Herstellung und Verarbeitung von Kalkmörteln. Abstechen eines Haufwerks aus Sand und Kalk und Anmischen des Mörtels (Abb. 1). Stampfen des Mörtels mit einem Rundholz (Abb. 2).

mer eindeutig die Verarbeitungsart der Kalke zuordnen. Deshalb ist es oft schwierig, herauszulesen oder zu erkennen, ob es sich nun wirklich um heiß bzw. warm verarbeitete Mörtel handelt, oder doch um trocken gelöschte und kalt verarbeitete Mörtel.

Bei dieser Art der Mörtelherstellung werden Sand und ungelöschter Kalk lagenweise aufgeschichtet. Entweder ist dabei der Sand mit Wasser gesättigt oder die Zugabe des für den Löschvorgang notwendigen Wassers erfolgt später durch das Übergießen des Haufwerks. Der Mischvorgang und die Verarbeitung des Mörtels finden bei diesem Verfahren üblicherweise erst nach einigen Tagen statt. Jedoch erweisen Baustellenerfahrungen des Verfassers, dass es möglich ist diese trocken gelöschten Mörtel bereits

nach kurzer Zeit bei Mauerarbeiten einzusetzen.

Das wissenschaftliche Interesse zur Erforschung der Eigenschaften und Haltbarkeit solcher Mörtel nimmt seit einiger Zeit wieder zu und ermöglicht es dadurch auch Handwerkern und Planern, sich besser mit den Vorgängen und Eigenschaften dieser Mörtel auseinanderzusetzen und diese wieder bewusst vor allem bei der Instandsetzung und Restaurierung von historischen Bauwerken einzusetzen.

Die wichtigsten Überlieferungen und Quellen waren und sind noch heute die Werke von Vitruv, der im ersten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung gelebt hat. In seinen 10 Büchern über Architektur³ beschreibt er u. a. auch die Herstellung und den Einsatz römischer Baustoffe. Darin

enthalten sind zum Teil auch Rezepte und Arbeitsvorgänge, die bis heute Bestand haben.

Luftkalkmörtel erhärten gewöhnlich durch Carbonatisierung⁴; dabei nimmt der Mörtel in Verbindung mit Feuchtigkeit Kohlendioxid aus der Umgebung auf und erhärtet zum Ausgangsprodukt, dem Kalkstein (CaCO_3). Dieser so genannte Kalkkreislauf findet nur unter dem Einfluss von Luft statt. Unter Wasser können Luftkalkmörtel kein Kohlendioxid aufnehmen und auch nicht erhärten. Der Vorteil dabei ist aber auch die Möglichkeit des Einsumpfens dieser Bindemittel. Sie können jahrzehntelang unter Wasser eingelagert werden und härten hier nicht aus. Im Gegenteil, sie werden infolge langen Einlagerns durch Kristallbildungen besser nutzbar⁵. Solche mit Luftkalk hergestellte Mörtel erhärten gewöhnlich mit einer Festigkeit von 0,5 bis 1,0 N/mm². Sie sind also relativ „weich“ und weisen eine hohe Elastizität auf.

Der große Unterschied zwischen Heißkalkmörteln und den gerade beschriebenen konventionellen Luftkalkmörteln⁶ besteht aus mineralogischer Sicht darin, dass durch das Löschen des Kalkes im Mörtel teils hohe Temperaturen entstehen. In Verbindung mit den Zuschlägen (z. B. quarzhaltige Sande) können diese Temperaturen zur Bildung von Silikatphasen führen, mit dem Ergebnis einer höheren Druckfestigkeit.

Sie kann durch puzzolanische Zusätze (Trass, Bims, Ziegelmehl, etc.) noch verstärkt werden. So kann aus einem reinen Luftkalkmörtel, welcher eigentlich nur carbonatisieren kann, ein hydraulischer Mörtel hergestellt werden.

