Über zweckdienliche Mörtelmischungen.

Von Regierungs- u. Baurat Lautensack.

Der Mörtel hat — abgesehen von seiner Verwendung zu Putzarbeiten an Innen- und Außenwänden — nicht nur den Zweck, die einzelnen Bausteine zu verkitten und demgemäß zum Mauerwerk zu vereinigen, sondern ihm fällt auch die Aufgabe zu, Kräfte fortzuleiten, welche auf das Mauerwerk wirken. Diesen Anforderungen muß jede Mörtelmischung ohne weiteres genügen. Zu beachten ist dabei jedoch, daß eine Mörtelmischung nur dann als zweckdienlich bezeichnet werden kann, wenn sie jeweils dem besonderen Zweck nach jeder Richtung entspricht.

Im allgemeinen werden außer der eingangs erwähnten grundlegenden Zweckbestimmung des Mörtels überhaupt folgende Aufgaben zu erfüllen sein:

Es kann:[1]

1. Luft- oder Wassermörtel (hydraulischer Mörtel) in Frage kommen;
2. eine bestimmte Festigkeit des Mörtels verlangt werden;
3. die Forderung der Dichtigkeit (Wasserundurchlässigkeit) gestellt werden;
4. sowohl eine bestimmte Festigkeit als auch Dichtigkeit gefordert werden.

Für jede dieser Forderungen werden zweckdienliche Mörtelmischungen zu bestimmen sein, wobei auf die Bedingung möglichster Wohlfeilheit besonderer Wert zu legen ist. Gerade diese Forderung der Wohlfeilheit wird im allgemeinen selbst von Technikern und Behörden bei der Bestimmung von Mörtelmischungen noch viel zu wenig berücksichtigt.

Die Zweckdienlichkeit eines Mörtels steht nicht nur im Zusammenhang mit dem Mischungsverhältnis und sonstigen, weiter unten zu besprechenden Umständen, sondern auch mit der Beschaffenheit der zur Mörtelbereitung verwendeten einzelnen Bestandteile.

Da jeder Mörtel aus den eigentlichen Bindemitteln sowie Sand und Wasser besteht, ist nach dem oben Gesagten zunächst zu untersuchen, wie diese Bestandteile beschaffen sein müssen, wenn ein zweckdienlicher Mörtel zustande kommen soll.

Was zunächst die verschiedenen Arten der Bindemittel anlangt, so unterscheidet man bekanntlich zwei große Gruppen, nämlich:

1. solche, die nur unter dem freien Zutritt der Luft erhärten (Luftmörtel);
2. solche, die sowohl an der Luft, als auch unter Wasser erhärten (Wassermörtel oder hydraulische Mörtel).

Zwischen den unter 1. und 2. genannten Mörteln stehen die hydraulischen Zuschläge, das sind von der Natur gelieferte oder künstlich erzeugte erdige Stoffe, welche dem Luftmörtel zugesetzt werden und ihn dadurch befähigen, gleichfalls unter Wasser zu erhärten.

Zu den Luftmörteln gehören der Lehm-, Gips- und vor allem der viel verwendete Kalkmörtel; von letzterem unterscheidet man Fett- oder Weißkalk- und Graukalkmörtel, je nachdem es sich um reinen Kalk oder um solchen mit geringen Beimengungen von Ton handelt.

Von den Wassermörteln kommen in Frage: die hydraulischen Kalke, die Roman- und Portlandzemente, neuerdings auch die Eisenportland- und Schlackenzemente, während von den hydraulischen Zuschlägen als die wichtigsten zu nennen sind: die verschiedenen Puzzolane, ferner Hochofenschlacke und vor allem der einheimische Traß.

Was zunächst die Forderung der Festigkeit des Mörtels anlangt, so hängt diese naturgemäß von der Güte nicht nur des Bindemittels, sondern auch der übrigen Bestandteile, insbesondere des Sandes, ab.

Es soll daher, um eine einheitliche Grundlage für die weitere Untersuchung zu schaffen, angenommen werden, daß alle Bestandteile den in bezug auf ihre Güte zu stellenden Anforderungen unbedingt entsprechen.

Zur Gewinnung eines einwandfreien Urteils über die Beschaffenheit des Sandes genügt der bloße Augenschein keineswegs, vielmehr muß bei der Auswahl des Sandes nicht nur die Lupe zu Rate gezogen werden, sondern man wird auch Festigkeitsuntersuchungen vorzunehmen haben. Wieviel hierauf ankommt, mag aus dem Umstand ersehen werden, daß z. B. bei einer Mischung von 1 Teil Zement und 3 Teilen Sand nach 28 Tagen Festigkeitsunterschiede ermittelt wurden, die zwischen 12 und 22 kg für 1 qcm schwankten, während Normalsand in demselben Mischungsverhältnis 18 kg/qcm ergab.

