

VII-6. Trowel-ready Mortar: A Contribution Towards Greater Efficiency in Masonry Work

D. Freese
R. Kiesler
J. Waschipky

ABSTRACT

With the introduction of mechanization in the building trade in the beginning of the 60's a speedy end was predicted for masonry construction.

Premanufacturer masonry mortar would be a desirable goal of improvement, a goal that which was strived for by the masonry sector of the building trade.

Through the development of premixed mortar the same breakthrough was achieved for masonry as the development of transportable cement achieved for the cement industry.

Through the efforts of a German inventor of construction material premixed mortar of ≥ 2 Mio. m³ was produced for masonry.

Premixed mortar is masonry mortar, which is delivered ready-to-use to the construction site and which remains ready-to-use for 36 hours, while the settling time (time in which the mortar becomes hard) in the joint is equal to that of usual mortar.

The mortar is produced and delivered in the usual transport cement trucks.

At the construction site the mortar is transferred to tight vessels, which accomplish the functions of measurement vessel, storage vessel, transportation vessel and working vessel.

Through introduction of premixed mortar cost of machines, implementation, energy and wages are decreased.

It is concluded that the economic feasibility of masonry construction is increased 10–30% with the use of premixed mortar. Osnabrueck, 12 April 1979

Durch die Mechanisierungswelle im Bauwesen zu Beginn der 60er Jahre wurde dem Mauerwerksbau ein baldiges Ende vorausgesagt.

Die Vorfertigung des Mauermörtels wäre eine wünschenswerte Ergänzung der Verbesserungen, die auf dem Mauersteinsektor bisher erzielt wurde

Durch die Entwicklung des "Kellenfertigen Werkmörtels" ist der entscheidende Durchbruch für den Massenbaustoff Mauermörtel in gleicher Weise gelungen, wie für den Massenbaustoff Beton durch die Entwicklung des Transportbetons.

Von einem großen deutschen Baustoffhersteller ist Kellenfertiger Werkmörtel für ≥ 2 Mio. m³ Mauerwerk hergestellt.

Kellenfertiger Werkmörtel ist Mauermörtel, der verarbeitungsfähig zur Baustelle geliefert wird und im Arbeitsgefäß 36 Stunden verarbeitungsfähig bleibt, während der Erhärtungsverlauf in der Fuge nahezu wie bei üblichem Mörtel ist.

Der Mörtel wird in Werken hergestellt und in üblichen Transportbeton-mischfahrzeugen geliefert.

An der Baustelle wird er übergeben in dichte Gefäße, die zugleich die Funktion als Abmeß-, Vorrats-, Transport- und Arbeitsgefäß erfüllen.

Durch Einsatz des Kellenfertigen Werkmörtels entfallen Maschinen-, Geräte-, Energie- und Lohnkosten.

Die Summe der Rationalisierungseffekte ergibt, daß die Herstellung von Mauerwerk zwischen 10% und 30% wirtschaftlicher wird.

EINLEITUNG

Durch die Mechanisierungswelle im Bauwesen zu Beginn der 60er Jahre wurde dem handwerklich orientierten Mauerwerksbau ein baldiges Ende vorausgesagt.

Der Mauerwerksbau hat sich jedoch, soweit als möglich, den neuen Gegebenheiten angepaßt. Größere Steinformate, gelochte Mauersteine zur Gewichtsersparnis und bessere Handhabung sowie Anlieferung auf Paletten und Blockförderung auf der Baustelle sind neben technischen Verbesserungen der Mauersteine nur einige Wandlungen, die den Mauerwerksbau weitgehend wettbewerbsfähig gehalten haben.

Dem Mörtel ist dabei in der Vergangenheit nicht immer die Aufmerksamkeit geschenkt worden, wie es seiner

Funktion und Bedeutung für ein einwandfreies Mauerwerk zukommt.

Der weitaus überwiegende Teil des Mörtels wird auch heute noch unter den simplen Bedingungen einer Baustelle mit ihren zwangsläufigen Unzulänglichkeiten hergestellt.

Die Vorfertigung von Mörtel in stationären Werken greift nur langsam Raum und hat sich bisher in wenigen Spezialanwendungsbereichen einen Platz erobert.

BISHERIGE VORFERTIGUNG VON MAUERMÖRTEL

Die werksmäßige Herstellung des Massenbaustoffes Mauermörtel in stationären Werken mit den damit mög-

lichen Qualitäts-Merkmalen ist technisch ohne weiteres möglich und wäre sicher wünschenswert, um die optimalen Eigenschaften der Mauersteine in einem einwandfrei technisch funktionierendem Mauerwerk zur Geltung zu bringen. Die Vorfertigung von Mauermörtel konnte jedoch als Massenbaustoff mit den Systemen "Trockenmörtel" oder "halbfertiger Vormörtel" oder sogenanntem "verzögerten Mörtel" keinen entscheidenden Durchbruch in der Anwendung erzielen.