Diesen Vorteil erkannten vermutlich schon die Römer, denn diese setzten solche puzzolanische Mörtel zum Bau von Brückenfundamenten sowie zum Verputz in Zisternen ein; also überall dort, wo ein hydraulisches, wasserfestes Abbinde nötig war. Dazu nutzen sie beispielsweise die vor Ort vorhandenen Vulkanaschen/Puzzolanerden und erkannten dabei vermutlich die latent hydraulische Wirkung solcher „gebrannten Erden“. Aber auch die Verwendung von Tonscherben und Ziegelbruch

war eine gängige Methode der Römer, die Luftkalk-Mörtel fester und beständiger gegenüber Feuchtigkeit, also mit hydraulischem Abbindeverhalten, herzustellen.

Bis zum Mittelalter gibt es nur wenige dokumentierte Rezepte zu historischen Mörteln⁷. Erst in der Renaissance beschäftigte man sich wieder mit den Arbeiten der römischen Vorfahren und entdeckte dabei auch die Werke Vitruv's. Im Jahr 1774 präsentierte der französische Baumeister Lorient⁸ eine neue Art von Mörtel⁹. Dabei lehnte er sich an die Rezepturen der römischen Berufskollegen an:

- 1 Teil gelöschter Kalk
- 1 Teil ungelöschter Kalk
- 1 Teil Ziegelmehl

Auch in der nachfolgenden Zeit wurde mit vergleichbaren Rezepturen gearbeitet. Die Kalkmörtel des 18. und 19. Jahrhundert ähneln dabei stark den Angaben für römische Estrichmörtel. In historischen Quellen sind Bindemittel/Zuschlag-Verhältnisse von 1:2 bis 1:3 typisch, magere Varianten bis 1:6 sind ebenfalls bekannt. Vom Verfasser selbst hergestellte Mörtelproben zeigen jedoch, dass solche Rezepturen mit einem Bindemittel/Zuschlag-Verhältnis von 1:1 bis 1:2 durchaus möglich sind und die Anwendung solcher Mörtel und Putze in bestimmten Bereichen sinnvoll sein kann.

Grundstoffe – Herstellung – Anwendung – Variationen

Bei der Herstellung von Heißkalkmörtel wird heutzutage mit Branntkalk in Pulverform gearbeitet. Dieser ist in verschiedenen Reinheitsstufen (CL 70, CL 80, CL 90)¹⁰ und mit unterschiedlichen Brenntemperaturen hergestellt (Hochbrand, Mittelbrand, Weichbrand)¹¹ als fertige Sackware auf dem Markt als Weißfeinkalk erhältlich. Diesen Vorteil hatten Handwerker in früherer Zeit nicht.

Die Herstellung von Heißkalkmörtel mit Stückkalk war mit Gefahren und Unsicherheiten während und nach der Verarbeitung verbunden, da selbst ein zuvor ermittelter Wasserbedarf, bei schwankender Kalkqualität, zu einem „Verdursten“ (zu wenig Wasser zum Abbinden des Kalkes) oder auch zum „Absaufen“ (Entmischung durch Wasserüberschuss) des Mörtels, und somit zu dessen Versagen führen konnte. Auch das Vorhandensein von so genannten Kalktreibern, das sind ungelöschte Bestandteile des Stückkalks im erhärteten Putz, kann für das nachträgliche Auftreten von Putzschäden verantwortlich sein. Bei einer späteren Feuchtezufuhr lösen sich die Stückkalkreste nach, und die damit verbundene Volumenvergrößerung führt zu Absprengungen an der Putzoberfläche.



Abb. 3:
Temperaturmessung an der Oberfläche des an die Wand angeworfenen Heißkalkmörtels: bis 52° C.



Abb. 4:
Temperaturmessung bei einer Probemenge von 200 g: bis 65° C.

Das Zermahlen des gebrannten Stückkalks zu Pulver wird zwar stellenweise in Schriften historischer Baumeister erwähnt¹², dürfte aber aufgrund des Arbeitsaufwandes nicht die gängige Methode gewesen sein. Darüber hinaus war das Zerkleinern und Zermahlen des Stückkalks mit gesundheitlichen Gefahren verbunden, da dabei ein stark ätzender Kalkstaub entsteht.

