

# VORTRAG,

GEHALTEN

AM 23. MÄRZ IM DEUTSCHEN POLYTECHNISCHEN VEREINE IN PRAG

VON

ANTON JARNAWSKI,  
Director.

(Nachdruck und Uebersetzungsrecht vorbehalten.)

## Hochgeehrte Versammlung!

Zur Präcisirung der mir heute vorliegenden Aufgabe erlaube ich mir voranzuschicken, dass ich nur die Eigenschaften einiger Portland-Cemente in Betrachtung ziehen und dieselben miteinander vergleichen werde, somit die hydraul. Kalke und die sogenannten Roman-Cemente etc. aus dem Kreise meiner Besprechung ausschliesse.

Ich finde es überflüssig die grosse Bedeutung des Cementes für die Bautechnik einer eingehenden Besprechung zu unterziehen, da dieselbe jedem praktischen Bautechniker zur Genüge bekannt ist, und hebe nur die Thatsache hervor, dass die Bauwissenschaft in den letzten Jahren an die Qualität des Cementes deshalb eine erhöhte Anforderung stellt, weil man zur Ausführung von Bauobjecten, deren Herstellungsdauer früher nach Monaten gezählt wurde, gegenwärtig blos ebenso viele Wochen benöthigt, und die in ihrer Stärke auf ein Minimum reducirten Mauern in kurzer Zeit Belastungen zu widerstehen haben, die das vorzüglichste Bindemateriale erheischen; — es ist daher die Wahl eines vorzüglichen Cementes für den gewissenhaften Bautechniker von grosser Wichtigkeit.

Ich will bei meiner heutigen Besprechung nachstehende zwei Punkte erörtern u. z.:

1 Was versteht man unter Portland-Cement und welche unerlässlichen Eigenschaften muss er besitzen, um beim Bau mit Vortheil verwendet werden zu können?

2. Wird in Böhmen Portland-Cement producirt und inwieferne unterscheidet sich derselbe von den ausländischen Cementen?

1. Was versteht man unter Portland-Cement und welche unerlässlichen Eigenschaften muss er besitzen, um beim Bau mit Vortheil verwendet werden zu können?

VEREINE

Unter Portland-Cement versteht man einen sehr dichten hydraulischen Mörtel, welcher bei sehr hoher Temperatur gebrannt im frischen Zustande wenig oder keinen freien Kalk enthält, an der Luft nicht merklich Kohlensäure und Wasser anzieht und mit Wasser zu einem steifen Breie angerührt in kurzer Zeit zu einer harten steinartigen Masse von grosser Festigkeit erstarrt. Als wesentliche Bestandtheile enthalten die Portland-Cemente: Kalk, Thonerde, Kieselsäure, Alkalien und Eisenoxyd; als Uebergemengtheile häufig Magnesia, Sand, Thon und Calciumsulfat.

Das zur Erzeugung eines in jeder Beziehung vollkommenen Cementes nothwendige quantitative Verhältnis der einzelnen wirksamen Bestandtheile ist mit Sicherheit und Genauigkeit nicht bekannt und wird in den Cementfabriken nach Massgabe des zu verwendenden Materiales von Fall zu Fall durch den Versuch ermittelt. Daraus erklärt sich die Thatsache, dass anerkannt gute Cemente nicht unerhebliche Abweichungen in den Mengenverhältnissen ihrer Bestandtheile zeigen. Bedingung zur Erzeugung eines brauchbaren Portland-Cementes ist, dass sich die Kieselsäure in demselben im sogenannten aufgeschlossenen, d. i. in dem in Salzsäure löslichen Zustande befindet. Löslich wird die Kieselsäure, wenn man die natürlich vorkommende unlösliche oder derlei Silicate mit einer geeigneten Menge alkalischer Oxyde (Kali, Natron, Kalk etc.) schmilzt oder glüht.