Wichtig sind vor allem die Form des Sandkornes, seine Größe und Beschaffenheit der Oberfläche. Kristallinischer Quarzsand, der alle Korngrößen enthält, eignet sich am besten, da er bei der Vermörtelung die geringsten Hohlräume und verhältnismäßig geringere Oberflächenausdehnung ergibt, als bei der Verwendung von Sand mit blättriger Beschaffenheit der Körner.

Auch die Beschaffenheit und Menge des verwendeten Mörtelwassers beeinflußt die Festigkeit eines Mörtels in hohem Grade. Bei zu geringem Wasserzusatz erleidet namentlich die Festigkeit des Zementmörtels, nachdem sie schnell einen hohen Wert erreicht hat, eine allmähliche Abnahme, die nach den stattgehabten Versuchen oft nach 2 Jahren nur halb so groß ist, wie diejenige, die ein nach derselben Zeit mit richtiger Wassermenge angemachter Mörtel erreicht haben würde. Andererseits wird bei zu großem Wasserzusatz das Abbinden des Mörtels verzögert, ein Teil des Mörtels zu schnell zerlegt, ausgelaugt und auseinandergeschwemmt, die Dichtigkeit und Festigkeit vermindert.

Verdient weiches Wasser in allen Fällen den Vorzug vor hartem Wasser, so ist verunreinigtes oder gar Moorwasser seiner Humussäure wegen unbedingt zu verwerfen.

Daneben haben auf die Festigkeit Einfluß: Die Dauer der Zusammenmischung der einzelnen Bestandteile, die Art der Herstellung von Mörtel und Beton (Grobmörtel)[2] und deren Nachbehandlung.

Es kommt nun darauf an, unter Berücksichtigung der geforderten Festigkeit die jeweils zweckdienliche Mörtelmischung zu bestimmen, und zwar sollen im Rahmen des vorliegenden Aufsatzes lediglich die am häufigsten angewendeten Mörtel, wie Luftkalk — hydraulischer Kalk —, Portlandzement —, Eisenportlandzement und Traßmörtel einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

Dabei ist zu berücksichtigen, ob der Mörtel zur Verbindung von Ziegelsteinen und anderen wasseraufnahmefähigen Bausteinen dienen soll, da in solchem Falle eine größere Menge Wasser zum Anmachen des Mörtels notwendig ist, als bei Mörtel, der zum Vermauern von dichten Bausteinen oder zur Betonbereitung Verwendung findet.

Als obersten Grundsatz wird man die Forderung aufstellen, bei Ermittlung eines zweckdienlichen Mörtels seine erreichbare Festigkeit nach Möglichkeit auszunutzen. Man wird daher für den Mörtel keine größere Festigkeit zugrunde legen, als sie die zur Herstellung des Mauerwerks verwendeten Bausteine selbst haben. Daraus folgt zunächst, daß man sich von vornherein klar sein muß, welche Zeitdauer nach den jeweils vorliegenden besonderen Verhältnissen dem Mörtel zur Erhärtung zugebilligt werden kann, da hiervon die Wahl der Mörtelmischung in hohem Grade beeinflußt wird.

Nach Unna zeigt z. B. ein Zementmörtel 1 : 4 nach 2 Tagen nur 5,5 kg/qcm Zugfestigkeit, ein Zementmörtel 1 : 3 nach 2 Tagen schon 9 kg/qcm Zugfestigkeit, während ein Zementmörtel 1 : 4 nach 14 Tagen ebenfalls 9 kg/qcm Zugfestigkeit aufweist.

Ebenso zeigt ein Traß-Kalkmörtel von 1½ Traß, 1 Kalk, 1 Sand nach 4 Tagen etwa 10 kg/qcm; 1 Traß, 1 Kalk, 1 Sand nach 7 Tagen etwa 10 kg/qcm.

Bei Kalkmörtel richtet sich das Mischungsverhältnis je nach der Verwendung von Fett- oder Magerkalk, und zwar hat sich zum Mauern über der Erde ein Fettkalkmörtel 1 : 3, für Grundmauern 1 : 4, ein Magerkalkmörtel 1 : 1 bzw. 1 : 2 als zweckdienlich erwiesen. Die Druck- und Zugfestigkeit des Kalkmörtels schwankt

[1] Zu vgl.: Unna, Die Bestimmung rationeller Mörtelmischungen, 4. Auflage, Köln, bei Paul Neubner

[2] Was für Mörtel gilt, hat in erhöhtem Maße auch für Beton (Grobmörtel) Gültigkeit, selbst wenn dies in der vorliegenden Betrachtung nicht in jedem einzelnen Falle erwähnt sein sollte.

naturgemäß in ziemlich weiten Grenzen. Im allgemeinen wird man fordern können, daß ein guter Fettkalk-Sandmörtel 1 : 3 bis 1 : 5 nach Lufterhärtung von 7 bzw. 28 Tagen eine Druckfestigkeit von 14 bzw. 21 kg/qcm aufweist, während die Zugfestigkeit etwa den 8. bis 3. Teil beträgt.