Mit unseren heutigen Ausgangsstoffen, das heißt normgerecht kontrolliert hergestellte gemahlene Weißfeinkalke in verschiedenen Qualitätsstufen, können aber unterschiedliche Mörtelarten hergestellt und damit ein breit gefächertes Arbeitsfeld sicher auf der Baustelle abgedeckt werden.

Dazu gehören u. a. Putzmörtel, die beispielsweise als Spritzbewurf oder Dünnlagenputze verwendet werden, Mauermörtel zum Versetzen von Bruch- und Natursteinen und Vergussmörtel zum Schließen von Hohlräumen bei zweischaligen Mauern. Es sind aber auch Spezialmörtel wie Heißkalkestrich, Rissfüllmörtel und Entfeuchtungsputze machbar, welche die sonst üblichen, zementhaltigen modernen Varianten problemlos ersetzen können.

Heißkalkmörtel können aber auch heute nur in Handarbeit hergestellt werden, denn sie werden unmittelbar vor der Verarbeitung gemischt und dann in heißem Zustand sofort ver-

arbeitet. Dabei können je nach angemischter Mörtelmenge Temperaturen bis weit über 80° C auftreten.

Bei der Verarbeitung ist es von Vorteil, die Zuschläge zunächst im berechneten Verhältnis trocken mit dem Kalkpulver durchzumengen und das Anmachwasser erst kurz vor der Verarbeitung zuzugeben, da gerade bei weich gebrannten Kalksorten die Reaktion schlagartig einsetzen kann. Als bewährte Mischung ist beispielsweise ein Bindemittel/Zuschlag-Verhältnis von 1:5 und Wasser/Bindemittel-Verhältnisse von 1:1 bis 1:2,5, je nach Einsatzzweck, zu empfehlen.

Je nach verwendeter Kalksorte und Brenntemperatur beträgt das Zeitfenster für die Verarbeitung oft nur wenige Minuten. Aus diesem Grund muss die Menge des anzumachenden Mörtels stark begrenzt werden. So ist beispielsweise der Wülfrather CL 90 (Rheinkalk) als Weichbrand mit einer Verarbeitungszeit von maximal 3 Minuten als ausgesprochener „Raketenkalk“ zu bezeichnen. Für den Fall, dass der angemischte Mörtel nicht schnell genug im heißen Zustand an die Wand gebracht werden kann, besteht keine Notwendigkeit, die Restmenge als Bauschutt zu entsorgen. Anders als es bei schnell erhärtenden Zement- oder Gipsmörtel der Fall ist, können Heißkalkmörtelreste als Sumpfkalkmörtel für andere Zwecke weiter verwendet oder auch eingelagert werden, sofern

keine hydraulischen Anteile beigegeben wurden.

Um Misserfolge auf den Baustellen zu vermeiden, setzt die Anwendung und der Einsatz solcher Mörtel und Putze viel Erfahrung, Übung und Baustoffwissen des Anwenders voraus. Außerdem wird die Ausführung von Probearbeiten in Form von Mustertafeln empfohlen.

Eigenschaften – Besonderheiten – Chemische Abläufe

Ein Vorteil von Heißkalkmörtel ist u. a., dass mit hohen Bindemittelanteilen gearbeitet werden kann. Dadurch entsteht, im Vergleich zu konventionellen Luftkalkmörteln, ein dichteres Porenvolumen. Nach den Erfahrungen des Autors zeichnen sich die Mörtel durch ein günstiges Diffusionsverhalten und kapillar stark saugenden Oberflächen aus. Außerdem „steht“ ein solcher Mörtel durch seine hohe Frühfestigkeit und dem geringen Wasserüberschuss als Putz sehr gut an der Wand. Bei der Herstellung von Natursteinmauerwerk kommt es beim Versetzen der Steine, nicht zu einem „Schwimmen“, wie es bei der Verwendung von anderen Mörteln häufig zu beobachten ist. Innerhalb des Mörtels sind die Zuschläge in einem kompakten, rissfreien Gefüge eingelagert.