Michaëlis, Hopfgartner und Feichtinger untersuchten eine Reihe bewährter Portland-Cemente und fanden folgende Zusammensetzung (auf den kohlenensäure- und wasserfreien Zustand berechnet) in runden Zahlen:

Kalk . . . . .	55.0	bis	63.0	Proc.
Kieselsäure . . . . .	23.0	„	26.0	„
Thonerde . . . . .	5.0	„	9.0	„
Alkalien . . . . .	1.0	„	3.0	„
Eisenoxyd . . . . .	0.5	„	6.0	„
Magnesia . . . . .	0.2	„	2.0	„
Calciumsulfat . . . . .	1.0	„	3.0	„
Thon und Sand . . . . .	1.0	„	2.5	„

Portland-Cement wird gewöhnlich dargestellt, indem man Kalkstein und Thon (wozu sich besonders alkalihaltiger eignet) im höchst fein gepulverten Zustande innig mengt, das Gemenge mit Wasser zu einem steifen Teige anknetet, aus welchem Stücke von gleicher Gestalt und Grösse geformt werden, die man erst an der Luft trocknet und sodann, meistens in Schächtföfen, anhaltend einer hohen Temperatur aussetzt; die gebrannten Massen werden nach dem Verkühlen fein gepulvert und sind sodann zur Verwendung geeignet. An Stelle des Thones werden bisweilen andere unlösliche Thonerdesilicate verwendet, auch finden sich an manchen Orten, wie z. B. zu Perlmoos bei Kufstein, Mergel, die eine derartige Zusammensetzung besitzen, dass sie nach dem Brennen ohne Zusatz unmittelbar Portland-Cement geben.

Das Brennen der Materialien hat zunächst den Zweck, die unlöslichen Thonerdesilicate durch Einwirkung des Kalkes aufzuschliessen, d. i. in den in

Säuren löslichen Zustand zu überführen. Es bilden sich hiebei Verbindungen des Calciums mit Kieselsäure und mit Thonerde, welche in Salzsäure löslich, auch durch blosser Einwirkung des Wassers einer Zersetzung und Umlagerung ihrer Atome fähig sind. Unerlässige Bedingungen zur Erzeugung eines guten Portland-Cementes sind 1. ein richtiges Verhältniss zwischen Kalkstein und Thon (oder dem analogen Silicate), 2. höchst feine Zertheilung und innige Mischung der Materialien; 3. Abwesenheit oder Vorhandensein nur geringer Mengen schädlicher Uebergemengtheile (z. B. Magnesia); 4. möglichst gleichmässiges Brennen der Massen bei einer der Zusammensetzung derselben entsprechenden Temperatur, die stets bis zur Weissgluth gesteigert wird.

Unter den Kalksteinen eignen sich die reineren, wie Kreide, Marmor, Kalkspath, besser als magere Kalksteine, Mergel und dolomitische (magnesia-haltige) Kalke; unter den Thonen wählt man zweckmässig kieselsäurereiche, die ca. 60 Proc. Kieselsäure enthalten; ein Alkaligehalt derselben befördert wesentlich ihre Aufschliessung beim Brennen.

Ein günstiges Mengenverhältniss dieser beiden Bestandtheile sollen nach Heeren 70 Gew. Th. reinen Kalkes (Kreide) zu 30 Gew. Th. wasserfreien Thones ergeben. Nach Michaëlis sollen im gebrannten Portland-Cemente auf 80 Mol. Kieselsäure 210 bis 230 Mol. Kalk und 15 bis 25 Mol. Thonerde und Eisenoxyd enthalten sein.

Eisen (Oxydul wie Oxyd) ist nur insoweit wirksam, als es in Form von durch Salzsäure zersetzbarem Silicat in dem Cemente enthalten ist.

Je feiner die Zertheilung und je inniger die Mischung der Materialien, desto leichter und vollständiger erfolgt beim Brennen die nothwendige Aufschliessung der unlöslichen Silicate.