Den Übergang zu den Roman-Zementen bilden die hochwertigen hydraulischen Kalke (Wasserkalke), welche stets langsam, oft erst nach 24 Stunden abbinden, dafür aber die Eigenschaft besitzen, von da an unter Wasser mit wachsender Festigkeit zu erhärten, und zwar meist schneller und besser, als an der Luft. Sie finden überall da Verwendung, wo Kalkzementmörtel in Frage kommen, d. h. für Tief- und Wasserbauten, für Hochbauten aller Art, sowie zu inneren und äußeren Putzarbeiten. Im allgemeinen sind die hydraulischen Kalkmörtel dem verlängerten Zementmörtel wegen ihrer oft nicht unerheblichen Billigkeit bei etwa gleicher Leistungsfähigkeit überlegen. Als zweckdienliche Mischungsverhältnisse sind, unter Berücksichtigung der verschiedenen Herkunft, erprobt:

a) für Mauerwerk: 1 : 5 — 1 : 9;
b) für Innenputz: 1 : 2 — 1 : 7;
c) für Außenputz: 1 : 2 — 1 : 6.

Auch bei den hochwertigen Wasserkalkmörteln bewegt sich die Zug- und Druckfestigkeit ihrer Natur entsprechend in ziemlich weiten Grenzen. Als Mittelwerte kann man für eine Mischung 1 : 3 nach einer Lufterhärtung von 28 Tagen eine Druckfestigkeit von 160 kg/qcm und eine Zugfestigkeit von 22 kg/qcm annehmen, während bei einer Wassererhärtung von 28 Tagen mit einer Druckfestigkeit von 150 kg/qcm und einer Zugfestigkeit von 20 kg/qcm zu rechnen ist.

Hinsichtlich der Ermittelung zweckdienlicher Zementmörtel-Mischungen bietet das im Auftrage des Vereins Deutscher Portlandzementwerke herausgegebene Buch: „Der Portlandzement und seine Anwendungen im Bauwesen" (Berlin 1892) einen Anhalt. Hiernach werden Mörtelmischungen von 1 Teil Zement auf 1- 2 Teile Sand nur da angewendet, wo es auf sehr hohe Festigkeit, namentlich nach kurzer Zeit, ankommt, und wo man große Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung (Überzug auf Fußböden und dgl.) oder Wasserdichtigkeit verlangt, während Mörtelmischungen von 1 Teil Zement auf 3 bis 4 Teile Sand für Mauerwerk, Grundmauern, Kunststeine, Betonbauten und ähnliche Arbeiten in Frage kommen. Wo ein Mischungsverhältnis von 1 Teil Zement auf 5 und mehr Teile Sand genügt, wendet man am besten Zement-Kalkmörtel an.

Entsprechend den Deutschen Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement soll langsam bindender Zement mit 3 Gewichtsteilen Normalsand auf 1 Gewichtsteil Portlandzement nach 7 Tagen Erhärtung — 1 Tag in feuchter Luft und 6 Tage unter Wasser — mindestens 120 kg/qcm Druckfestigkeit erreichen (Vorprobe); nach weiterer Erhärtung von 21 Tagen in Luft von Zimmerwärme (15—20 ° Celsius) soll die Druckfestigkeit mindestens 250 kg/qcm betragen. Zur Erleichterung der Bauaufsicht auf der Baustelle kann eine Prüfung auf Zugfestigkeit dienen. Der Zement soll in einer Mischung von 1 Teil Zement auf 3 Teile Normensand nach 7 Tagen Erhärtung (1 Tag in der Luft, 6 Tage unter Wasser) mindestens 12 kg/qcm Zugfestigkeit aufweisen.

Nach dem weiter oben Gesagten übt die Menge des verwendeten Mörtelwassers einen erheblichen Einfluß auf die Festigkeit aller Mörtel aus. Der Zement erlangt im allgemeinen eine um so größere Festigkeit, je geringer die Menge seines Anmachewassers ist, ein Gesetz, das sowohl für Mörtel als auch für Beton gilt, unter der selbstverständlichen Voraussetzung, daß überhaupt so viel Anmachewasser verwendet wird, daß gehöriges Durcharbeiten möglich ist und sich hierbei — ebenso wie beim Stampfen des Betons — Wasser auf der Oberfläche bildet. Wenn Mörtel mit überflüssig viel Wasser angemacht, ein weniges dichtes Gefüge ergibt, so erklärt sich (unter Berücksichtigung der bereits oben gegebenen Erläuterung) dies dadurch, daß der im Innern verbleibende Überschuß an Wasser beim Erhärten zur Verdunstung gezwungen ist und dadurch Poren hinterläßt. Demgemäß muß auch die Festigkeit mit vergrößertem Wasserzusatz abnehmen. Einen Überblick über diese Verhältnisse gewährt die nachstehende Zusammenstellung.[3]

