

Der übrigen Cementwaaren ist schon beim Roman-Cement gedacht worden; nur soll hier wiederholt werden, daß in Cementwaaren, wegen der verlockenden Einfachheit der Herstellung und der Härte des Productes, bereits nahezu Alles bis auf Champagnerstöpsel herunter daraus gegossen und gestampft wird. »Alles schickt sich nicht für Einen« gilt hier in hohem Maße und giebt auch den Schlüssel zu dem Räthsel der Sphinx, warum denn einerseits die Cementwaaren so gelobt und verhimmelt, andererseits so getadelt und verwünscht werden. Wo beständige oder vorherrschende Trockenheit unbedingt nicht zu vermeiden ist, sollte man derlei Producte weglassen oder wenigstens nach dem Vorgange solider Cementwaaren-Fabriken dieselben unter sorgfältiger Anfertigung aus wohlgeprüften Materialien so lange unter günstigen Bedingungen erhärten lassen, bis sie volle Widerstandsfähigkeit erlangt haben.

78.
Ausgiebigkeit.

Die Ausgiebigkeit von Portland-Cement wurde seiner Zeit wegen der falschen Anschauung, daß dieselbe dem Hectoliter-Gewicht proportional sei, mit für einen wichtigen Werthfactor gehalten. Seither hat sich durch zahlreiche Versuche von verschiedenen Seiten herausgestellt, daß die Gewichts-differenzen im Hectoliter-Gewicht von Portland-Cement maximal nie so gross sind, daß sie nicht bei Verwendung verschieden ausgiebigen Sandes wenigstens ausgeglichen werden könnten.

Verfasser fand z. B. die Ausgiebigkeit von drei verschieden schweren Portland-Cementen wie folgt:

Verfuch.	Gewicht von 1 hl losem Cement.	Ausbeute an Mörtel in Hectolitern bei einer Mischung von Cement zu Sand											
		1 : 0		1 : 3			1 : 0		1 : 3				
			a (fein)	b (gemischt)	c (grob)		a (fein)	b (gemischt)	c (grob)		a (fein)	b (gemischt)	c (grob)
A.	120	0,83	3,00	3,10	2,93	0,74	2,86	2,65	2,08				
B.	130	0,86	3,05	3,10	2,95	0,72	2,85	2,60	2,08				
C.	140	0,88	3,05	3,12	2,95	0,70	2,80	2,55	2,08				
	Kilogr.	In Volumtheilen gemischt, 0,4 Volumtheile Wasserzuzatz					In Gewichtstheilen gemischt, 0,75 Gewichtstheile Wasserzuzatz.						

Die Mörtelausbeute mit *Dyckerhoff'schem* Cement ist folgende: Es ergeben 1 hl loser Cement von 140 kg Gewicht⁸⁰⁾ mit 140 kg losem Sand und Wasser in Volumtheilen gemischt

bei Cement zu Sand zu Wasser	1 : 0 : 0,45	1 : 1 : 0,53	1 : 2 : 0,80	1 : 3 : 1,04
an Mörtel	0,90	1,51	2,31	3,08

Für die Mischungen mit anderen Sandverhältnissen lassen sich auch aus der angegebenen Formel (Art. 71, S. 129) unter Substitution des specifischen Gewichts von Portland-Cement = 3,13 und von Sand = rot. 2,65 die erforderlichen Anhaltspunkte gewinnen.

f) Kalkmörtel mit hydraulischen Zuschlägen.

Man kann einem gewöhnlichen Kalkmörtel hydraulische Eigenschaften verleihen, wenn man demselben gewisse Stoffe wie Puzzolane, Trafs, Santorinerde, Ziegelmehl, gewisse Schlacken etc. beimengt.

Die Römer haben großartige Wasserbauten aufgeführt mit ihrem *Pulvis puteolanus*, der heute noch vielgebrauchten Puzzolane; der Trafs vom Brohl- und Nette-Thal ist seit dem Mittelalter am Rhein und in

⁸⁰⁾ 1 Tonne Portland-Cement von 180 kg brutto und 170 kg netto enthält etwa 90 l fest gepresste Maffe. Je nach der Feinheit des Cementes und der Art des Einfüllens erhält man beim lofen Messen 110 bis 135 l aus der Tonne. Die Mehrzahl der im Handel vorkommenden Portland-Cemente ergibt 140 kg Gewicht für 1 hl lose eingefüllten Cement; somit enthält die Tonne 121,4 l, der Sack von 60 kg = 43 l lofen Cement, welche Zahlen für die Ausführung zu Grunde gelegt werden können, um über die Ungenauigkeiten, welche das bloße Messen ergibt, hinauszukommen.

Holland als Substrat für dauerhaften Waffermörtel bekannt, und die Santorinerde sollen schon die alten Griechen zu Wasserbauten verwendet haben, während sie in neuerer Zeit erst in diesem Jahrhundert nachweisbar wieder Eingang bei Hafenbauten fand.