Alle bisherigen Vorfertigungs-Systeme erfordern entweder auf der Baustelle noch Lohn- und Maschinenaufwand oder sind nicht einzusetzen, weil sie die Baustelle u.a. vor genaue Massenermittlungs- und Bestellprobleme stellt, die in der praktischen Mauerwerks-Herstellung nicht lösbar sind.

DURCHBRUCH IN DER VORFERTIGUNG DURCH "KELLENFERTIGEN WERKMÖRTEL"

Durch die Entwicklung des "Kellenfertigen Werkmörtels" oder "Kellenfertigen Mauermörtels" mit einem genau auf die Belange der Baustelle abgestimmten Produktprofil ist der entscheidende Durchbruch für den Massenbaustoff Mauermörtel in der gleichen Weise gelungen, wie für den Massenbaustoff Beton durch die Entwicklung des Transportbetons.

Von einem großen deutschen Baustoffhersteller, der u.a. Transportbeton und Trockenmörtel produziert, ist inzwischen Kellenfertiger Mauermörtel nach im folgenden erläuterten Produktprofil für mehr als 2 Mio.m³ Mauerwerk geliefert worden. Nach dem gleichen Prinzip arbeiten andere deutsche Lizenznehmer und Lizenznehmer u.a. in Frankreich und Belgien.

WAS IST "KELLENFERTIGER MAUERMÖRTEL"

"Kellenfertiger Mauermörtel" nach dem bei diesen Firmen angewendetem System ist gekennzeichnet durch:

- technischer Bereich:
werkmäßige Herstellung/Qualitätskontrolle besondere Mörteltechnologie
- technisch-organisatorischer Bereich:
System der Anlieferung und Ablieferung, das die praktischen Erfordernisse der Baustelle berücksichtigt
- betriebswirtschaftlicher Bereich:
Baustelle
Rationalisierung der Herstellung von Mauerwerk Produktivitäts-Steigerung
- betriebswirtschaftlicher Bereich:
Transportbeton
Erweiterung der Produktpalette Sicherung der Marktstellung

TECHNISCHER BEREICH

Werkmäßige Herstellung / Qualitätskontrolle

Die technischen Möglichkeiten zur Herstellung von Mörtel sind in einem stationären Werk zweifellos besser als bei der Mörtelherstellung auf der Baustelle: Umfangreiche Lagermöglichkeiten, verschiedene Mörtelsande,

ggf. mehrere Bindemittel gestatten in Verbindung mit dem Einsatz von chemischen Mörtel-Additiven technisch günstige Zusammensetzungen von Mörtel.

Genaue Dosier-Einrichtungen für die Zugabe der Einzelkomponenten gewährleisten die Herstellung eines Produktes mit stets gleichmäßigen Frisch- und Festeigenschaften.

Die verwendeten Rohstoffe und das fertige Produkt werden durch eine Qualitätskontrolle überprüft. Die Ergebnisse werden ausgewertet und dienen zur technischen und wirtschaftlichen Steuerung der Herstellung.

Die Qualitätskontrolle berücksichtigt selbstverständlich die Vorschriften von Normen, soweit sie vorhanden sind. Sie befaßt sich jedoch schon aus reinem wirtschaftlichen Interesse des Herstellers mit der technischen Optimierung der eingesetzten Rohstoffe zu einem Produkt, das die technischen Belange des potentiellen Verwenders und den Anwendungszweck stärker berücksichtigt als dies in Normenvorschriften zum Ausdruck kommen kann.

Umgangssprachlich ausgedrückt heißt das, daß die aus eigenem Interesse und in eigener Verantwortung des Unternehmers durchgeführte Qualitätskontrolle in der Regel höhere Anforderungen an Rohstoffe, Fertigungsmaschinen, gefertigte Produkte und Personal stellt als etwaige vorhandene Normen.

(Bild 5: Checklisten-Ausschnitt Qualitätskontrolle)

Mörteltechnologie

Kellenfertiger Mauermörtel wird in der Bundesrepublik Deutschland hergestellt nach DIN 1053. Der Mörtel wird verarbeitungsfähig zur Baustelle geliefert und bleibt 36 Stunden verarbeitungsfähig.

Die Verarbeitungsfähigkeit bleibt für die genannten 36 Stunden jedoch nur im Lagergefäß erhalten, ohne daß aufgeführt oder Wasser zugegeben werden muß. In der Fuge verläuft der Erhärtungsverlauf nahezu normal, so daß die für den.