Erhärtungsdauer	Anmache-Wassermenge					
	10 v. H.		12 v. H.		15 v. H.	
	Zugfestigkeit in kg/qcm	Druckfestigkeit in kg/qcm	Zugfestigkeit in kg/qcm	Druckfestigkeit in kg/qcm	Zugfestigkeit in kg/qcm	Druckfestigkeit in kg/qcm
7 Tage	20,0	203	13,8	108	10,0	55
28 „	26,1	285	22,9	160	18,3	100
90 „	28,6	355	25,8	208	28,0	150
180 „	32,1	380	26,8	225	22,6	170

Es zeigt sich der sehr erhebliche Einfluß des Wassers namentlich auf die Druckfestigkeit. Längere Zeit ist erforderlich, ehe ein mit viel Wasser angemachter Zementmörtel eine ausreichende Druckfestigkeit erlangt.

Ein erwähnenswertes Bindemittel, das dem Portlandzement im allgemeinen durchaus gleichsteht, in fetten Mischungen ihn an Festigkeit aber nicht selten übertrifft, stellt der Eisenportlandzement dar, der aus Portlandzement und Hochofenschlacke besteht, die beide fein vermahlen und im Großbetriebe regelrecht und innig miteinander vermischt werden. Bei höherem Sandzusatz (1 : 5 bis 1 : 7) und Lufterhärtung zeigt der Eisenportlandzement auf Grund von Versuchen — namentlich des Materialprüfungsamtes in Großlichterfelde — nicht unerheblich geringere Festigkeiten als bei den zum Vergleich herangezogenen üblichen Portlandzementen. Das ist ein sehr beachtenswertes Ergebnis, welches dazu zwingt, nicht auf die Normenprüfung (1 : 3) sich zu verlassen, sondern eine Prüfung in der Mischung und unter Verwendung derjenigen Bestandteile (Sand und Wasser) vorzunehmen, wie sie auf der Baustelle für die Ausführung in Frage kommen.

Bei allen Mörteln sowohl wie ganz besonders beim Beton (Grobmörtel) ist es zur Erreichung einer bestimmten Festigkeit keineswegs nötig, daß sämtliche Hohlräume ausgefüllt sind, es genügt vielmehr, daß der verwendete Mörtel ausreicht, um alle Sand- bzw. Kies- oder Schotterteile einzuhüllen, wohl aber muß die Forderung unbedingt erfüllt sein, wenn Dichtigkeit des Mörtels bzw. des Betons gefordert wird.

Die Dichtigkeit eines Mörtels ergiebt sich nach Foerster (zu vgl. Fußbemerkung 3) aus dem Bruch:

$$d = \frac{\text{Kittmaße}}{\text{Hohlräume}}$$

Zur praktischen Verwertung dieser Formel ist die Ausbeute eines Stoffes im Mörtel zu ermitteln, d. i. das Maß, in welchem der Stoff zur Raumvergrößerung beiträgt. Rechnet man hierbei nach Unna[4] die Porenmasse des Sandes zu 40 v. H., seine eigene Masse also zu 60 v. H., die Ausbeute von Fettkalk zu 1,0, von Wasser zu 1,0, von Zement und Traß zu 0,48, von hydraulischem Kalk zu 0,28, so ergiebt sich z. B. bei einem Mörtel von 1 Fettkalk, 2 Sand, 0,4 Wasser als Ausbeute:

$$1{,}0 + 2 \,.\, 0{,}6 + 0{,}4 = 2{,}6.$$

Da man unter der Kittmasse die Summe aus Bindemittel und Wasser versteht, so ergiebt sich nach obiger Gleichung:

$$d = \frac{\text{Bindemittel} + \text{Wasser}}{\text{Hohlräume}}$$

Mörtel bei denen $d \geqq 1$ ist, werden als dichte Mörtel bezeichnet.

Im obigen Beispiel beträgt die Kittmasse 1,00 + 0,4, die Summe der Hohlräume 0,4 . 2 = 0,8, mithin : $d = \frac{1{,}4}{0{,}8} = 1{,}75$, d. h. die fragliche Mörtelmischung ist dicht.

Aus den Zahlenübersichten des wiederholt genannten Werkchens von Unna seien zum Vergleich noch die Untersuchungsergebnisse folgender Mörtelmischungen angeführt:

a) 1 Zement, 3 Sand, 0,64 Wasser;

b) 1 Traß, 2 Kalk, 5 Sand, 0,90 Wasser.

Bei der Mischung a beträgt die Kittmasse 1,12, die Hohlräume 1,20, mithin

$$d = \frac{1{,}12}{1{,}20} = 0{,}93,$$

d. h. der Mörtel ist (wie bekannt) undicht, weil $d < 1$.