Von besonderer Wichtigkeit ist die richtige Leitung der Temperatur beim Brennen und es gibt die Farbenwandlung und die physikalische Beschaffenheit des Materiales ein Merkmal zur Beurtheilung des Fortschreitens der chemischen Veränderung bei steigender Temperatur. Bei Rothglühhitze entweicht die Kohlensäure aus dem Kalkstein, es beginnt zwar bereits die Calciumsilicatbildung und das Materiale nimmt eine bräunlich-gelbe Farbe an, doch ist sein Erhärtungsvermögen noch sehr gering, es nimmt an der Luft ziemlich rasch Kohlensäure und Wasser auf (steht nicht) und löscht sich mit Wasser in Berührung gebracht unter bedeutender Temperaturerhöhung und Volumsvermehrung ab. Bei höherer Temperatur nimmt unter fortschreitender Silicatbildung das Materiale eine dunkler braune Farbe an, seine Luftbeständigkeit und seine Erhärtungsfähigkeit unter Wasser nehmen wesentlich zu; bei Weissglühhitze wird die Masse grau und nimmt in Folge der Bildung eines Calciumferrates oder Ferrosilicates einen Stich ins Grüne an.

Bis zu diesem Zeitpunkte nimmt die Güte und Brauchbarkeit des Materiales zu und je dichter es bis dahin im Brande geworden, desto grösser wird die Widerstandsfähigkeit und Härte des fertigen angemachten Cementes. Bei weiter steigender Temperatur nimmt die Masse eine blaugraue Färbung an, es erfolgt sodann oberflächliche Verglasung, endlich Schmelzung und die Masse wird obsidianartig. Der Cement ist sodann todtegebrannt, erhärtet nicht im

Wasser und ist völlig unbrauchbar. Es ist sonach Aufgabe des Fabrikanten die Temperatur im Ofen so zu reguliren, dass nahezu die ganze Masse die grau-grüne Färbung annimmt, dass möglichst wenig gelbbraune (zu wenig gebrannte) und möglichst wenig blaugraue oder verglaste (zu stark gebrannte) Stücke entstehen.

Zu wenig gebrannter Cement gibt ein gelbbraunes lockeres, gut gebrannter ein grünlich-graues, scharfes Pulver. War die Masse zu stark gebrannt, so ist das Pulver entschieden blaugrau, oder wenn Verglasung oder Schmelzung eingetreten, hell, weissgrau und äusserst scharf.

Nicht selten zeigt sich bei der Cementfabrikation der Uebelstand, dass die erbrannten Massen an der Luft in kurzer Zeit von selbst in ein Pulver zerfallen, dass der Cement an der Luft nicht steht und in diesem Falle stets unbrauchbar ist. Die wesentlichsten Ursachen dieses Zerfallens sind *a)* ein zu langes Verweilen selbst völlig geeigneter und normaler Mischungen in der Ofen-gluth, weshalb dahin zu wirken, dass der Brand stets in derselben und möglichst kurzen Zeit zu Ende geführt werde; *b)* zu wenig feine Zertheilung und unzureichend innige Mischung der im Uebrigen geeigneten Materialien; *c)* unrichtig zusammengesetzte Beschickung und besonders ein zu hoher Thonerdegehalt derselben; für diesen Fall lässt sich dem Uebelstande durch Zusatz von Kalk oder Alkali, jedoch nur unter der Bedingung abhelfen, dass die Materialien besonders innig gemischt werden; *d)* zu starkes, bis zur blaugrauen Färbung gesteigertes Brennen.

Die Eigenschaften eines völlig geeigneten Portland-Cementes und die an einen solchen zu stellenden Anforderungen sind im Wesentlichen folgende:

1. *Beschaffenheit.* Gute Portland-Cemente bilden ein kaum fühlbares, schwach grünlich-graues Pulver, welches unter dem Mikroskope eine deutlich schiefelige oder schuppige Structur zeigt; ihr Volumgewicht schwankt um 300 und ist wesentlich abhängig von der Art und dem Verhältnisse der Rohmaterialien und der Temperatur beim Brennen; je höher diese, desto grösser ist das Volumgewicht des fertigen Cementes. Mit Salzsäure gelatiniren die Portlandcemente stark unter Ausscheidung löslicher Kieselsäure.

