

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Kalk, Gyps, Cementkalk und Portland-Cement in Oesterreich-Ungarn

Tarnawski, Anton

Wien, 1887

V. Hydraulische Kalke

V.

Hydraulische Kalke.

Eintheilung der hydraulischen Bindemittel.

Unter dem Namen „hydraulische Kalke“ werden jene zu Bauzwecken verwendeten Bindemittel verstanden, welche zu Mörtel verarbeitet vermöge ihrer chemischen Zusammensetzung im Wasser sowie an der Luft erhärten, d. i. wasserbeständig — hydraulisch — sind. Sie werden auch Cemente genannt. Die Bezeichnung „Cement“ findet sich mitunter auch auf jene Substanzen angewendet, welche dem fetten Kalke zugesetzt werden, um ihn hydraulisch zu machen. Diese Bezeichnung für hydraulisirende Beimengungen bleibt hier ausgeschlossen, und wird Cement nur im ersteren Sinne gebraucht.

Werden hydraulische Kalke aus Mineralien erzeugt, welche die erforderlichen hydraulisirenden (cementirenden) Bestandtheile in sich enthalten und keiner weiteren Beimengungen bedürfen, um hydraulisch zu wirken, so heissen sie natürliche hydraulische Kalke, natürliche Cemente, im Gegensatze zu den künstlichen Cementen, welche erst nach entsprechender Mischung tauglicher Mineralien Hydraulicität erlangen.

Die zur Erzeugung hydraulischer Kalke geeigneten Mineralien pflegt man hydraulische Kalksteine, Kalkmergel und Cementsteine zu nennen.

Bei der grossen qualitativen und quantitativen Verschiedenheit der in den hydraulischen Kalk- und Cementsteinen vorkommenden Bestandtheile ist es selbstverständlich, dass die natürlichen und künstlichen hydraulischen Kalke je nach der chemischen Zusammensetzung der Rohstoffe ihre Hydraulicität in von einander abweichender Weise äussern.

In der Verwendung zu Mörtel bestehen hauptsächlich die Unterschiede: in der Wasserbeständigkeit erst nach erfolgter Erhärtung an der Luft, der kürzeren oder längeren Dauer der Erhärtung an der Luft und im Wasser, der geringeren oder grösseren Festigkeit des Mörtels nach der Erhärtung, in der Vertragung eines geringeren oder grösseren Sandzusatzes.

Nach den verschiedenen Orten des Vorkommens in der Natur, nach dem Erzeugungsorte und der Erzeugungsweise, nach der chemischen Zusammensetzung, nach dem Verhalten beim Löschen und bei der Verwendung hat man die hydraulischen Kalke verschiedentlich eingetheilt und benannt.

In der Entwicklungsperiode der Cementindustrie begegnet man den Namen: Roman-Cement, Portland-Cement, Perlmooser Portland-Cement, Kufsteiner hydraulischer Kalk, Medina-, Vassy-, Ulmer-, Keene-, Porian-Cemente, kurz hydraulischen Kalken, Cementkalken, Roman-Cementen, Cementen, Portland-Cementen, die ebensoviel Beinamen tragen, als es Erzeugungsorte oder Erfinder gibt; dabei aber mehr oder weniger die Eigenschaften nicht besitzen, die sie der Bezeichnung nach z. B. als Roman-, Portland- oder schlechtweg als Cement besitzen sollten.

Es entstanden hiedurch solche Begriffsverwirrungen und störende Verwechslungen, dass man selbst in bautechnischen Kreisen oftmals im Unklaren blieb, in welche Kategorie dieser oder jener Cement eingereiht werden soll.

Zu dieser Begriffsverwirrung haben nicht nur die Cementfabrikanten, sondern auch die englische, französische und deutsche Cementliteratur ihr Schärflein beigetragen, da eine allgemeine einheitliche Unterscheidung und Benennung bisher nicht zur Geltung gekommen ist.

Der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein hat sich nach den eingehendsten Studien dafür entschieden, dass die Eintheilung der hydraulischen Bindemittel auf Grund ihres Verhaltens beim Löschen und des fertigen Productes die einfachste, allgemein und dem Baugewerbe insbesondere verständlichste Lösung dieser Frage sei und demgemäss anschliessend an das in der Einleitung diesfalls bereits Erwähnte, vier Kategorien aufgestellt:

- I. Hydraulische Kalke,
- II. Cement-Kalke,
- III. Portland-Cemente,
- IV. Hydraulische Zuschläge,

deren charakteristische Eigenschaften und Verhalten in Folgendem gekennzeichnet ist:

Hydraulischer Kalk

ist ein in Stücken oder Pulverform auf den Markt gebrachter magerer Kalk, welcher die Eigenschaft besitzt, einige Zeit nach seiner Verwendung, im Wasser zu erhärten.

Wenn die Stücke im frisch gebrannten Zustande mit Wasser besprengt werden, so zerfallen sie unter starker Wärmeentwicklung

in ein feines weiches Pulver, welches zur Mörtelbereitung verwendet wird. Dieses, auch durch längeres Aussetzen der frisch gebrannten Steine an der Luft von selbst entstehende weiche Pulver, ist mehlig und von gelblich-weisser Farbe.

Der hydraulische Kalk kann auch sofort nach dem Brennen mit Wasser zu Kalkbrei abgelöscht, und in diesem Zustande zu Mörtelbrei verwendet werden.

Der hydraulische Kalkmörtel erhärtet langsam an der Luft und wird nach einiger Zeit wasserbeständig; er wird hauptsächlich zu Mauerwerk an feuchten Orten verwendet, und auch zu Bauten unter Wasser, in der Regel aber nur dann, wenn die Erhärtung schon zum Theile an der Luft, vor dem Wasserzutritte, stattgefunden hat.

Cement - Kalk

(Roman-Cement, hydraulischer Cement) ist ein Kalk mit so wesentlich hydraulischen Eigenschaften, dass das aus den gebrannten Steinen durch Mahlen künstlich erzeugte Pulver unter Wasser anzieht, und in ganz kurzer Zeit erhärtet.

Wenn diese gebrannten Steine der Luft ausgesetzt, oder mit Wasser besprengt werden, zerfallen dieselben nicht, sondern müssen vor ihrer Verwendung erst gemahlen werden.

Die Structur des auf diesem Wege gewonnenen Pulvers ist körnig, die Farbe gelblich in verschiedenen Nuancen bis zum Braunen, und dunkler als die der hydraulischen Kalke.

Beim Anziehen erwärmt sich der Cement-Kalk schwach; derselbe soll volumbeständig sein, und darf der Luft oder dem Wasser ausgesetzt, nicht treiben, rissig werden oder abblättern; er hat die kürzeste Abbindezeit unter den hydraulischen Bindemitteln.

Der mit Cement-Kalk erzeugte Mörtel eignet sich besonders zu Bauten unter Wasser.

Portland - Cement

ist ein in bestimmten Verhältnissen aus Thon und Kalk zusammengesetztes Material, welches bis zum beginnenden Schmelzen (Sintern) gebrannt, und dann gemahlen wird.

Der zur Erzeugung des Portland-Cementes erforderliche hohe Brenngrad, welcher die grössere Festigkeit dieses Materiales zur Folge hat, ist auch die Ursache, dass dieser Cement specifisch bedeutend schwerer ist als hydraulischer Kalk und Cementkalk.

Der Portland-Cement hat eine graue Farbe, und eine blättrige scharfe Structur.

Der mit Portland-Cement erzeugte Mörtel zeichnet sich vor den anderen hydraulischen Mörteln durch bedeutend grössere Festigkeit aus, und behauptet diese Eigenschaften sowohl bei seiner Verwendung an der Luft als unter Wasser.

Portland-Cement zieht in der Regel langsamer an als Cementkalk, erreicht aber in viel kürzerer Zeit namhaft höhere Festigkeit, Luft- und Wasserbeständigkeit als der Cementkalk, welche Eigenschaften stetig zunehmen.

Beim Abbinden darf Portland-Cement sich nicht erwärmen; er soll volumbeständig sein, und der Luft oder dem Wasser ausgesetzt, nicht treiben, rissig werden oder abblättern.

Portland-Cement wird zu allen jenen Bauarbeiten verwendet, bei welchen Wasser- und Wetterbeständigkeit, sowie grosse Festigkeit und Dichtheit Haupterfordernisse sind, und eignet sich in Folge der längeren Abbindezeit vorzugsweise auch zu solchen Arbeiten, bei welchen die Verwendung des Mörtels nur langsam stattfinden kann.

Hydraulische Zuschläge.

Die hieher gehörenden Puzzuolanen, Santorinerde, Trass (oder Duckstein) u. s. f. sind zumeist vulkanische Massen mit geringem Kalkgehalt, die in der Natur in Pulverform oder als Gestein vorkommen.

Die hydraulischen Zuschläge geben für sich allein keinen Mörtel, liefern dagegen, gemahlen dem Fettkalke zugesetzt, ein hydraulisches Bindemittel, das zwar langsam erhärtet, aber in seiner Festigkeit stetig zunimmt, so dass es nach mehreren Monaten der Festigkeit von Portland-Cement-Mörtel nahekommt.

Es würde sicherlich nur fördernd wirken, wenn die vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine aufgestellten Bezeichnungen allgemeinen Eingang finden, und sich im deutschen Sprachgebrauche die einheitliche Benennung Bahn brechen würde.

Geschichtliches über Cement.

Schon die alten Römer kannten die hydraulischen Eigenschaften der Puzzuolane, eines vulkanischen Productes, welches zusammenhängende Hügel von ziemlicher Ausdehnung in der Gegend von Rom bis Viterbo und Bolsena, und um Neapel herum, so bei Puzzuoli (woher der Name Puzzuolana stammt) bildet. Auch der Trass am Rhein war im dritten Jahrhundert den Römern bekannt.

Sie bereiteten ihren vielbewunderten Cementmörtel aus einem Gemenge von gebranntem, theils trocken pulverisirten, theils zu Brei gelöschten Aetzkalk, Sand und den erwähnten vulkanischen Producten. Die Härte dieser Mörtel in den bis zum heutigen Tage bestehenden Mauerwerken ist jedoch nicht ausschliesslich den kieselsäurehaltigen vulkanischen Producten, sondern auch dem Alter zuzuschreiben. Auf Seite 105 ist nachgewiesen, wie die Erhärtung des Luftmörtels vor sich geht; daraus lässt sich auch auf die principielle Ursache der Erhärtung des römischen Cementmörtels schliessen.

Bis zu Anfang dieses Jahrhunderts hielt man Puzzuolane und Trass als einzig bewährtes Mittel für hydraulischen Mörtel.

Die ersten Vorläufer in dem Bestreben, sich von der Zinsbarkeit gegenüber der Puzzuolane und dem Trass loszumachen, tauchten in England auf.

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts warf sich der Ingenieur Smeaton, der geniale Wiederaerbauer des Leuchthturmes von E d y s t o n e bei Plymouth, nachdem bereits zwei kolossale Thürme von der stürmischen See verschlungen worden waren, mit allem Eifer auf die Untersuchung von Kalk und Mörtel, um für den Bau dieses Leuchthturmes das beste Bindemittel herauszufinden. Er gelangte dadurch zu dem Resultate, dass nur jene Kalksteine, welche in Säuren aufgelöst, einen nach seiner Ansicht entsprechenden thonigen Rückstand hinterlassen, sich zu Mörtel für Wasserbauten eignen.

Dadurch gab Smeaton den Fingerzeig, dass der reinste Kalkstein nicht der beste für Mörtel sei, namentlich für Wassermörtel.

Im Jahre 1796 nahm James Parker ein Patent auf die Erzeugung eines Cementes, welchen er aus den an den Meeresküsten Englands vorkommenden thonerdehaltigen Kalknieren durch Brennen und nachheriges Pulverisiren erzeugte. Parker nannte sein Product „Roman-Cement“, weil die Kalksteinnieren, woraus er sein hydraulisches Product gewonnen, in der Farbe der römischen Puzzuolane ähnlich waren.

Im Jahre 1824 liess sich der Maurer Apsdin ein Patent auf die Erzeugung eines Cementes ertheilen, welcher aus einer Mischung von Kalk und Thon bestand und bis zur Sinterung gebrannt wurde — und da sein Product eine Aehnlichkeit mit der Farbe des in England als Baumaterial angewendeten Portlandsteines (Portlandstone) hatte, nannte er es „Portland-Cement“.

Einige Jahre später hat W. Pasley einen Cement durch praktisch ermitteltes Mischungsverhältnis des blauen Thones vom Medwayflusse mit Kreidekalk, und durch Brennen dieser Masse bis zum Stadium der Sinterung erstellt, welches Verfahren ein vorzügliches Product lieferte.

Nun entwickelte sich in England dieser Industriezweig rasch und zu einer solchen Ausdehnung, dass der englische „Portland-Cement“ sich des besten Rufes nicht nur in Europa, sondern in allen Welttheilen erfreute, und den Roman-Cement in den Hintergrund drängte.

Ausser England hat auch Frankreich der Erzeugung hydraulischer Kalke sein Augenmerk zugewendet.

Beim Wechsel dieses Jahrhunderts fand der Ingenieur Lesage an der Boulogner Küste Steine, welche durch scharfes Brennen einen für Wasserbauten geeigneten Mörtel ergaben; später entdeckte der Bergingenieur Descotils einen natürlichen hydraulischen Kalk bei Senonches, welcher sich ebenfalls für Wasserbauten tauglich erwies; und der letztere Fall gab dem zur Berühmtheit gelangten französischen Ingenieur Vicat die Veranlassung, hydraulische Kalke künstlich aus Kalk und Thon zu erzeugen, wobei er so glücklich war, auf praktischem Wege die richtigen Verhältnisse von Kalk und Thon derart zu treffen, dass seine Producte einen vorzüglichen Cement lieferten.

Vicat verwendete seinen Cement schon 1816 zur Betonirung der grossen Brücke von Souillac über die schiffbare Dordogne, welcher Bau ihm seitens der französischen Regierung übertragen wurde.*)

Vom Jahre 1818 an begann, angeregt durch die Erfolge Vicat's ein regeres Forschen nach Cementen; doch bewegte sich dasselbe, weil auf rein empirische Versuche angewiesen, fort im Ungewissen, bis endlich 1828 der Oberbergrath Fuchs in München die erste wissenschaftliche Theorie von der Wirkung hydraulischer Kalke fand, und damit die Wege vorzeichnete, wie hydraulische Kalke sicher erprobt und bereitet werden können. Er wies auf die weitverbreiteten Mergellager hin, welche natürliche hydraulische Kalke liefern und das Mittel bieten, sich von fremdländischen Beimengungen unabhängig zu machen.**)

Von da an nahm der Fortschritt der Cementfabrikation in Deutschland stetig zu, und Männer der Wissenschaft, wie Pettenkofen, Kuhlmann, Winkler, Feichtinger, Bleibtreu, Ziurek, Menger,

*) Vicat hat der französischen Regierung 1818 bis 1845 durch Anwendung des Betonbaues bei Hafen-, sonstigen Wasser- und Landbauten 69 Millionen Francs erspart. 1845 erhielt Vicat über Antrag Arrago's für seine Verdienste eine jährliche Pension von 6000 Francs.

**) Es sei hier bemerkt, dass Fuchs für seine grossen Verdienste keine weitere Anerkennung, als die Auszeichnung mit einer holländischen Medaille fand.

W. Michaelis etc. trugen durch ihre Untersuchungen und gemeinnützigen Rathschläge nicht wenig dazu bei, die Cementindustrie auf ihren heutigen Stand der rationellen Fabrikation und Vollkommenheit zu bringen.

Auch in Oesterreich-Ungarn begannen zu dieser Zeit bescheidene Versuche, sich von den ausländischen Producten zu emancipiren, doch konnte sich dieser Industriezweig längere Zeit hindurch nicht auf das Niveau der Concurrenzfähigkeit erheben, da über das Vorkommen von Rohstoffen und deren Eigenschaften ausreichende Untersuchungen und Erfahrungen dazumal noch nicht gesammelt waren.

Seit mehr als drei Decennien steht jedoch Oesterreich-Ungarn mit der Fabrikation und Qualität seiner Kalkproducte den ausländischen Producten vollkommen ebenbürtig da und ist auch in der Lage, nicht nur seinen Bedarf durch inländische Producte vollständig zu decken, sondern auch ein bedeutendes Quantum nach dem Orient zu versenden.

Um den Aufschwung der Cementindustrie in Oesterreich-Ungarn haben sich besonders verdient gemacht: Haidinger, Director der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien, Franz Ritter von Hauer, gegenwärtig Director der k. k. geologischen Reichsanstalt, Professor Dr. Franz Ragsky, der k. k. Bergrath Johann Čížek, Dr. Reuss, L. Zeuschler, M. V. Lippold, Johann von Mihalik, *) kön. ung. Bauinspector, Professor Josef Szabó, Max von Hantken etc.

Wie sehr die k. k. geologische Reichsanstalt in Wien von der Wichtigkeit der hydraulischen Kalke zur Förderung des Bauwesens durchdrungen war, bezeugt ein Vortrag des Herrn Professors Dr. Ragsky in der Sitzung vom 11. November 1851, aus welchem ein kurzer Auszug hier Platz finden möge.

Herr Dr. Ragsky theilt seine Untersuchungen über den hydraulischen Kalk von Stollberg (Nieder-Oesterreich) mit und erwähnt, dass bei der Unentbehrlichkeit hydraulischer Kalke oder Cemente zu Wasserbauten, die Auffindung der hydraulischen Kalke in verschiedenen Theilen des Landes von grösster Wichtigkeit sei, zumal noch immer bedeutende Summen für dieses Material ins Ausland gehen. Er sei vom Herrn Director veranlasst worden, die inländischen hydraulischen Kalke zu studiren, um dieselben allgemein bekannt zu machen und auf ihre Vervollkommnung hinzuarbeiten.

Als besten Beweis, dass man hinsichtlich der hydraulischen Kalke nicht bloss an das natürliche Vorkommen derselben gewiesen

*) Verfasser eines umfassenden Werkes über Betonbauten und hydraulische Kalke, baute im Jahre 1855 die grossartige Franzens-Canal-Schleusse an der Donau in Bezdan (Ungarn) in der sehr kurzen Zeit von 90 Tagen, womit er dem Lande eine namhafte Summe ersparte.

ist, sondern dass bei ihrer Bereitung die Kunst sehr viel vermag, führt Ragsky den englischen Portland-Cement an, der zu den besten bis jetzt bekannten hydraulischen Kalken gehöre und eine künstliche Mischung sei.

Ferner hob er hervor, dass der wichtigste Bestandtheil, welcher den hydraulischen Kalksteinen die bindende Kraft verleiht, das Kieselerdehydrat sei, welches bei ihnen wie bei vielen anderen Mineralmassen den Kitt bilde; die übrigen Bestandtheile: Thonerde, Magnesia etc. seien von untergeordneter Wichtigkeit. Alkalien wirken dagegen insofern günstig, als sie die Kieselerde löslich machen. Oesterreich besitzt manche sehr gute hydraulische Kalke, welche nach und nach einer genauen Analyse unterzogen werden sollen.

Den stärksten Impuls, sich um wohlfeile hydraulische Bindemittel umzusehen, gab in der Neuzeit der gebieterische Drang zur Schaffung von Nutzbauten, Hafen- und Canalbauten, insbesondere von Eisenbahnen. Das moderne Bauwesen hätte gewiss nicht so Grossartiges innerhalb eines halben Jahrhunderts zu Stande bringen können, wenn sich ihm nicht sozusagen überall Fundgruben von hydraulischen Kalken erschlossen hätten.

Die hydraulischen Kalke und Cemente sind aber nicht bloss für Wasserbauten, sondern auch für Freibauten eine wahre Nothwendigkeit geworden. Die rasche Erhärtung gewährt den Vortheil, schneller und sicherer zu bauen, als mit Fettkalk, und dabei die gesundheits-schädliche Feuchtigkeit aus den Wohnräumen zu bannen. Es ist daher begreiflich, dass die Verwendung von hydraulischen Kalken zu Mörtel im gesammten Bauwesen eine viel bedeutendere Rolle zu spielen berufen ist, als der langsam erst nach vielen Jahren erhärtende Luftmörtel.

Chemische Zusammensetzung der hydraulischen Kalke im Allgemeinen.

Sowohl durch die Theorie als durch die Praxis ist es festgestellt, dass Kalke mit 13 bis 20% in Salzsäure unlöslicher Silicate lösliche hydraulische (magere) Kalke, — solche mit 21 bis 50%, Cementkalke geben, unter welch' letzteren wieder jene die besten sind, die zwischen 27 bis 35% Thonerdesilicate enthalten, und falls ihre Bestandtheile in einem möglichst feinen und sehr gleichmässig zertheilten Zustande sich vorfinden, zur directen Portland-Cementfabrikation geeignet sind.

Die verschiedenen chemischen Zusammensetzungen der für hydraulische Kalke mehr oder weniger geeigneten Kalkmergelspecies und anderer für die Cementfabrikation geeigneten Mineralien mögen hier als Beispiel angeführt werden.

Post-Nr.	Localität	In Salzsäure un- lösliche Silicate	Kieselsäure	Thonerde und Eisenoxyd	Thonerde	Eisenoxyd	Kohlensaurer Kalk	Kohlensaure Magnesia	Kali und Natron	Schwefelsaurer Kalk	Wasser	Organische Substanzen und Wasser	Würde sich eignen für:	Analytiker
1	Spitz a. d. Donau	24,18	.	1,33	.	.	73,67	Spur	.	.	.	.	Portl. hydr.	Pollak
2	Drosendorf	19,11	.	2,30	.	.	75,00	4,40	.	.	.	.	Cemtk.	Mrázek
3	Hardeg	23,60	.	1,00	.	.	73,60	0,50	.	.	.	.	"	C. v. Hauer
4	Schärding am Turach-See, Ob.-Oest.	26,14	26,14	.	7,78	1,89	60,00	2,95	Spur	.	1,24	.	"	John
5	Wiesnabach, Nied.-Oest.	26,60	26,77	4,00	2,37	8,20	68,00	1,40	.	.	0,68	.	"	C. v. Hauer
6	Neuberg bei Maria-Zell	35,20	.	3,25	.	.	59,97	1,86	.	.	.	.	"	John
7	Gmunden, Umgebung	28,46	.	6,84	.	.	32,47	29,08	.	.	.	.	"	"
8	Kammer, Erzh. Oest.	14,43	.	4,23	.	.	81,34	Spur	.	.	.	.	hydr.	"
9	dto.	26,95	.	1,80	.	.	62,28	8,97	.	.	.	.	Cemtk.	"
10	Mötnig in Kraan	35,59	.	1,65	.	.	55,47	7,29	.	.	.	.	"	"
11	dto.	28,50	.	.	5,70	.	59,50	3,00	.	.	.	.	"	"
12	Eperies, Ob.-Ungarn	28,50	.	.	.	.	70,30	0,70	.	.	.	.	Portl. u. Cemtk.	"
13	Lemberg (Kreidemergel)	25,50	.	3,50	.	.	43,90	3,20	.	.	.	.	**)	John
14	Lychwin bei Tarnow	48,20	.	4,70	.	.	44,79	34,73	.	1,26	.	.	**)	Dr. F. Linke
15	Josefberg bei Budapest	13,00	.	5,20	.	.	43,59	29,50	.	1,24	.	.	"	"
16	dto.	18,67	.	5,41	.	.	73,80	0,82	.	0,37	.	.	"	"
17	dto.	20,22	.	3,14	.	.	39,15	31,15	.	0,41	.	.	"	"
18	dto.	24,22	.	8,68	.	.	85,00	.	.	.	.	.	***)	"
19	Mariatschein in Böhmen	15,00	.	.	.	1,54	84,64	0,84	.	.	0,65	.	†)	J. Kutschera
20	Radotin in Böhmen	12,25	.	.	.	.	9,00	2,50	Spur	.	.	.	††)	"
21	dto.	75,00	82,50	2,50	22,38	.	22,50	2,50	3,00	.	.	.	†††)	"
22	Prag, Umgegend	.	.	2,50	.	.	49,69	.	.	.	.	.	†††)	Dr. Werner
23	Lábatlan bei Gran	.	17,41	.	.	.	.	.	0,21	.	.	.	†††)	"

*) Thonmergel, Gebrannt und dem fetten Kalk zugesetzt, gibt ein brauchbares hydraulisches Bindemittel.

***) 15, 16, 18 dolomitische Mergel, 17 Kalkmergel (Neogen). Wenn die ersteren schwach und in bestimmten Verhältnissen zusammen-
genommen werden, so erhält man einen vorzüglichsten Cementkalk.

****) Feinralk, wird mit Zusatz von Thon zur künstlichen Portland-Cementfabrikation verwendet.

†) 20, Petrefactenreicher Knollenkalk (Silur) und 21, Diabas (Grünslein) werden zur Portland-Cementfabrikation dasebst verwendet.

††) Planer. Mit Kalzusatzt eignet sich derselbe zur Portland-Cementherzeugung.

†††) Thonmergel, im gebrannten Zustande analysirt. Gibt einen minder geschätzten Cementkalk.

Untersuchung der Kalksteine in Bezug auf ihre Hydraulicität.

Sollen die hydraulischen Eigenschaften eines gebrannten Kalksteines aus dem noch ungebrannten theoretisch ermittelt werden, so gibt in erster Linie eine genaue chemische Analyse darüber Aufschluss; welchen Rang aber das aus dem noch ungebrannten Stein zu erstellende Product in der Reihe der Cemente einnehmen wird, bleibt selbst nach der chemischen Untersuchung noch unentschieden, da dies nicht nur von der chemischen Zusammensetzung, sondern auch von der physikalischen Beschaffenheit der einzelnen Bestandtheile abhängig ist. Ein weiterer Grund zur chemischen Untersuchung des rohen Kalksteins ist der, die Veränderungen und das Verhalten der Thonerdebestandtheile in Bezug auf ihre Qualität und Quantität, während des Brennens und im Wasser in Verbindung mit Kalk zu ergründen, um durch schickliche Wahl bei Benützung der Rohstoffe sich ergebende Schwierigkeiten in der Fabrikation zu beseitigen.

Die thatsächliche Qualität eines hydraulischen Bindemittels muss auch noch durch Versuche auf seine Festigkeit und durch längeres Beobachten seines Verhaltens an der Luft und im Wasser festgestellt werden; denn es ist ganz gewiss, dass zwei hydraulische Kalke von ganz gleicher Güte eine gänzlich verschiedene percentische Zusammensetzung besitzen können, und umgekehrt.

Es ist daher rathsam, die Durchführung sehr genauer Analysen, namentlich bei künstlicher Portland-Cementfabrikation, wo die etwaigen Zuschläge festgestellt werden sollen, einem speciellen Chemiker oder einer chemischen Versuchsanstalt zu übertragen.

Minderwichtige Analysen können jedoch nach der auf Seite 88 gegebenen Anleitung selbst durchgeführt werden.

Bestandtheile der Thonerdesilicate und ihre Bedeutung als Hydraulefactoren.