- 1) Die Puzzolane soll, wenn sie echte römische ist, braunrothe Farbe haben und ist um so besser, je feiner gemahlen oder gesiebt sie ist und je mehr in Salzsäure gelatinirende Kieselsäure sie enthält. Sie wird meist mit lebendigem, frisch zu Pulver gelöschtem Kalk zu gleichen Volumtheilen und möglichst fett in Verwendung genommen. Ein Hectoliter feingesiebter Puzzolane wiegt lose 88 kg und hat ein spec. Gewicht von 2,40.
- 2) Der Trafs kommt in seiner besten, aufschliefsbarsten Sorte (von Plaidt und Krufft) im Nette-Thal vor, von wo er fein gemahlen und gesiebt oder in Stücken verandt wird; die Holländer vermahlen ihn häufig selbst auf Kollergängen. Er bildet ein lichtgraues, scharfes Pulver und wird meist mit zu Pulver gelöschtem Kalk im Verhältnifs von 1:1 oder mit Fettkalk im Verhältnifs von 1:2 und außerdem mit 1 bis 2 Theilen Sand vermengt, ohne weiteren Wasserzusatze, als steifer Brei verwendet, welcher dem Wasser erst nach zwei Tagen vollkommen widersteht. Ein Hectoliter wiegt lose 90 kg und hat ein spec. Gewicht von 2,23.
- 3) Die Santorinerde ist in ihrem hydraulischen Verhalten am schwächsten, da sie nur zum Theile aus aufgeschlossenen Silicaten besteht, und bildet ein sehr lockeres mit Bimssteinstücken vermengtes, grauweisses Pulver und wird dem Kalkteig in gröfsere Quantitäten ($3\frac{1}{2}:1$) zugefetzt. Sie widersteht dem Wasser erst nach Wochen, erhärtet aber dann sehr dauerhaft, verliert jedoch an der Luft sehr rasch ihr Colloidwasser, so dafs Santorin-Mörtel an der Luft bald pulvrig und mürbe wird. Das Hectoliter wiegt 83,3 kg, das spec. Gewicht beträgt 2,37.
- 4) Schon die Römer nahmen als Ersatz für ihre Puzzolane Ziegelmehl; in neuerer Zeit lernte man Steinkohlenschlacken und geeignete Hochofenschlacken hierzu zu verwenden; insbesondere sind letztere die Grundlage einer in England und im Osnabrückischen blühenden Industrie zur Herstellung künstlicher Steine geworden. Die Osnabrücker Schlackensteine haben einen wohlverdienten Ruf und weite Verbreitung. Hierher gehören auch die sog. Schwemmsteine von Neuwied und Umgebung, welche aus vulcanischem Tuff und Trier'schem hydraulischen Kalk angefertigt werden. Nach einer Verfügung der berliner Baudeputation vom 15. November 1873 sollen dieselben aus 90 Gewichtstheilen Bimssteinfand und 10 Gewichtstheilen Trier'schem Kalk kunstgerecht angefertigt und vor der Vermauerung mindestens 6 Monate ausgetrocknet werden. Das Format beträgt $250 \times 115 \times 100$ mm, das Gewicht eines Steines nur 2,25 kg; solche Steine geben höchst poröse, gefunde und leichte Wände ab; allerdings dürfen sie nicht sehr auf Druckfestigkeit beansprucht werden ⁸¹⁾.

79.
Puzzolane,
Trafs.

80.
Santorinerde,
Ziegelmehl.

81.
Schlacken- u.
Schwemm-
steine.

⁸¹⁾ Versuche von Böhme (vgl. Deutsche Bauz. 1880, S. 39), welche mit den von der Firma Hubaleck u. Co. in Neuwied-Weiffenthurm erzeugten Schwemmsteinen von den oben angegebenen Abmessungen angestellt wurden, ergaben nachstehende Durchschnitts-Resultate.

Gewicht pro Stein: bei gewöhnlichem Trockenzustande 2,47 kg, nach künstlicher Trocknung 2,37 kg, nach 50-stündigem Liegen im Wasser 3,29 kg, nach 125- und 150-stündigem Liegen im Wasser 3,25 kg, daher Gesamtaufnahme an Wasser pro Stein 0,98 kg oder pro 1 kg Steingewicht 0,42 kg.

Druckfestigkeit (bei Wirkung des Druckes gegen die Lagerfläche des Steines): für den Eintritt der Risse 18 kg, für die Zerstörung 29 kg pro 1 q^{cm}.