Ein weiterer Vorteil besteht vor allem gegenüber den aus Sumpfkalk hergestellten Mörteln. Durch den höheren Wasseranteil und dem langsameren Ansteifen kommt es bei diesen Mörteln in der Regel zu Schwundrisen, ein Phänomen, das bei der Heißkalktechnologie in dieser Art nicht auftritt. Bei der Herstellung von Heißkalkmörtel entsteht nur ein sehr geringer Wasserüberschuss, der zum Abbinden des Mörtels benötigt wird. Deshalb neigen diese Mörtel weniger zur Schwundrisenbildung. Das schnelle Ansteifen ermöglicht zudem den Aufbau von deutlich dickeren Schichtstärken, die nahezu frei von Schwundrisen aufgebracht werden können¹³.

Beim Verputzen von feuchten Natursteinwänden, beispielsweise in alten Kellern, saugt sich der Mörtel bei der Applikation an der Wand fest und zieht das zum Abbinden und



Abb. 5 (links) und 6 (rechts):
 Innerhalb eines Tages lässt sich eine raumhohe Natursteinmauer durch die Verwendung von Heißkalkmörtel ohne Wartezeiten fertigstellen.

Löschen benötigte Wasser, welches sonst üblicherweise durch Nachbehandlung zugegeben werden muss¹⁴, aus der Wand. Dabei tritt der positive Nebeneffekt ein, dass dem Mauerwerk Feuchtigkeit entzogen wird. Durch sein Expandieren¹⁵ während des Abbindeprozess kann ein Heißkalkmörtel auch sehr gut als Rissfüller eingesetzt werden, da er sich in Fugen und Risse „hineinpresst“ und danach schwundfrei aushärtet.

Chemisch gesehen reagieren Heißkalkmörtel, wie zuvor erläutert, sowohl durch Carbonatisieren als auch, je nach Untergrund und verwendetem Zuschlag, teilweise hydraulisch. Dabei können solche Mörtel auch höhere Druckfestigkeiten erreichen (bis zu 5 N/mm^2)¹⁶, ohne dass sich dadurch die günstigen Wassertransportmechanismen (Kapillarität und Diffusion) verändern, ein klarer Vorteil gegenüber modernen hydraulischen HL-Kalken und zementhaltigen Mörteln. Diese Aussagen zu Druckfestigkeiten, Feuchtetransport und Porosität beruhen vorrangig auf den Erfahrungswerten des Verfassers. Sie sind bisher noch nicht naturwissenschaftlich nachgewiesen.

Anwendungsbeispiele

In diesem Abschnitt werden aus der langjährigen Baustellenpraxis mehrere Anwendungsgebiete für den Einsatz eines in Heißkalktechnik hergestellten

Mörtels vorgestellt. Durch die Dokumentation von ausgeführten Maßnahmen und deren mehrjährige begleitende Untersuchung konnte die Eignung der unterschiedlichen Anwendungstechniken festgestellt werden.

Naturstein- und Ziegelsteinmauerwerk

Beim Herstellen und Verfugen von Natursteinmauerwerk erlaubt der Einsatz von Heißkalkmörtel zu meist ein äußerst rationelles Arbeiten. Durch das schnelle Ansteifen

des heiß verarbeiteten Mörtels und das gute Anhaften am Stein können Mauersteine fortlaufend und ohne die sonst notwendigen Wartezeiten versetzt werden. Durch das Nachlöschen während der Mauerarbeiten und dem Gewicht der Mauer schichten erfährt der Fugenmörtel eine zusätzliche Verdichtung, was ein fugenloses und hohlraumfreies Mauern ermöglicht.

Selbst nasse Natursteine lassen sich so stockwerkshoch vermauern. Dies ist bei der Verwendung von konventionellen Mörteln nicht möglich.



Abb. 7:
 Freibändiges Mauern von Gewölbekappen mit Heißkalkmörtel ohne Lehrgerüst.