Bei der Verwitterung feldspathaltiger Gesteinsmassen, z. B. Granit, Porphyr, Syenit, Grünstein (Diabas) etc., bildet sich ein wasserhaltiges Thonerdesilicat, das unter dem Namen Thon allgemein bekannt ist und bei den ältesten Culturvölkern eine eminente technische Bedeutung hatte. Ausser seinem Hauptbestandtheil, das ist die kieselsaure Thonerde, welche von Salzsäure nur sehr wenig angegriffen wird, enthält der Thon gewöhnlich noch andere Beimengungen, deren Anwesenheit jedoch theils durch andere Gesteine bedingt ist, theils auch in dem Grade der Verwitterung seines Urgesteines zu suchen ist.

Der eigentlich wirksame und wertvolle Bestandtheil in dem Thonerdesilicat ist die Kieselsäure ($\text{SiO}_3 = 3$ Gewichtstheile Sauer-

stoff auf 1 Gewichtstheil Kieselerde), welche das Hauptagens bildet. Dazu ist jedoch vor Allem nöthig, dass die Kieselsäure in einer durch Kalk leicht angreifbaren, leicht aufschliessbaren Form vorhanden ist, wie selbe in gewissen natürlich vorkommenden hydratischen Kieselsäuren bietet, z. B. in Hyalith, Feuerstein, Infusorienerde und anderen Mineralien, namentlich in den wasserhältigen Silicaten.

Schon ein blosses Gemenge von solcher Kieselsäure und gutem fetten Kalk besitzt unter Wasser eine enorme Erstarrungsfähigkeit, und erlangt schon nach einigen Tagen die Festigkeit und Härte eines Steines; in der Regel begnügt man sich aber nicht damit, sondern zieht ein anderes auch durch Salzsäure nur schwer angreifbares Thonerdesilicat hinzu, welches die Festigkeit ungemein erhöht, es ist das die Thonerde (Al_2O_3).

In der Mehrzahl der Fälle reichen in der That diese zwei Hauptbestandtheile: Kieselsäure und Thonerde aus, um den Kalk in einen hydraulischen Mörtel zu verwandeln.

Es sei hier bemerkt, dass in jedem Thon fast ohne Ausnahme ein Theil der Thonerde durch das Eisenoxyd vertreten ist. Je grösser daher die relative Menge des Silicates ist, desto wirksamer erweist sich der Thon zur Erzeugung eines Cementes. Die fremden Beimengungen, wie z. B. das Eisenoxyd, die Thonerde, Alkalien, Kalk, das Manganoxyd, die freie Kieselsäure in Form von Quarz oder als Hydrat, können jedoch nicht immer als nutzlos angesehen werden, sondern sind in manchen Fällen sogar nothwendig.

Wie oben erwähnt, entsteht die Thonsubstanz durch die Verwitterung feldspathaltiger Gesteine; vergleicht man nun die Analysen dieser Gesteine mit jenen der aus denselben entstandenen Thonarten, so zeigt sich, dass die Verwitterung eigentlich grösstentheils in der Entziehung der Alkalien besteht.

Durch die gänzliche oder theilweise Entziehung der Alkalien sind diese neu gebildeten Thonerdesilicate strengflüssig geworden, und besitzen, was sehr zu berücksichtigen ist, eine grössere Acidität.

Jeder Thon enthält mit geringen Ausnahmen kleine Partikelchen der ursprünglichen Mineralien, welchen er seine Entstehung verdankt, und ist sehr oft der Glimmer schon mit freiem Auge ersichtlich. Es scheint daher, dass der Alkaligehalt eines Thones zumeist diesen noch unzersetzten Mineralien zugeschrieben werden muss.

Jene Thone, welche einen grossen Gehalt an kieselsaurer Magnesia besitzen, sind für die Portland-Cementfabrikation nicht zu empfehlen; hingegen ist ein mässiger Gehalt an kohlen-saurer Magnesia nicht schädlich, weil dieselbe in der Hitze und im Wasser wie der Kalk auf die Silicate reagirt. Es ist daher wohl zu unterscheiden, in welcher Form die Magnesia in einem Thone vorkommt,

ob als kohlen-saures oder kieselsaures Salz, und es ist die Behauptung, dass ein Magnesiagehalt der Güte eines Cementes oder eines natürlichen hydraulischen Kalkes schädlich sei, insoferne unrichtig, als dieselbe nur bezüglich der kieselsauren Verbindung gelten kann.

Das kohlen-saure Mangan-oxydul und das Mangan-oxyd findet man im Thone in der Regel nur in geringen Mengen. Diese Mangan-Verbindungen verrathen sich nach erfolgtem Brande des Cementes durch intensiv grüne Flecken an der Oberfläche desselben, welche Flecken vom gebildeten mangansauren Kalke herrühren.

Dieses Metalloxyd ($Mn_2 O_3$) wirkt ebenfalls als vorzüglicher Hydraulifactor.

Von besonderer Wichtigkeit kommt noch das Verhältnis des Thones zur Kieselsäure in Betracht. Jene Thone, welche 20 bis 40% Thonerde ($Al_2 O_3$) und 80 bis 60% Kieselsäure ($Si O_3$), beide Bestandtheile in leicht aufschliessbarem Zustande enthalten, sind die bestgeeignetsten für die Herstellung guter hydraulischer Bindemittel.

Ausser der nun geschilderten Entstehungsart hydraulischer Mörtel gibt es noch viele andere. So z. B. hydraulificirt die kohlen-saure Magnesia ($MgO CO_2$) den Kalk in hohem Grade und geben daher dolomitische Kalke, so wie reine Dolomite Materialien für sehr gute Cemente.

Ofensysteme

mit Rücksicht auf die bei den österreichisch-ungarischen Cementfabriken bestehenden.

Bei denjenigen technisch-chemischen Processen, welche hohe Temperaturen bedingen, bestehen die Heizanlagen aus Herd-, Schacht- (Hoch-) oder Flammen-Ofen mit oder ohne Gebläse.

Bei den Schacht- oder Hochöfen wird der Kalkstein, Kalkmergel oder die Portland-Cementmasse mit dem Brennstoffe gemengt (gattirt), während bei den Flamm- oder sogenannten Feldöfen das Brenngut nur der Feuerflamme ausgesetzt wird.

Obwohl im Auslande in den letzten Decennien viele und mitunter vortheilhafte Ofensysteme in der Kalk- und Cementindustrie Eingang gefunden haben, ist dies bei der gleichnamigen inländischen Industrie weit spärlicher der Fall gewesen.

Von allen den neuen und verbesserten Ofenconstructions hat sich bloss das Hoffmann'sche Ringofensystem, jedoch mehr in den Ziegeleien, als bei den Kalk- und Cementfabriken eingebürgert.

Der Steinmann'sche Kalk-Schacht-ofen mit Gasfeuerung hat fast in allen österreichisch-ungarischen Rübenzuckerfabriken,

welche die aus dem Kalkstein gewonnene Kohlensäure zur Saturation und den Aetzkalk zur Scheidung des Zuckersaftes verwenden, eine allgemeine Aufnahme gefunden, während man in der Kalk- und Cementindustrie über einige schüchterne Versuche mit der Gasfeuerung nicht hinausgekommen ist; und so blieb leider auch dieses Feuerungssystem, welches für die Calcinirung so mancher inländischen Kalk- und Kalkmergel-Species, deren eigenthümliches Verhalten im Feuer bei der Cementkalkfabrikation beschrieben wird, von hoher wertvoller Bedeutung geworden wäre — bis heute noch ganz unbeachtet.

Dass bei Anwendung der Gas- oder gut construirten Flammenöfen für die Calcinirung der obgedachten Gesteinsarten eine Menge Vortheile sich darbieten, welche die etwa sich höher stellenden Anlagekosten und die präcisere Bedienung solcher Heizanlagen bei Weitem überwiegen, steht über alle Zweifel erhaben.

Obwohl ein richtig gewählter und gut construirter Brennofen zu den Hauptfactoren in der Kalk- und Cementindustrie gezählt wird, so muss zum vollständigen Gelingen der Fabrikation hier noch besonders der allgemeine Grundsatz hervorgehoben und auch festgehalten werden, dass eine nicht zweckentsprechend erbaute Anlage, ein in den Händen eines Fachkundigen geführter Betrieb und demzufolge eine schlechte Qualität des Productes — die Existenz so mancher mit grossen Kosten erbauten Anlage in Frage stellen.

Es kann daher nicht verschwiegen werden, dass bei vielen inländischen Cementfabriken gerade gegen diesen Grundsatz sehr gesündigt wird und eine ganz und gar unrichtige Sparsamkeitssucht herrscht. So wird z. B. schon bei dem Bau der Anlage, namentlich der Cementöfen, ein Hauptfehler dadurch begangen, dass man den ganzen Bau, statt einen speciellen Fachmann zu Rathe zu ziehen, allein einem Bau- oder Maurermeister überlässt, der wohl in seinem Fache ganz tüchtig sein kann, aber von dem eigentlichen Wesen des Cementes und seiner Fabrikation entweder gar keine oder nur oberflächliche Kenntniss besitzt. Eine weitere ganz irrationelle Sparsamkeit wird auch noch in dem Betriebe eingeführt. Ganz richtig sucht man wohl einen erfahrenen Cementtechniker oder Chemiker mit der ganzen Leitung zu betrauen, bietet ihm jedoch eine Besoldung, die über die Höhe eines gewöhnlichen Taglohnes nicht hinausgeht. Unter solchen Umständen wird es natürlich keinem speciellen, wissenschaftlich gebildeten und zugleich praktischen Fachmanne einfallen, seine Kenntnisse und Fähigkeiten zu verwerten und die Betriebsleitung wird dann einem Aufseher übertragen, weil dessen Ansprüche mit dem Sparsamkeitssinne des Fabrikanten eher in Einklang zu bringen sind.

Dass unter solchen Umständen die Qualität der Waare und die Existenz einer solchen Fabrik, die, wenn sie sich auch mühevoll

erhält, doch nur mit sehr geringem oder gar keinem Nutzen arbeitet, ganz auf's Spiel gesetzt wird, muss auch dem Unbefangenen zur Genüge begreiflich sein.

Anderseits muss aber bemerkt werden, dass bei den meisten dieser Industrie-Etablissements nicht Sparsamkeit, Indolenz oder Apathie die Ursachen sind, dass anerkannt gute Ofensysteme im Inlande fast noch keinen Eingang finden. Es sprechen dafür andere Gründe, welche hier durch einige aus der Praxis entnommene Beispiele aufgeklärt werden sollen.

Bekanntlich beruhen die meisten dieser neuen Ofensysteme — eine gewissenhafte und präzise Leitung und Ueberwachung vorausgesetzt — auf der Brennstoffersparnis, auf einer raschen und grossen Produktionsfähigkeit und speciell bei der Gasfeuerung auf der Gewinnung eines nicht durch Asche und sonstige schädliche Kohlegase verunreinigten daher minder geschätzten Kalk- oder Cementproductes.

Es fragt sich nun: Bietet die Einführung solcher neuen oder verbesserten Ofensysteme ausnahmslos in jedem Etablissement praktische und finanzielle Vortheile?

Bevor aber diese Frage beantwortet wird, muss ein Rückblick auf die inländischen Verhältnisse geworfen und erörtert werden, mit welchen Factoren die österreichisch-ungarische Kalk- und Cementindustrie zu rechnen hat.

In der Entwicklungsperiode der inländischen Cementindustrie fand der vorzügliche Kufsteiner hydraulische Kalk (Cementkalk) zu allen Wasser- und Landbauten eine so allgemeine und beliebte Anwendung, dass die später neu entstandenen, mit verhältnismässig sehr geringen Kosten erbauten Cementfabriken sich nur auf die Erzeugung dieser allgemein eingeführten Cementsorte verlegt haben. Portland-Cement wurde allerdings anfangs in grossen Quantitäten vom Auslande eingeführt, da man jedoch fand, dass in Oesterreich-Ungarn diese Cementgattung ohne künstliche Mischung erstellt werden kann und die Einrichtung hiezu, namentlich dort, wo eine Cementfabrik schon bestand, mit wenigen Kosten durchgeführt werden konnte, so war in Anbetracht des geringen Anlagecapitals und der einfachen Fabrikationsweise bei beiden Cementsorten keine Concurrenz mehr zu befürchten, — mithin lag auch in den meisten Fällen keine absolute Nothwendigkeit vor, durch Aufbau neuer mitunter kostspieliger, wenngleich auch vortheilhafterer Ofensysteme das ursprüngliche Anlagecapital einerseits zu belasten, um anderseits durch etwas billigere Erzeugung in dem neuen Ofen die Zinsen des vermehrten Anlagecapitals wieder hereinzubringen.

Weiters sei bemerkt, dass in Oesterreich-Ungarn circa 400 Kohlenwerke bestehen, die zumeist eine billige Kohle liefern — ja die billigste

Kohle des Continentes liefern könnten -- wenn das, Haus und Industrie schädigende, wie bekannt in Privathänden ruhende Kohlenmonopol nicht bestünde und wenn ferner die inländischen Bahn- und Schifffahrts-Tarife den ausländischen sehr billigen gleich gehalten würden. Nicht unerwähnt kann bleiben, dass den meisten Industriellen auch noch theilweise billiges Brennholz und Wasserkraft zur Verfügung stehen.

Fast sämtliche 33 Cementfabriken Oesterreich-Ungarns produciren hydraulische und Cementkalk, der grössere Theil davon auch Portland-Cement in directer Weise aus Kalkmergel oder aus künstlich zusammengesetzten Mischungen, wobei noch zu erwähnen kommt, dass fast die Hälfte dieser Fabriksanlagen nur für den Local- und Provinzbedarf eingerichtet sind.

Diese obangeführten Verhältnisse lassen ohne jedweden weiteren Commentar errathen, dass im Inlande nur jene Erfindungen und Verbesserungen von Ofensystemen Aufnahme finden können, die nachweisbar merkmale praktische und finanzielle Vortheile im Verhältnisse zu den Anlagekosten bieten.

Somit ist es erklärlich, dass namentlich bei den kleineren für den localen Bedarf eingerichteten Fabriken die gegenwärtig bestehenden Schacht- und Flammenöfen, deren Beschreibung weiter unten folgt, sich noch lange Zeit hindurch behaupten werden.

Ein und dasselbe Ofensystem kann in Folge örtlicher Verhältnisse ganz divergirende Resultate ergeben, und möge nachstehende Thatsache als Beispiel dienen.

Eine österreichisch-ungarische grosse Gewerkschaft benützt zum Cement- und Kalkbrennen einen oblongen Ringofen mit 14 Abtheilungen (Kammern) à 24 m³ Inhalt, wie solcher in Figur 4 und 5 der lithographirten Tafel skizzirt erscheint.

Die Anlagekosten dieses Ringofens haben mit Rücksicht auf den sehr schwierigen Bau einen Kostenaufwand im Ganzen von circa fl. 26.000.— erfordert.

Der Brand einer Abtheilung dauert bei Kalk 20 bis 24 und bei Cementkalk 16 bis 20 Stunden. Als Brennmaterial wird ein Steinkohlenklein mit einem Brennwert von 6400 Wärmeeinheiten verwendet und der Verbrauch an Kohle stellte sich nach einem jährlichen Durchschnitte nach sehr genau geführten Aufzeichnungen bei Kalk auf 26 kg und bei Cementkalk auf 20 kg pr. 100 kg gebrannten Materiales heraus.

Da diese Gewerkschaft bei grösserem Bedarfe auch ihre alten continuirlichen und periodischen in der Gegend zerstreut liegenden Schacht- und Feldöfen zum Kalk- oder Cementbrennen zeitweilig in Anspruch nehmen musste, so konnten Brennstoffverbrauch und Erzeu-

gungskosten auch hier nach genau geführten Büchern ermittelt werden. Es stellte sich der Kohlenverbrauch bei den letzteren Ofensystemen allerdings um 3 bis 5% höher, dagegen wurde dieser Mehrverbrauch durch die einfachere Betriebsmanipulation, beziehungsweise durch geringere Anzahl und billigere Arbeitskräfte reichlich gedeckt.

Ausserdem darf nicht vergessen werden, dass im Ringofen, wo Kohle und Kalk einerseits in unmittelbarer Berührung, anderseits der strahlenden oder durchziehenden Hitze — analog der Brennmethode in Schachtofen mit Gattirung — ausgesetzt sind, ungare und todtgebrannte Stücke nicht zu vermeiden sind, die zuweilen 10 bis 15% der Beschickung betragen.

In den Feldöfen mit hartem Holze erbrannter Weisskalk stellte sich per 100 kg nur um 10 Kreuzer höher als der im Ring- oder Schachtofen calcinirte, wobei zu bemerken kommt, dass der sogenannte Holzkalk, weil rein und nicht verschlackt, dem mit Steinkohle erbrannten vorgezogen wurde.

In diesem speciellen Falle konnte dem Ringofen nur der einzige Vortheil einer grösseren continuirlichen Production abgerungen werden, welche Errungenschaft aber circa fl. 26.000.— an Anlagecapital erfordert hat.

Eine andere kleinere Gewerkschaft, welche in der glücklichen Lage sich befindet, mehrere tausend Joch Buchenwaldungen in der unmittelbaren Nähe der Fabriksanlage zu besitzen, hat durch Aufstellung eines Hoffmann'schen oblongen Ringofens bedeutende Vortheile erlangt. Die Anlage dieses mit 12 Abtheilungen à 18 m³ erbauten Ofens kostete fl. 12.000.— ö. W. Hier war thatsächlich eine 25%ige Ersparnis an Brennholz gegenüber den früheren Feldöfen erzielt und da der Kalkmergel von vorzüglicher chemischer Zusammensetzung war, wurde die Möglichkeit geboten, auch Portland-Cement zu erzeugen, was in gewöhnlichen Feld- oder Schachtofen mit Holzfeuerung nie vollkommen gelungen wäre.

Eine nicht unbedeutende, in einer cisleithanischen Provinz gelegene Kalkgewerkschaft hat sich entschlossen, behufs einer grösseren Kalkproduction einen Ringofen zu erbauen. Nach vollendetem Baue wurden von dem Erbauer mit aller beim Ringofenbetriebe gebotenen Umsicht mehrere Wochen lang Probebrände vorgenommen, welche den gehegten Erwartungen jedoch nicht entsprochen haben. Eine Ersparnis an Brennmaterial (Braunkohle) wurde nicht erzielt und bestand der Hauptübelstand darin, dass ein beträchtlicher Theil des Weisskalkes theils verschlackt, theils ungar blieb und die Gewerkschaft der Gefahr ausgesetzt war, mit diesem minderwertigen Producte auf dem Baumarkte sich nicht behaupten zu können.

Dieser Ofen wurde abgetragen und die Gewerkschaft arbeitet gegenwärtig wieder wie früher auf ihren alten grossen Flammenöfen, ähnlich dem in Rüdersdorf bei Berlin bestehenden Ofensysteme, unter den gegebenen Verhältnissen sehr günstig.

Dieser Versuch muss wohl als ein sehr theurer und obendrein als ein misslungener bezeichnet werden, der ganz unterbleiben hätte können, weil die obgedachte Kalkspecies vermöge ihrer chemischen Zusammensetzung nur eine länger andauernde Flammenhitze verträgt, die im Ringofen mit fossiler Kohle nicht gut erreichbar war. Allerdings hätte man im Ringofen ganz gute Resultate erzielen können, wenn statt Kohle Holz angewendet worden wäre, in welchem Falle jedoch der hohen Holzpreise wegen die Erzeugungskosten das Niveau der Verkaufspreise weit überholt hätten.

Der obige Fall liefert ebenfalls mehrere interessante Momente über so manche zuvor bemerkte nicht zu entschuldigende Fehler, die in diesem Industriezweige festwurzeln. Einerseits ist wohl der Beweis gegeben, dass im Inlande viele Industrielle für Verbesserungen keine finanziellen Opfer scheuen, andererseits ist es aber wieder bedauerlich, dass solche Experimente ohne jede Fachkenntnis vorgenommen werden, daher gewöhnlich misslingen und noch die bösen Folgen nach sich ziehen, dass in Fällen, wo locale und chemisch-technische Verhältnisse thatsächlich günstige Resultate gestatten würden, solche Verbesserungen unterlassen werden, weil die meisten (namentlich die weniger fachkundigen) Industriellen durch die jeweiligen Misserfolge jede Neuerung oder Verbesserung scheuen.

Beschreibung der Kalköfen.

In der inländischen Cementfabrikation findet zumeist das System der runden Schachtofen (Fig. 1 der lithograph. Tafel) Verwendung und kann der Betrieb in diesen Oefen entweder periodisch (zeitweise) oder continuirlich (ununterbrochen) stattfinden.

Selbstverständlich ist der continuirliche Betrieb vortheilhafter als der periodische, weil bei letzterem nach beendetem Brande bis zur nächsten Füllung der Ofen sich abkühlt und bei einem neuen Brande mit einem nicht unbeträchtlichen Aufwande von Brennmaterial wieder erhitzt werden muss, — welcher Nachtheil auch bei Ringöfen nicht ausgeschlossen ist, — und ferner, weil die Hitze des gebrannten Kalkes oder Cementes während der Abkühlung des Ofens auch verloren geht.

Bei continuirlichem Schachtofenbetrieb wird die einströmende atmosphärische Luft durch das am Roste *d*, beziehungsweise unterhalb der Brennzone *c* in der Abkühlung begriffene Brenngut erwärmt und gelangt als heisse Luft in die Brennzone oberhalb *c*. Durch die aus

dieser Brennzone abziehenden heißen Gase wird der bis zur Gicht *c* geschichtete (gattirte) Kalkstein oder Kalkmergel und Brennstoff vortrocknet, beziehungsweise vorgewärmt. Die Ofenwände der Brennzone werden stets in gleicher Temperatur erhalten.

Die Dimensionen dieser Ofengattung sind sehr verschieden und variiren von 8 bis 16 m Höhe mit einem Durchmesser und zwar am Rost zwischen 1·30 bis 1·65 m, in der Brennzone 2·50 bis 3·25 m und an der Gicht 1·60 bis 2·00 m.

Die innere Ausmauerung wird gewöhnlich aus feuerfestem Materiale ausgeführt, wobei sehr darauf gesehen werden muss, dass die Fugen zwischen den Ziegeln auf das Minimum beschränkt werden.

Die Schachtöfen mit geringeren Dimensionen werden bei den meisten für den Localbedarf mit 3 bis 5 solcher Oefen eingerichteten Etablissements, bei welchen sich der Betrieb nach den einlaufenden Bestellungen richtet, vorgezogen.

Es ist einleuchtend, dass die Oefen grösserer Dimensionen gegenüber den kleinen die Vortheile einer vollkommeneren Ausnützung der abziehenden Hitze bieten.

Der Brennstoffverbrauch richtet sich bekanntermassen je nach der Qualität der Kohle. Es sei hier beispielsweise angeführt, dass bei continuirlichem Betriebe eines kleinen Schachtofens zum Erbrennen eines Cementkalkes aus einem Kalkmergel der Gosauformation je nach der Jahreszeit 8 bis 10 kg einer Steinkohle von 6600 Wärmeeinheiten auf 100 kg des calcinirten Productes erforderlich sind, und dass in dem obbezeichneten Ofen 10000 kg Cementkalk in je 24 Stunden erbrannt werden können.

Ein Ofen alten Systemes für *F l a m m e n f e u e r u n g*, welcher in Fig. 2 der Tafel abgebildet ist, wird noch in einigen inländischen Cementfabriken zumeist für den kleinen Betrieb verwendet. Gewöhnlich sind 2 oder 4 solcher Oefen in Einem gebaut (zusammengekuppelt) und erhalten einen gemeinschaftlichen Rauchschlot.

Der Schacht des Ofens, 8 m hoch, hat eine quadratische Form von 1·20 m Seitenlänge, ist von der Ofensohle *g* bis zur Gicht *d* von gleicher Dimension und nur mit einer Rostfeuerung *a* versehen, *b* Aschenfall, *g* Abzug für den calcinirten Cementkalk, *f* provisorisch zugemauerte Oeffnung, welche dazu dient, um bei etwaigen Stauungen des Brenngutes mit einer eisernen Stange das Hinabgleiten nachzuhelfen, *h* Paternoster-Werk zur Beschickung des Ofens, falls solcher in einer Ebene und nicht an einer Berglehne angebaut ist.

Für kleinen Betrieb haben diese Oefen den Vortheil, dass der continuirliche Betrieb beliebig unterbrochen werden kann. Befindet sich der Ofen im Gange (Betriebe), so liegt der calcinirte in der Abkühlung befindliche Cementkalk in dem unteren Theile des Schachtes

zwischen *g e*, der zum Garbrennen bestimmte in der Brennzone *e c* und der noch halbcalcinirte und rohe Kalkstein in der Vorwärmzone *c d*. Bei dem Abzuge *g* und bei der Einfüllöffnung *d* sind eiserne gut schliessbare Thüren angebracht, welche nur im Bedarfsfalle geöffnet werden.

Der vorstehend beschriebene Ofen liefert bei continuirlichem Betriebe in 24 Stunden 5000 bis 6000 kg gut erbrannten hydraulischen oder Cementhalk — und bei Anwendung einer Lignitkohle von 3800 Wärmeeinheiten stellt sich der Brennstoffverbrauch auf circa 16 kg per 100 kg des calcinirten Productes.

Bei den grösseren inländischen Kalkgewerkschaften wird dieses Ofensystem mit Vorliebe benützt, weil der Kalk, in solchen Oefen erbrannt, eine reinere und deshalb gesuchte Waare liefert. Es ist selbstverständlich, dass bei grossen Kalkfabriken die Flammenöfen in Form und Grösse von dem skizzirten etwas abweichen; sie werden gewöhnlich in runder Schachtform von 14 bis 16 m Höhe und mit 2 bis 3 Feuerungen hergestellt. Es steht ausser allem Zweifel, dass dieses System für Weisskalk-Calcinirung sehr viele praktische Vortheile aufweist, was sich schon aus dem einzigen thatsächlichen Beispiele erklärt, dass auf der altrenommirten Kalk- und Cementgewerkschaft der Firma E. Tichy & Söhne in Kaltenleutgeben bei Liesing in Nieder-Oesterreich unter den dort bestehenden 13 Hochöfen 10 Oefen mit Flammenfeuerung, speciell für Weisskalkerzeugung im steten Betriebe stehen, wobei hervorgehoben werden muss, dass die Brände derart vorzüglich ausfallen, dass ein ungarcs oder todtgebranntes Stück Kalk zu den Seltenheiten gehört. Als Brennmaterial wird ein steiermärkischer Lignit bester Gattung verwendet.

Die Abbildung eines Ringofens zeigt Fig. 4 und 5 der Tafel. Er besteht aus einem im Grundriss oblongen, im Querschnitt beliebig geformten Ofencanal, der zwar an verschiedenen Punkten von aussen zugänglich und beschickbar und an ebenso vielen Punkten gegen den ausserhalb des Ofens stehenden Schornstein *h* verschliessbar, im übrigen aber frei ist.