[3] Zu vgl.: Foerster, Lehrbuch der Baumaterialienkunde. Leipzig 1912, bei Wilh. Engelmann.

[4] Zu vgl. die Fußbemerkung 1.

Die Mörtelmischung unter b zeigt folgendes Ergebnis:

Kittmasse 3.38.
Hohlräume 2.00.

demnach:

$$d = \frac{3{,}38}{2{,}00} = 1{,}69.$$

d. h. der untersuchte Traß-Kalkmörtel ist trotz seiner mageren Mischung dicht, weil d > 1.

Damit kommen wir zur Betrachtung der hydraulischen Zuschläge, unter denen, wie bereits angedeutet, der einheimische, vorwiegend im Nette- und Brohltal der Vordereifel, und zwar im Tagebau gewonnene Traß eine bedeutsame Rolle spielt.

Als Hauptvorzüge des Traßmörtels sind zu nennen: seine Wohlfeilheit, seine große Dichtigkeit und Raumbeständigkeit, ferner seine längere Zeit anhaltende bedeutende Elastizität, seine größere Geschmeidigkeit, bessere Erhärtung in starken Mauern und nicht zuletzt seine Fähigkeit, den Überschuß an Kalk, woran der Zement fast stets leidet, unschädlich zu machen, eine Eigenschaft, die für die Erhärtung und den Bestand von Zement-Traß und Zement-Kalk-Traßmörtel im Seewasser von ganz besonderer Bedeutung ist. Wichtig ist auch beim Traßmörtel die Fähigkeit, sich trotz fortgeschrittener Erhärtung eines älteren Mauer- oder Betonkörpers mit neu aufgetragenen Schichten in einwandfreier Weise zu verbinden.

Der Zement-Traßmörtel ist, abgesehen von seiner Wohlfeilheit, dem reinen Zementmörtel in mancher Hinsicht überlegen. So hat Diplom-Ingenieur Unna durch Versuche festgestellt, daß Zement-Traßmörtel in den ersten 28 Tagen eine geringere Festigkeit zeigen, als Zementmörtel 1 : 3 und 1 : 4 nach derselben Erhärtungsdauer, während sie die fraglichen Zementmörtelmischungen nach dieser Zeit überholen und noch nach einem Jahre an Festigkeit zunehmen. Ähnliche Vorzüge kommen den Kalk-Traßmörteln zu, wenn sie auch in den ersten 3 Tagen eine langsame Erhärtung zeigen. Aber schon nach 7 tägiger Erhärtungsdauer überholt der Mörtel $1^1/_2$ Traß, 1 Kalk, 1 Sand den Mörtel 1 Zement, 3 Sand ganz erheblich und erreicht fast den Mörtel 1 Zement, $2^1/_2$ Sand, während der Mörtel 1 Traß, 1 Kalk, 1 Sand nach 7 Tagen mitten zwischen den Mörteln 1 Zement, 5 Sand und 1 Zement, 4 Sand bleibt. Aber selbst die schwachen Kalk-Traßmörtel sind schon ihrer Wohlfeilheit wegen den schwachen Zementmörteln unbedingt vorzuziehen.

Alle Traßmörtel werden unter Wasser fester als an der Luft; günstig wirkt bei der Lufterhärtung ein geringerer Zusatz von Portlandzement.

Über einige erprobte Mischungsverhältnisse von Traßkalk-, Traß-Kalk-Zementmörteln und Traß-Zementmörteln, bzw. Betonen gibt die nachstehende — auszugsweise mitgeteilte — Zusammenstellung (von Dr. A. Hambloch, Andernach a. Rh.) Aufschluß.

Verwendungszweck	Mischungsverhältnisse Raumteile					Bemerkungen
	Traß	Zement	Kalkteig	Sand	Kies	
Kanalbauten	1	$^2/_3$ bis 1	–	4–5	–	Der Kieszusatz schwankt bei reinen Traßmörteln u. Traß-Zementmörteln zw. 4 bis 10 Raumteilen und richtet sich je nach den Erfordernissen, Dichtigkeit, Druckfestigkeit usw.
Allgem. Bauten unter Wasser	1	–	$^2/_3$ bis 1	1 bis $1^1/_4$	–	Bei Fettkalkpulver: 1 bis $1^1/_2$
Allgem. Bauten in und über Wasser, z. B. Talsperren	$1^3/_4$ b. $1^1/_2$	–	1 bis $1^1/_4$	$1^1/_2$ b. $2^1/_2$	–	Bei Fettkalkpulver: $1^1/_2$ bis $^3/_4$
Trockenmauerwerk	1	–	2	3 bis 5	–	Bei Fettkalkpulver: 3
Verputzarbeiten außen[5]	$1^1/_4$	–	1	$2^1/_2$ b. $3^1/_2$	–	Bei Fettkalkpulver: $1^1/_2$
Beton unter Wasser (Seebau)	2	2	1	6	$11^1/_2$	0,467 Mörtel auf 0,785 Kies
Beton über Wasser (Seebau)	$1^1/_2$	1	3	4	$11^1/_2$	0,40 Mörtel auf 0,920 Kies
Eisenbeton über Wasser	$^1/_2$	1	–	$2^1/_2$	6	0,400 Mörtel auf 0,920 Kies