Arbeitsfortschritt der Baustellen erforderliche Grünstandsfestigkeit wie bei Verwendung von üblichem Mörtel vorhanden ist.

Für die Erhaltung der Verarbeitungsfähigkeit im Gefäß über diesen langen Zeitraum bei weitgehend normalem Erhärtungsverlauf in der Fuge, muß nicht nur der Abbinde- und Erhärtungsmechanismus des Mörtelbindemittels beeinflußt werden durch hierfür geeignete chem. Additive. Es ist u.a. gleichzeitig für ausreichende Wasserretention im Baustoff zu sorgen, um das Verbrennen des Mörtels zu verhindern.

Die Mörtelfestigkeit ist auf die für den Mauermörtel statisch erforderliche Festigkeit einstellbar. Diese liegt in Deutschland für die üblichen Mauermörtel abgestuft in Mörtelgruppen zwischen 2,5 bis 10,0 N/mm² für die mittlere zu erzielende Festigkeit.

Geprüft wird diese Festigkeit nach 28 Tagen an Prüfkörpern der Abmessungen 4 × 4 × 16 cm.

Die Zusammensetzung des Mörtels wird aufgrund der Festigkeitsanforderungen und der erwünschten Frischmörteleigenschaften unter Zugabe der erforderlichen Mörtelzusatzmittel durch eine Eignungsprüfung ermittelt. Im Rahmen der Eignungsprüfung ist der Mörtel so

zusammenzusetzen und einzustellen, daß verformungswilliger Mörtel entsteht, der es dem Handwerker ermöglicht, ein vollfugiges Mauerwerk herzustellen.

Denn vollfugiges Mauerwerk ist auch heute noch Voraussetzung für:

- Feuchtigkeitschutz
- Brandschutz
- Wärmedämmung
- gleichmäßige Übertragung und Verteilung der auftretenden statischen Lasten

Die Frischmörteleigenschaften stehen gleichrangig neben den Festmörteleigenschaften. Häufig wird diese Forderung wenig beachtet, da für den Planer oder Statiker zunächst einmal die Festigkeit Bedeutung hat. Dabei wird übersehen, daß das Tragverhalten von Mauerwerk in weitem Maße davon abhängig ist, daß die Frischeigenschaften des Mörtels handwerksgerechtes Mauern, d.h. vollfugiges Mauern, ermöglichen müssen.

Technisch-organisatorischer Bereich

Anlieferungs- und Ablieferungsform (Andienung)

Der Mörtel wird in stationären Werken hergestellt, überwiegend in Werken, die in einer Anlage sowohl Transportbeton als auch Kellenfertigen Mauermörtel produzieren. Er wird zur Baustelle geliefert in üblichen Trommelmischfahrzeugen, wie sie auch für Transportbeton verwendet werden. An der Baustelle wird er übergeben in dichte Gefäße, die zum Teil zugleich die Funktion als Abmeß-, Vorrats-, Transport- und Arbeitsgefäß erfüllen.

Betriebswirtschaftlicher Bereich Baustelle

Auswirkungen auf den Baustellenablauf von Mauerwerksbaustellen

Die Verwendung von Kellenfertigen Mauermörtel beeinflusst nicht nur den Mauerwerksbereich, sondern auch damit zusammenhängende Bereiche wie Maschinenwesen, Fördergerätenutzung und allem. Produktivität des Bauunternehmers, An die Verwendung von Kellenfertigen Mauermörtel knüpft das Führungspersonal der Baustelle deshalb eine Reihe von Forderungen.

Forderungen des Baustellen-Führungspersonals

Die reibungslose Abwicklung einer Mauerwerks-Baustelle mit Kellenfertigen Mauermörtel fordert u.a.:

- es muß immer ausreichend Mörtel auf der Baustelle vorhanden sein
- der Mörtel muß ohne Bestellaufwand für das Baustellenpersonal geliefert werden
- die erforderliche Festigkeit des Mörtels muß ziel-sicher erreicht werden
- der Mörtel darf auf der Baustelle keine weitere Bearbeitung erfordern
- der Mörtel muß nach Möglichkeit Arbeitsvorgänge vereinfachen, die unmittelbar oder mittelbar durch die Herstellung von Mauerwerk beeinflußt werden
- der Mörtelpreis für Kellenfertigen Mauermörtel darf nicht so hoch sein, daß die Vorteile der Rationalisi-

erung, die gegenüber Baustellenmörtel oder anderen Mörtelsystemen vorhanden sind, aufgezehrt werden.