Die einzelnen in Fig. 4 ersichtlichen Constructionstheile bestehenden aus *b d* dem Ofencanal, welcher mittelst Einfahrtsthüre *n*, deren je eine bei jeder Abtheilung (Kammer) — nach der vorliegenden Skizze zusammen 14 — vorhanden ist, von allen Seiten zugänglich und befahren wird, *i* Fuchs, durch welchen die Rauchgase aus dem Ofencanal in den Rauchcanal *k* und von da in den Schornstein *h* gelangen, *r* Abschlussventile, sogenannte Glocken, welche durch Heben oder Senken die Verbindung der Füchse *i* mit dem Rauchcanal *k* herstellen oder absperren, *m m m* Befeuungslöcher (Schürlöcher) in der Decke des Ofens angebracht und mit eisernen Deckeln verschlossen.

In der oberen, zur Hälfte skizzirten Ansicht des Ringofens Fig. 5 sind *a b c d e f* die einzelnen Abtheilungen (Kammern) des Ofencanals mit je einer Einfahrtsthür, *i i i i* Füchse für den Abzug der Rauchgase aus den Kammern in den Rauchcanal *k* und durch den Verbindungscanal *g* in den Schornstein *h*, bei *f* obere Ansicht der Befeuungslöcher (Schürflöcher); ferner sind zu bemerken die angedeuteten Gurtbogen bei jeder Einfahrtsthür, welche als Falz zum Anlegen der eisernen Wand (bei älteren Constructionen bestand ein Schieber) dienen.

Denkt man sich nun den Querschnitt des Ofencanals Fig. 4 *b d* mittelst der eisernen Wand (Schiebers) an irgend einer Stelle (am Gurtbogen angelegt und mit Lehmörtel lutirt) geschlossen, die zunächst davor gelegene Eingangsthür und den zunächst dahinter liegenden Fuchs gegen den Rauchcanal geöffnet, alle übrigen Eingänge und Füchse aber geschlossen, und im Schornstein eine aufsteigende Luftsäule, so wird ein Luftzug entstehen, der aus der Atmosphäre durch die geöffnete Thür in den Ofen tritt, diesen seiner ganzen Länge nach bis auf die andere Seite des Schiebers durchstreicht, um durch den dort geöffneten Fuchs in den Schornstein zu treten.

Denkt man sich ferner den Ofencanal mit den zu brennenden Gegenständen: Ziegel, Kalkstein etc. gefüllt, und zwar derart, dass der Luftzug in der ersten Hälfte dieses Canals bereits fertig gebrannte, in der Abkühlung begriffene Steine durchstreicht, sodann das Feuer speist (welches durch Einstreuen des Brennmaterials durch die Schürflöcher in die glühenden Steinmassen von oben unterhalten wird) und auf der letzten Hälfte des Ofencanals durch noch nicht gebrannte Steine zieht, um dann durch den offenen Fuchs in den Schornstein zu entweichen, so ist es erklärlich:

a) dass die in die offene Thür eindringende atmosphärische Luft auf dem ersten Theile ihres Weges im Ofen, weil sie die fertig gebrannten Steine abkühlt, sich in hohem Grade erhitzt; daher

b) im Stande ist, den Effect des Feuers in eben dem und (wegen der dann erfolgten Zersetzung der schwer entzündlichen Gase) in noch höherem Grade zu vermehren, während

c) die durch das Feuer unverbrannt streichende Luft, sowie die gasförmigen Verbrennungsproducte auf ihrem übrigen Wege durch den Ofen bis zum Schornstein noch eine Menge Wärme an die noch ungebrannten Steine absetzen und dieselben bis zu einer solchen Temperatur vorwärmen und erhitzen, dass nur eine kurze Brennzeit und eine geringere Menge Brennmaterial erforderlich sind, um die Steine vollständig gar zu brennen.

Da nun die der offenen Thür zunächst stehende Kammer und die darin bereits ausgebrannten Steine am meisten abgekühlt, also

zum Herausziehen tauglich sein werden, so kann man sie durch frische ungebrannte ersetzen; der Abschluss des Ofens wird mittelst des Schiebers vor der nächsten Thür hinter den frisch eingesetzten Steinen erfolgen, diese Thür geöffnet und die hervorgehende geschlossen. Ebenso wird der nächste Fuchs geöffnet, der geöffnet gewesene geschlossen und somit das Feuer vorwärts geschoben.

Durch stetige Wiederholung dieses Vorganges macht das Feuer wiederkehrend in der in Fig. 5 angedeuteten Pfeilrichtung die Runde im Ofen, wie auch gleichzeitig das Ausziehen und Einsetzen der Steine ringsum ohne Unterbrechung stattfindet; und bedarf es wohl kaum der Erwähnung, dass, um diese beiden letzten Manipulationen gleichzeitig vornehmen zu können, die zwei ersten Thüren (bei Ringöfen mit 16 bis 20 Kammern oft mehrere) die eine für das Ausziehen, die andere für das Einsetzen, zu gleicher Zeit offen stehen können.

Es sei hier bemerkt, dass die Einfahrtsthüren mittelst Sand und, wie in der Abbildung Fig. 5 ersichtlich, in eine Nute herabzulassender Einsatzbretter nach Aussen und mit in Lehmörtel oder trocken gelegter Ziegelmauer nach Innen, möglichst dicht verschlossen werden.

Das Feuer brennt, wie oben bereits erwähnt, an der dem Schieber entgegengesetzten Stelle des Ofens; es enthält also der Ofen vom Feuer an bis zur offenen Einfahrt fertig gebrannte, in allmäliger Abkühlung befindliche Kalk- oder Cementsteine, während der andere Theil noch ungebrannte, in allmäliger Anwärmung begriffene enthält.

Der Schieber befindet sich stets an der kühlen Stelle des Ofencanals, ist wie schon gesagt aus Eisenblech und gewöhnlich aus drei Theilen bestehend angefertigt.

Die Befuerung dieses Ofens geschieht von oben mittelst Einstreuens des Brennmaterials zwischen die glühenden Steine, wozu senkrechte Canäle (Schürlöcher) im Gewölbe, Fig. 4 *m m m* vorhanden sind. Sie gründet sich auf die Thatsache, dass die vollkommenste Verbrennung stattfindet:

1. wenn das Brennmaterial in möglichst hoher Temperatur zersetzt wird, indem sich dann vorzugsweise die leicht brennbaren Gase, namentlich die Kohlenwasserstoffgase bilden, dagegen die sich etwa bildenden schwerer entzündlichen Kohlenoxyde in dieser höheren Temperatur ebenfalls zur Verbrennung gelangen;

2. wenn es an der zur vollständigen Verbrennung erforderlichen Luft nicht fehlt und

3. wenn die Speisung des Feuers mit möglichst heisser Luft erfolgt.

Es ist selbstverständlich willkürlich, wie viele Abtheilungen man dem Ofen geben will, doch geht es nicht gut an, weniger Ab-

theilungen als acht zu nehmen, weil in einem achttheiligen Ofen eine Abtheilung jeden Tag geleert und gleich wieder vollgesetzt werden muss; drei Abtheilungen kühlen, eine ist im Feuer und drei sind im Vorwärmen; jede Abtheilung benöthigt einen halben Tag Zeit zum Einsetzen, drei Tage zum Vorwärmen, einen Tag zum Brennen, drei Tage zum Kühlen und einen halben Tag zum Aussetzen. Man darf sich nicht etwa vorstellen, dass das Feuer mit einem Male in einer Abtheilung einen Tag lang brennt und dann plötzlich den folgenden Tag in die andere Abtheilung gebracht wird, sondern der Uebergang desselben von einer Kammer in die andere findet allmählig statt, indem das Feuer schrittweise vorwärts rückt.

Die Glut zieht dem Feuer voran, und wenn man in einem Heizloche die eingesetzten Steine von oben bis unten glühend und vorzugsweise auch den Herd hellerscheinend sieht, so ist ein solches Heizloch (Schürloch) fähig, beheizt zu werden. Die Beheizung geschieht in sehr kurzen Zeitintervallen nach der Uhr.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass das Anzünden und Inbetriebsetzen des Ofens von seinem normalen Betriebe abweicht. Zu diesem Zwecke wird, wenn 3—5 Abtheilungen mit Kalk oder Cementstein eingesetzt worden sind, im Ofencanal eine sogenannte Schildwand mit drei Rostfeuerungen aufgemauert, an der entgegengesetzten Seite der Schieber aufgestellt, der Fuchs der letzteren Abtheilung geöffnet, und sodann mit der Feuerung unten allmählig begonnen. Befinden sich die Kalksteine der ersten Abtheilung in voller Glut, so wird mit der Feuerung von oben fortgesetzt, die Schildwand nach zwei bis drei Tagen abgetragen und die Befuerung des Ofens tritt in den normalen Betrieb ein.

Die vorstehende Ofenbeschreibung identificirt sich mit dem auf Seite 141 bereits zur Sprache gebrachten Ringofen, dessen Construction und die Brennmethode hier nur eingehender skizzirt wurde.

Portland - Cement - Ofen für kleinen Betrieb und für Lignitbenützung.

Vor ungefähr einem Decennium wurde dem Verfasser ein Kalkmergel-Muster eingesendet, dessen Untersuchung zu dem günstigen Resultate führte, dass aus diesem Mergel auf directem Wege ein Portland-Cement erstellt werden konnte. Da dem Fabriksbesitzer ein richtiges Erbrennen des Productes nicht recht gelingen wollte, so wurde der Verfasser zur Durchführung eines rationellen Brandes eingeladen.

Es sei hier vorausgeschickt, dass der Fabrikseigenthümer zu seinen früheren Versuchen englischen Coks angewendet hatte, da dieser jedoch sehr hoch im Preise stand, so wählte der Verfasser trotz vieler

Bedenken des Eigenthümers unter den in dieser Gegend vorkommenden Kohlsorten einen mit dem geringsten Aschengehalte billigsten Lignit mit einem Brennwert von 3775 Wärmeinheiten aus. Weil dieser Lignit im lufttrockenen Zustande circa 24% Wassergehalt enthielt, der vorhandene Schachtofen nur 8 m hoch war und der Kalkmergel eine rasche intensive und eine genau begrenzte Temperatur erforderte, so musste in erster Reihe zu einer Adaptirung des Ofens geschritten werden, welche auch an einem der zwei ohne Schornstein bestandenen Ofen in der in Fig. 3 dargestellten Form durchgeführt wurde. Gleichzeitig muss bemerkt werden, dass aus finanziellen Rücksichten für die innere Ausmauerung des Ofens gar kein feuerfestes Materiale verwendet werden konnte, was aber durchaus kein Hindernis war, diese Aufgabe vollkommen zu lösen, wie aus nachstehender Skizzirung hervorgeht.

Die Dimensionen und Constructionsbestandtheile des Ofens Fig. 3 sind folgende: *a* der Aschenfall 1 m und *b* ein runder Ofenschacht 8 m hoch mit einem Durchmesser am Rost 1.15 m, in der Brennzone 2.10 m, an der Gicht 1.30 m, *c* der Fuchs mit einem Blechschuber, *g* der Schornstein 8 m hoch, quadratisch und von 0.5 m Seitenlänge = 0.25 m² Querschnittsfläche im Lichten, *d* eiserner Deckel dicht anschliessend an das Gichtplateau mit einer kleinen regulirbaren Oeffnung und mit zwei Handhaben.

Die Luftzugsgeschwindigkeit in dem bereits beschickten Ofenschachte zeigte nach dem Fuess'schen Luftzugmesser 3.5 m per Secunde, wobei bemerkt wird, dass die Querschnittsfläche der Zwischenräume zwischen Kohle und Stein grösser war als die des Schornsteines.

Der oben dimensionirte Ofen entspricht einem Rauminhalte von rund 18 m³.

Aus dem per je 1 Raummeter ermittelten Gewichte von Kalkmergel und Lignit, beide in faustgrossen Stücken zerkleinert und mit Rücksicht auf den Brennwert des Lignits wurde angenommen, dass 6500 kg dieses Brennstoffes bei 7100 kg obiger Kalkmergelspecies eine richtige Sinterung hervorbringen sollten, und dass Lignit und Kalk insgesamt einen Raum von 7 m Höhe im Ofen in Anspruch nehmen werden.

Da es sich nunmehr auch darum handelte, die einzelnen Lagen (Schichten) von Lignit und Kalk in den Ofenzonen in entsprechend richtigen Verhältnissen und in nicht zu grossen oder kleinen Lagen zu vertheilen, um einen gleichmässigen Brand zu erzielen, ferner auch zu berücksichtigen war, dass die ersten zum Brand gelangenden Kohlenlagen einen beträchtlichen Theil ihrer Wärme an den Ofen selbst und an das nicht vorgewärmte Material abgeben müssen, so wurde, um bei dem nächsten Brande etwaige Fehler sofort beheben zu

können, eine Skizze (Längenschnitt) des Ofenschachtes angefertigt und nach einer approximativen Berechnung die einzelnen Kohlen- und Steinschichten nach Gewicht, Höhe und Verhältnis genau eingezeichnet.

Das ganze obangegebene Quantum Lignit und Kalkmergel wurde in je 13 Lagen vertheilt, deren wichtigere Gewichtsverhältnisse hier angeführt werden sollen.

Vorerst kam auf die Rostfläche eine kleine Lage Holzspäne, sodann folgte die erste Lage von Lignit und Kalkmergel im Verhältnisse 2:1, die zweite 1:1, die dritte 0.9:1, die siebente 0.65:1, von da ab gegen die Gicht wurde das Verhältnis an Kohle grösser, so dass bei der obersten Lage noch 1:1 angenommen wurde.

Vergegenwärtigt man sich den so beschickten Ofen während des Brandes und das damit verbundene Verbrennen der Kohle, die Sinterung des Brenngutes und in Folge beider das successive Setzen der ganzen Ofenbeschickung etc., so sind die so divergirend angenommenen Verhältnisse zwischen Lignit und Kalkmergel in den einzelnen Lagen leicht erklärbar.

Es wurde zuvor bemerkt, dass der gedachte Kalkmergel eine rasche und intensive Hitze erfordert. Ein rasches Brennen war mit Rücksicht auf die vorerwähnte Luftzuggeschwindigkeit allerdings bei Anwendung von Coks oder guter Steinkohle möglich, jedoch musste hier auch noch ausser der Kohlensäure des Kalkes das beträchtliche im Lignit vorhandene Quantum Wasser in Betracht gezogen werden. Die erstere, ein specifisch schweres Gas, repräsentirt eine Gewichtsmenge von 2200 kg, das letztere eine solche von 1500 kg Wasser, beziehungsweise Wasserdampf, welch' beide chemischen Verbindungen bekanntlich die Luftzuggeschwindigkeit sehr beeinträchtigen.

Inwiefern die grosse Menge Wassers im Lignit störend auf den Gang eines raschen Brandes bei kleinen Schachtöfen mit nicht genügendem Luftzuge einwirkt, möge hier als Beispiel dienen, dass bei den früheren, durch den Fabriksbesitzer vorgenommenen Versuchen in einem Falle das Ofenfeuer am dritten Tage nach dem Anzünden durch den entwickelten und keinen Ausweg findenden Wasserdunst erstickte und selbstverständlich der Ofen entleert werden musste, im anderen Falle der Brand volle zehn Tage gedauert hat, ohne ein günstiges Resultat erzielt zu haben. Ein Gebläse oder ein Exhaustor hätten allerdings bei dieser primitiven Heizanlage ein rasches Brennen bewirkt, doch stand hier abermals der Kostenpunkt hemmend im Wege.

Um die Brennmethode, welche in diesem speciellen Falle bei dem obbeschriebenen Ofen vom Verfasser angewendet wurde, zu erklären, wird die Skizze Fig. 3 der Tafel für die nachstehende Beschreibung nochmals vorgeführt.

Die Communication des Schornsteins mit dem beschickten Ofen wird durch Oeffnen des Fuchses bei *c* und Sperre des gegenüber befindlichen mittelst eines Blechschubers hergestellt. Auf der obersten Steinlage bei *c* wird mit Holzabfällen ein Feuer, dessen Zweck weiter unten aufgeklärt erscheint, durch circa eine halbe Stunde unterhalten, sodann die Holzlage am Rost angezündet.

In dem Momente, als die ersten Gichtgase mit dem oberen Feuer (Glut) in Contact treten, entzünden sich solche und suchen in Folge des vorgewärmten Schornsteines auch durch diesen hinaus zu gelangen.

Nunmehr wird die Gichtöffnung mit dem Deckel *d* verschlossen, jedoch die in dem Deckel befindliche regulirbare Oeffnung, welche gegenüber dem Fuchs situirt werden muss, aus dem Grunde anfangs ganz geöffnet, um einen möglichst grossen Luftzutritt zu den Gichtgasen, welche nur unter Zutritt der atmosphärischen Luft verbrennbar sind, zu gestatten.

Das Anzünden eines Feuers an der Gicht bezweckt zunächst die Verbrennung der Gichtgase und basirt sich darauf, dass die Producte der trockenen Destillation, deren gasförmige Verbindungen an anderer Stelle eingehender erörtert wurden, nur bei höheren Temperaturen, als der, bei welcher sie sich entwickeln, verbrennbar sind. Das Kohlenoxydgas, welches mit den übrigen Verbrennungsgasen entweicht, vermag sich jedoch nur dann unter Zutritt der atmosphärischen Luft zu entzünden, wenn solches mit einer bedeutenden Temperatur zur Ofengicht gelangt. Im vorliegenden Falle, wo das Kohlenoxydgas und die Producte der trockenen Destillation durch noch nicht vorgewärmte Schichten von Kohle und Stein ihren Weg zur Ofengicht nehmen müssen, langen sie an dieser mit so niedriger Temperatur an, dass eine Selbstentzündung des Kohlenoxydgases und somit die gleichzeitige Verbrennung der Producte der trockenen Destillation ausgeschlossen ist.

Durch die Verbrennung der Gichtgase hat der Verfasser den Zweck — eine sehr rasche gleichmässige Luftströmung, demzufolge eine intensive Hitze im Ofenschachte hervorzubringen — in so hohem Masse erreicht, dass der ganze Brand in 20 Stunden beendet war und dass aus diesem ersten Versuche, welcher als Norm für weitere Erzeugung beibehalten wurde, auch eine richtige und vollkommen egale Sinterung des Portland-Cementes resultirte.

Der weitere Betrieb des Ofens findet in folgender Weise statt. 12 Stunden sind erforderlich zur Beschickung, 20 Stunden zur Calcinirung, 12 Stunden für das Abkühlen und Entleeren und 4 Stunden für etwaige innere Reparaturen des Ofens, zusammen 48 Stunden, in welcher Zeit in dem so reconstruirten Ofen und nach der obbezeichneten

Brennmethode das weiter unten angemerkte Quantum Portland-Cement erbrannt werden kann.

Inwieferne die innere, aus gewöhnlichen Bauziegeln hergestellte Schachtwand sich bewährt hat, findet seine Erklärung darin, dass bei dem ersten Brande schon der gesinterte Portland-Cement mit den schmelzenden Ziegeln — welcher Fall nur in der unteren Hälfte des Ofenschachtes eingetreten ist — sich so innig verband, dass diese Masse eine starke Kruste bildete, welche möglichst egal ausgemeisselt und in dieser Art das feuerfeste Material vollkommen ersetzt hat.

Bei den nachfolgenden Bränden wurde zeitweise die Nachmeisselung der ungleichen Stellen, sowie eine partielle Ausbesserung mit einem feuerfesten Tegel vorgenommen.

Um die Erzeugungskosten festzustellen, wurde das Ergebnis dreier Brände durch Abwage des erbrannten Productes constatirt und im Durchschnitt gefunden, dass die

7100 kg Kalkmergel 4400 kg gut erbrannten Portland-Cement
I. Qualität,
400 kg minderer Sorte und
100 kg halbbrauchbares Product

ergaben, und dass die Erzeugungskosten bei einer umsichtigen und fachmännischen Leitung des Betriebes einschliesslich sämtlicher Regiespesen und des Fassgeschirres per 100 kg brutto auf ö. W. fl. 1.60 bis 1.75 sich herausgestellt haben.

Würden die Gichtgase durch entsprechende Ableitung eine Verwendung, z. B. für das Cementkalkbrennen, gefunden haben, so hätten sich die Erzeugungskosten um etwa 16% niedriger gestellt.

Endlich sei noch bemerkt, dass die Gichtgase nur während der ersten 8—10 Stunden und zwar in einer solchen Menge sich entwickelt haben, dass die bereits mit atmosphärischer Luft gemengten Gase mit einer mehrere Meter hohen Flamme zum Schornstein herauschlugen, was übrigens einleuchtend ist, wenn man bedenkt, dass der Verbrennungsprocess und die trockene Destillation des Brennstoffes im Ofenschachte in rascher Aufeinanderfolge stattfand.

Nach einer approximativen Berechnung dürfte das Quantum des letztgedachten Gasgemenges circa 30000 m³, beziehungsweise etwa 2000 kg Lignit repräsentiren.

Es ist nicht die Absicht des Verfassers, die vorstehend skizzierte Heizanlage als eine bedeutende Erfindung hinzustellen, es soll vielmehr damit der Beweis erbracht werden, dass mit Umsicht und Fachkenntnis selbst bei kleinen Anlagen und mit geringen Kosten eine rationelle Erzeugung erreicht werden kann.

In den grösseren inländischen Cementfabriken werden für die Calcinirung von Portland-Cement theils kleinere, theils grössere

Schachtföfen, letztere bis zu 24 m Höhe (wie solche auch im Auslande anzutreffen sind) angewendet, bei welchen aber die Beschickung nicht über die halbe Höhe des Ofens hinaufreicht.

Es hat sich jedoch in der Praxis erwiesen, dass Schachtföfen von kleineren Dimensionen beim Betriebe namhafte Vortheile für sich haben.

Gebläse werden nur von einigen inländischen Cement-Gewerkschaften bei Portland-Cementbränden angewendet.

Als Brennmaterial wird im Allgemeinen Steinkohle oder Coks benützt.

Unter den vielen aufgetauchten Projecten, die den Zweck verfolgen, ein continuirliches Brennen von Portland-Cement in Schachtföfen praktisch einzuführen, erregt die nachfolgende Idee, welche der Verfasser vor mehreren Jahren aus dem Munde eines englischen Fachmannes vernommen hat, einiges Interesse. Dieses Project besteht darin, die innere aus feuerfesten Ziegeln gegenwärtig im Gebrauche stehende Wandung des Ofenschachtes entweder durch eine eng zusammenhängende, aus starken eisernen Wasserleitungsröhren angefertigte Spirale oder durch einen doppelwandigen eisernen Cylinder zu ersetzen.

In die Rohre, beziehungsweise in die Zwischenwandung des Cylinders soll von unten hinauf kaltes Wasser zugeführt, an der Gicht das heisse abgeleitet und zur Dampfkesselspeisung oder zu anderen technischen Zwecken verwendet werden.

Eine analoge, jedoch abstracte Einrichtung findet sich wohl bei Schmelz-Hochöfen vor.

Der leitende Gedanke bei diesem Projecte war der, durch die Circulation des Wassers die innere Schachtwandung auf einer so niedrigen Temperatur zu erhalten, dass ein Anschmelzen der gesinterten Portland-Cementmasse an die Wandung unmöglich gemacht werde und demzufolge ein gleichmässiges Setzen des Brenngutes und ein regelmässiges Nachfüllen des Ofens, beziehungsweise ein continuirliches Brennen zur That werden könnte.

Ob und welche Versuche in dieser Richtung gemacht worden sind und mit welchem Erfolg, ist dem Verfasser nicht bekannt.

Der Brennprocess bei hydraulischen und Cement-Kalken.

Der Brennprocess eines hydraulischen Kalkes erfordert viel mehr Aufmerksamkeit und Fachkenntnis als dies beim gewöhnlichen Luftkalken nothwendig ist.

Durch das Brennen wird zunächst aus dem hydraulischen Kalke das mechanisch gebundene Wasser und die Kohlensäure (CO_2) aus-

getrieben. Die Austreibung der letzteren beginnt in der Regel bei circa 450°, die vollständige Entkohlsäuerung und Silicatbildung erfolgt jedoch erst bei einer Temperatur von circa 1000° C. Das Residium ist kieselsaurer Thon und Aetzkalk, ersterer aber durch den Kalk aufgeschlossen und die Verbindung so gelockert, dass beim nachträglichen Behandeln mit Wasser eine viel gründlichere Einwirkung stattfindet, als dies ohne jener Aufschliessung durch den Kalk im Feuer erfolgen könnte.

Der dunkle Punkt ist nur die bis jetzt noch nicht genau bekannte Art jener Aufschliessung, welche beim Hineinziehen der bekannten chemischen Vorgänge nicht befriedigend erklärt werden kann.

Um diesen Punkt aber nicht ganz unerörtert zu lassen, wird weiter unten eine bildliche Darstellung des chemischen Vorganges wie sich solcher während des Brennprocesses gestalten dürfte, oder höchst wahrscheinlich thatsächlich sich vollzieht, vorgeführt werden.

Ganz sicher steht nur fest, dass durch das Brennen sich noch keine chemische Verbindung des Kalkes mit dem Thonerdesilicat gebildet hat, da in diesem Falle der Cement einfach unbrauchbar sein würde, in dem ja die Erhärtung des Mörtels darauf beruht, dass eine solche Bindung der Kieselsäure durch den Kalk erst bei seiner Anwendung statt habe. Mit Sicherheit kann man auch sagen, dass erst beim Anmachen mit Wasser der Aetzkalk sich lösche und dann mit der kieselsauren Thonerde sich so umsetzt, dass ein Doppelsilicat von kieselsaurer Thonerde = kieselsaurer Kalkerde resultirt, und dass im Allgemeinen diese Bildung sehr befördert wird durch das Zusammenbrennen der beiden Gemengtheile.

Theoretische Ansichten über die Aufschliessung der Thonerdesilicate während des Brennens.

Es wurde schon früher erklärt, dass jeder hydraulische Kalk ein Gemenge von Kalk und Thon (Thonerdesilicat) ist; für die Wirkung ist es ganz gleichgiltig, ob der Kalk in Verbindung mit Kohlensäure oder im ätzenden Zustande gedacht wird. Auch ist es gleichgiltig, ob das zur Calcinirung bestimmte Material — Kalkmergel oder künstliche Cementmasse — 13—30 oder 45 Procent Thonerdesilicate enthält.

Die Aufschliessung der Letzteren erfolgt, sobald das Verhältnis des Kalkes innerhalb der zulässigen Grenzen sich bewegt, in ganz gleicher Weise, nur die Qualität des erbrannten Productes (hydraulischer Kalk, Cementkalk oder Portland-Cement) wird begreiflicher Weise nach Massgabe des Gehaltes an Thonerdesilicat und des normalen oder höheren Hitzgrades sehr verschieden sein.

Dieses vorausgeschickt, kann die Aufschliessung der Thonerdesilicate während des Brennprocesses in folgender Weise gedacht werden.

Nimmt man an, Fig. 2 wäre der Durchschnitt einer Cementmasse, so kann man sich die chemischen Individuen so angeordnet denken, dass Alles, was man unter Thonerdesilicat begreift, in mikroskopisch kleinen Kugeln *a* vereinigt ist, welche von kohlen-saurem oder ätzendem Kalke *b* umgeben sind.