Es ist bereits oben erwähnt worden, daß unter anderem die Art und Weise der Mörtel- bzw. Betonbereitung auf die Festigkeit einer Mischung nicht unerheblich einwirkt. Man wird daher der maschinenmäßigen Herstellung in allen Fällen grundsätzlich den Vorzug zu geben haben. Aus denselben Gründen ist die vielfach übliche Gepflogenheit zu verwerfen, bei der Herstellung von Kiesbeton den zur Verfügung stehenden Kies mit dem ihm zufällig beigemengten Sand zu verwenden, ohne daß man sich vorher über das Mischungsverhältnis von Kies und Sand Rechenschaft gibt.

Schließlich muß vor der planlosen Verwendung von Hochofenschlacke, Ziegelmehl und anderen künstlichen hydraulischen Zuschlägen, denen bei der Umwandlung von Luft- in Wassermörtel nur eine ganz untergeordnete Bedeutung zukommt, ernstlich gewarnt werden.

Aus dem oben Gesagten erhellt, daß das vielfach übliche gedankenlose Vorgehen bei der Mörtel- und Betonbereitung keineswegs gebilligt werden kann, daß vielmehr von Fall zu Fall, unter Berücksichtigung aller in Betracht kommenden Umstände, die jeweils zweckdienlichste Mischung ausfindig gemacht werden muß, ganz besonders im Hinblick auf die volkswirtschaftlich notwendige Ersparnis an Rohstoffen aller Art und die dadurch letzten Endes bedingte Wohlfeilheit einer Mischung.

[5] Für Innenputz können fettere Mischungen gewählt werden; bei gleichem Traß- und Kalkzusatze etwa $1^1/_2$—$2^1/_2$ Sand.

Verschiedenes.

Zur Baukostenverteuerung. Die folgende Zusammenstellung, die von der A.E.G.-Schnellbahn aufgestellt wurde, veröffentlicht die Tonindustriezeitung. Die einzelnen Zahlen bieten ja dem Baufachmann nichts Neues, sie sind aber in dieser Zusammenfassung sehr beachtenswert, denn es geht aus ihnen hervor, daß an eine Verzinsung dieser Bauwerke später nicht gedacht werden kann.

Gegenstand	1914 M	1. 12. 1919 M	1. 3. 1920 M
Stundenlohn:			
des gelernten Arbeiters	0,76	3,50	4,45
des ungelernten Arbeiters	0,40	2,85	4,10
1 cbm Erdarbeiten	0,7	5	7,50
1 „ Sand	4—4,5	22—23	32
1 „ Kies	5	26—28	36
1 t Zement	32	250	800
1 „ Trägereisen (Grundpreis)	155	1000—1200	3260
1 „ Bahnschienen	130—165	1150—1200	—
1 „ Kohlen	16,80	120	228
1 „ Koks	25	204	325
1 „ Schmieröl	300	2500—3000	9000
1000 lfd. m Kabel G. K. A. 2,5	480	3200	10 645
1 lfd. m blanke Leitung	1,95—2,1	17,5—22	—
1 cbm Bauholz	46—52	280—320	1200
1 „ Mauerwerk	18	200	290
1 „ Mörtel	6,75	90—115	115—135
1 qm dreifache Tunneldichtung	5,1	50—75	rd. 100
1000 Ziegelsteine	18—24	150—200	280
Wagen der Untergrundbahn	37 000	rd. 350 000	—

d.

Lehrstellen für Lehmbauweisen. Vom Ministerium für Volkswohlfahrt wird geschrieben: Die vielfach noch gegen den Lehmbau bestehenden Bedenken werden verschwinden, wenn durch Wiederaufnahme der alten Techniken eine sichere Gewähr für eine gute und dauerhafte Ausführung gegeben ist. Um die alten handwerklichen Techniken wieder zum Allgemeingut des Bauhandwerks zu machen, hat der Minister für Volkswohlfahrt die Begründung von Lehr- und Versuchsstellen für Naturbauweisen angeregt. Solche Lehrstellen sind mit staatlicher Unterstützung zurzeit in Zepernick, Kreis Niederbarnim, und in Sorau N.-L. eingerichtet. Diese Lehrstellen haben die Reste der alten handwerklichen Überlieferungen gesammelt und führen ihre Bauten unter Verwendung dieser bewährten Tradition aus. In Sorau, wo ein erster Lehrgang unter starker Beteiligung am 15. Mai eröffnet worden ist, hat man die Herstellung des alten, bereits von Gilly beschriebenen Lehmschindeldaches wieder aufgenommen. Nähere Bedingungen über den Besuch dieser Lehrstellen sind gegen Einsendung von 1 Mark durch die Siedlungsgesellschaft Niederbarnim in Berlin NW 40, Alexanderufer 1, III., und durch die Gemeinnützige Heimstätten-Genossenschaft in Sorau N.-L. zu beziehen. d.