2. *Verhalten in Luft und Wasser.* An der Luft zeigen die Portlandcemente auch nach längerem Lagern keine merkliche Veränderung und nehmen nur langsam geringe Mengen von Kohlensäure und Wasser auf. Mit Wasser befeuchtet dürfen sie sich nicht merklich erwärmen, die erbrannten, noch nicht gepulverten Stücke dürfen hiebei nicht zerfallen, eine Erscheinung, die bisweilen bei zu grossem Kalkgehalte auftritt. Wird das Pulver mit Wasser zu einem Brei angemacht, so wird derselbe rasch fest und erlangt mit der Zeit eine grössere oder geringere Härte.

3. *Das Erhärten.* Bei dem Festwerden der Cemente lassen sich zwei Perioden unterscheiden; die erste Periode ist die des Erstarrens (das Abbinden), welches nach Art des gebrannten Gypses und meistens schon im Verlaufe von 30 Minuten erfolgt. Der Brei wird hiebei wohl fest, lässt sich jedoch noch leicht mit dem Fingernagel ritzen. Die zweite ist die Periode des eigentlichen Erhärtens, welches stets viel langsamer erfolgt und bei welchem der Cement die eigenthümliche Härte und Festigkeit erhält.

Die Schnelligkeit des Erhärtens ist wesentlich abhängig von der Zusammensetzung, der Art des Brennens, dem Grade der Zertheilung und der Art des Kornes; kalkreichere Cemente erhärten rascher als kalkarme und ebenso schwächer gebrannte Cemente, die in Folge dessen auch ein geringeres Volumgewicht besitzen; ist die Zertheilung nicht sehr fein und ist das Cementpulver körnig und scharf, so erfolgt das Erhärten langsamer als bei sehr feiner Zertheilung und schiefriger Structur.

Der Grad der Härte und Festigkeit, den ein Cement erlangt, ist ebenfalls von verschiedenen Factoren abhängig. Im Allgemeinen wird ein Cement um so härter und fester, je grösser seine Dichte ist und je langsamer das Erhärten vor sich geht; je gröber ferner das Pulver und je weniger schiefrig seine Structur, desto geringer wird auch die Härte und Festigkeit des Cementes werden. Auf mechanischem Wege lässt sich die Festigkeit eines Cementes durch Druck wesentlich vermehren.

4. Das Treiben. Beim Erhärten der Portland-Cemente findet stets eine Volumsvermehrung (das Treiben), eine Ausdehnung statt, welche von 100 bis 118 steigt und im Allgemeinen um so grösser ist, je geringer das Volumgewicht des erhärteten wasserhaltigen Cementes im Verhältniss zu dem wasserfreien Materiale ist.

Bisweilen tritt auch bei völlig guten Cementen der Fall ein, dass sie bereits eine bedeutende Härte und Festigkeit erlangten, diese wieder verlieren und endlich zerfallen. Diese unliebsame Erscheinung tritt dann ein, wenn bei fehlerhaftem Gebrauche des Cementes der nothwendige Raum für die vor sich gehende Volumsvermehrung nicht vorhanden ist, wenn der Cement bei seinem Erhärten durch unverrückbare Wände an seiner Ausdehnung gehindert ist.