Nach diesem Bilde wird es möglich sein die chemisch-physikalischen Prozesse zu erklären, welche sowohl in der Hitze als auch im Wasser zwischen den componirenden Elementen des Cements vor sich gehen, und auch später die Qualität und Quantität dieses Productes beeinflussen.

Wählt man beispielsweise den einfachsten Fall: es bestände der thonerdehaltige Bestandtheil des natürlichen oder künstlichen hydraulischen Kalkes, bloss aus einem chemischen Individuum, z. B. aus einem Feldspat (Verbindungen von Aluminiumsilicat mit Alkalisilicaten, — Hauptbestandtheil des Granit, Syenit, etc. — durch Verwitterung der letzteren entsteht der Thon), so wird, wenn man diese Cementmasse einer Hitze aussetzt, bei Anwendung des kohlen-sauren Kalkes, d. h. wenn die Thonerde-Kügelchen *a* im kohlen-sauren Kalk eingelagert sind, die Kohlensäure, — bei Anwendung von Aetzkalk (Einlagerung der Kügelchen im Aetzkalk), das Wasser herausgetrieben.

Je mehr sich die Hitze dem Schmelzpunkte dieses Thonerdesilicates nähern wird, desto weicher werden die Kügelchen werden, und der Aetzkalk wird sofort auf dieselben zu wirken beginnen. Diese chemische Action wird am meisten be-

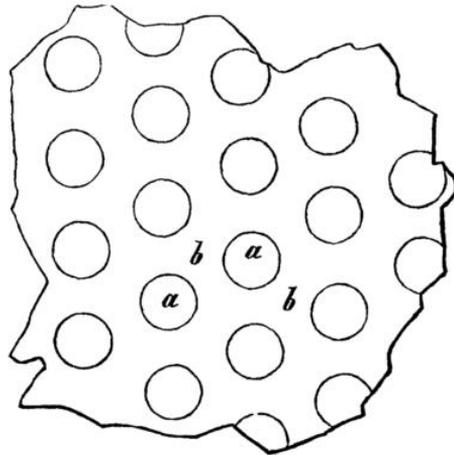


Fig. 2.

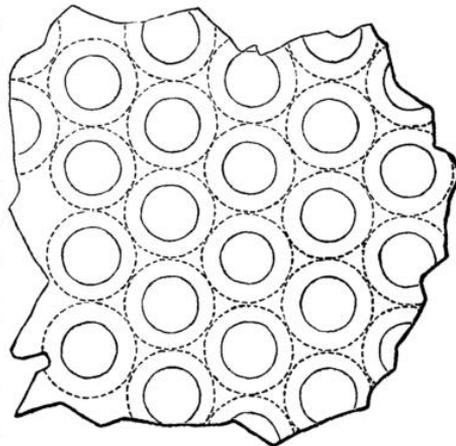


Fig. 3.

günstigt sein, wenn die Kügelchen des Thonerdesilicates sich im vollen Flusse befinden werden und somit den sie umgebenden Kalk auflösen. Die im Fluss befindlichen Kügelchen vergrössern durch Aufnahme von Kalk ihr Volumen immer mehr, bis sie endlich so gross sind, dass sie sich gegenseitig berühren, welcher Zustand durch Fig. 3 versinnlicht wird.

Die Menge des Kalkes wird natürlich in Folge Auflösung durch die Thonerde in demselben Masse geringer, als sich die Thonerdesilicat-Kügelchen vergrössern.

Um diese Veränderung bei der Cementmasse oder beim Kalkmergel hervorzurufen, wird ein Hitzgrad je nach der Dichte des Gesteines oder der künstlichen Cementmasse und je nach den leichter oder schwerer aufschliessbaren Componenten, zwischen 900 bis 1200° C erforderlich sein.

Dieses ist auch das ungefähre Stadium der Hitze, bis zu welchem ein hydraulischer Mergel gelangen muss, um daraus einen hydraulischen oder Cementkalk zu erhalten.

Untersucht man nun die so erbrannte (calcinirte) Cementmasse in Bezug auf die chemische und physikalische Veränderung, welche dieselbe erlitten hat, so findet man folgendes:

1. Das Thonerdesilicat ist durch Kalkaufnahme basischer, d. h. es ist aufgeschlossen worden;

2. der Rest des Kalkes (freier Kalk), welcher in den Räumen der sphärischen Zwickel, Fig. 3, seinen Platz einnimmt und nicht gebunden wurde, ist von dem durch Aufnahme von Kalk basisch gewordenen (aufgeschlossenen) Thonerdesilicaten eingeschlossen worden.

Die Quantität des Kalkes der von dem Silicate in einer bestimmten Zeit aufgenommen werden kann, hängt ab:

- a) von der Höhe der Temperatur,
- b) von der Acidität des Silicates, und
- c) bei einem bestimmten Hitzgrade von dem Schmelzpunkte des Silicates.

Da nun der Schmelzpunkt des Thonerdesilicates eine Function seiner chemischen Zusammensetzung ist, so lassen sich die zwei letzteren Punkte in einen vereinen, indem man sagen kann: die Menge des Kalkes, welche sich in der Hitze während einer bestimmten Zeitdauer mit dem Silicate verbinden kann, hängt auch von der richtigen chemischen Zusammensetzung des Silicates ab.

Mit Hinblick auf den Punkt 2 ist es daher erklärlich, dass hydraulische (sogenannte magere) Kalke, welche eine geringe Menge (13 bis 20%) von Thonerdesilicat enthalten, einen Ueberschuss an Aetzkalk (freien Kalk) haben müssen, und dem letzteren Umstande

ist es zuzuschreiben, dass solche Kalke in Folge des Kalküberschusses sich trocken löschen, langsam und nur an der Luft abbinden, 2 bis 4 Theile Sandzusatz annehmen und gute hydraulische Mörtel geben.

Dagegen geben Cementkalke mit 21 bis 50% Thonerdesilicaten im Allgemeinen bessere hydraulische Mörtel — insbesondere jene, welche im ungebrannten Zustande 27 bis 35% Thonerdesilicate enthalten — das beste Product.

Für letzteren Fall spricht der Umstand, dass circa 30% Thonerdesilicat und 70% kohlen saurem Kalk in eine richtige chemische Verbindung eingehen oder mit anderen Worten, dass in diesem Verhältnisse der Kalk das Thonerdesilicat im richtigen Masse aufzuschliessen vermag, vorausgesetzt, dass Thon und Kalk im feinen und innig gemengten Zustande sich befinden.

Weniger Kalk ist stets zum Nachtheile der Qualität des Cementkalces und muss daher der erfahrungsmässige Grundsatz beibehalten werden, dass gute für den Bau in jeder Richtung hin vortheilhafte Cementkalke nur innerhalb dieser angegebenen Grenzen zu suchen sind.

Jene in der Natur vorkommenden Kalkmergel, welche sich der äussersten Grenze von 50% Thonerdesilicaten nähern, geben nur minder geschätzte Cementkalke, weil wegen Mangel an Kalk die Thonerdesilicate nicht vollkommen aufgeschlossen werden können, mithin als inerte Masse im Ueberschuss verbleiben.

Damit erklärt es sich auch, dass derlei Cementkalke nur einen sehr geringen zumeist aber gar keinen Sandzusatz vertragen.

Wirkungen der Hitze auf die Thonerdesilicate während des Brennprocesses.

Um über die Reaction, welche der Kalk und die Thonerdesilicate im Feuer und dann im Wasser aufeinander ausüben, ins Klare zu kommen, ist es zunächst nothwendig, ihr gegenseitiges Verhalten im Feuer zu verfolgen, wie die Thonerdesilicate durch die Kalkaufnahme in jenen Zustand versetzt werden, in welchem sie geeignet sind, den Kalk auf nassem Wege (als Mörtel) noch weiter aufzunehmen und so ein hydraulisches Bindemittel zu bilden.

Es sei hier wiederholt bemerkt, dass der chemische Vorgang im Feuer bei hydraulischem und Cementkalke vom Portland-Cemente insoferne abweicht, als letzteres Product einem höheren Hitzgrade (circa 1800° C) und zwar jenem bis zum Stadium der Sinterung exponirt wird, wodurch eine vollständigere Aufschliessung der Thonerdesilicate durch den Kalk stattfindet und in Folge dessen das so erstellte Bindemittel im Wasser und an der

Luft eine ausserordentliche Festigkeit gegenüber den Cementkalken erlangt.

Der letztere Vorgang wird in der Abhandlung: „Ueber die Ursachen des Zerfallens der Portland-Cementmasse“ besonders berücksichtigt werden.

Den Fall angenommen, der Thon einer künstlichen Cementmasse oder eines Kalkmergels wäre ein Gemenge mehrerer chemischen Individuen, er enthielte ausser einem Thonerdesilicate secundärer Bildung noch unzersetztes Mineral, z. B. Feldspat und Glimmer, ferner Eisenoxyd, Thonerde, endlich Kieselsäure als Hydrat oder in Form von Quarz.

Wird eine solche künstliche oder natürliche Cementmasse der Hitze ausgesetzt, so entweicht zuerst das Wasser des Thones und des Kalkhydrates (oder die Kohlensäure des kohlen-sauren Kalkes) und bei der successiven Steigerung der Hitze wird ein Erweichen desjenigen Silicates eintreten, welches unter allen Thonbestandtheilen den niedrigsten Schmelzpunkt besitzt, in diesem speciellen Falle ist es der Feldspat und Glimmer. Durch das Flüssigwerden dieser Silicate beginnt sofort die Einwirkung des Kalkes auf dieselben und es resultirt eine basischere Verbindung, deren Schmelzpunkt niedriger als der des ursprünglichen Silicates liegt, so dass sich selbst bei gleichbleibender Hitze dieser Theil in vollem Fluss setzen wird.

In diesem Momente, wo die chemische Action durch das Flüssigwerden eines Körpers wesentlich unterstützt wird, treten sämmtliche Bestandtheile in chemische Wechselwirkung, und das schmelzende Silicat, dessen Constitution sich fortwährend ändern muss, löst die ihn umgebenden Körper — wie schmelzender Borax die Metalloxyde — auf.

Die Intensität der Einwirkung des schmelzenden Silicats auf den einen oder den anderen Bestandtheil hängt ganz von seiner chemischen Constitution ab; denn je mehr freie Kieselsäure dasselbe aufgenommen hat, desto leichter wird es den Kalk und die Metalloxyde auflösen, und je mehr es sich mit Kalk sättigen konnte, desto leichter wird die Kieselsäure in Verbindung treten können. Besitzt nun ein Thon einen grossen Gehalt an freier Kieselsäure oder sind die kiesel-sauren Verbindungen desselben nicht hinreichend mit Basen, wie z. B. Kali, Natron, Eisenoxydul, Eisenoxyd, Manganoxydul und Thonerde gesättigt, so ist eine zu grosse Kalkaufnahme in der Hitze kaum zu vermeiden und kann diese Aufnahme so weit gehen, dass selbst bei verhältnismässig geringer Hitze und Brenndauer ein Todtbrennen erfolgt.

Wesentlich günstiger gestalten sich die Verhältnisse, wenn neben der freien Kieselsäure eine entsprechende Menge von Eisenoxyd und

Thonerde im freien Zustande vorhanden ist, und zwar aus dem Grunde, weil es der Kieselsäure nicht gestattet ist, sich bloss mit dem Kalk zu sättigen, sondern es findet dann auch eine Aufnahme der genannten Oxyde statt.

Ob die chemische Verwandtschaft dieser Oxyde zur Kieselsäure in der Hitze grösser ist als die zum Kalke, wie dies Professor Pettenkofen ausgesprochen hat, um die geringere Kalkaufnahme zu erklären, beruht nach Zulkowsky nur auf Annahme. Ohne Zuhilfenahme einer hypothetischen Voraussetzung lässt sich die günstige Wirkung dieser Metalloxyde dahin erklären, dass sie durch ihre Gegenwart den Kalk gleichsam verdünnen, wodurch die chemische Einwirkung der Kieselsäure auf eine grössere Anzahl von Basen vertheilt wird.

Was über chemische Verwandtschaft und über Sättigungscapacität im Allgemeinen bekannt ist, passt nicht sehr für die Kieselsäure und ihre Verbindungen, und daher kommt es, dass in Folge der Ungewissheit, die darüber herrscht, nur Vermuthungen aufgestellt werden können.

Wenn z. B. eine Lösung von einem Aequivalent Kali und einem Aequivalent Natron mit einem Aequivalent Schwefelsäure zusammengebracht wird, so bildet sich nicht ein halbes Aequivalent schwefelsaures Kali und ein halbes Aequivalent schwefelsaures Natron, sondern die Schwefelsäure folgt der grösseren Verwandtschaft zum Kali und bildet bloss ein Aequivalent schwefelsaures Kali. Nimmt man ein Aequivalent Kali und drei Aequivalente Thonerde — zwei Körper, welche so gerne ein Doppelsalz bilden — so bildet sich durch Hinzugabe von einem Aequivalent Schwefelsäure nur ein Aequivalent schwefelsaures Kali und kein Alaun. Ganz anders ist es bei der Kieselsäure, denn wenn man in ein schmelzendes Gemenge von einem Aequivalent Kali und einem Aequivalent Natron Kieselsäure in beliebigen Mengen einträgt, so wird die Kieselsäure stets zur Hälfte an das Kali und zur Hälfte an das Natron gebunden sein.

Diese und viele andere Erscheinungen erschweren es daher ungemein, sich über die Verwandtschafts-Verhältnisse der Kieselsäure zu den Basen ein richtiges Bild zu verschaffen.

Gerade der Umstand, dass die Kieselsäure — mit mehreren Basen in der Hitze zusammengebracht — nicht die stärkste Base zuerst, sondern mehrere gleichzeitig auflöst, macht, dass, falls der Thon neben freier Kieselsäure auch Thonerde und Eisenoxyd im freien Zustande enthält, sich dieselbe (die Kieselsäure) nicht mit Kalk allein sättigen kann.

Man kann daher auch schon aus theoretischen Gründen die Behauptung a priori aufstellen, dass diese Oxyde durch ihre Anwesenheit die zu grosse Aufnahme von Kalk verhindern.

Beträgt die Menge der freien Thonerde und des Eisenoxydes mehr als die Silicate des Thones in der Hitze aufnehmen können, so bleibt der Rest als wirkungsloser Bestandtheil des Cementes zurück und verhindert so durch seine Anwesenheit die Adhäsion bei der Erhärtung unter Wasser.

Je grösser der Alkaligehalt eines Thones ist, desto geringer wird die Sättigungscapacität des schmelzenden Silicates dem Kalke gegenüber sein und desto geringer ist die Gefahr eines Todtbrennens zu befürchten. Aus diesem Grunde ist es erklärlich, warum Feldspat und überhaupt die stark alkalihaltigen Mineralien so vorzügliche Producte geben. Durch Zusatz von nur 3% Feldspat zur Cementmasse ist man im Stande, die hydraulischen Eigenschaften derselben um ein Bedeutendes zu erhöhen.

Wie man aus allem dem ersieht, kommt es beim Brande eines hydraulischen Bindemittels hauptsächlich darauf an, die Thonerdesilicate des Thones durch Aufnahme von Kalk aufzuschliessen, jedoch soll aber die Menge des aufgenommenen Kalkes eben nur so viel betragen, als zur Aufschliessung unumgänglich nothwendig ist. Wie gross dieses Minimum ist, ist bisher nicht festgestellt und ohne Zweifel von individuellen Eigenschaften der Rohmaterialien abhängig.

Um die übrigen Beimengungen, wie die Kieselsäure, das Eisenoxyd, die Thonerde etc., nutzbar zu machen, damit sie nicht durch ihre Dazwischenlagerung die Adhäsion verhindern, ist es nothwendig, sie zu zwingen, sich gegenseitig zu verschlacken (was bei Portland-Cement-Brennen durch den höheren Hitzgrad erzielt wird), wodurch ein secundäres Silicat gebildet wird, auf welches der noch frei gebliebene Kalk im Wasser reagirt.

Eine Ausnahme hievon machen die Alkalien; denn wie gross auch die Menge sein mag, welche der Fluß in Verbindung enthält, die Sättigungscapacität dieses Silicates ist im Wasser dem Kalke gegenüber gerade so gross, als ob diese Alkalien gar nicht vorhanden wären. Während diese Alkalien in der Hitze ihren Platz dem Kalke streitig machen, werden sie im Wasser hingegen von demselben mit grosser Leichtigkeit verdrängt (substituirt) und gehen in Lösung über, daher auch ein Wasser, in welchem sich hydraulischer Mörtel längere Zeit befindet, sich schlüpfrig anfühlt, weil die Alkalien im ätzenden Zustande darin enthalten sind.

Versuche, welche C. Zulkowsky mit vielen Thonarten angestellt hat, haben gelehrt, dass solche Thonarten, welche nahezu 10% freie Thonerde enthielten, zur Erzeugung eines künstlichen Portland-Cementes nicht tauglich waren; das Eisenoxyd hingegen wirkte in dieser Quantität noch schädlicher ein, und Thone, deren hoher Eisenoxydgehalt sich schon durch die Farbe bemerkbar machte,

ergaben die schlechtesten Resultate. Als Beleg hiefür dienen nachfolgende Analysen:

Thon Nr. 1 enthielt 56% Kieselsäure,	
1,984 Eisenoxyd	} im freien Zustande.
3,809 Thonerde	
Thon Nr. 2 enthielt 56% Kieselsäure,	
5,578 Eisenoxyd	} im freien Zustande.
5,621 Thonerde	
Thon Nr. 3 enthielt 56% Kieselsäure,	
7,5 Eisenoxyd	} im freien Zustande.
6,2 Thonerde	
Thon Nr. 4 enthielt 56% Kieselsäure,	
9,41 Eisenoxyd	} im freien Zustande.
5,66 Thonerde	

Die Qualität des aus Thon Nr. 1 und 3 erhaltenen Cementes war mittelmässig, aus Nr. 2 sehr gut, aus Nr. 4 sehr schlecht.

Sämmtliche Thonarten enthielten merkwürdigerweise dieselbe Kieselsäuremenge (56%) und fast dieselbe Menge an in Salzsäure unlöslicher Thonerde, (12,3 bis 12,7). Der unlösliche Theil enthielt nur sehr geringe Mengen von Eisenoxyd.

Es wurde bisher stillschweigend vorausgesetzt, dass der Thon hinreichend viel Alkali oder andere das Schmelzen begünstigende Basen enthält, um in der Hitze in Fluss zu gerathen; ist das nicht der Fall, so kann die Verschlackung der freien Basen nicht so leicht stattfinden, und wenn dieses Schmelzen durch einen enormen Hitzgrad erzielt werden soll, so ist ein Todtbrennen in der Praxis nicht zu verhindern. Eine solche bei einer zu heftigen Hitze hervorgebrachte Schmelzung geschieht immer nur auf Kosten der ganzen Kalkmenge.

Ausser den Alkalien ist es vorzüglich das Eisenoxydul (Fe O) und nicht das Eisenoxyd ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$), welches den Schmelzpunkt eines Thones sehr bedeutend erniedrigen kann; denn es ist bekannt, dass das Singulosilicat des Eisenoxyduls eine der leichtflüssigsten kieselsauren Verbindungen bildet. Ein Zusatz von Eisenoxyd, Kalk, Magnesia, Thonerde oder Kieselsäure macht es sofort strengflüssiger.

So z. B. ist der Arfvedsonit, eine Verbindung der Kieselsäure mit Eisenoxydul, so leichtflüssig, dass er in der Kerzenflamme zu schmelzen beginnt. Durch successive Oxydation dieses Minerals in der äusseren Löthrohrflamme steigt der Schmelzpunkt desselben bedeutend, und daraus folgt, dass durch Reduction dieses oxydirten Minerals der Schmelzpunkt erniedrigt werden müsse.

Während des chemischen Processes, welcher in der Hitze stattfindet, findet höchst wahrscheinlich in dem Masse, als das schmelzende

Silicat sich mit der freien Kieselsäure, der Thonerde und dem Eisenoxyd verbindet, eine Erhöhung des Schmelzpunktes statt, und es wird Fälle geben, wo die herrschende Temperatur des Ofens nicht hinreichen wird, das sich bildende Silicat flüssig zu erhalten. Es tritt sodann ein Moment ein, wo der Fluss immer zäher wird, und da in einem solchen Falle die Cohäsionsverhältnisse eine regere chemische, Thätigkeit zwischen den einzelnen chemischen Individuen schwächen oder ganz aufheben, so bleiben das Eisenoxyd, die Thonerde und die freie Kieselsäure zum grossen Theil als wirkungslose Bestandtheile des Portland-Cementes zurück.

Da zur gänzlichen Verschlackung der sogenannten Nebenbestandtheile ein niedriger Schmelzpunkt gehört und nicht allein die Bedingung, dass das Eisenoxyd, die Thonerde etc. in einem gewissen stöchiometrischen Verhältnisse stehen, so lag der Gedanke nahe, dass man durch Zuschläge, welche den Schmelzpunkt erniedrigen, in manchen Fällen ein ungleich besseres Resultat erzielen müsse.

Dies ist auch vollkommen gelungen. Puddelschlacken, als feines unfühlbare Pulver der Cementmasse beigemischt, bewirkten sofort die Bildung des Flusses, wenn dies ohne deren Hinzugabe nicht erreicht werden konnte. Die Menge dieses Zuschlages betrug nicht mehr als 3—5% und die Analyse desselben ergab auf 62% Eisenoxydul 18% Kieselsäure. Während der Portland-Cement vordem erdig aussah und eine braunrothe Farbe besass, wurde er durch diesen Zusatz sogleich schön schwarzgrün gefärbt. Dasselbe geschah bei Anwendung von Feldspat, in einigen Fällen durch fein geschlämmten Colcothar (englisches Roth). Durch Zusatz von Kochsalz sank der Schmelzpunkt so tief herab, dass von drei Proben keine einzige richtig gebrannt werden konnte, indem die Masse vollkommen zusammenschmolz.

Auf die grössere oder geringere Schmelzbarkeit des Thones hat schon Professor Pettenkoffer in München ein grosses Gewicht gelegt und deshalb den Alkalien eine grosse Rolle zugewiesen.

Versuche C. Zulkowsky's haben dargethan, dass auch das Eisenoxydul dadurch, dass es den Schmelzpunkt des Thones bedeutend herabstimmen kann, den Impuls zu einer regeren chemischen Wechselwirkung, zu einem vollständigen Verschlacken aller Thonbestandtheile — natürlich unter Aufnahme von Kalk — geben kann.

Weil es eine erwiesene Thatsache ist, dass eine oxydirende Flamme der Güte eines Cementes nicht so zuträglich ist als eine reducirend wirkende, so darf man vielleicht nicht ohne Grund annehmen, dass durch Ueberführung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd, eine Erhöhung des Schmelzpunktes und daher ein geringerer Grad der Verschlackung die Folge ist, und wird man auch von der Wahrheit nicht zu ferne sein, wenn man noch dazu die Ver-

nuthung ausspricht, dass eine reducirend wirkende Flamme, d. i. eine mit Kohlenoxyd- und Kohlenwasserstoffgas geschwängerte, glühende Atmosphäre das Eisenoxyd einer Cementmasse zu Eisenoxydul reduciren und daher eine leichtere Schmelzung begünstigen kann.

Im Vorhergehenden wurde hauptsächlich jener Bestandtheile gedacht, welche unter dem Namen Thon zusammengefasst werden, dabei aber stillschweigend vorausgesetzt, dass der Kalk des natürlichen oder künstlichen hydraulischen Kalkes frei von Magnesia sei und wurde auch schon früher bemerkt, dass stark magnesiahaltige Kalke (namentlich Dolomite) zur Erzeugung eines Portland-Cementes (hydraulische und Cementkalke ausgenommen) sich nicht eignen. Da nun aus alldem klar hervorgeht, dass zur Erreichung eines guten Resultates der natürliche hydraulische Kalk oder die Cementmasse keine solche Substanzen enthalten darf, welche der leichteren Schmelzbarkeit der sich bildenden Silicate hinderlich sind, so kann keinen Augenblick gezweifelt werden, durch welche Eigenschaften die Magnesia nachtheilig ist.

Es gibt wenige Basen, welche so schwer schmelzbare Verbindungen mit der Kieselsäure geben wie die Magnesia und da sich in der Hitze nicht nur der Kalk, sondern auch die Magnesia mit den Thonsilicaten verbinden, so entstehen solche schwer schmelzbare Verbindungen, dass eine Verschlackung der Thonbestandtheile nur bei den höchsten und schwer erreichbaren Temperaturen möglich ist.

Letzteres ist auch die Ursache, dass dolomitische Mergel bei einer Temperatur (von circa 500° C) calcinirt werden, welche hinreichend ist, nur die Kohlensäure der Magnesia auszutreiben. Bei so erstellten Cementkalken ist dann die Magnesia der cementirende Bestandtheil.

Versuche, welche der Verfasser mit einem dolomitischen Mergel aus Tirol vorgenommen hat, ergaben, dass bei einem Gehalte von 8% kohlenaurer Magnesia die Flussbildung, d. i. ein richtiges Brennen der Portland-Cementmasse, noch möglich war, während bei einem Gehalte von 14% die Masse wohl etwas gesintert, aber ein erdiges rostgelbes Aussehen erhielt und das Product nur eine geringe Bindekraft besass.

Wenn daher zur Erzeugung eines Portland-Cementes solche Rohmaterialien verwendet werden müssen, die einen namhaften Gehalt von kohlenaurer Magnesia besitzen, so erscheint es empfehlenswert, dass die Dauer der Hitze durch die Intensität ersetzt werde, damit die Magnesia keine Zeit habe, sich in grösseren Mengen mit den Thonsilicaten zu verbinden.

Verhalten mancher inländischer Kalkmergel während des Brennprocesses.

Ein eigenthümliches Verhalten mancher Kalkmergel während des Brennprocesses in Folge ihrer chemischen Zusammensetzung soll an dieser Stelle näher erörtert werden. Manche Kalkmergel erfordern eine heftige und kurze, andere hingegen eine langsam gesteigerte, zuletzt heftige Hitze. Endlich gibt es auch solche, die keinen höheren Hitzgrad vertragen können, ohne sofort in Fluss zu gerathen. Für die letzteren gibt es gar kein Mittel, um sie richtig zu brennen, denn werden sie schwach gebrannt, so bleibt der Cement roh und liefert einen schlechten hydraulischen Mörtel; wird die Temperatur aber nur im geringen Grade überschritten, so beginnt der Kalkmergel sogleich zu schmelzen, und alle hydraulischen Eigenschaften gehen verloren. Es findet vom rohen zum geschmolzenen Zustande fast gar kein Uebergang statt, — und setzt man ein derartiges Stück einer sehr langsam gesteigerten Hitze aus, so beginnt der Kalkmergel an seiner Aussenseite zu verglasen, während das Innere desselben noch ganz roh ist. Die Glaskruste ist aber von dem rohen Kerne ganz scharf getrennt, ein Zeichen, dass die Hitze gar keinen Mittelzustand zwischen diesen beiden Extremen zu schaffen vermag.