Von allen hydraulischen Zuschlägen, überhaupt von jeder Verbindung von Kalk mit einer hydraulischen Substanz gilt das Gesetz von *Vicat*: »Ganz aufschliessbare Puzzolane (und Portland- und Roman-Cement) soll man mit Fettkalk, weniger aufschliessbare Puzzolane und aufschliessbare Sande (z. B. Feuerstein) soll man mit hydraulischem Kalk, die schwächsten Puzzolane und halb aufschliessbare Sande (von Phonolith, Pechstein etc.) mit Roman-Cement, die chemisch unwirksamen Sande mit Portland-Cement mischen, um stark erhärtende Wassermörtel zu erhalten.«

g) Magnesia- und Gyps-Mörtel.

Die Magnesia-Kalk- und die reinen Magnesia-Cemente haben gegenwärtig eine geringe Bedeutung, verdienen jedoch wegen ihrer außerordentlichen, das Colloid-Wasser oder die Colloid-Flüssigkeit länger, d. i. energischer als die Kalkmörtel feithaltenden Kittfähigkeit, besonders bei Arbeiten, wo große Adhäsion des Mörtels Bedingung ist, besondere Beachtung. Die Entwicklung der betreffenden Industrie schreitet langsam, aber sicher vor und hat in Amerika ihr Hauptgebiet, wo der Mörtel aus Magnesia-Kalk geradezu dominiert⁸²⁾.

Ausgedehnter und mannigfaltiger ist in Europa die Anwendung des Gyps-Mörtels. Will man Gyps, wie er gewöhnlich in der rasch bindenden Form im Handel vorkommt, langsamer bindend machen, so mischt man ihn mit Leimlösung, Pflanzenschleim oder anderen Colloiden, statt mit Wasser, wodurch die Aufnahme von KrySTALLwasser mehr verlangsamt und dadurch der Uebergang in den starren Zustand aufgehoben wird. — Alle Mittel, welche verwendet werden, um Gyps haltbarer, schöner, insbesondere polirbar zu machen, bezwecken eine Verminderung der Porosität und eine dichte, nicht sperrige Ineinanderlagerung der sich bildenden KrySTALLE. Insbesondere ist möglichste Beschränkung des Wasserzusatzes, kräftiges Umrühren, um Luftblasen zu entfernen, Zusatz von Fettkalk — wenig, wenn es sich um Gufs, über 15 Procent, wenn es sich um Modellirung handelt — für dichte Gypsmörtel erforderlich.

Die Verwendung des Gyps-Mörtels ist die älteste unter allen chemischen Mörteln. Die Aegypter haben ihn schon beim Pyramidenbau verwendet. Die verschiedenen Modificationen der technischen Verwerthbarkeit haben es mit sich gebracht, daß der Gyps, besonders unter ungeübten Händen, in Verruf kam. In Gypsgegenden, wie in Paris, am Harz etc. findet der Gyps allgemeine Anwendung statt Fettkalk-Mörtel oder doch als ausgiebiger Zusatz zu solchem. Wandbelege, Decken, Estriche, Façaden werden dafelbst gewöhnlich aus Gyps, und zwar meist aus der langsamer bindenden hydraulischen Modification hergestellt; selbst als Beton unter dem Namen Annalith wird er am Harz mit vorzüglichem Erfolge verwendet. So hat man ganze Fabrikchornsteine daraus gebaut. Die vielfach behauptete und auch beobachtete Empfindlichkeit gegen Witterungseinflüsse ist anderwärts wieder durch vollständig gegenheilige Beobachtungen neutralisirt worden.

Wahrscheinlich ist hier die gleiche Ursache vorhanden, wie beim Portland-Cement; die fachgemäße Verarbeitung guten Materials erzeugt auch beim Gyps dauerhafte Arbeit, wie die Schloßruinen bei Osterode am Harz beweisen, wo die Backsteine ausgewittert und die Gypsfugen stehen geblieben sind, oder die Hauptgesimse des Kreml in Moskau, welche den Brand vom Jahre 1813 überstanden und trotz bedeutender Ausladung bis jetzt unverfehrt dem russischen Klima Stand halten. Vielleicht hängt auch hier die Dauerhaftigkeit mit der Größe der Porosität zusammen. Es giebt Gypsgüsse, welche bis 66 Procent Porosität besitzen; von solchen ist es leicht begreiflich, daß sie dem Froste nicht widerstehen können.

Die Alaun- und Borax-Gypfe oder *Keene's* und *Parian-Cement* finden vielfach zu ornamentalen und figuralen Decorationen Anwendung; herrliche Stuck-Marmore mit feinstem Luftre werden daraus hergestellt. In London sind die bedeu-

⁸²⁾ Näheres über diese Mörtelarten in des Verfassers: Die Dolomite und ihre praktische Verwendung. *Techniker* 1872. — Die dolomitischen Cemente und ihre Bedeutung für Bauwissenschaft und Architektur. *Zeitfchr. der Oeff. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1873, S. 201.

82.
Magnesia-
Mörtel.

83.
Gyps-
Mörtel.

84.
Keene's
u. *Parian-*
Cement.