5. Ursachen des Erhärtens. Als solche lassen sich rein mechanische und chemische unterscheiden. Alle Verhältnisse, welche dazu beitragen, eine innige Aneinanderlagerung der Theilchen zu bezwecken und so die Adhäsion zu vermehren, wie sehr feine Zertheilung, schiefrige Structur des Kornes, hohes Volumgewicht etc., sind auch Ursachen des Erhärtens. Ueber die chemischen Ursachen des Erhärtens sind die Fachmänner getheilter Ansicht. Wiukler ist der Ansicht, dass sich beim Brennen der Cementmaterialien ein Silicat von bestimmter (allein bisher nicht bekannter) Zusammensetzung bildet, welches unter Einwirkung des Wassers in Calciumhydroxyd und solche Verbindungen des Kalkes mit Kieselsäure und Thonerde zerfällt, welche im Wasser entstehen können und das Erhärten des Cementes bewirken. Das ausgeschiedene und im Wasser gelöste Calciumhydroxyd verbindet sich sodann mit der Kohlensäure der Luft zu Calciumcarbonat. — Nach Feichtinger, Kuhlmann, Carolath u. A. ist in jedem Portland-Cement freier Kalk enthalten, welcher sich in Berührung mit Wasser in demselben löst und derartig auf die aufgeschlossene Kieselsäure und Thonerde (und das Eisenoxyd) einwirkt, dass sich gewässerte Verbindungen von Kalk mit Kieselsäure, Thonerde (und Eisenoxyd) bilden, welche die unmittelbare Ursache des Erhärtens eines Cementes sind.

Von der Ansicht, dass die Ursache des Erhärtens der Portlandcemente eine einfache Hydratisirung bereits vorhandener Calcium-Silicate und Aluminate sei, ist man abgegangen, seitdem man die Erfahrung machte, dass Zeolithe, deren

Hydratwasser man durch Erwärmen ausgetrieben, im fein gepulverten Zustande mit Wasser zu einem Breie angemacht, nicht mehr erhärten.

6. Bindekraft. In selteneren Fällen werden Portlandcemente im reinen unvermischten Zustande verwendet. Theils um Risse zu vermeiden, vorherrschend aber aus Ersparungsrücksichten (wie bei der Mörtelbereitung) versetzt man die Portlandcemente je nach der Art der Verwendung und je nach der erforderlichen Härte und Festigkeit mit grösseren oder geringeren Mengen Sand. Selbstverständlich ist in der Praxis jener Cement vorzuziehen, welcher für die gleiche geforderte Festigkeit einen grösseren Zusatz von Sand verträgt. Die Bindekraft oder „Stärke“ eines Cementes ist wesentlich von zwei Factoren abhängig u. z. von seiner chemischen Beschaffenheit und von der Feinheit der Zertheilung.

Durch 17 Jahre fortgeführte Versuche Grant's haben nachgewiesen :

1. Reiner Cement ist stärker als irgend eine Mischung desselben mit Sand.
2. Mit dem gleichen Volum Sand gemengt beträgt die Festigkeit des Mörtels 75 Proc. der Festigkeit des reinen Cementes.

3. Mit 2 Vol. Sand . . . . .	50	Proc.
4. „ 3 „ „ . . . . .	33	„
5. „ 4 „ „ . . . . .	25	„
6. „ 5 „ „ . . . . .	16—17	„
7. „ 6 „ „ . . . . .	14	„
8. „ 7 „ „ . . . . .	12	„
9. „ 8 „ „ . . . . .	10	„
10. „ 9 „ „ . . . . .	8.5	„

Nach dem früher Gesagten werden verschiedene Portlandcemente nach ihrem chemischen und physikalischen Bestande auch eine wesentlich verschiedene Bindekraft oder Stärke zeigen; von besonderer Wichtigkeit in dieser Beziehung ist nach neueren Untersuchungen von W. Michaëlis der Grad der Zertheilung eines Portlandcementes und hat der Versuch gelehrt, dass je feiner dieselbe, desto grösser die Stärke eines Cementes, einen desto grösseren Zusatz an Sand verträgt er bei gleicher Festigkeit. Wenn man die gebräuchlichen Portlandcemente durch ein Sieb von 900 Maschen auf ein Quadratcentimeter durchschlägt, so bleiben 20 bis 40 Proc. Rückstand auf dem Siebe zurück, welcher erfahrungsgemäss zu 4/5 wirkungslos ist und mit Wasser angemacht selbst nach Jahresfrist keinen genügend erhärtenden Mörtel gibt. Im Interesse des Consumenten liegt es demnach auf eine besonders feine Mahlung des zu verwendenden Portlandcementes zu sehen, selbst wenn sich der Preis desselben nicht unerheblich dadurch steigern sollte. Versuche haben gelehrt, dass man mit 80 Th. Cementes feinsten Mahlung denselben Effect erzielt wie mit 100 Th. Cementes gewöhnlicher Mahlung.