Diese letztere Erscheinung kommt bei vielen Kalkmergelspecies namentlich bei Aptychen-Kalkmergeln vor, bei welchen das Gestein nach dem Schmelzen eine eigenthümliche schwefelgelbe Farbe annimmt und gänzlich unbrauchbar wird.

Es kommt öfter vor, dass die guten Eigenschaften eines Kalkmergels durch das Calciniren in nicht entsprechenden Brennöfen vielfach vermindert werden, so z. B. ist eine neutrale oder *reducirend* wirkende Flamme für die Güte mancher Cemente weit zuträglicher, als eine *oxydirend* wirkende, welch' letztere die hydraulischen Eigenschaften eines Cementes nicht unerheblich verschlechtert, und folgt daraus von selbst, dass bei der Construction der Oefen und der Art ihrer Bedienung auf diese Thatsache ein besonderes Gewicht gelegt werden müsse, welcher Umstand bei der Beschreibung der einzelnen Ofensysteme eingehender besprochen wurde.

Durch ein *oxydirendes* Feuer erhält der Cement zumeist eine rostbraune Farbe, indem das Eisenoxydul, welches in den Rohmaterialien fast nie fehlt und auch nie fehlen soll, in Eisenoxyd übergeht; diese Farbe ist auch in den meisten Fällen ein charakteristisches Kennzeichen der geringeren Qualität.

Dass dieses Braunwerden in der That die Wirkung einer *oxydirend* wirkenden Hitze ist, kann an einem Stücke des Kalkmergels oder der Cementmasse beobachtet werden, welches nach richtigem Erbrennen

noch eine Zeitlang in der Hitze verblieb. Gewöhnlich findet sich bei einem solchen Stücke in der Mitte des Querschnittes eine normale Cementkalk-Farbe (bei Portland-Cement eine schwarzgrüne), während der äussere Rand einen rostbraunen Ring zeigt.

Diese Erscheinung beweist also, dass die erwähnte Farbenänderung thatsächlich das Resultat einer Oxydation war, welche von Aussen gegen das Innere concentrisch vor sich gegangen ist.

Ist die reducirend wirkende Flamme einerseits für die Güte des Cementes zuträglich, so erscheint dieselbe für manche der vorge-dachten Kalkmergelspecies geradezu nachtheilig, namentlich aber dann, wenn man auf die Kohlenqualität, — in deren Wahl man stets rationell zu Werke gehen soll, — keine Rücksicht genommen hat.

Das folgende auf Thatsachen gestützte Beispiel wird hierüber einen interessanten Aufschluss geben.

Wenn die Braun- oder Steinkohle viel Schwefel enthält und im Ofen ein stark reducirendes Feuer herrscht, so bildet sich aus dem Schwefel und dem Eisenoxyd durch die Einwirkung der Hitze „einfach Schwefeleisen“, welches sich in die Masse des Cementes einschmilzt. Dieses geschieht um so leichter, je backender die Kohle ist. Der auf diese Weise erstellte Cement enthält demnach „Schwefeleisen“ beigemennt, welches sich dann im Inneren des hydraulischen Mörtels durch Vermittlung des Wassers zu Eisen-vitriol (schwefelsaures Eisenoxydul) oxydirt. Dieses Salz wird jedoch durch den Aetzkalk sogleich zersetzt, und es bildet sich „Eisen-oxyduloxyd“.

Ein solcher Mörtel bindet zwar gut, die äussere Rinde erhält auch nicht selten eine ziemliche Härte, aber das Innere wird gar nicht fest, ja es wird sogar weicher, wenn es vor dem geschilderten Process, nämlich vor der Zersetzung des Eisenoxyduloxydes durch den Aetzkalk schon eine grössere Härte besass.

Die Bruchfläche eines solchen Cementkalkes ist durch das Eisenoxyduloxyd schwarzblau gefärbt und erhält an der Luft eine rostgelbe Farbe.

Daraus geht nun hervor, dass durch Dazwischenlagerung der genannten Verbindungen die Adhäsion der einzelnen Theilchen wesentlich gehindert wird.

Darstellung des Portland-Cementes.

Zur künstlichen Darstellung des Portland-Cementes wird Kalk (CaO CO_2) und Thon, jedes im feinst zertheilten Zustande benützt und wird der Kalk wo thunlich nur in Form von Kreide, Plenärkalk, Aetzkalk oder selbst Kalkabfälle in Verwendung ge-

nommen, weil er in dieser Form meist aus den weichen Schalen abgestorbener mikroskopischer Organismen bestehend sehr weich und nicht krystallinischer Natur ist, der mechanischen Verarbeitung daher wesentlich weniger Schwierigkeiten entgegenbringt, als der krystallinische Kalkstein. Während Kreide, Kreidemergel, Plenärkalk durch blosses Mahlen oder Schlämmen in ein äusserst feines Pulver verwandelt werden können, bedarf es bei dem Kalkstein zu dessen Verschrottung schon schwerer Steinbrechmaschinen und Walzwerke. Ursprünglich wurde der Cementmörtel in England auch aus Kreide und Chausséestaub zusammengesetzt und die Mischung calcinirt; später fand man, wie eingangs bemerkt, dass auch der äusserst fein zertheilte blaue Thonschlamm der Themse vermisch mit Kalk einen ausserordentlich festen Cement gibt.

In beiden Fällen ist es die natürliche feinste Vertheilung beider Materialien, Strassenstaub und Flussschlamm, welche sie für die Cementfabrikation so besonders auszeichnet.

Gegenwärtig werden die Rohmaterialien zur Cementfabrikation entweder auf nassem oder trockenem Wege vorbereitet; bei ersterer Methode wird die feinst gemahlene, geschlemmte Kreide oder Aetzalk mit dem Thone (als feinen Schlamm) auf das Innigste gemengt, am besten auf gewöhnlichen Thonschneidern; oder man mahlt Thon und Kalk auf Kollermühlen unter reichlicher Wasserzuführung zusammen. Hiebei wird ein hinreichend zartes Pulver abgeschlämmt, welcher Schlamm vom Wasser befreit sodann in die Messermaschine (Thonschneider) gelangt und, um die nöthige Consistenz zu erhalten, mit trocken pulverisirten Massen gleicher Art versetzt wird.

Auf trockenem Wege mahlt man Kalk und Thon trocken jedes für sich und mischt sie dann, oder aber pulverisirt sie beide gleichzeitig. Die Pulver gehen dann, mit etwas Wasser vermisch, durch Thonschneider.

Die auf die eine oder andere Art bereitete Cementmischung wird in Ziegelformen gebracht, wenn möglich gepresst, getrocknet, bis zur Sinterung gebrannt und sodann vermahlen.

Um zu guten Fabrikations-Resultaten zu gelangen, muss man vorerst eine grössere Anzahl von Versuchen anstellen, die verschiedenst combinirten Mischungen brennen und die so erhaltenen Cemente analysiren und praktischen Proben unterwerfen.

Da sich das Mischungsverhältnis stets nach der chemischen Zusammensetzung der componirenden Bestandtheile richtet, so ist es auch nicht möglich, hierin eine bestimmte Weisung zu ertheilen.

In der Regel ist man von dem richtigen Verhältnisse nicht weit entfernt, wenn man auf 30 Theile ganz trockenen Thon 70 Theile

kohlensauren Kalk oder auf 23 Theile trockenen Thon 31 Theile frisch gebrannten Kalk (Aetzkalk) nimmt; vorausgesetzt, dass der Thon keine kohlensaure Erden und der Kalk keine thonigen Beimengungen enthält.

Die künstliche Darstellungsweise des Portland-Cementes, so sehr man ihr auch gewisse Vortheile nicht absprechen kann, wird in Oesterreich-Ungarn nur in einigen Cementfabriken angewendet, weil, wie schon früher bemerkt, das natürliche Vorkommen von Kalkmergeln in so richtigen chemischen Zusammensetzungen und an so vielen Orten zu verzeichnen ist, dass es sehr unökonomisch wäre, diese Rohstoffe nicht auszubeuten.

Die Grenzen, innerhalb welcher sich die chemische Zusammensetzung der künstlichen und natürlichen Portland-Cemente bewegt, sind aus den nachstehenden Analysen vorzüglicher in- und ausländischer Cemente ersichtlich. (Siehe Tabelle Seite 168).

Der Brennprocess bei Portland-Cement.

Wenn ein Körper durch die Hitze in einen halbgeschmolzenen Zustand gerathen ist, so sagt man, er ist „gefrittet“ worden.

Bei jenem Momente des Aufschliessungsprocesses der Thonerdesilicate, welcher in dem früheren Abschnitte über die „Theoretischen Ansichten des Aufschliessungsprocesses der Thonerdesilicate während des Brennens“ durch Fig. 3 dargestellt ist — wo das Thonerdesilicat durch Aufnahme von Kalk basischer geworden ist (die weich gewordenen Thonerdekügelchen α vergrößern sich bis zur gegenseitigen Berührung) und der Rest des Kalkes von dem Kalkthonerdesilicat eingeschlossen wird, kann man die Art dieser Veränderung, welche die Cementmasse bei normalem Brande erfahren hat, ebenfalls mit „fritten“ bezeichnen.

Wenn jedoch die soeben erwähnten im Flusse befindlichen Thonerdekügelchen einer weiteren höheren Temperatur von circa 1800° C ausgesetzt werden, so tritt wieder ein Moment ein, in welchem diese Cementmasse bis auf circa Zweidrittel ihres ursprünglichen Volumens schwindet, „sintert“ und ein Schlacken ähnliches Aussehen erhält. Die Masse wird sodann grau und nimmt in Folge der Bildung eines Calciumferrates oder Ferrosilicates einen Stich ins Grüne an.

Eine in diesen Zustand übergeführte künstliche Cementmasse oder ein Kalkmergel gibt jenes Product, welches mit dem Namen „Portland-Cement“ bezeichnet wird.

Die Masse eines jeden richtig gebrannten natürlichen oder künstlichen Portland-Cementes hat eine Aehnlichkeit mit der Masse des Porcellains — wenn man die Heterogenität derselben vergleicht.

Post-Nummer	In 100 Theilen des gebrannten Kalkes											Analytiker		
	Kalk	Magnesia	Kieselsäure	Thon	Eisenoxyd	Mangan	Kali	Natron	Schwefelsäure	Wasser	Kohlensäure		Sand	
1	Englischer Robins-Portland	58,22	0,80	23,00	7,55	5,04	.	0,98	1,70	1,56	0,98	2,48	2,68	Pettenkoffer
2	" Wyatt-Portland	59,06	0,82	24,07	6,92	3,41	.	0,73	0,87	2,65	.	.	1,47	Michaëlis
3	Französischer Boulogner Portland	61,75	.	25,10	7,25	4,50	.	.	0,40	.	.	.	1,00	Vicat
4	" Pouilly Roman	49,60	.	26,00	10,00	5,10	.	.	1,19	0,85	.	7,26	.	"
5	Preussischer Stern-Portland	61,64	.	23,00	6,17	2,13	.	.	.	.	.	.	.	Michaëlis
6	" Bonner Portland	57,88	1,85	23,81	9,98	5,22	.	0,59	0,71	1,11	.	.	.	Hopfgarten
7	Oesterreich. Perlmooser Portland	60,81	2,89	22,63	7,06	2,42	.	1,54	1,29	0,47	0,60	0,88	.	Prof. Bauschinger
8	" Judendorfer Portland	64,50	2,25	21,92	5,88	3,60	.	0,50	1,00	.	.	0,85	.	"
9	Ungarischer Eperieser Portland	63,57	0,73	23,61	6,09	4,07	.	0,70	1,15	.	.	.	.	Hauenschild

Nummer 1 bis 6 sind künstlich, 7, 8 und 9 direct aus Kalkmergel erstellte Portland - Cemente.

Sowohl die Grundmasse des Porcellains, als auch jene des Portland-Cementes ist ein Körper, der nicht geschmolzen erscheint und dennoch von einer geschmolzenen Masse eingeschlossen ist. Beim Porcellain nennt man dieses geschmolzene Silicat, welches demselben den gewissen Grad von Halbdurchsichtigkeit verleiht, den Fluss.

Diese Benennung des geschmolzenen Silicats, welches die Grundmasse einhüllt, lässt sich demnach auch im Allgemeinen auf die Cementkalke übertragen.

Bei jedem hydraulischen Kalke wird, falls den chemischen Bedingungen bezüglich der Rohstoffe und ihrem Mischungsverhältnisse Rechnung getragen wurde, nach einem, dem zu erstellenden Producte entsprechend richtig ausgeführten Brande, der Fluss das Innere des Kalkes in geringerem oder stärkerem Grade durchziehen, und das äussere Aussehen der gebrannten Cementmasse variirt sodann je nach der Stärke der Flussbildung.

Ist die Menge des Flusses gering, wie dies beim Brennen der hydraulischen und Cementkalke verlangt wird, so sieht die Cementmasse erdig, mehr oder weniger grünlich, gelb oder lichtbraun aus, und das specifische Gewicht ist gegenüber dem Rohstoffe in Folge des hygroskopischen Wasserverlustes und der Kohlensäure geringer geworden.

Je stärker die Flussbildung, desto dunkler ist die Farbe, desto grösser die Cohäsion, und die Cementmasse sieht endlich bei vermindertem Volumen (indem sie zusammensintert und specifisch schwerer wird) einer schwarzgrünlichen, matt aussehenden porösen, theilweise mit Schwundrissen durchzogenen Schlacke ziemlich ähnlich.

Das folgende Bild Fig. 4 vergegenwärtigt eine noch nicht vollständige Sinterung der Portland-Cementmasse. Fig. 5 ein vollkommen gesintertes Stück der Masse, in welchem letzterem die sphärischen Zwickel mit dem nicht gebundenen Kalke, wie dies in Fig. 3 und 4 noch ersichtlich, verschwunden sind.

In jedem Falle steht ein Cement, welcher den gedachten Fluss in geringer Menge enthält, bezüglich seiner hydraulischen Eigenschaften, weit hinter jenem zurück, bei dem sich derselbe stark, respective im richtigen Masse entwickelt hat.

Auf diesem erfahrungsgemässen Grundsatz beruht auch die eminente Festigkeit der Portland-Cemente gegenüber den hydraulischen und Cementkalken.

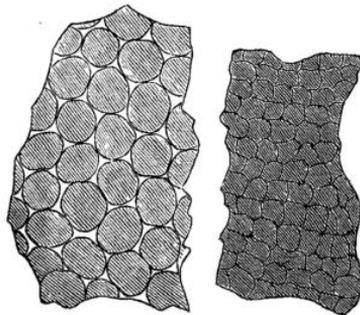


Fig. 4.

Fig. 5.

Ursachen des Zerfallens der erbrannten Portland-Cementmasse.

Manche Thonarten verleihen den aus denselben erzeugten Portland-Cementen die sehr sonderbare Eigenschaft, dass solche nach erfolgtem Brande während des Abkühlens zerfallen.

Diese Erscheinung ist wohl jedem Cementfabrikanten bekannt und tritt nicht nur bei Portland-Cementen, sondern auch bei einzelnen überbrannten Stücken eines aus Kalkmergel erbrannten Cementkalkes auf.

Diese Erscheinung äussert sich bekanntlich auf folgende Weise:

Wenn eine Partie des Cementes aus dem Ofen herausgeschafft wird, so zeigt es sich manchmal, dass während des Abkühlens die Oberfläche des Haufens sich mit einem feinen aschgrauen Mehle zu bedecken anfängt, dessen Menge concentrisch gegen das Innere in rapidem Masse zunimmt. Erscheint der Haufen von dem Mehle völlig überdeckt, so bemerkt man ein Vibriren der Mehlerdecke, als wenn die Theilchen mit einer gewissen Gewalt von dem Ganzen losgetrennt würden. Die Art dieser eigenthümlichen Bewegung lässt sich ungefähr versinnlichen, wenn man sich einen grossen Haufen lebender Milben vorstellen würde.

Ist nun der Cement so weit abgekühlt, dass man denselben ohne Gefahr anfassen kann, so ist ungefähr $\frac{3}{4}$ seines Gewichtes in ein sehr zartes Pulver zerfallen und der Rest besteht aus Stücken, deren Grösse die einer Nuss selten übersteigt.

Nach vorgenommenen Untersuchungen besitzt das Mehl die nämliche procentische Zusammensetzung wie der unzerfallene Portland-Cement und liefert einen Mörtel, der nicht die mindeste Härte erlangt, während der unzerfallene Cement einen, wenn auch nicht vorzüglichen, so doch weitaus besseren hydraulischen Mörtel liefert. — Woher diese Anomalie?

Der Schlüssel zur Erklärung dieses entgegengesetzten Verhaltens ergibt sich sogleich, wenn man die absoluten Gewichte gleicher Volumina untersucht. Eine Tonne des zerfallenen Cementes wiegt 100 kg, eine Tonne des unzerfallenen wiegt im gemahlene Zustande fast das Doppelte.

Es ist schon von mehreren Chemikern auf das bestimmteste nachgewiesen worden, dass die Dichte (des Cementkalkes nur bis zu einem gewissen Grade, in der Regel 840 bis 900 kg per 1 m³ locker oder gesiebt gemessen — und die des Portland-Cementes nicht unter 1250 kg per 1 m³ lose gesiebt) einen der wirksamsten Factoren bei dessen Erhärtung bildet, und ist es über allen Zweifel erhaben, dass zu leichte **silicathältige** Cemente in Folge

ihrer geringen Dichte die Widerstandsfähigkeit gegen chemische, wie gegen mechanische Einflüsse nicht in jenen Massen erreichen können, als dies bei dichteren, mithin specifisch schweren silicathältigen Cementen der Fall ist.

Es ist durchaus nothwendig, sich dieser Thatsache immer zu erinnern, wenn man es mit der Production oder Verarbeitung der hydraulischen Bindemittel zu thun hat, denn nicht Alles darf man von der chemischen Action der Bestandtheile erwarten. Man ist sehr leicht geneigt, bei solchen abnormen Erscheinungen sofort die chemischen Kräfte als die allein wirkenden zu bezeichnen, ohne zu bedenken, dass Affinität und Cohäsion durchaus nicht genöthigt sind, parallel zu gehen.

Merkwürdig bleibt es, dass nach Versuchen C. Zulkowsky's dieselbe Cementmasse im Gebläseofen gebrannt, die Eigenschaft des Zerfallens nicht besass, und dass dieses eigenthümliche Verhalten bei den zahllosen Versuchen, die im Kleinen mit den verschiedenartigsten Thonsorten durchgeführt wurden, niemals beobachtet werden konnte.

Je grösser der Kalkgehalt einer künstlichen Cementmasse oder eines Kalkmergels ist, desto schwerer sintern dieselben im Feuer zusammen und nimmt die Fähigkeit des Zusammensinterns mit dem Gehalte an Thon stets zu. So unbedingt nothwendig ein starkes Zusammensintern für die Güte des Cementes ist, so darf man sich dennoch nicht bestimmen lassen, die gewünschte Eigenschaft durch einen hohen Thonzusatz zu erzwingen, weil dies nur auf Kosten seiner Güte geschehen könnte.

Auch ist wohl zu beachten, dass zwischen zwei bestimmten Rohmaterialien nur ein einziges Verhältnis gibt, die relativ stärksten hydraulischen Eigenschaften zu erzielen und dieses Verhältnis muss sehr genau eingehalten werden, denn jede Abweichung straft sich sogleich durch eine weit geringere Qualität des Cementes.

Erfordert nun die Cementmasse eine hohe Temperatur, so müssen die Oefen derart eingerichtet sein, dass die nöthige Hitze ohne Schwierigkeiten erreicht werden kann.

Vielseitige Beobachtungen haben auch gezeigt, dass beim Brennen des Portland-Cementes in Schachtöfen mit nicht genügendem Luftzug — daher eine wohl intensive aber langsame Verbrennung des Brennstoffes (nach einigen französischen Werken ein sogenanntes vulkanisches Feuer) — das Zerfallen in höherem Masse erfolgte als in solchen mit starkem Luftzuge.

Ueber die weiteren Ursachen des Zerfallens des Portland-Cementes während des Abkühlens wird ferner bemerkt, dass diese Erscheinung

immer nur an stark gebrannten und dennoch wenig Fluss besitzenden Stücken wahrzunehmen ist.

Schwach gebrannte Stücke, welche mürbe sind und einen geringen Schwund erlitten haben, zerfallen nicht. Ist der Ofen derart construirt, dass der Cement Gelegenheit hat, sehr langsam abzukühlen, so ist das Zerfallen ebenfalls weit geringer.

Wenn man bedenkt, dass, in je geringerem Grade die Flussbildung, d. i. die gegenseitige Verschlackung der Individuen erfolgen konnte, desto grösser die Heterogenität des Cementes und der Zusammenhang der Theilchen sein müsse, so ist die Erklärung dieses Verhaltens keinen besonderen Schwierigkeiten ausgesetzt.

Man ist berechtigt, jedem Individuum einen anderen Ausdehnungs-Coefficienten zu vindiciren und wenn man die Spannung berücksichtigt, welche bei namhafteren Temperaturdifferenzen zwischen den Theilchen entstehen muss und bedenkt, wie gering der Zusammenhang derselben wird, so erscheint dieses Phänomen als natürliche Folge ungleichartig wirkender Molecularkräfte.

Bei schwach gebrannten Stücken muss die Spannung der Theilchen schon a priori nur unbedeutend sein und in der That zerfällt ein solcher Cement nicht.

Als Resultat aller bisher angegebenen Betrachtungen und Untersuchungen stellt sich heraus, dass im Allgemeinen angenommen, ein natürlicher oder künstlicher hydraulischer Kalk kein einziger homogener Körper, sondern im einfachsten Falle ein Gemenge zweier ist. Der erste ist der Kalk, der zweite ein Thonerdesilicat; der Fluss, in welchem sowohl der Kalk als auch die Thonerde durch vicarirende Verbindungen ersetzt sind oder ersetzt sein können.

Kennzeichen eines guten Portland-Cementbrandes und allgemeine Regeln zur Erstellung eines guten Portland-Cementes.

Wenn man den Cement während der Darstellung in seiner grössten Hitze jedoch vor dem Eintritte der Sinterung beobachten kann, wie dies z. B. die stehenden Flammenöfen oder Ringöfen gestatten, so bemerkt man, dass er einen gewissen Grad von Weichheit besitzt, denn ein Stoss mit einer Eisenstange verursacht keinen oder doch nur einen solchen Schall, welcher auf ein Hartsein dieser Masse nicht schliessen lässt. Erst während der Sinterung geräth die Masse bei gleichzeitiger Schwindung ihres Volumens bis auf $\frac{2}{3}$ der rohen Cementmasse, in einen zähen Zustand, welcher mit einem gelinde erwärmten Siegelwax oder einem plastischen Töpferthone verglichen werden kann.

Dies ist das Stadium, bis zu welchem Grade ein richtig erbrannter Portland-Cement gelangen muss. Bei Hochöfen (Schachtöfen) lässt sich dieser Vorgang selbstverständlich nicht verfolgen.

Der Anblick, den die, einer hohen Hitze ausgesetzte Cementmasse dem Beschauer gewährt, ist überraschend schön, weil das dem Kalke in der Glühhitze eigenthümliche phosphorische Leuchten, die Helle der im bläulich grünlichen Lichte glühenden Masse ungemein erhöht.

Betrachtet man die Bruchfläche eines richtig erbrannten Portland-Cementes mit der Loupe, so bemerkt man auf dieser Fläche eine Unzahl von Höhlungen und stänglichen Erhabenheiten in den mannigfaltigsten Formen und Farben, von welch' letzteren die schwarzgrüne vorherrscht. Die Bruchfläche sieht daher einer mit Stalaktiten bekleideten Höhlenwand nicht unähnlich und die erhabenen, gleichsam verfilzten Theilchen besitzen alle Eigenschaften, aus denen sich schliessen lässt, dass sie früher geschmolzen waren. Dem freien Auge hingegen erscheint die Bruchfläche immer matt. Dies sind nun die Kennzeichen eines richtig ausgeführten Brandes und eines richtigen Mischungsverhältnisses bei guten Rohmaterialien.

Lässt man aber die Cementmasse einer solchen heftigen Hitze zu lange ausgesetzt, so nimmt das matte Aussehen, die Schärfe der Bruchfläche beständig ab und endlich tritt der Moment ein, wo der Cement vollständig schmilzt und sich in Fäden ziehen lässt. In diesem Zustande erscheint er nicht mehr schwarzgrün, sondern braun oder schwarz, im Bruche homogen, glatt und muschlig; alle Eigenschaften, die man von einem Portland-Cemente fordert, sind verschwunden; er verhält sich wie gepulverter Quarz und ist gänzlich unbrauchbar.

Nach allen den vorangeführten Betrachtungen gelangt man zu dem Schlusse, dass die Darstellung eines guten Portland-Cementes beziehungsweise auch eines guten Cementkalkes sich auf nachstehende Grundsätze und Regeln basirt, und zwar:

Die hydraulischen Eigenschaften sind ganz und gar von der chemischen Zusammensetzung des Flusses, von dem Verhältnisse desselben zum Aetzkalk, und von dem specifischen Gewichte der Rohmaterialien abhängig. Die Kalkaufnahme, welche im Feuer vollständig erfolgt wäre, wenn die Cementmasse bis zur Verglasung in der Hitze belassen worden wäre, ist unterbrochen worden und setzt sich im Wasser beziehungsweise in der Mörtelmasse fort. Durch die Kalkaufnahme in der Hitze wird das Silicat in denjenigen Zustand versetzt, in welchem es geeignet ist, den Kalk auf nassem Wege aufzunehmen (es wird aufgeschlossen, in amorphem Zustand überführt). Je geringer nun die Menge des Kalkes sein kann, welcher sich in

der Hitze mit den Thonsilicaten nothwendigerweise zu verbinden hat, um die Aufschliessung und gänzliche Verschlackung herbeizuführen, desto grösser wird die Sättigungscapacität des Flusses und desto energischer die Einwirkung des Kalkes bei der Erhärtung im Wasser (als Mörtelmasse) auf denselben sein.

Wertstellung der Cemente.

Erscheinungen und deren Ursachen während des Erhärtens der Cementmörtel.*)

Wenn ein frischgebrannter guter Cementkalk oder Portland-Cement im gepulverten Zustande mit Wasser zu einem Mörtel angemacht wird, so tritt bald ein Moment ein, wo derselbe immer steifer wird und sich endlich nicht mehr formen lässt, ohne zu zerbröckeln.

Den Uebergang aus dem plastischen Zustande in den starren nennt man das Binden, und muss die Verarbeitung des Mörtels natürlich mit der nöthigen Eile geschehen, um dieses Binden schon während der Arbeit zu verhindern. Beim Befühlen gibt sich gleich nach erfolgter Bindung oft ein Erwärmen des Mörtels kund, welches jedoch nicht so stark sein darf, dass es der Hand unbequem wird; denn dann war entweder der Brand zu schwach oder es ist der Kalkgehalt des Kalkmergels oder der Cementmasse zu gross.