Dieser Katalog von Forderungen wird wie folgt berücksichtigt:

Die ausreichende Versorgung der Baustelle mit Mörtel ohne Bestellaufwand wird durch das entwickelte Distributions- und Vertriebs-System gewährleistet:

- Ablieferung des Mauermörtels in Mörtelgefäße mit Mehrfachfunktion und Errichtung eines Mörteldienstes für die Anlieferung.
- Der Mörteldienst wird im völligen Gegensatz zum Transportbeton so organisiert, daß z.B. dem Personal auf der Baustelle nicht zugemutet wird, die benötigten Mörtelmengen auszurechnen und genaue Lieferzeitpunkte anzugeben.

Mehrfache Versuche von Baustoffherstellern in der Bundesrepublik Deutschland, ohne die genannte Organisationsweise auszukommen, sind gescheitert und haben bei diesen Herstellern zur Einstellung der Färbikation von Kellenfertigen Mauermörtel geführt. Gleichbleibende Verarbeitungseigenschaften und das zielsichere Erreichen der Festigkeit wird erreicht durch die Ausschöpfung der Möglichkeiten der Herstellung in stationären Werken:

- Verwendung kontrollierter und gleichbleibender Mörtelausgangsstoffe wie Sand, Bindemittel, Zusatzstoffe und Zusatzmittel
- genaue Dosierung und Zugabe der Mörtelkomponenten
- ständige Überprüfung der Frisch- und Festmörteleigenschaften durch eine Qualitätskontrolle

Kellenfertiger Mauermörtel bedeutet, daß der Mörtel keiner weiteren Bearbeitung auf der Baustelle mehr bedarf:

- Erreicht wird dies durch die speziellen chem. Additive, die es ermöglichen, den Mörtel im Gefäß für 36 Stunden tatsächlich verarbeitungsfähig zu halten.

Der Mörtel beeinflusst eine Reihe von Arbeitsvorgängen auf der Baustelle positiv:

- Bei Baustellen mit Hebezeug wird durch die Übergabe des Mörtels in Gefäße, die auch als Transportmittel mit dem Kran bewegt werden, der Kran von vielen Hubvorgängen entlastet, da die Gefäße $\frac{1}{3}$ m³ Mörtel fassen. Dadurch wird wie beim Quertransport der Mauersteine in Steinpaletten sowohl die Übergabe erleichtert als auch der Transport auf der Baustelle rationalisiert. Der Preis für Kellenfertigen Mauermörtel nach dem geschilderten System läßt sich bei richtiger Organisation so festsetzen, daß die Rationalisierungsvorteile gegenüber Baustellenmörtel nicht aufgezehrt werden und somit dem Verwender ein bedeutender wirtschaftlicher Vorteil entsteht, aber auch der Hersteller einen angemessenen Vorteil erzielt.

Auswirkungen der Rationalisierung an der Baustelle

Durch Einsatz des Kellenfertigen Mauermörtels werden Mischanlagen oder Maschinen zur Mörtelherstellung an

der Baustelle für Mauermörtel nicht mehr benötigt. Maschinenkosten wie Abschreibung, Reparatur, Wartung und Energiekosten entfallen damit.

Auch alle mit der Einrichtung einer Baustelle zusammenhängenden Vorgänge wie Strom- und Wasseranschluß sowie Vorhaltung von Platz für die Maschine und die Lagerung der benötigten Einzelbaustoffe zur Mörtelherstellung entfallen gänzlich oder werden vereinfacht.

Das gleiche gilt für die Sauberhaltung der Baustelle über die Bauzeit, z.B. fallen keine Spülwässer von der Reinigung des Mischers mehr an. Auch die Beseitigung von Bindemittelverpackungen und Baustoffresten wird vereinfacht. Dadurch wird die Räumung der Baustelle kostengünstiger, weil weniger Verunreinigungen angefallen sind. Der Kellenfertige Werkmörtel läßt also Maschinenanlagen und zugehörige Kosten entfallen, ist platzsparend, umweltfreundlich durch Wegfall der Reinigungsschlämme und Verpackungsreste und bewirkt dadurch eine kostengünstigere Einrichtung und Räumung der Baustelle.

Die Lohnkosten für die mit der täglichen Mörtelherstellung an der Baustelle zusammenhängenden Arbeiten entfallen, da der Bauarbeiter, der diesen Teil der Arbeiten bisher durchgeführt hat, hierfür nicht mehr eingesetzt wird. Er verliert jedoch keineswegs seinen Arbeitsplatz, sondern wird benötigt, um bei dem schnelleren Arbeitsfortschritt die Versorgung der Maurer mit Steinen zu bewältigen und Gerüste zum Mauern vorzubauen.