2. Wird in Böhmen Portland-Cement producirt und inwieferne unterscheidet sich derselbe von den ausländischen Cementen?

Böhmen besitzt mehrere Portlandcement-Fabriken und kann nicht nur seinen eigenen Bedarf decken, es kann auch noch seine Nachbarländer mit dem

Cemente versehen. Ausser der seit vielen Jahren bestehenden Portlandcement-Fabrik bei Teplitz, dann der in Podol, besteht auch eine neu in's Leben gerufene Portlandcement-Fabrik in Radotin bei Prag (Station der böhm. Westbahn), welche auf eine jährliche Production von ca. 100,000 Ctr. = 5 Millionen Kilogr. eingerichtet ist.

Ich werde mir erlauben, die Eigenschaften des Radotiner Portland-Cementes, aus welchem Materiale die hier aufgestellten Probestücke angefertigt worden sind, einer eingehenden Besprechung zu unterziehen. —

Zur Erzeugung des Radotiner Portland-Cementes wird ein hydraul. Kalk mit entsprechendem Zusatze von Diabas, welche beide Mineralien in uner-schöpflichen Lagern sich bei Radotin befinden, verwendet.

Die vorzügliche Qualität des Radotiner Portland-Cementes findet ihre Begründung darin, dass das Rohmateriale fast bessere Eignung zur Cement-fabrikation besitzt, als das englische.

**T a b e l l e**  
über Probeversuche auf rückwirkende Festigkeit, vorgenommen mit dem Radotiner Portlandcemente.

D a t u m		Alter des Probe- stückes	Mischungs-Verhältnis			Aus- geübter Druck auf die ganze Würfel- fläche pr. 16 $\square$ <sup>cm</sup>	Druck pr. 1 $\square$ <sup>cm</sup>	R e s u l t a t der P r o b e		
der Anfertigung	des Druck- versuchs		Port- land- Cement	Sand	Schotter					
des Probestückes		Tage	Volum-Theile			in Kilogramm				
1876										
1. December		108	Mörtel-Guss	1	—	—	1800	112	gehorsten	
1. „		108		1	1	—	1750	109	ganz geblieben	
3. „		106		1	2	—	1750	109	„ „	
3. „		106		1	3	—	1550	97	„ „	
4. „		105		1	4	—	900	56	gehorsten	
1. „		108		1	7	—	200	25	langsam gehorsten	
1877										
7. Januar	20. März 1877	73	B e t o n	1	2 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	1520	95	ganz geblieben	
1876										
2. December		107		1	4	6	1280	80	„ „	
1. „		108		1	5	7	900	56	langsam gehorsten	
3. „		106		1	5	10	850	53	ganz geblieben	
2. „		107		1	8	12	250	15	langsam gehorsten	

Wie aus der vorstehenden Tabelle über vorgenommene Versuche mit den hier vorliegenden Probestücken auf rückwirkende Festigkeit ersichtlich ist, verträgt der Radotiner Portland-Cement auf 1 Theil Cement 20 Theile Sand und Schotter und weiset nach 107 Tagen noch eine rückwirkende Festigkeit von 15<sup>kg</sup> pr. 1□<sup>cm</sup> auf, mithin entspricht dieses abnorme Mischungsverhältnis 1 : 20 noch immer der Festigkeit eines als mittelmässig classificirten Bausteines.