Wird der Cementstein nur bis zur Rothgluth erhitzt, welcher Hitzgrad bloss das Hydratwasser des Aetzkalkes entfernt, ohne dass der Thon eine wesentliche Aenderung erlitten, so tritt beim Anmachen mit Wasser eine so starke Erwärmung ein, wie sie beim Ablöschen des gewöhnlichen Kalkes zu sehen ist. Dieser Mörtel bindet nur schwach oder gar nicht, bleibt schwammig wie Kalkbrei und zerfällt sogleich, wenn er selbst nach längerer Zeit unter Wasser gebracht wird.

Wenn die Cementmasse oder der Kalkmergel einem etwas grösseren Hitzgrade ausgesetzt wird, so tritt wohl eine Besserung ein; der Mörtel erwärmt sich nicht mehr so stark, bindet wohl auch, bekommt aber Risse nach allen Seiten und zerfällt im Wasser.

Bei einem normal gebrannten Cemente kommen oft Risse zum Vorschein, welche, wenn sie Luft- oder Schwindungsrisse sind, gewöhnlich schon in den ersten Stunden nach dem Abbinden entstehen, während Treibrisse erst nach Tagen oder gar Wochen bemerkbar werden.

Nach einem richtigen Brande und bei einer richtigen chemischen Zusammensetzung eines Cementkalkes ist die Erwärmung nur sehr

*) Nach C. Zulkowsky.

mässig, weil ein grosser Theil des Kalkes gebunden und der Rest mit einer Hülle der verglasten Silicate umgeben ist, welche nur eine successive Hydratisirung des Kalkes gestattet, wodurch die Wärme nur allmählig frei wird.

Ist die Kalkmenge des Portland-Cementes oder Cementkalkes zu gross, so tritt selbst nach starkem Brande eine heftige Erwärmung des Mörtels ein, oder es macht sich dann im Wasser ein Abblättern der äusseren Rinde bemerkbar. Das Innere erhält in diesem Falle keine Härte und bleibt so weich wie gewöhnlicher Luftmörtel.

Ist der Brand zu heftig und zu andauernd gewesen, so erfolgt entweder eine schwache oder gar keine Bindung mehr und der Mörtel zerfällt im Wasser theilweise oder ganz.

Ist der Portland-Cement oder Cementkalk nicht mehr frisch, so tritt das Binden nicht mehr so rasch ein, und ist auch ein Erwärmen nicht wahrnehmbar.

In solchen Fällen darf der Mörtel nicht eher ins Wasser gelegt werden, als bis er an der Luft schon etwas fest geworden ist, weil durch ein frühzeitiges Eintauchen ein Zerfallen desselben herbeigeführt wird, trotzdem der Portland-Cement oder Cementkalk in vielen Fällen noch recht gut verwendbar gewesen wäre, und die Maximalhärte des frischen erreicht hätte.

Legt man einen frisch angemachten Mörtel in gewöhnliches Brunnenwasser, so bildet sich stets um denselben eine weisse flockige Masse, welche gleichsam aus dem Inneren des Mörtel herauszuwachsen scheint. Dieser Flaum entsteht in Folge einer Zersetzung der im Wasser gelösten Salze durch den Aetzkalk des Mörtels, welcher die Thonerde, das Eisenoxyd und die Bicarbonate niederschlägt.

Die Zunahme an Härte schreitet von Aussen nach Innern vor, und wird namentlich die äussere Rinde stets etwas härter als das Innere des Mörtels sein.

Erhält der hydraulische Mörtel eines Cementes im Wasser nach einiger Zeit Treibriisse, so stehen dessen Verwendung grosse Hindernisse im Wege; diese Risse sind nicht allein die Folgen eines zu schwachen Brandes oder einer ungleichförmigen Zusammensetzung, sondern sie entstehen auch dann, wenn der Kalk (bei künstlichen Mischungen und bei manchen Kalkmergel) griesig, also nicht hinreichend fein war. Im letzteren Falle bemerkt man die groben Theile des Aetzkalkes sowohl an der Cementmasse als auch an dem gebrannten Cemente in Form weisser Punkte, welche das Innere desselben durchziehen.

Die Temperatur des Wassers ist bei dem Erhärten von grossem Einfluss und es unterliegt keinem Zweifel, dass eine mässige etwa

30 — 40° C betragende Wärme dasselbe sehr unterstützt. Höhere Temperaturen beeinträchtigen das Erhärten merklich.

Bei grosser Kälte des Wassers oder während der rauhen Jahreszeit erfordert das Binden eine ungewöhnlich lange Zeit im Vergleich zu jener, welche bei warmer Witterung beobachtet werden kann, und es ist jedem Praktiker erinnerlich, dass in den Wintertagen **alle hydraulischen Producte** eine merkliche Abnahme ihrer Qualität zeigen.

Von der Thatsache, dass ein höherer Wärmegrad das Binden der hydraulischen Mörtel sehr unterstützt, kann man in manchen Fällen eine nützliche Anwendung machen.

Wenn ein hydraulisches Product entweder von der Natur aus oder durch langes Liegenlassen eine schwache Bindungskraft zeigt, so braucht man zum Anmachen des Mörtels nur lauwarmes Wasser von etwa 40° C zu nehmen und die günstige Wirkung zeigt sich sofort in einem weit rascheren Anziehen desselben.

Derartige Proben, welche mit schwach bindenden Cementsorten angestellt wurden, ergaben die günstigsten Resultate. So z. B. trat das Binden eines hydraulischen Mörtels, mit kaltem Wasser angemacht, in einer halben Stunde, mit warmen hingegen in vier Minuten ein; die Bindefestigkeit war aber bei dem mit kaltem Wasser angemachten Mörtel immerhin eine grössere.

Professor Lunge (Zürich) bemerkt, dass es auch durchaus nicht gleichgiltig ist, was für ein Wasser man zur Mörtelbereitung anwendet; ein möglichst klares und gleichzeitig hartes Wasser ist dem weichen zu bevorzugen, weil man gefunden hat, dass das Zerreissungsgewicht des mit ersteren angemachten Cementes 48,3 im zweiten Falle bloss 43,2 betragen hat.

Ueber die Erscheinungen, welche bei Cementen zu Tage treten, die in Schachtöfen und mit Kohlen von hohem Schwefelgehalt bei einem stark reducirten Feuer gebrannt sind, wurde bereits Seite 165 Erwähnung gethan.

Während der Erhärtung eines jeden hydraulischen Mörtels geht eine Farbenänderung desselben vor sich, jeder erhält ohne Ausnahme eine lichtere Farbe, und ist dieser Farbenübergang am auffallendsten bei den gelbbraunen Cementen, bei welchen der Mörtel nicht selten nach und nach einen grauen Farbenton annimmt.

Ferner macht Zulkowsky die Bemerkung, dass er einmal durch ein fehlerhaftes Brennen einen Cement erhalten, welcher eine völlig rostgelbe Farbe besass; der daraus erhaltene hydraulische Mörtel nahm in dem Masse an Härte zu, als diese Farbe verschwand und nach wenigen Wochen, als das Maximum seiner eigenthümlichen Härte eintrat, besass derselbe eine schöne steingraue Farbe.

Diese Farbenwandlung darf nicht wundern, denn sie entstand in Folge einer chemischen Action, indem aus dem ursprünglichen Silicate (dem Flusse) durch Kalkaufnahme ein neues gebildet wurde, welches immerhin eine andere Farbe besitzen kann.

Ueber den Einfluss des Wassers und der Atmosphäre auf die Festigkeit und Dauerhaftigkeit der hydraulischen Mörtel.

Zwei Agentien sind es, welche eine beständige Veränderung auf die hydraulischen Mörtel ausüben; diese sind: das Wasser und die Atmosphäre oder vielmehr die Kohlensäure derselben und sollen nun vorerst die Einflüsse des Wassers eingehend besprochen werden.

Eine mechanische Veränderung durch dasselbe bewirkt der Frost, indem das in den porösen hydraulischen Mörteln mittelst Capillarattraction enthaltene Wasser bei dem Gefrieren durch seine hierbei stattfindende Volumvergrößerung ein Zerklüften der Mörtelmassen herbeiführt.

Die chemischen Einwirkungen des Wassers zu erörtern und zu begründen, ist es nothwendig, sich vor Allem ein Bild von dem Löslichkeitsverhältnisse der im hydraulischen Mörtel gebildeten Silicate zu machen. Ueber dieselben hat Feichtinger in München Untersuchungen angestellt, die wichtig genug sind, um einer eingehenden Prüfung unterzogen zu werden.

Es wurden nämlich 15 Gramm eines Cementmörtels in fein gepulvertem Zustande zwei Monate hindurch mit destillirtem Wasser behandelt, wobei 60 Liter Wasser verbraucht wurden; es gingen 1,542 Gramm in Lösung über und diese enthielt

1,408	Gramm	Kalk,
0,032	„	Thonerde und
0,102	„	Kieselensäure
1,542	Gramm.	

Feichtinger findet diese Löslichkeit überraschend gross und fragt, wie es denn kommen mag, dass trotz derselben die ältesten Wasserbauten, welche mit hydraulischem Mörtel ausgeführt wurden, dem Wasser noch vollkommen Widerstand leisten.

Um diese Abnormität zu erklären, ist Feichtinger der Ansicht, dass die Kohlensäure des Wassers auf der Oberfläche der hydraulischen Mörtel eine Schichte von kohlensaurem Kalk bildet, welche das Innere vor Zerstörung schützt.

Zulkowsky bemerkt, dass diese Meinung nicht stichhältig sei, und dass es durchaus nicht nothwendig erscheine, sogleich chemische

Kräfte zur Erklärung dieser abnormen Erscheinung zu Hilfe zu nehmen.

Wenn in 60 Liter, das sind 60000 Gramm reinen Wassers 1,542 g des hydraulischen Mörtels löslich sind, so wird ein Theil desselben von 39000 Theilen Wasser gelöst.

Mehrere Thatsachen sprechen dafür, dass das Löslichkeitsverhältnis dieser Kalksilicate geringer sein müsse; dagegen löst sich ein Theil kohlenaurer Kalk schon in 10600 Theilen Wasser. (Fresenius.)

Es scheint ausserdem aus der Abhandlung hervorzugehen, dass die fixen Bestandtheile der 60 Liter destillirten Wassers nicht in Rechnung gebracht wurden, was bei Löslichkeitsbestimmungen schwer löslicher Körper nicht verabsäumt werden darf, wenn genaue und verlässliche Zahlen erhalten werden sollen.

Da ferner in jedem hydraulischen Mörtel Kalkhydrat vorhanden ist, so ist die gefundene Kalkmenge zu gross und es müsste die Quantität des Kalkhydrates von der Gesamtmenge des Gelösten abgezogen werden, um das richtige Resultat zu erhalten.

Die Gegenwart des freien Kalkes in dem hydraulischen Mörtel war wohl Feichtinger bekannt, denn er sagt auf Seite 13 seiner Abhandlung:

„Ob indess das reine Wasser oder das Kalkwasser (da in jedem hydraulischen Mörtel freier Kalk vorhanden ist) die Lösung der in den hydraulischen Mörteln enthaltenen Kalk- und Kalkthonersilicate bewirkt, konnte ich nicht feststellen; ich behalte mir indess noch nähere Versuche vor.“

Aus dem angegebenen Gange der Analyse geht aber deutlich hervor, dass darauf keine Rücksicht genommen wurde, und es kann aus dem darüber Angeführten angenommen werden, dass die Löslichkeit dieser Silicate geringer ist, als dies aus dem oberwähnten Versuche hervorzugehen scheint.

Wenn ein Körper einem lösenden Medium beständig ausgesetzt ist, so ist nicht das Löslichkeitsverhältnis allein für seine Dauerhaftigkeit (Widerstandsfähigkeit gegen den lösenden Einfluss) massgebend, weil ja nur die Zeit berücksichtigt wird, binnen welcher die Lösung erfolgt, und diese hängt zum grossen Theil auch von der Aggregation, Structur, Dichte etc. dieses Körpers ab.

Das Glas z. B. wird in Form eines sehr feinen Pulvers vom Wasser merklich gelöst und doch scheut man sich nicht die genauesten quantitativen Analysen in Glasgefässen auszuführen. Wird ein Stück Candiszucker und ein gleiches Gewicht des gewöhnlichen Raffinadzuckers in das Wasser gegeben, so ist, wie bekannt, die Differenz in der Zeit, binnen welcher die Lösung derselben erfolgt, eine sehr grosse!

Aus diesen zwei Beispielen folgert, dass, wenn ein Körper so beschaffen ist, dass er den lösenden Agentien viele Angriffspunkte zu bieten vermag, er stets leichter, das heisst in kürzerer Zeit gelöst sein wird, als wenn dies nicht der Fall wäre. Dies beweist das gepulverte Glas und der poröse Zucker, welcher, eine grosse Oberfläche bietend, ein viel leichteres Eindringen des Wassers gestatten als das massive Glas oder der krystallisirte Candiszucker.

Aus dem Löslichkeitsverhältnisse der Silicate eines hydraulischen Mörtels, welches sich approximativ aus Feichtinger's Versuchen ergibt, ist man jedoch noch nicht berechtigt, einen Schluss über die Dauerhaftigkeit des Mörtels im Wasser zu ziehen. Die absolute Menge des Gelösten (das Kalkhydrat mit eingerechnet) ist nur scheinbar gross, weil der hydraulische Mörtel nicht als feines Pulver, sondern als feste compacte Masse dem Wasser Widerstand zu leisten hat; dagegen sind zur Beurtheilung der Dauerhaftigkeit eines hydraulischen Mörtels mehrere Parallelversuche mit anderen Gesteinen nothwendig, deren Widerstandsfähigkeit gegen den lösenden Einfluss des Wassers hinlänglich bekannt ist.

Da nun der kohlen saure Kalk ein weitaus grösseres Löslichkeitsverhältnis besitzt, als die Silicate des hydraulischen Mörtels und die Art des Vorkommens derselben im besagten Mörtel seine Beschaffenheit den Silicaten gegenüber bezüglich der Widerstandsfähigkeit nicht bevorzugt, so ist auch nach Zulkowsky's Ansicht kein Grund vorhanden, der Kohlensäure des Wassers die Conservirung des hydraulischen Mörtels zuzuschreiben.

Wenn ein hydraulischer Mörtel im plastischen Zustande einem Drucke ausgesetzt wird, wie dies z. B. immer der Fall ist, wenn er als Bindemittel zum Vermauern in Verwendung kommt, so wird seine Dichte und sein Festigkeitsvermögen erheblich vergrössert.

Je dichter aber derselbe ist, desto geringer die Summe der hohlen Räume, folglich auch die Wassermenge, welche der Mörtel zu absorbiren vermag und desto schwerer findet ein Austausch oder eine Mischung des eingeschlossenen Wassers mit demjenigen statt, welches den Mörtel äusserlich umgibt. Ein Auslaugen des Inneren wird also dadurch erschwert und das Löslichkeitsverhältnis des hydraulischen Mörtels bietet noch Garantien genug, dass man für die dem Wasser unmittelbar ausgesetzte Oberfläche nicht zu fürchten braucht. Nachdem bereits erprobt worden, dass ein guter hydraulischer Mörtel weit weniger Wasser absorbirt, als viele der besten Bausteine, so ist auch anzunehmen, dass die geringe Einwirkung des Wasser auf hydraulischem Mörtel sich ganz ungezwungen auf die eben erwähnten Thatsachen zurückführen lässt.

Die Menge des Wassers, welche zum Anmachen des

hydraulischen Mörtels verwendet wird, ist durchaus nicht gleichgiltig und es kann nicht genug aufmerksam gemacht werden, diese Menge immer nur auf ein Minimum zu beschränken.

Je dünner ein hydraulischer Mörtel angemacht wird, desto geringer das specifische Gewicht der erhärtenden Masse, d. h. desto mehr nimmt die Masse ab, welche in einer Volumseinheit enthalten war.

Es ist selbstverständlich, dass die absolute und relative Festigkeit eines hydraulischen Mörtels geringer werden muss, wenn in einem bestimmten Volumen die Masse eines Körpers abnimmt.

Mit der Abnahme des specifischen Gewichtes nimmt natürlicherweise die Porosität zu, folglich tritt eine Verminderung der Widerstandsfähigkeit gegen den lösenden Einfluss des Wassers und der mechanischen Einwirkung des Frostes ein.

Bei allen hydraulischen Arbeiten, bei welchen eine rasche Aufsaugung des dem Mörtel überschüssig zugesetzten Wassers stattfindet, ist der schädliche Einfluss des letzteren wenig oder gar nicht bemerkbar und zwar namentlich dann, wenn innerhalb der Zeit, binnen welcher der Mörtel aus dem plastischen in den starren übergeht, die Aufsaugung vollständig erfolgen kann.

Mit der Abnahme des specifischen Gewichtes nimmt auch die Festigkeit eines hydraulischen Mörtels in weit höherem Grade ab, und durch Unkenntnis und Nachlässigkeit in der Mörtelbereitung können die hydraulischen Eigenschaften bis zur Unkenntlichkeit herabgestimmt werden.

Daraus erhellt zur Genüge, wie nothwendig es ist, bei vergleichenden Proben über die absolute und relative Festigkeit verschiedener hydraulischer Mörtel sich dieser angeführten Thatsachen immer zu erinnern und die Dichte jedesmal zu berücksichtigen.

Die Kohlensäure des Wassers und der Atmosphäre ist auch ein Agens, welches den hydraulischen Mörtel fortwährend verändert und diese Zersetzung scheint begünstigt zu werden, wenn derselbe der Luft und dem Wasser abwechselnd in nicht zu grossen Zeitintervallen ausgesetzt ist. Die Kohlensäure äussert ihre Wirkung auf den freien und auch auf den an Kieselsäure gebundenen Kalk, indem es denselben allmähig in ein kohlen-saures Salz verwandelt.

Feichtinger's Versuche haben gezeigt, dass die Zersetzung des gebundenen Kalkes nicht vollständig erfolgt, und dass ungefähr ein Drittel desselben der Einwirkung der Kohlensäure widersteht. Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass auch mit der Zunahme an Dichte eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung der Kohlensäure resultirt.

Eine Ueberzeugung hievon kann man sich leicht in der Weise verschaffen, dass man aus besonders dünn angemachten Cementmörtel einen Cylinder giesst. Der unterste Theil, welcher einem grösseren Drucke ausgesetzt war, besitzt nach dem Erstarren die grösste Härte, und diese nimmt gegen das obere Ende hin stetig ab. Der oberste Theil bleibt so mürbe, dass man mit dem Nagel ohne Mühe einzelne Stücke abbröckeln kann.

Wenn dieser Cylinder einige Monate hindurch — mit Wasser theilweise bedeckt — liegen bleibt, so erhält er bis in das Innere eine völlig weisse Farbe. Mit Säuren übergossen, braust die Masse sehr stark auf, denn der grösste Theil des schon gebundenen Kalkes hat sich in kohlen sauren Kalk umgewandelt.

Daraus ergibt sich auch, dass Beton-Mauerwerke — oder aus Beton angefertigte Trottoirplatten, Werksteine etc. in Folge des Stampfens, Schlagens (Comprimirung) der Beton-Mörtelmasse in kurzer Zeit eine enorme Härte und Festigkeit erlangen.

Ueber den Einfluss der im Meerwasser gelösten Salze auf hydraulische (silicathältige) Mörtel.

Die in dem Seewasser gelösten Salze wirken auf einen jeden Körper ein, der mit chemischer Affinität begabt ist, umsoweniger werden sie sich daher gegen den hydraulischen Mörtel indifferent verhalten, nachdem derselbe eine bedeutende Menge freien Kalkes enthält.

Die Einwirkung des Seewassers hat namentlich bei Betonbauten, welche mit hydraulischen Mörtel in mehreren Häfen ausgeführt wurden, zu solchen Misserfolgen geführt, dass sich mehrere der erfahrensten Ingenieure, besonders aber Vicat, Noël und Néhou, bewogen fanden diese Frage einem besonderen Studium zu unterwerfen.

Das Seewasser enthält im Allgemeinen die Basen: Natron, Kali, Magnesia und Kalk in Verbindung mit Kohlensäure, Chlor und Schwefelsäure.

Es ist bekannt, dass das Erhärten des hydraulischen Mörtels die Folge einer chemischen Verbindung des Aetzkalkes mit dem im Feuer gebildeten Flusse ist und zwar sowohl direct als auch durch Substitution.

Wenn nun eine oder die andere dieser Substanzen von den im Seewasser gelösten Salzen alterirt wird, während die chemische Einwirkung dieser Bestandtheile im vollen Gange ist, so resultirt daraus folgerichtig, dass das Erhärten mehr oder weniger beeinträchtigt werden müsse.

Es lässt sich wohl voraussetzen, dass das Thonerdesilicat (der Fluss) des Cementes von diesen Salzen kaum eine Aenderung erfahren dürfte, aber anders verhält es sich mit dem Kalke.

Chlornatrium und Chlorkalium wirken auf den Aetzkalk wenigstens nicht in bemerkbarer Weise ein; die schwefelsauren Verbindungen der Alkalien hingegen bewirken eine Bildung von Gyps, durch welche ein Aufblähen und Abblättern des hydraulischen Mörtels herbeigeführt wird; abgesehen davon, dass das Erhärten schon durch Entziehung des Aetzkalkes beeinträchtigt wurde.

Chlormagnesium wird durch den Aetzkalk zersetzt; es bildet sich Magnesiahydrat und Chlorcalcium. Die Cohäsion des hydraulischen Mörtels wird durch dieses Salz vermindert, die Masse dagegen nicht zertrümmert, weil das Magnesiahydrat nicht krystallinisch ausscheidet.

Die schwefelsaure Magnesia wirkt sehr energisch, die Producte der Zersetzung sind Gyps und Magnesiahydrat, beide schwer löslich. Der hydraulische Mörtel wird durch dieses Salz besonders stark angegriffen.

Diese hier besprochenen Einwirkungen beziehen sich auf Mörtelmassen, welche nach erfolgter Bindung sogleich oder doch in kurzer Zeit dem Seewasser ausgesetzt werden, wo also die chemische Action zwischen Kalk und Thonerdesilicat im vollen Gange ist.

Wird aber schon ein im süßen Wasser gänzlich erhärteter hydraulischer Mörtel im Seewasser untergetaucht, so beschränkt sich die Einwirkung zumeist nur auf den noch im Ueberschusse befindlichen Aetzkalk, weil sich der grösste Theil desselben schon mit dem Thonerdesilicat verbunden hat. Es darf jedoch nicht geleugnet werden, dass einige dieser Salze auch auf das Silicat, welches sich bei der Erhärtung durch Verbindung des Flusses mit dem Kalke bildet, eine zersetzende Einwirkung ausüben, welche jedoch nicht so gross ist und die Dauer des hydraulischen Mörtels nicht ganz gefährdet.

Die Einwirkung obbenannter Salze ist somit chemischer und die der Zersetzungsproducte mechanischer Natur. Chemischer Natur, durch das Entziehen einer grossen Menge Kalk aus dem Mörtel, wodurch seine Wirkung überhaupt beeinträchtigt wird und mechanischer Natur, weil sich die schwer löslichen Zersetzungsproducte zwischen die einzelnen Theilchen der Masse lagern und eine Trennung derselben bewirken. Das HerauskrySTALLISIREN des Gyps wirkt ähnlich wie der Frost, da der Uebergang des gelösten Körpers in den festen Zustand mit einer Vergrösserung seines Volumens verbunden ist und dadurch eine Zerklüftung herbeigeführt wird.

Vergleicht man die chemische Zusammensetzung des Wassers der Bienenmeere untereinander und mit dem des Oceans, so findet man bedeutende Differenzen hinsichtlich des Verhältnisses, in welchem die bereits genannten Salze darin vorhanden sind. So z. B. enthält das Wasser in 1000 Theilen:

	Canal la Manche nach Schweitzer	Mittelländ. Meer nach Laurent	Nordsee nach Clemm
Chlornatrium	27,06	27,22	24,84
Chlorkalium	0,77	0,01	1,35
Chlormagnesium	3,66	6,14	2,42
Schwefelsaure Magnesia	2,30	7,02	2,06
Schwefelsaurer Kalk	1,40	0,15	1,20
Kohlensaurer Kalk	0,03	0,20	0,00
Brommagnesium	0,03	0,00	0,00
Salzgehalt	35,25	40,74	31,87

Man sollte meinen, dass die salinische Einwirkung des Meerwassers an den Orten einer grösseren Verschiedenheit in dem Mischungsverhältnisse der darin gelösten Salze eine ungleiche müsste sein und nach den drei angeführten Analysen sollte das Wasser des mittelländischen Meeres — wegen des weitaus grösseren Gehaltes an Chlormagnesium und schwefelsaurer Magnesia — die Mörtelmassen weit stärker angreifen als das Wasser des Canal la Manche.

Die Versuche, welche Vicat und Néhou ausgeführt hatten, haben indessen gezeigt, dass das Wasser des Oceans an den Küsten des Canal la Manche, obgleich weniger gesättigt mit schwefelsaurer Magnesia, doch ziemlich eben so wirkt, wie das Wasser des mittelländischen Meeres.

Fasst man diese Ergebnisse zusammen, so gelangt man zu der Folgerung, dass ein hydraulischer Kalk, welcher sich im Süsswasser vollkommen bewährt, im Seewasser seine Dienste dennoch versagen könne, dass also für Marinebauten ein ganz specieller hydraulischer Kalk angewendet werden müsse. *)

Wie aus Vorstehendem zu ersehen, ist zur Erzeugung eines **silicathältigen Cementes** für Marinebauten der Kunst ein sehr beschränkter Spielraum zugewiesen.

Ueber die Sandzusätze beim hydraulischen Mörtel.

In den meisten Fällen wird dem hydraulischen Mörtel eine grössere oder geringere Menge Sand beigemischt, welche innerhalb

*) Ein solches Baumaterial scheint in dem k. k. a. pr. Albolith-Cementkalk gefunden zu sein. Auch wurde für diesen Zweck ein Baryt-Cement versucht. Siehe Notizblatt des Deutschen Vereines von Dr. H. Seger, 1872, IV. Heft Seite 293. A. d. V.

gewisser Grenzen gehalten werden muss, wenn man einen bestimmten Zweck erreichen will, da, wie sich von selbst versteht, die Widerstandsfähigkeit des hydraulischen Mörtels gegen mechanische und chemische Einflüsse mit der Zunahme des Sandes abnehmen muss. Die Menge des Sandzusatzes richtet sich auch nach den individuellen Eigenschaften des verwendeten hydraulischen Kalkes, denn zwei hydraulische Kalke, deren Mörtel bezüglich ihrer relativen und absoluten Festigkeit keine Unterschiede zeigen können, differiren — mit gleichen Sandzusätzen — oft erheblich in ihren Eigenschaften.

Diese Beimengung, welche auch manchmal aus Gründen der Sparsamkeit geschieht, erfordert, dass der hiezu verwendete Sand gewisse Eigenschaften besitzen müsse, wenn man nicht Gefahr laufen will, den beabsichtigten Zweck zu verfehlen.

In keinem Punkte geschehen in der Praxis so viele Missgriffe als eben da; denn es scheint kaum glaublich, welchen Einfluss die Grösse, Form und die Reinheit des Sandes auf das Erhärten und die Widerstandsfähigkeit des hydraulischen Mörtels ausübt.