Als weiteres entfallen u.a. auf der Baustelle Ausfallzeiten zu Arbeitsbeginn und Arbeitsende, weil stets Mörtel vorhanden ist.

Zu Arbeitsbeginn braucht der Bauarbeiter nicht auf Mörtel zu warten. Zu Arbeitsende braucht er nicht den Mörtel in seinem Faß restlos aufzubauchen, weil dieser auch noch am nächsten Tag verarbeitet werden kann.

Faßt man die Auswirkungen der markanten Punkte auf den Baustellenablauf zusammen, so ergibt sich, daß die Herstellung von Mauerwerk bei Verwendung von Kellenfertigem Mauermörtel je nach Art des Mauerwerks zwischen 10 und 30% kostengünstiger wird bei gleichzeitiger Verbesserung der Produktivität des Bauunternehmers.

VORAUSSETZUNGEN FÜR TECHNISCH RICHTIGE HERSTELLUNG UND ERFOLGREICHEN VERKAUF VON KELLENFERTIGEM MAUERMÖRTEL

Der potentielle Hersteller von Kellenfertigem Mauermörtel muß sich darüber im klaren sein, daß er sich mit Mörtel- und Mauerwerkstechnologie beschäftigen muß, um bei seinem Kunden, dem Bauunternehmer, die erforderliche Beratung durchführen zu können. Das heißt, daß er sich und seine Mitarbeiter ausbilden muß. Hierfür gibt es Ausbildungs-Systeme.

Die Beratung der Baustelle gliedert sich in Produktinformation und Information zum Vertriebs-System sowie in technische Beratung, Baustellenorganisation und betriebswirtschaftliche Auswirkungen. Hierzu sind bestimmte Strategien notwendig und erprobt, um zum kompetenten Gesprächspartner des Bauunternehmers und seines Führungspersonals zu werden.

Über dieses Strategie- und Marketing-know-how hinaus muß selbstverständlich die reine Mörteltechnologie für Kellenfertigen Mauermörtel beherrscht werden. Dabei werden mehrere spezielle chem. Additive mit gezielt hergestellten Wirkeigenschaften angewendet. Die Findung oder der Kauf der richtigen Additive ist jedoch bis zum Erfolg auf der Baustelle nur ein Schritt, der, gemessen am Gesamterfolg, ein Viertel des Weges bis zum Ziel ausmacht.

Die Produktions- und Vertriebsform sowie die Übergabe des Mörtels auf der Baustelle sind auf die o.g. Strategie hin zu organisieren, damit auch der Mörtelhersteller für sich selber zu einem positiven wirtschaftlichen Ergebnis kommt.

Für die Herstellung des Kellenfertigen Mauermörtels ist z.B. eine ausreichende Qualitätskontrolle einzuführen. Auch für Produktion, Qualitätskontrolle und Distributions- sowie Vertriebsform ist das erforderliche know-how heute erprobt und vorhanden.

Aus den Erfahrungen in der Bundesrepublik Deutschland in den letzten fünf Jahren kann der Schluß gezogen werden, daß Mörtelhersteller, die sich ausschließlich auf den Einsatz der richtigen Zusatzmittel verlassen haben, nicht nur aus technischen Gründen, sondern insbesondere aus wirtschaftlichem Mißerfolg im eigenen Hause und aus wirtschaftlichen Mißerfolgen auf der Baustelle die Produktion dieses für den Mauerwerksbau durchaus interessanten Rationalisierungsfaktors wieder eingestellt werden.

Vor einer Euphorie muß deshalb gewarnt werden. Nur solche Baustoff-Hersteller, die bereit sind, vorhandenes und erprobtes know-how einzusetzen, z.B. durch eigene Entwicklungen oder einfacher und meist preiswerter durch den Kauf einer Lizenz, wie dies in der Industrie gang und gäbe ist, werden durch Kellenfertigen Mauermörtel erfolgreich ihre Marktposition verbreitern und bei sinnvoller Produktion von Transportbeton und Mauermörtel in einer Anlage auch die Rentabilität verbessern.

In der Bundesrepublik gibt es bereits einige Gruppen von Mauersteinherstellern, die den Rationalisierungseffekt des Kellenfertigen Mauermörtels mit dem hier beschriebenen Produktprofil und die hohe technische Qualität auf den Baustellen erkannt haben. Sie begrüßen diese Entwicklung zur Vorfertigung von Mörtel und weisen ihre Kunden auf die wirtschaftlichen und technischen Vorteile des Kellenfertigen Mauermörtels hin.

(The above paper follows in English)