Für die Güte des Radotiner Portland-Cementes sprechen ferner die Festigkeitsproben, welche einerseits mit diesem und anderseits durch die k. k. Staatsministerial-Commission mit dem anerkannt guten Perlmooser und mit englischen Portland-Cementen vorgenommen wurden und deren Resultate folgende waren.

Eine Mischung von **1 Thl. Cement und 2 ½ Theilen Sand** nach 127tägiger Erhärtung an der Luft widerstand dem Drucke und zwar :

der Perlmooser Portland-Cement	pr. 1□“	1196	Wr. Pfd.	=	pr. 1□ <sup>cm</sup>	95 <sup>kg</sup> .
„ engl. von Robins & Comp.	„	605	„	=	„	48 „
„ „ „ Brüder White	„	491	„	=	„	39 „

Der Radotiner Portland-Cement aber widerstand, wie aus der Tab. ersichtlich, bei einer Mischung von 1 Thl. Cement und **3 Thl. Sand** und nur nach 106tägiger

Erhärtung an der Luft einem Drucke . . . . . pr. 1□<sup>cm</sup> 97<sup>kg</sup>. also um 2<sup>kg</sup> mehr trotz des grösseren Sandzusatzes, wobei das Probestück noch ganz geblieben ist, und ich solches hier vorzuweisen in der Lage bin.

Ein wichtiges Merkmal der vorzüglichen Qualität des Radotiner Portland-Cementes ist seine bedeutende Dichte.

Während die besten englischen und selbst der Perlmooser Portland-Cement pr. 1 cub. Schuh 94 Zollpfund = pr. 1 cub. Meter 1485<sup>kg</sup> wiegen, — wiegt der Radotiner Portland-Cement (leicht geschüttelt) pr. 1 cub. Meter 1564<sup>kg</sup> (1 cub' = 99 Wr. Pfd.), demnach mehr pr. 1 cub. Meter um 79<sup>kg</sup>, und übertrifft selbst in diesem wichtigen Punkte den besten englischen Portland-Cement.

Als Mörtel zum Verputz verträgt der Cement 3 ½—5 Theile Sandzusatz und gibt bei diesem Mischungsverhältnisse eine so compacte Masse, dass ein 1<sup>cm</sup> dicker Anwurf dem Durchdringen von Nässe vollkommen widersteht. — Für Mauern kann man 6 bis 7 Theile Sand zusetzen, wobei jedoch stets auf die Qualität des Sandes Rücksicht zu nehmen ist.

Dass der Sand schlammfrei, womöglich trocken, auch trocken mit dem Cemente gemischt, und dann erst das ermittelte Quantum Wasser zugesetzt werden soll, ferner dass er länger und fleissig durchgearbeitet werden muss, und dass die Mauersteine vor dem Gebrauche mit Wasser zu sättigen sind, — setze ich als bekannt voraus.

Ich muss bezüglich des Durcharbeitens des Mörtels noch beifügen, dass je sorgfältiger das Mengen-vorgenommen worden ist, die chemische Thätigkeit, nämlich die Erhärtung des Cementmörtels um so sicherer und vollständiger erfolgt.

Ebenso muss ich noch darauf aufmerksam machen, dass bei Wasserzusatz, namentlich bei reinem Portland-Cementmörtel, das entsprechende Quantum Wasser auf einmal dem Cemente zugesetzt werden muss, da jede nachträgliche Beigabe

von Wasser die Bindekraft sowohl, als das Erhärten des Mörtels sehr beeinträchtigt, wovon man sich leicht durch einen Probeversuch überzeugen kann.

Was die Quantität des Wasserzusatzes anbelangt, so gilt als Norm bei Mörtelbereitung aus reinem Radotiner Portland-Cemente auf 1 Theil Cement  $\frac{1}{2}$  Theil Wasser; für Ornamentabgüsse aus reinem Portland auf 1 Theil Cement 1 bis  $1\frac{1}{3}$  Theil Wasser.