Da der Sand mit dem hydraulischen Kalk zuerst im trockenen Zustande sorgfältig gemengt wird, so ist es nothwendig, dass der Sand vollkommen trocken sei, weil der hydraulische Kalk durch Wasseranziehung stellenweise erhärtet, und ein bröckliges Gemenge darstellt, welches sich im Wasser nicht vollständig zertheilen lässt. Ein solches Mittel erhält auch nicht mehr seine eigenthümliche Festigkeit.

Feiner Flusssand, auch Flugsand, dessen Körnchen durch die mechanische Einwirkung des Wassers rund geworden sind, eignet sich zur Mörtelbereitung nicht, denn ein mit obbezeichneten Sandgattungen zubereiteter hydraulischer Mörtel bindet und erhärtet so langsam, und erhält nicht selten eine so geringe Cohäsion, dass schon manche Praktiker sich bewogen fanden, die Ursache nur in einer schlechten Beschaffenheit des Cementes zu suchen.

Dies ist namentlich dann der Fall, wenn der Sand theilweise fein, d. h. staubiger Natur ist.

Ist der Sand rein, scharf anzufühlen und von mittelgrossem Korn, etwa solchen wie die Prüfungsnormen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines für die Anfertigung der Zugfestigkeits-Probekörper vorschreiben, so tritt das Binden und das Erhärten oft so rasch ein, als hätte man den Cement ohne Zusatz angewendet; ist der Sand hingegen eisenschüssig oder mit Thon verunreinigt (wie solcher häufig bei den Wiener Bauten aus ökonomischen Gründen angewendet wird), so ist er gar nicht zu verwenden, weil das Binden oft gar nicht zu erwarten ist und die Cohäsion auch nicht den gewünschten Grad erreicht. Ebenso wesentlich ist die Grösse der Sand-

körner, denn bei einem gewissen Grade der Feinheit tritt eine merkliche Verminderung der Cohäsion ein. Sand, welcher in einer Achat-
schale zum feinsten Mehle gerieben worden, gibt mit hydraulischem
Kalke einen Mörtel, der äusserst langsam bindet und eine sehr geringe
Festigkeit erhält. Diese Festigkeit steigt dann progressiv mit der
Grösse der Sandkörner bis zu einer gewissen Grenze, welche
wieder nicht überschritten werden darf.

Ursachen des schnellen und langsamen Abbindens der Cementkalke.

Der Verfasser dieses Werkes hat sich während seiner lang-
jährigen Praxis über die Ursachen des schnellen und langsamen Ab-
bindens eines Cementkalkes eingehender beschäftigt und es sollen
die Resultate seiner Beobachtungen, welche mit Hinblick auf die
Prüfungsnormen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-
Vereines einiges Interesse bieten dürften, hier näher besprochen
werden.

Bei den bekanntermassen unendlich mannigfachen chemischen
Zusammensetzungen der inländischen zur Cementkalk-*Erzeugung*
verwendeten Kalkmergelspecies, wovon früher schon verhandelt wurde,
muss bei der Calcinirung — um zu guten Resultaten zu gelangen —
den Verhältnissen zwischen Kalk und Thonerde Rechnung getragen
werden.

In der Voraussetzung, dass unter den Thonerdesilicaten der
Thon ($Al_2 O_3$) und die Kieselsäure ($Si O_3$) in den gewissen richtigen
Verhältnissen besteht, wird in der Regel ein Kalkmergel mit 21 bis
26% und mit 36 bis 50% Thonerdesilicaten aus begreiflichen — und
bereits erklärten — Gründen schwächer, jener aber mit 27 bis
35% normal gebrannt sein, woraus sich abermals erklärt, dass eine
normale, also richtige chemische Zusammensetzung — demzufolge
ein bevorzugtes Product — auch einen normalen Brand er-
fordert.

Eine unter diesen strikte begrenzten Bedingungen durchgeführte
Calcinirung gibt einen schnell bindenden Cementkalk und es
wird nur bei einigen selten vorkommenden vorzüglichen Kalkmergel-
species — deren Product für Ornamentabgüsse bestimmt ist — ein
rasches Brennen angewendet.

Die Prüfungsnormen verlangen für diese Cementkalksorte, ohne
Rücksicht auf die chemische Zusammensetzung, einen Zugfestigkeits-
Coefficienten nach 7 und 28 Tagen von 1·5, beziehungsweise 4 kg
pro \square cm.

Durch längeres Ablagern wird bekanntlich sowohl der
Cementkalk als auch der Portland-Cement langsam bindend. Die

Ursache liegt in der Einwirkung der Atmosphäre auf das gemahlene Product.

Der Grad des langsamen Abbindens nach einem bis zu einer zulässigen Grenze erfolgten Ablagerens hängt unbedingt mit der chemischen Zusammensetzung des Cementkalkes zusammen, so z. B. wird ein Cementkalk mit 21 bis 26% Thonerdesilicate — weil hier der Kalk noch im grossen Ueberschuss (nahe der Grenze der mageren Kalke) vorhanden ist, — äusserst langsam, derjenige mit 27 bis 35% in bedeutend geringerem Masse und der mit 36 bis 50% fast unmerklich langsam bindend.

Ein langsames Abbinden tritt aber bei allen jenen Cementkalken ohne Rücksicht auf das percentuelle Verhältnis zwischen Kalk und Thonerdesilicaten auch dann ein, wenn in dem Thonerdesilicat der Thon (Al_2O_3) und die Kieselsäure (SiO_2) in einem ungünstigen Verhältnisse zu einander stehen, so z. B. erfordert der in der Tabelle Seite 135 Post 23 angeführte Lábatlaner Cementkalk, welcher im gebrannten Zustande nur 17,41% Kieselsäure gegenüber 22,37% Thon enthält, einen Zeitraum von mehreren Stunden ja Tagen zum Abbinden, welches ungemein langsames Abbinden nur in dem höchst ungünstigen Verhältnisse zwischen Kieselsäure und Thon seinen Grund hat. Es ist erwiesen, dass ein aus reiner Thonerde (Al_2O_3) also frei von Kieselsäure oder von jenen Silicaten, welche die Stelle der Kieselerde vertreten, mit Kalk erstellter Cementkalk unter Wasser gar nicht und an feuchten Orten äusserst langsam und mit sehr geringer Festigkeit erhärtet.

Dass Cementkalk von so unrichtigen chemischen Zusammensetzungen selbst in dem Falle, wenn sie die bestimmte Zugfestigkeit nach den Prüfungsnormen erlangen, zu den verlässlichen und brauchbaren Cementkalken nicht eingereiht werden können, ist erklärlich.

Für diese, entweder durch Ablagerung oder in Folge unrichtiger chemischer Zusammensetzung langsam bindend gewordene Cementkalk schreiben die Prüfungsnormen eine höhere Zugfestigkeit nämlich 3 beziehungsweise 6 kg pro \square cm vor.

Es muss daher angenommen werden, dass bei Aufstellung der Prüfungsnormen für Cementkalk hauptsächlich von dem leitenden Gedanken ausgegangen wurde, dass die Ursachen des langsamen Abbindens und die damit verbundene bessere Qualität eines Portland-Cementes auch bei Cementkalken massgebend sein müssen.

Ebenso erscheint die Beurtheilung der Cementkalk nach den Zugfestigkeitsergebnissen nicht die am glücklichsten gewählte Methode. Der Verfasser hat in einem längeren Artikel in dem „österreich. Thonwaaren-Techniker“ ex 1879, Nr. 2 als er zur Kenntnis gelangte, dass der österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein

Prüfungsnormen für Cementkalk aufzustellen Willens ist, unter vielen anderen Bemerkungen auch darauf hingewiesen, dass die Festigkeitsermittlungen auf Druck und nicht auf Zug fixirt werden sollen.

Wie täuschend und nachtheilig eine Zugfestigkeitsprobe für Consumenten und Fabrikanten sein kann, ergibt sich aus dem einfach gewählten ämtlichen Resultate zweier inländischer schnell bindenden, nicht abgelagerten Cementkalk:

Tradigister Cementfabrik.

Nach 7 Tagen	Zugfest. 2,86 kg	Druckfest. 52,80 kg
„ 28 „	„ 6,72 „	„ 72,23 „

E. Tichy & Söhne, Kalk- und Cementfabriken in Kaltenleutgeben
Nieder-Oesterreich.

Nach 7 Tagen	Zugfest. 5,13 kg	Druckfest. 32,10 kg
„ 28 „	„ 8,58 „	„ 48,77 „

Es ist demnach zu hoffen, dass der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein, dem die Bestrebung und aner kennenswerte gewissenhafte Thätigkeit in dieser Richtung hin nicht abgesprochen werden kann, bei allfälliger Aufstellung neuer Prüfungsnormen für Cementkalk diese schwebende Frage in — für Fabrikanten und Consumenten — befriedigender Weise lösen wird.

Beton- oder Concretbau-Mörtel.

Beton- oder Concretbau nennt man das Verfahren, wonach aus Betonmörtel d. h. aus einem Gemenge von Cement, Sand, Schotter und Wasser, Fundirungen bei Wasserbauten, Gebäuden, Mauern etc. durch Stampfen des Betonmörtels hergestellt werden.

Diese Baumethode wurde auch im In- und Auslande auf ganze Gebäude (auch Strassenbrücken, Wasserleitungscanäle, Durchlässe etc.) ausgedehnt und findet man in Frankreich, Deutschland, besonders in England vier bis fünf Stock hohe Gebäude in Beton ausgeführt.

Die Mischungsverhältnisse sind verschieden und richten sich hauptsächlich nach der Wichtigkeit des Bauobjectes.

So z. B. würde zu 1 m³ gestampfter Betonmauer bei einem Mischungsverhältnisse 1:6 erforderlich sein:

0,2 m ³	Cementkalk,
0,4 „	Sand,
0,8 „	Schotter,
0,2 „	Wasser,
1,6 „	Gesammtmaterial,

welche in Betonmauerwerke 1 m³ starre Masse geben.

Die augenscheinliche Schwindung erklärt sich dadurch, dass feinkörnigere Materialien die Zwischenräume der gröberer Körner, beide zusammen wieder die Schotterzwischenräume ausfüllen, das Wasser ganz aufgesogen, und der lockere Zusammenhang des Betonmörtels durch das Stampfen zusammengepresst wird, wodurch das Volumen überhaupt verringert wird.

Die Bereitung des Betonmörtels wird bei kleineren Bauten durch Handarbeit, bei grösseren Bauobjecten durch Anwendung von eigens hiezu aufgestellten Mörtelmaschinen, deren Construction in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines ex 1865 Heft 2 und 3, so wie in anderen Fachwerken beschrieben sind, vorgenommen.

Nachstehends folgen die vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine aufgestellten Prüfungsnormen für Portland-Cement und Cementkalk, deren Abdruck seitens des Vereines freundlichst gestattet wurde.

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement.

I.

Portland-Cement ist nach dem Gewichte mit Preisstellung für 100 kg Brutto zu handeln.

Es sollen die Fässer mit Normalgewicht in den Handel gebracht, und zwar mit 250 kg Brutto- und 238 kg Netto-Gewicht per Fass.

Die Lieferung in Säcken ist zulässig und sollen diese ein Normalgewicht von 50 kg Brutto erhalten.

Streuverluste, sowie etwaige Schwankungen im Einzelgewichte können bis zu 2% nicht beanständet werden.

Die Fässer und Säcke sollen die Firma der betreffenden Fabrik und die Bezeichnung des Brutto-Gewichtes tragen.

Erklärungen zu I. Aus Rücksichten für die einfachere Uebnahme und zur Hintanhaltung von Unzukömmlichkeiten erscheint es als nothwendig, ein einheitliches Gewicht der Packung der Fässer und Säcke, in denen Portland-Cement geliefert wird, vorzuschreiben.

Die in England übliche Packung der Fässer zu 180 kg Brutto ist jetzt auch für Deutschland eingeführt, obwohl dort bisher auch Fässer mit 200 kg Brutto-Gewicht gebräuchlich waren.

Das für Oesterreich angenommene Brutto-Gewicht der Fässer von 250 kg entspricht jedoch am besten dem bisherigen Durchschnittsgewichte der österreichischen Packung und wird eine Verwechslung mit den Normalfässern der deutschen Packung zu 180 kg Brutto wegen der erheblichen Gewichts-differenz nicht möglich sein.

40 Fass österreichischer Packung machen daher eine Waggonladung von 10.000 kg aus.

Die im Auslande übliche Bezeichnung „Tonne“ anstatt „Fass“ wird nicht angenommen, weil dadurch Verwechslungen des Volumens mit dem Gewichte Tonne (1000 kg) entstehen können.

Für die Säcke empfiehlt sich aus Gründen der leichteren Manipulation und der inländischen Gepflogenheit das Brutto-Gewicht von 50 kg, so dass fünf Säcke im Brutto-Gewichte einem Fass gleichkommen.

II.

Je nach der Art der Verwendung kann Portland-Cement als langsam oder rasch bindend verlangt werden.

Langsam bindende Portland-Cemente sind solche, welche ohne Sandzusatz nicht vor einer halben Stunde abbinden.

Erklärungen zu II. Um die Bindezeit eines Portland-Cementes zu ermitteln, rühre man den reinen Cement mit Wasser zu einem steifen Brei an und bilde auf einer Glasplatte einen etwa 1.5 cm dicken, nach den Rändern hin dünn auslaufenden Kuchen.

Sobald der Kuchen so weit erstarrt ist, dass derselbe einem leichten Druck mit dem Fingernagel oder mit einem Spatel widersteht, ist der Cement als abgebunden zu betrachten.

Da das Abbinden von Portland-Cement durch die Temperatur der Luft und des zur Verwendung gelangenden Wassers beeinflusst wird, insoferne höhere Temperatur dasselbe beschleunigt, niedere Temperatur dasselbe verzögert, so sollen die Versuche, um zu übereinstimmenden Resultaten zu gelangen, bei einer mittleren Temperatur des Wassers und der Luft von etwa 15—18° C vorgenommen, oder wo dies nicht möglich ist, die jeweiligen Temperaturverhältnisse immer in Berücksichtigung gezogen werden.

Während des Abbindens darf langsam bindender Portland-Cement sich nicht wesentlich erwärmen, wogegen rasch bindende Cemente eine merkliche Temperaturerhöhung aufweisen können.

Portland-Cement wird durch längeres Lagern in der Regel langsamer bindend, vorzugsweise aber in seinem ganzen Verhalten zuverlässiger, und gewinnt bei trockener Aufbewahrung eher an Güte, als dass er an seiner Qualität Einbusse erleidet. Contract-Bestimmungen, welche nur frische Waare vorschreiben, sollten daher in Wegfall kommen.

Für die meisten Zwecke kann langsam bindender Cement angewendet werden und es ist diesem der leichteren und zuverlässigen Verarbeitung und seiner höheren Bindekraft wegen der Vorzug zu geben.

III.

Portland-Cement soll sowohl an der Luft, als wie auch unter Wasser volumbeständig sein.

Als entscheidende Probe soll gelten, dass ein dünner auf einer Glasplatte ausgegossener Kuchen von reinem Portland-Cement, nach der Abbindung unter Wasser gelegt, auch nach längerer Beobachtungszeit durchaus keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen darf.

Erklärungen zu III. Der zur Bestimmung der Bindezeit angefertigte Kuchen wird mit der Glasplatte unter Wasser gebracht.

Bei rasch bindenden Cementen kann dies schon nach $\frac{1}{4}$ bis 1 Stunde nach dem Anmachen der Probe geschehen, bei langsam bindenden dagegen darf es, je nach ihrer Bindezeit, erst nach längerer Zeit, bis zu 24 Stunden nach dem Anmachen, stattfinden.

Zeigen sich nun nach den ersten Tagen, oder nach längerer Beobachtungszeit, an den Kanten des Kuchens Verkrümmungen oder Risse, so bedeutet dies unzweifelhaft „Treiben des Cements an, d. h. es findet in Folge einer allmähigen Lockerung des zuerst gewonnenen Zusammenhanges, unter Volumenvermehrung, eine Abnahme der Festigkeit statt, welche bis zum gänzlichen Zerfallen des Cementes führen kann.

IV.

Portland-Cement soll so fein als möglich gemahlen sein.

Keinesfalls darf derselbe auf einem Siebe 900 Maschen per Quadrat-Centimeter mehr als 20⁰/₁₀₀ Rückstand hinterlassen.

Erklärungen zu IV. Da Portland-Cement fast nur mit Sand, und in vielen Fällen mit hohem Sandzusatz verarbeitet wird, die Festigkeit eines Mörtels aber um so grösser wird, je feiner der dazu verwendete Cement gemahlen ist — weil dann mehr Theile des Cementes zur Wirkung kommen — so ist die feine Mahlung des Cementes von nicht zu unterschätzendem Werte

Es erscheint daher angezeigt, die Feinheit des Kornes durch ein Sieb von obiger Maschenweite einheitlich zu controliren, umso mehr als erwiesen ist, dass feinere Mahlung die geringere Qualität des Cementes an sich, bei Sandmischungen insbesondere, mehr als ausgleichen kann.

Es wäre indess irrig, wollte man aus der feinen Mahlung allein auf die Güte eines Cementes schliessen.

V.

Die Bindekraft von Portland-Cement soll durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt werden.

Die Prüfung soll auf Zugfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen und zwar an Probekörpern von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitte und mit richtig construirten Zerreißungs-Apparaten.

Die Zerreißungsproben sind an Probekörpern von 5 □ cm Querschnitt der Bruchfläche vorzunehmen.

Für die Probekörper ist die Form angenommen, welche in naturgrosser Zeichnung zu ersehen ist.

Erklärungen zu V. Obgleich in der Praxis Portland-Cement fast nur auf Druckfestigkeit in Anspruch genommen wird, so ist doch wegen der Kostspieligkeit der bis jetzt bekannten Apparate und schwierigeren Ausführbarkeit der Proben von der Prüfung auf Druckfestigkeit Abstand genommen und die weit leichtere und einfachere Prüfung auf Zugfestigkeit gewählt worden, umso mehr als die vorgeschriebenen Proben vor Allem die leicht ausführbare Vergleichung der Eigenschaften des zum Baue gelieferten Cementes bezwecken sollen und die Zugfestigkeit einen genügenden Schluss auf die Druckfestigkeit zulässt.

VI.

Die Proben auf Zugfestigkeit sollen an Körpern, welche aus einem Gewichtstheile Portland-Cement und drei Gewichtstheilen Sand angefertigt wurden, vorgenommen werden.

Die Zerreißungsproben haben nach 7 Tagen und 28 Tagen Erhärtungsdauer stattzufinden.

Die Probekörper müssen die ersten 24 Stunden an der Luft von da ab bis unmittelbar vor Prüfung unter Wasser aufbewahrt werden.

Als Minimal-Zugfestigkeit wird für die Probe nach 7 Tagen 8 kg, nach 28 Tagen 12 kg per \square cm festgesetzt.

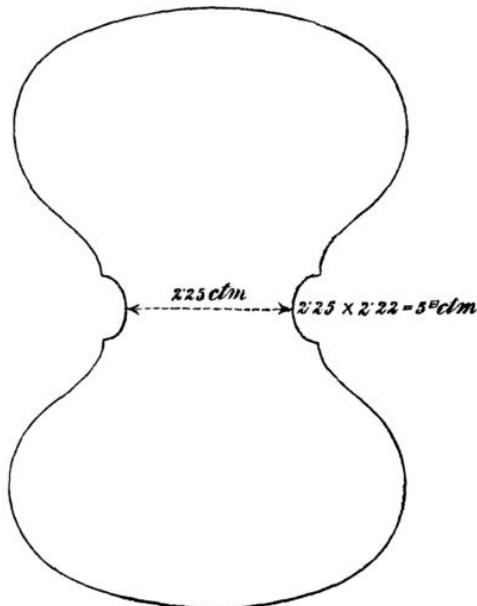
Der zur Anfertigung der Probekörper zu verwendende Normalstand soll aus quarzigem, reinem Sande in der Weise gewonnen werden, dass man den in der Natur vorkommenden entsprechenden Sand durch ein Sieb von 64 Maschen per \square cm siebt, dadurch die größten Theile ausscheidet und aus dem so erhaltenen Sand mittelst eines Siebes von 144 Maschen per \square cm noch die feinsten Theile entfernt, so dass der Rückstand auf letzterem Siebe der Normalstand ist.

In Fällen, wo sich kein geeigneter natürlicher Sand vorfindet, kann der Sand durch Pochen von Quarz (Kieseln) erzeugt werden.

Der Wasserzusatz wird mit 10% des Gewichtes der Trockensubstanz bestimmt, insoferne nicht ein Fabrikat ein anderes Verhältnis für sein Product empfiehlt. In diesem Falle muss jedoch vor der Probevornahme der geeignete Wasserzusatz vom Fabrikanten angegeben werden.

Jeder Prüfung sind zehn Probekörper zu unterziehen, die Durchschnittsziffer aus den sechs höchsten Resultaten ist als die massgebende anzusehen.

Bei schnell bindenden Cementen können die obigen Zugfestigkeiten nicht beansprucht werden.



Form der Probekörper.

Erklärungen zu VI. Die Probekörper sind zur Erzielung von möglichst gleichlautenden Resultaten auf folgende Art anzufertigen:

Man legt auf eine zur Aufertigung der Probe dienende Glasplatte fünf mit Wasser getränkte Blättchen Fliesspapier und setzt hierauf fünf vorher gut gereinigte und mit Wasser angenetzte Formen.

Dann wiegt man 250 g Portland-Cement und 750 g trockenen Normalsand ab und mischt beides in einer Schale gut durcheinander.

Hierauf bringt man 100 g Wasser hinzu und arbeitet die ganze Masse mit einem Spatel so lange durch, bis dieselbe ein gleichmässiges Ansehen zeigt.

Man erhält auf diese Weise einen sehr steifen Mörtel, welcher das Aussehen von frisch gegrabener feuchter Erde hat und sich in der Hand gerade noch ballen lässt.

Mit diesem Mörtel werden die Formen auf einmal so hoch angefüllt, dass sie stark gewölbt voll werden; nun schlägt man mittelst eines eisernen Anmachspatels (im Gewichte von circa 150–200 g), anfangs schwach, den überstehenden Mörtel in die Form so lange ein, bis derselbe elastisch wird und an seiner Oberfläche sich Wasser zeigt. Das bis zu diesem Moment fortgesetzte Einschlagen ist unbedingt erforderlich.

Ein nachträgliches Aufbringen und Einschlagen von Mörtel ist nicht statthaft, weil die Probekörper gleiche Dichtigkeit erhalten müssen.

Man streicht nun das die Form überragende Material mit einem Messer ab und glättet mit demselben die Oberfläche.

Nachdem die Probekörper hinreichend erhärtet sind, löst man durch Oeffnen der Schrauben oder Klammern die Formen behutsam ab und befreit die Probekörper von dem noch etwa anhaftenden Fliesspapier.

Das Cement-Comité des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines:

Dr. G. Rebhann,
Obmann.

E. Gaertner,
Obmann-Stellvertreter.

F. Berger,
Schriftführer.

J. Chailly,
O. Merz,
F. Stach,
Dr. A. Curti,
W. Renschler,

Dr. E. Teirich,
J. Ritter v. Klink,
H. Schmidt,
H. Wehrenpfenning.

Vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein berathen und genehmigt in den Geschäftsversammlungen am 9. und 30. November 1878, laut Protokoll Nr. 1942 und 2111 ex 1878.

Wien, am 3. December 1878.

Der Vereinsvorsteher:
Carl Pfaff, m. p.

Der Vereinssecretär:
E. R. Leonhardt, m. p.

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Cementkalk.

I.

Cementkalk ist nach dem Gewichte mit Preisstellung für 100 kg Brutto zu handeln.

Es ist wünschenswert, dass die Fässer mit Normalgewicht in den Handel gebracht werden, und zwar mit 250 kg Brutto- und 238 kg Nettogewicht per Fass.

Die Lieferung in Säcken ist zulässig und haben diese ein Normalgewicht von 50 kg Brutto zu erhalten.

Streuverluste, sowie etwaige Schwankungen im Einzelgewichte können, bei Lieferung in Normalfässern oder in Säcken, bis zu 2% nicht beanständet werden.

Die Fässer und Säcke sollen die Firma der betreffenden Fabrik, die Bezeichnung des Bruttogewichtes und das Datum der Füllung tragen.

Erklärungen zu I. Die Lieferung in Fässern mit einheitlichem Gewichte ist wegen der Vereinfachung im Handel und in der Uebernahme sehr wünschenswert, es unterbleibt jedoch dermalen die obligatorische Bestimmung der Lieferung in Fässern mit Normal-Gewicht, weil nach Angabe der Fabrikanten die Herstellung der Gebinde und dadurch auch der Preis des Materiales vertheuert würde.

Das als wünschenswert bezeichnete Normal-Gewicht von 250 kg Brutto entspricht dem Durchschnittsgewichte der bisherigen österreichischen Packung. Für die Lieferung in Säcken wird ein einheitliches Gewicht zur Vorschrift gemacht.

Das festgesetzte Gewicht von 50 kg Brutto ist in Uebereinstimmung mit der inländischen Gepflogenheit, so dass fünf Säcke im Brutto-Gewichte einem Normal-Fasse gleichkommen.

Die Angabe des Zeitpunktes der Füllung der Fässer und Säcke wird deswegen verlangt, weil während der Lagerung Gewichts-Vermehrungen durch Wasseraufnahme stattfinden können.

II.

Je nach der Art der Verwendung kann Cementkalk rasch oder langsam bindend verlangt werden.

Rasch bindende Cementkalk sind solche, welche zum Anbinden an der Luft (ohne Sandzusatz) höchstens 15 Minuten benöthigen.

Erklärungen zu II. Um die Bindezeit eines Cementkalkes zu ermitteln, rühre man den reinen Cementkalk mit etwa 45 Gewichts-Percent Wasser zu einem steifen Brei an, und bilde auf einer Glasplatte einen ungefähr 1.5 Ctm dicken, nach den Rändern hin dünn auslaufenden Kuchen. Sobald der Kuchen soweit erstarrt ist, dass derselbe einem leichten Druck mit dem Fingernagel oder mit einem Spatel widersteht, ist der Cementkalk als abgebunden zu betrachten.

Da das Abbinden von Cementkalk durch die Temperatur der Luft und des zur Verwendung gelangenden Wassers beeinflusst wird, insoferne höhere Temperatur dasselbe beschleunigt, niedrige Temperatur dasselbe verzögert, so sollen die Versuche, um zu vergleichbaren Resultaten zu gelangen, bei einer mittleren Temperatur des Wassers und der Luft von etwa 15 bis 18° C vorgenommen, oder, wo dies nicht möglich ist, die jeweiligen Temperaturverhältnisse immer in Berücksichtigung gezogen werden.

Da Cementkalk durch längeres Lagern in der Regel langsamer bindend wird, so empfiehlt es sich die Dauer der Lagerzeit zu notiren, ebenso wie den Wasserzusatz, da derselbe, je nachdem er grösser oder geringer ist, die Abbindezeit vergrössert oder verringert.