Verbands-, Vereins- usw. Angelegenheiten.

Vereinigung Deutscher Wohnungsämter. Die Leiter der städtischen Wohnungsämter haben sich zu gemeinsamem Austausch ihrer Erfahrungen zusammengeschlossen und hielten am 14. und 15. Juni unter dem Vorsitze des Direktors des Berliner städtischen Wohnungsamts, Dr. Laporte, in Berlin eine Tagung ab. Auf der Tages-

ordnung standen zum Beispiel die Zwangseinquartierung, Mietsteuer und Überteuerungszuschüsse. Hochbau und Flachbau. de.

Rechtswesen.

Nichtlieferung verkaufter Dachziegel wegen angeblicher Unmöglichkeit der Herstellung. Am 15. 2. 1916 hatte die Firma Hermann G. in Osterode von den W.er Tonwerken, G. m. b. H., in Danzig, 500 000 holländische Dachpfannen gekauft, aber trotz Nachfristsetzung bis 15. Juli nicht geliefert erhalten. Die Tonwerke entschuldigten sich damit, daß sie infolge dauernder Mißbrände ihren Betrieb hätten einstellen müssen. Es seien Tausende von Ziegeln gerissen, und erst nach langem Suchen sei man dahinter gekommen, daß ein Fehler am Preßkopf die Ursache war. Die Käuferin erhob Klage auf Schadenersatz wegen Nichterfüllung und erzielte von dem Landgericht Danzig die Verurteilung der Beklagten. Diese machte in zweiter Instanz noch geltend, daß in den Ringofen Grundwasser eingedrungen sei, so daß nicht weitergearbeitet werden konnte. Aber auch das Oberlandesgericht Marienwerder gab der Klage statt, und zwar aus den folgenden Gründen:

Es ist davon auszugehen, daß die Beklagte nur solche Ziegel zu liefern brauchte, die in ihrem Betriebe hergestellt waren. Wenn dieses infolge von Umständen, die sie nicht zu vertreten hatte, unmöglich geworden sein sollte, wäre die Beklagte in der Tat vom Vertrage befreit gewesen. Die dahingehenden Behauptungen der Tonwerke sind jedoch nicht bewiesen. Wenn wirklich der Preßkopf so schadhaft war, daß er keine brauchbaren Ziegel mehr lieferte, so war doch noch eine zweite Preßmaschine vorhanden, welche zur Erfüllung des Vertrages genügt hätte. Ein Mangel an tüchtigen Arbeitern und Brennern wird von der Verkäuferin selbst nicht mehr geltend gemacht. Es bleibt allein die Entschuldigung, es sei Grundwasser in den Ofen gedrungen, übrig. Eine Reihe von Momenten spricht gegen die Richtigkeit dieses Vorbringens. Die Zeugen haben nichts von Feuchtigkeit bemerkt und nach den Grundwasserverhältnissen der dortigen Gegend ist ein Eintreten von Wasser in den Ofen nicht eben wahrscheinlich. Aber selbst wenn man die Richtigkeit dieser Behauptung unterstellt, kann sie der Beklagten nichts nützen. Einmal ist nicht dargetan, daß das Wasser in alle 18 Kammern des Ringofens eingedrungen ist bzw. daß die freigebliebenen Kammern nicht zur Herstellung der vertraglichen Menge hingereicht hätten. Sodann aber hatte die Beklagte die Möglichkeit gehabt, die Feuchtigkeit durch Auslegen von Asphaltpapier zu beseitigen, wie der Sachverständige W. in seinem Gutachten ausführt. Statt dessen hat sie gar keinen Versuch gemacht, das Wasser zu entfernen. Der Klage ist deshalb stattzugeben.

Gegen diese Entscheidung wandten sich die Tonwerke mit der Berufung ans Reichsgericht. Sie legten dar, daß die Einführung von Asphaltpapier in die Kammern deshalb untunlich war, weil dieses von der Hitze sofort verzehrt worden wäre. Im übrigen hätte die Entfernung des Wassers umfangreiche Arbeiten an dem Ofen nötig gemacht, welche keinesfalls bis zum 15. Juli beendet sein konnten. Gegenüber diesen Ausführungen wies der Vorsitzende darauf hin, daß die Verurteilung ja schon aus dem ersten Grunde (Nichtüberschwemmung aller Kammern) gerechtfertigt sei. Der Senat gelangte dann auch zu einer Bestätigung des angefochtenen Urteils. (Aktenzeichen II. 262/12). sk.