Für Mörtel mit Sandzusatz lässt sich kein bestimmtes Verhältnis angeben, weil hier die Qualität des Sandes, ob feucht oder trocken, grob oder feinkörnig, massgebend ist, demnach diese Verhältnisse durch den Bauführer an Ort und Stelle ermittelt und festgesetzt werden müssen.

Ein wichtiger Zweig der Bautechnik, wo der Portland-Cement seine beste und rationellste Verwendung findet, und welcher, obwohl nicht mehr neu, unstreitig eine grosse Zukunft hat, ist der Béton- oder Concretbau.

Es ist nicht meine heutige Aufgabe, ausführliche Ansichten über Bétonbau hier darzulegen, ich will hier über diese Bauart, weil solche den Cement zur Grundlage hat, einige Daten von Interesse, welche wohl mehr weniger jedem Herrn Bautechniker bekannt sein dürften, anführen. —

Welchen Vortheil der Bétonbau in ökonomischer Beziehung darbietet, ersehen wir daraus, dass der französische Ingenieur Vicat vom Jahre 1818 bis 1845 der franz. Regierung durch Anwendung des Bétonbaues bei Hafen- und sonstigen Wasserbauten die nachgewiesene Summe von 69 Millionen Francs erspart hatte.

Diese Bauart bricht sich nunmehr in erfreulicher Weise auch in Böhmen Bahn, und zwar wurden mehrere Bétonbauten durch Herrn Architekten Otto Ehlen (wohnhaft in Prag) aufgeführt, worunter die Villa auf dem Belvedere-Plateau in Prag und die grossartigen Glasfabriksanlagen bei Podiebrad zu verzeichnen sind, welche billiger zu stehen kamen, als wenn solche von gewöhnlichen Baumaterialien aufgeführt worden wären.

Noch einen sehr interessanten Beitrag für die Festigkeit des Bétonbaues sehe ich mich veranlasst hier anzuführen.

Während des deutsch-dänischen Krieges 1864 wurden durch die österr. Truppen die Demolirungsarbeiten in und um Fredricia am 2. Mai begonnen.

Die Sprengungen der Pulverthürme wurden unter der Leitung des k. k. Hauptmannes des Geniestabes Hrn. von Roszkowski und des ihm attachirten k. k. Hauptmannes Hrn. Ferd. Fattinger des 30 Inf.-Reg. vorgenommen. Da zeigte sich, dass die ersten Sprenganlagen selbst mit verstärkten Pulverladungen nahezu ohne Wirkung waren; erst bei Anwendung einer abnormen Pulverladung neigten sich die Mauern mit ihren äusseren Wandflächen zur Erde und wurden nicht einmal zertrümmert.

Diese Pulvermagazine, sowie den grössten Theil des verschanzten Lagers hatten die Dänen einige Jahre zuvor aus Béton erbaut.

Zum Schlusse meines heutigen Vortrages habe ich noch das gute Beispiel Frankreichs bezüglich des Importes von englischen Cementen zur Nachahmung bei uns in Oesterreich bestens zu empfehlen.

Frankreich hat sich schon längst von England emancipirt, — es bezieht gar keinen Cement von England, — es ist demselben nicht mehr steuerpflichtig.

Abgesehen davon, dass die ausländischen, namentlich die englischen Cemente sich sehr hoch im Preise stellen, werden solche vielfältig im verfälschten Zustande importirt.

Durch die Inbetriebsetzung der Radotiner Portland-Cement-Fabrik und die soeben noch vorgenommene Vergrößerung dieses Etablissements kann der Bedarf mehrerer österr. Provinzen gedeckt werden; demnach die P. T. k. k. Baubehörden, Eisenbahnen, die Herren Ingenieure und Architekten nunmehr in die angenehme Lage versetzt sind, einen inländischen sehr guten Portland-Cement zur Verfügung zu haben.

---