Dr. jur. C. Klamroth.

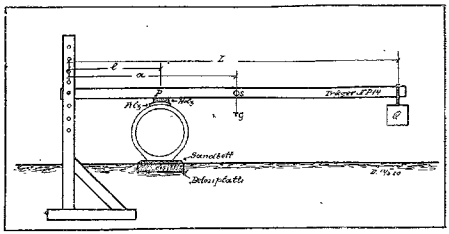
Statik.

Prüfung von Zementröhren.

Von Ober-Ing. Dannemann.

Die Güte der Zementrohre läßt sich durch den Augenschein allein nicht bestimmen, es bedarf hierzu vielmehr der Druckprobe bis zum Bruch des Rohres. Eine Vorrichtung, die eine gleichmäßige Untersuchung auf Druck gestattet, ist in der vom Deutschen Betonverein gebauten hydraulischen Presse gegeben. Der praktischen Verwendung dieser Presse stehen aber die hohen Anschaffungskosten entgegen, weshalb in den meisten Fällen eine Prüfung der Rohre unterbleibt.

In der Vergangenheit ist es aber oft vorgekommen, daß namentlich größere Profile nach dem Verlegen zusammenbrachen, was vielfach allerdings in der mangelhaften Hinterfüllung seinen



Grund hatte. Erfahrungsgemäß soll aber stets die angeblich ungenügende Beschaffenheit der Rohre schuld sein und es ist daher von großem Wert, wenn vor der Verwendung der Rohre Klarheit über ihre Widerstandskraft geschaffen wird.

Da die Anschaffung einer Presse zu teuer wird, kann man folgende, auf den Hebelgesetzen beruhende und in der Herstellung billige Vorrichtung verwenden und damit auch gute Ergebnisse erzielen.

Ist Q das Eigengewicht des Trägers, welches als im Schwerpunkt s angreifende Kraft aufzufassen ist, und Q das angehängte Gewicht, welches nach Bedarf zur Veränderung von L verschoben werden kann, so berechnet sich die auf das Rohr drückende Gesamtkraft P wie folgt:

$$P = \frac{Q \cdot L + G \cdot a}{l}$$

Beispiel: Ein Zementrohr von 70 cm Lichtweite soll für eine Bruchlast P = 3000 kg geprüft werden. Der Träger NP 14 wiegt bei einer Gesamtlänge von 4,0 m = 4,0 . 14,37 = 57,48 kg, die im Schwerpunkt s angreifen. Das Gewicht Q betrage insgesamt 800 kg . L = 3,9 m; a = 2,0 m; l = 1,10 m.

$$P = \frac{Q \cdot L + G \cdot a}{l} = \frac{800 \cdot 3{,}9 + 57{,}48 \cdot 2{,}0}{1{,}10} = 2940 \text{ kg}$$

Bei dieser Belastung darf das Rohr noch nicht zu Bruch gehen, sondern erst bei einer Gesamtbelastung von 3000 kg (s. Tabelle). Die Absenkung der Last auf das Rohr muß behutsam erfolgen, am besten unter Verwendung einer Waagenwinde. Die abgesenkte Last muß mindestens 10 Minuten stehen bleiben. Um Unglücksfälle zu vermeiden, stellt man unter dem Träger einen kräftigen Kasten oder Bock auf, der aber den Träger nicht berühren darf. Die Last P muß sich gleichmäßig über die ganze Rohrlänge = 1,0 m erstrecken. Die Bruchlasten für Zementrohre sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Kreisförmige Rohre 1 m lang		Eiförmige Rohre 1 m lang	
Lichtweite cm	Bruchlast kg/m	Lichtweite cm	Bruchlast kg/m
20	2000	20 : 30	3000
25	2200	25 : 37,5	3000
30	2500	30 : 45	3000
35	2800	35 : 52,5	3200
40	2800	40 : 60	3400
45	2900	50 : 75	3400
50	3000	60 : 90	3800
60	3000	70 : 105	3800
70	3000	80 : 120	4200
80	3000	90 : 135	4400
100	3000	100 : 150	4400

Einladung zur Mitarbeit.

Kurze Aufsätze über baufachliche Angelegenheiten aller Art, insbesondere über Aufsätze und Durchbildung einzelner Bauteile mit erläuternden Zeichnungen sind uns stets erwünscht.

Die Schriftleitung.

Inhalt.

Über zweckdienliche Mörtelmischungen. — Verschiedenes. — Statik.

Schriftleitung: Regierungs-Baumeister Hirsch und Bauingenieur Stache. ▫ Verlag: Paul Steinke, Breslau, Sandstraße 10.