Es ist besonders darauf zu achten, dass bei bekannt schnell bindenden Cementkalken der Wasserzusatz und die Mischung sehr rasch geschieht.

Während des Abbindens darf langsam bindender Cementkalk sich nicht wesentlich erwärmen, wogegen rasch bindender Cementkalk eine merkliche Temperaturerhöhung aufweisen kann.

III.

Cementkalk soll sowohl an der Luft, als auch unter Wasser volumbeständig sein.

Als entscheidend hierüber sollen zwei Proben gelten, welche mit je einem dünnen, auf eine Glasplatte ausgegossenen Kuchen von reinem Cementkalk auszuführen sind. — Bei der einen Probe wird der Kuchen an der Luft gelassen, bei der anderen Probe wird der zweite Kuchen unmittelbar nach erfolgter Abbindung unter Wasser gelegt. Auch nach längerer, 28 Tage betragender Beobachtungszeit dürfen diese Probekuchen durchaus keine Verkrümmungen oder Risse zeigen.

Erklärungen zu III. Strenge genommen sind Cementkalke nicht absolut volumbeständig, allein die Veränderungen im Volumen der anerkannt guten Cementkalke sind so unbedeutend, dass dies für praktische Zwecke Volumbeständigkeit genannt, und dieselbe daher auch in diesem Masse verlangt werden kann.

Zur Abführung der entscheidenden Proben werden die Probekuchen in der für Bestimmung der Bindezeit angegebenen Weise angefertigt, und bei der Wasserprobe sammt der Glasplatte unter Wasser gebracht.

Zeigen sich während der obenbezeichneten Zeit Verkrümmungen oder Risse an den Kuchen, so deutet dies unzweifelhaft eine über die zulässige Grenze eingetretene Volumveränderung an, und es findet in Folge einer allmäligen Lockerung des zuerst gewonnenen Zusammenhanges eine Abnahme der Festigkeit statt, welche bis zu gänzlichem Zerfallen des Cementkalkes führen kann.

Die Zeit von 28 Tagen wird deshalb als Maximum der Beobachtungsdauer angenommen, weil innerhalb dieses Zeitraumes die verschiedenen vorschriftsmässigen Erprobungen beendet sind

Es empfiehlt sich das absolute Gewicht der Probekuchen sofort nach ihrer Anfertigung, und sodann wenigstens während der Dauer von 28 Tagen täglich zu notiren, weil sich aus den Gewichtsveränderungen der Wasserverlust und auch die Wiederaufnahme von Wasser ergibt, woraus ein Schluss auf die Festigkeit und die raschere oder langsamere Zunahme derselben gezogen werden kann.

IV.

Cementkalk soll so fein als möglich gemahlen sein.

Keinesfalls darf derselbe auf einem Siebe mit 900 Maschen pro \square cm und einer Drahtstärke von 0.10 mm, mehr als 20% Rückstand hinterlassen.

Erklärungen zu IV. Da Cementkalk fast nur mit Sandzusatz verwendet wird, die Festigkeit des Mörtels aber um so grösser, je feiner der dazu verwendete Cementkalk gemahlen ist, weil dann mehr Theile des Bindemittels zur Wirkung kommen, so ist die feine Mahlung des Cementkalkes von ganz besonderem Werte.

Es erscheint daher angezeigt, die Feinheit des Kornes durch ein Sieb von mindestens obiger Maschenweite einheitlich zu controliren, umsomehr als erwiesen ist, dass feinere Mahlung die geringere Qualität an sich, bei Sandmischungen insbesondere mehr als ausgleichen kann.

Es wäre inless irrig, wollte man aus der feinen Mahlung allein auf die Güte eines Cementkalkes schliessen.

V.

Die Bindekraft von Cementkalk soll durch Prüfung einer Mischung von Cementkalk und Sand ermittelt werden.

Die Prüfung soll auf Zugfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen und zwar an Probekörpern von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitte, und mit richtig construirten Zerreißungs-Apparaten.

Die Zerreißungsproben sind an Probekörpern von 5 \square cm Querschnitt der Bruchfläche vorzunehmen.

Für die Probekörper wird jene Form angenommen, wie solche auf Seite 191 ersichtlich ist.

Erklärungen zu V. Obgleich in der Praxis Cementkalk vorwiegend auf Druckfestigkeit in Anspruch genommen wird, so wird doch wegen der Kostspieligkeit der bis jetzt bekannten Apparate und schwierigeren Ausführbarkeit der Proben, von der Prüfung auf Druckfestigkeit Abstand genommen und die weit leichtere und einfachere Prüfung auf Zugfestigkeit gewählt, umsomehr, als die hier empfohlenen Proben vor allem die leicht ausführbare Vergleichung der Eigenschaften der zu den Bauten gelieferten Cementkalkes bezwecken sollen und die Zugfestigkeit einen genügenden Schluss auf die Druckfestigkeit zulässt.

VI.

Die Proben auf Zugfestigkeit sollen an Körpern, welche aus einem Gewichtstheile Cementkalk und drei Gewichtstheilen Sand angefertigt wurden, vorgenommen werden.

Die Zerreißungsproben haben nach 7 Tagen, und nach 28 Tagen Erhärtungsdauer stattzufinden.

Die Probekörper müssen die ersten 24 Stunden an der Luft, von da ab bis unmittelbar vor der Prüfung unter Wasser aufbewahrt werden.

Als Minimal-Zugfestigkeiten werden, für die Probe nach 7 Tagen — für schnell bindende Cementkalke 1·5 kg, und für langsam bindende 3·0 kg; nach 28 Tagen — für schnell bindende Cementkalke 4·0 kg, für langsam bindende 6·0 kg pro \square cm festgesetzt.

Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass raschbindende Cementkalke die Festigkeits-Coefficienten, welche für langsam bindende festgesetzt sind, erreichen oder übertreffen können.

Der zur Anfertigung der Probekörper verwendete Normal sand soll aus quarzigem, reinem, gewaschenem Sande in der Weise gewonnen werden, dass man den in der Natur vorkommenden entsprechenden Sand durch ein Sieb von 64 Maschen pro \square cm und 0·22 mm Drahtstärke siebt, dadurch die grössten Theile ausscheidet, und aus dem so erhaltenen Sande mittelst eines Siebes von 144 Maschen pro \square cm und 0·18 mm Drahtstärke noch die feinsten Theile entfernt, so dass der Rückstand auf letzterem Siebe der Normal sand ist.

In Fällen, wo sich kein geeigneter natürlicher Sand vorfindet, kann der Sand durch Pochen von Quarz (Kieseln) erzeugt werden.

Der Wasserzusatz wird mit 12% des Gewichtes der Trockensubstanz bestimmt insoferne nicht ein Fabrikant ein anderes Verhältnis für sein Product bedingt.

In diesem Falle muss jedoch vor der Probevornahme der geeignete Wasserzusatz vom Fabrikanten angegeben werden.

Jeder Prüfung sind 10 Probekörper zu unterziehen; die Durchschnittsziffer aus den sechs höchsten Resultaten ist als die massgebende anzusehen.

Erklärungen zu VI. Die Probekörper sind zur Erzielung von möglichst vergleichbaren Resultaten folgender Art anzufertigen:

Man legt auf eine zur Anfertigung der Probe dienende Glasplatte fünf mit Wasser getränkte Blättchen Fliesspapier und setzt hierauf fünf vorher gereinigte und mit Wasser angenetzte Formen. Dann wiegt man 250 g Cementkalk und 750 g trockenen Normal sand ab und mischt beides in einer Schale gut durcheinander. Hierauf bringt man 120 g Wasser hiezu, oder dasjenige Quantum, welches dem vom Fabrikanten verlangten Verhältnisse entspricht und arbeitet die ganze Masse mit einem Spatel so lange durch, bis dieselbe ein gleichmässiges Ansehen zeigt.

Man erhält auf diese Weise einen sehr steifen, trockenen Mörtel, welcher das Aussehen von frisch gegrabener Erde hat. Mit diesem Mörtel werden die Formen auf einmal so hoch angefüllt, dass sie stark gewölbt voll werden.

Man schlägt nun mittelst eines eisernen Anmach-Spatels (im Gewichte von circa 150—200 g), anfangs schwach, den überstehenden Mörtel in die Formen so lange ein, bis derselbe fest eingepresst ist und an seiner Oberfläche sich Feuchtigkeit zeigt. Ein bis zu diesem Momente fortgesetztes Einschlagen ist unbedingt erforderlich. Ein nachträgliches Aufbringen und Einschlagen von Mörtel ist nicht statthaft, weil die Probekörper von gleicher Dichtigkeit hergestellt werden sollen.

Man streiche nun das die Form überragende mit einem Messer ab und glätte mit demselben die Oberfläche.

Nachdem die Probekörper hinreichend erhärtet sind, löst man durch Oeffnen der Schrauben oder Klammern die Formen ab und befreit die Probekörper von dem noch anhaftenden Fliesspapier.

Bei rasch bindendem Cementkalke ist besondere Sorgfalt in der Richtung erforderlich, dass die Abbindung des Mörtels noch nicht stattgefunden hat, ehe die Herstellung des Probekörpers erfolgt ist.

Es empfiehlt sich, die absoluten Gewichte der Probekörper nach ihrer Anfertigung und sodann täglich bis zum Ablauf der Prüfungsdauer zu ermitteln, sowie den zur Anmachung derselben verwendeten Wasserzusatz genau zu notiren, und zwar aus dem in der Erklärung zu Punkt III angeführten Grunde.

Wo sich die Gelegenheit dazu bietet, ist es angezeigt, auch Festigkeitsproben auf die Weise vorzunehmen, dass die Probekörper nur an der Luft erhärten und bei weiteren Parallelproben sofort nach deren Anfertigung (mit den Formen) unter Wasser gebracht werden.

Das Cement-Comité des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines:

Rebhann Ritt. v. Aspernbruck m. p.
Obmann.

E. Gaertner m. p.,
Obmann-Stellvertreter.

Franz Berger m. p.,
Schriftführer.

Adolf Br. Pittel m. p.,

N. Bode m. p.

J. Chailly m. p.

F. Stach m. p.

Jos. Schurz m. p.

Julius R. v. Kink m. p.

H. Schmidt m. p.

Teirich m. p.

Vom österreichischen Ingenieur- und Architektenverein in der Geschäftsversammlung vom 10. April 1880 laut Protokoll G. Z. 762 ex 1880 angenommen.

Wien, am 18. April 1880.

Fr. Schmidt,
Vereinsvorsteher.

E. R. Leonhardt,
Vereinssecretär.

Cementfabriken

in Oesterreich-Ungarn mit Rücksicht auf ihre Producte und Leistungsfähigkeit.

Um ein Gesamtbild der österreichisch-ungarischen Cementfabriken im vorliegenden Werke den bautechnischen Kreisen vorführen zu können, hat der Verfasser zu diesem Zwecke ein Circular, worin die Tendenz des Werkes angedeutet wurde, nebst einem Fragebogen an die 33 inländischen Cementfabriken mit dem Ersuchen versendet, ihm die entsprechenden Daten zur Verfügung zu stellen.

Leider hat ein Theil, zumeist der kleineren Etablissements, dieses Ansuchen ignorirt, was nur darin seinen Grund haben dürfte, dass in vielen Cementfabriken der altherkömmliche Usus noch besteht, das strengste Geheimnis über die chemische Zusammensetzung des Productes, die Fabrikseinrichtung etc. zu wahren.

Demzufolge werden nur die bedeutenderen Cementfabriken, welche in Würdigung der österreichisch-ungarischen Interessen mit aner kennenswerter Bereitwilligkeit die Daten zur Verfügung gestellt haben, nachstehends angeführt.

Von den anderen, unter welchen viele nur auf den Local- oder Provinzabsatz angewiesen sind, werden die Erzeugungsorte am Schlusse der Abhandlung verzeichnet.

Die Productionsfähigkeit, Festigkeitsresultate der Portland-Cemente und Cementkalk, Auszeichnungen, Niederlagen etc. der in der Tabelle 200—201 angeführten Cementfabriken.

ad Post I.

Firma: E. m. Tichy & Söhne, k. k. Hoflieferanten.
Cement- und Kalkfabriken in Kaltenleutgeben und Perchtoldsdorf, Nieder-Oesterreich.
Comptoir: Wien, IV., Mozartplatz.
Errichtet: 1860 und 1880.

Productionsfähigkeit:

50,000 q künstlicher Portland-Cement.
150,000 „ Cementkalk,
100,000 „ Weisskalk,
20,000 m³ Schlögel- oder Gebirgsriesel-Schotter und
10,000 Baustein.

Laut ämtlichem Zeugnis der Versuchsstation, Wien, ddto. 20. März 1882, G. Z. 80286/VI haben die vorgenommenen Proben mit Kaltenleutgebener Portland-Cement folgende Resultate ergeben:

Gewicht: lose gesiebt 1294 kg pro 1 m³.

Abbindezeit:

15 Stunden an der Luft, 36 Stunden unter Wasser.

Siebrückstand: 16,6 Procent.

Volumbeständigkeit: vollkommen.

Zugfestigkeit:

nach 7 Tagen 8,85, nach 28 Tagen 12,88 kg pro cm².

Druckfestigkeit:

nach 7 Tagen 63,65, nach 28 Tagen 84,81 pro cm².

Laut weiterem Zeugnis dieser Versuchsstation, Wien, ddo. 11. Jänner 1886, G. Z. 376525/VI ergaben die vorgenommenen Proben mit dem Kaltenleutgebener rasch bindenden Cementkalk e folgende Resultate:

Gewicht: lose eingesiebt 815 kg pro 1 m³.

Abbindezeit:

8 Minuten an der Luft, 25 Minuten unter Wasser.

Siebrückstand: 15 Procent.

Volumbeständigkeit: vollkommen.

Zugfestigkeit:

nach 7 Tagen 5,13, nach 28 Tagen 8,58 kg pro cm².

Druckfestigkeit:

nach 7 Tagen 32,10 und nach 28 Tagen 48,77 kg pro cm².

Als Motor dienen 2 Dampfmaschinen, 1 Locomobil und 1 Wasserkwerk von zusammen 60 Pferdekräften. Die Calcinirung des Portland-Cementes, Cementkalkes und Weisskalkes findet in 13 Hoch- und 1 Dietz'schen Ofen statt. Als Verkleinerungs-Maschinen dienen: 1 amerikanischer Pulverisator, 3 Steinbrecher, 4 Koller- und 5 Mahlgänge. Die Fässer werden mittels Säge-Maschinen in eigener Fabrik erzeugt.

ad Post **2.**

Cementfabrik des Adolf Baron Pittel

in Weissenbach a/d Triesting, Nieder-Oesterreich. Comptoir: Wien, IV. Margarethenstrasse 2.

Errichtet: 1869.

Productionsfähigkeit:

100,000 q Cementkalk.

Der Betrieb ist auf Dampf- und Wasserkraft eingerichtet. Die Calcinirung des Cementkalkes wird in Schachtöfen und das Zerkleinern des Productes mittelst Steinbrecher, Steinbrechwalzen und horizontalen Mahlgängen bewerkstelligt.

ad Post **3.**

Alex. A. Curti.

Cementfabriken in Ober-Piesting, Post: Piesting, Nieder-Oesterreich, und Winzendorf, Post: Wiener-Neustadt, Nieder-Oesterreich.

Errichtet: 1848 in Winzendorf und 1869 in Ober-Piesting.

Productionsfähigkeit:

40,000 q künstlichen und

20,000 „ direct von Kalkmergel erbrannten Portland-Cement,

100,000 „ hydraulischen Kalk,

250,000 „ Cementkalk und

100,000 „ Weisskalk.

Post-Nummer	Firma	Cementgattung	im — Zustande	Kalk	Magnesia	Kieselsäure	Thonerde	Manganoxyd	Eisenoxydnl	Eisenoxyd	Kohlensäure	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Kali, Natron	Wasser und organische Substanzen	Sand
Nieder-Oesterreich.																
1	Em. Tichy & Söhne in Kaltenleutgeben und Percholdsdorf; k. k. Hofflieferanten. Compt. Wien, IV. Mozartplatz	P. C. C. K. W. K.	gebr. roh roh	61,11 66,80 98,25	1,60 1,19 0,80	24,37 22,41 0,46	7,69 5,35	. . .	3,40	8,05 0,25	0,23	. . .	. . .	1,60 1,20	. 0,24	. . .
2	Adolf Baron Pittel in Weissenbach an der Triesting; Compt. IV. Margarethenstrasse 2	C. K.	roh	64,39	1,91	21,75	5,87	. .	2,46	. .	. .	0,02	0,06	1,34	2,50	. .
3	Alex. A. Curti in Piesting und Winzersdorf, Post: Wiener Neustadt . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
4	Lilienfelder Cement - Gewerkschaft Förster & Comp. in Lilienfeld*)	C. K.	gebr.	50,37	4,32	38,32	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
5	Tradigister Cementfabrik von Victor Mohor, Post: Rabenstein	C. K.	roh	68,00	0,53	21,20	4,95	0,45	3,10	. . . . .	. . . . .	0,13	. . . . .	1,47	0,37	. . . . .
6	Franz Leithe in Waidhofen a. d. Ybbs	C. K.	roh	68,90	. . . . .	26,50	. . . . .	. . . . .	. . . . .	3,20	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1,40	. . . . .	. . . . .
7	Ernst Korb, Steinwandleiner, Cement-Gewerkschaft, Post: St. Veit a. d. Gölßen	C. K.	roh	59,00	0,09	29,00	6,20	. . . . .	. . . . .	2,80	. . . . .	. . . . .	. . . . .	2,81	. . . . .	0,10
Böhmen.																
8	Max Hergert in Prag, Kleinseite, Fabriken: Radotin, Slichow, Bubené	P. C. H. K. W. K.	gebr. roh roh	64,70 86,94 97,70	0,84 0,25	24,66 8,40 0,98	6,10 1,76 0,62	. . . . .	. . . . .	2,00 1,14	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1,02 0,16 0,05	0,68 0,35 0,25	. . . . .

Mähren.												
9	Karowitzer Cementfabrik Sr. Excell. d. Grafen C. M. v. Seilern & Comp. in Tlumatschau **)											
Tirol.												
10	Actien-Gesellschaft der k. k. a. p. hydr. Kalk- u. Portland-Cementfabrik zu Kufstein, Perlmooß etc. Compt. Wien, IV. Wienstrasse 3	P. C.	roh	60,81	2,89	22,63	7,06					
	Erste Leutkeithaler Cementfabrik in St. Johann, Tirol	C. K.	gebr.	55,32	1,50	21,84	7,60	2,42	3,70	1,96	2,83	0,60
11		C. K.	gebr.	61,90	5,52	21,92	6,88	3,00			0,86	
Steiermark.												
12	Judendorfer Cementfabrik Josef Priebschl, in Judendorf, Südbahnstation	P. C.	gebr.	66,50	2,25	20,92	4,88	3,60			1,50	
13	K. k. pr. Cementfabrik der Trifailer Kohlenwerks-Gesellschaft in Trifail	C. K.	roh	55,50	2,35	28,10	7,40	3,84			2,16	0,65
		P. C.	roh	63,96		24,48	8,44	3,12				
		C. K.	roh	56,47		28,00	10,21	3,19			0,13	
Galizien.												
14	Cement- und Kalkfabriken des Grafen C. Lasocki in Dębniaki bei Krakau, Post: Zwierzyniec	C. K.	gebr.	60,8		23,75	6,8	7,5			1,15	
Ungarn.												
15	K. u. k. a. pr. Portland- u. hydr. Kalkfabrik des Jos. Csik in Beocin	P. C.										
	Ob. Verwaltung der pr. österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft. Bahn- und Poststation in Oravitza (Banat)	C. K.	gebr.	52,51	8,9	20,97	6,9	4,6		0,2	2,4	4,52
16	Benczur's Cementfabrik in Mogyoroska. Post: Fek. Patak, Ob. Ungarn	C. K.	gebr.	57,09	1,50	22,81	7,42	5,84	2,13		2,40	1,53
17	Josefberger Cementfabrik in Budapest. Post: Kaiserbad	P. C.	gebr.	65,42	0,73	23,61	6,09	4,17				
		C. K.	roh	59,50	3,00	26,00	5,70	2,00			0,50	
18		C. K.	gebr.	65,49	1,19	20,45	4,82	2,76	2,94	0,35		2,00

*) Ausführliche Analyse befindet sich bei der Beschreibung der Fabrik.

**) Die Analysen, welche in München ausgeführt wurden, sind bis zur Drucklegung des Werkes nicht beendet worden.

ad Post 4.

Lilienfelder Cement-Gewerkschaft

Firma: Förster & Comp.

in Lilienfeld, Post- und Bahnstation Lilienfeld in Nieder-Oesterreich. Repräsentant:
P. Hausner in Wien, IV., Margarethenstrasse 24.

Errichtet: 1872.

Productionsfähigkeit:

150000 q Cementkalk.

Der Befund der Probirstation der k. k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien über diesen Cementkalk lautet:

G. Z. 9132/VI

In Erledigung des diesfälligen Ansuchens, de prä. 11. Jänner 1882 wird das Ergebnis der vom Stadtbauamte vorgenommenen Probe des von der Lilienfelder Cement-Gewerkschaft Förster & Comp. erzeugten Cementkalkes in Folgendem bekanntgegeben:

1. Das Gewicht dieses Cementkalkes beträgt in festem Zustande 135·40 Kilogramm und im lose gesiebten Zustande 88·92 Kilogramm per Hektoliter.

2. Die Abbindezeit beträgt an der Luft 20 Minuten und unter Wasser 28 Stunden.

3. Hat sich dieses hydraulische Bindemittel als volumbeständig erwiesen.

4. Der Sieberückstand auf dem 900 Maschensiebe beträgt 5·5%.

5. Die in einem Mischungsverhältnisse von einem Theile des hydraulischen Bindemittels und drei Theilen Normalsand mit 17% Wasserzusatz angefertigten Probekörper ergaben nach 7 Tagen eine Zugfestigkeit von 5·08 Kilogramm und nach 28 Tagen eine solche 15·51 Kilogramm per Quadratcentimeter Querschnitt.

6. Die in dem gleichen Mischungsverhältnisse angefertigten Probekörper ergaben nach 7 Tagen eine Druckfestigkeit von 70·40 Kilogramm und nach 28 Tagen eine solche von 134·56 Kilogramm per Quadratcentimeter Querschnitt.

Wien, am 8. März 1882.

Für den Magistrats-Director:

A. Bukowsky, Magistratsrath.

Gutachten

des k. k. technischen und administrativen Militär-Comités über den hydraulischen Kalk aus der Fabrik der Lilienfelder Cement-Gewerkschaft im Vergleiche zu dem Kufsteiner hydraulischen Kalk.

Beide Cementgattungen sind von lichtbraungelber Farbe, unter dem Mikroskop betrachtet von vollkommen homogener Mischung, dichtem Zusammenhange und frei von fremdartigen Beischlüssen.

Bei dieser Vorprobe schon erwies sich der Lilienfelder Cement als bedeutend feiner gemahlen und zeigte eine geringere Menge quarziger Antheile als dies bei dem Kufsteiner Cement der Fall war.

Die chemische Analyse des Kufsteiner Cementes ergab:

Wassergehalt	0.60	Percent
Organische Substanz	—	„

Für wasserfreie Substanz:

in Salzsäure löslich	70.04	Percent
„ „ unlöslich	30.05	„

In Salzsäure löslicher Antheil:

Kohlensäure	6.90	Percent
Kieselsäure	1.51	„
Schwefelsäure	1.87	„
Kalk	44.28	„
Magnesia	1.24	„
Thonerde	6.84	„
Eisenoxyd	4.17	„
Alkalien	3.23	„
	<u>70.04</u>	Percent

In Salzsäure unlöslicher Antheil:

Kieselsäure	16.27	Percent
Kalk	1.81	„
Magnesia	Spur	„
Thonerde	1.18	„
Eisenoxyd	0.47	„
Alkalien	0.59	„
Thon und Sand	9.73	„
	<u>30.05</u>	Percent

Im Ganzen daher:

Kohlensaurer Kalk	15.68	Percent
Schwefelsaurer Kalk	3.17	„
Kalk	36.01	„
Magnesia	1.24	„
Thonerde	8.02	„
Eisenoxyd	4.64	„
Alkalien	3.82	„
Kieselsäure	17.78	„
Thon und Sand	9.73	„
	<u>100.09</u>	Percent

Dieselbe Analyse, für Kohlensäure freie Substanz gerechnet, ergibt:

Schwefelsäure	2.01	Percent
Kalk	49.43	„
Magnesia	1.33	„
Thonerde	8.60	„
Eisenoxyd	4.99	„
Alkalien	4.12	„
Kieselsäure	19.07	„
Thon und Sand	10.45	„
	<u>100.00</u>	Percent

Vom Lilienfelder Cement wurden zwei Analysen vorgenommen, entsprechend der aus dem oberen Drittel (Analyse I) und der aus der Mitte des Fasses (Analyse II) entnommenen Substanz:

Wassergehalt	0.55	Percent
Organische Substanz	—	„

Für wasserfreie Substanz:

	I	II
In Salzsäure löslich	85.31	80.07
„ „ unlöslich	15.09	19.38

In Salzsäure löslicher Antheil:

	I	II
Kohlensäure	3.42	3.72
Schwefelsäure	0.43	0.43
Kieselsäure	18.71	14.68
Kalk	44.57	45.09
Magnesia	0.99	0.79
Thonerde	9.91	9.61
Eisenoxyd	6.06	4.44
Alkalien	1.22	1.31
	<u>85.31</u>	<u>80.07</u>

In Salzsäure unlöslicher Antheil:

	I	II
Kieselsäure	5.87	9.34
Thon und Sand	6.97	6.97
Kalk	0.79	0.88
Thonerde	0.99	1.42
Eisenoxyd und Magnesia	Spur	Spur
Alkalien	0.47	0.77
	<u>15.09</u>	<u>19.38</u>

Im Ganzen daher (im Mittel) und der Uebersichtlichkeit halber die Resultate für Kufsteiner Cement ebenfalls angeschrieben:

	Lilienfelder		Kufsteiner	
	Cement			
Kohlensaurer Kalk	8·11	Percent	15·68	Percent
Schwefelsaurer Kalk	0·73	”	3·17	”
Kalk	40·83	”	36·01	”
Magnesia	0·89	”	1·24	”
Eisenoxyd	5·25	”	4·64	”
Thonerde	10·97	”	8·02	”
Alkalien	1·88	”	3·82	”
Kieselsäure	24·30	”	17·78	”
Thon und Sand	6·97	”	9·73	”
	99·93	Percent	100·09	Percent

Dieselben Analysen für Kohlensäure freie Substanz gerechnet ergeben:

	Lilienfelder		Kufsteiner	
	Cement			
Kalk	47·39	Percent	49·43	Percent
Magnesia	0·92	”	1·33	”
Eisenoxyd	5·44	”	4·99	”
Thonerde	11·38	”	8·60	”
Alkalien	1·95	”	4·12	”
Kieselsäure	25·22	”	19·07	”
Schwefelsäure	0·47	”	2·01	”
Thon und Sand	7·23	”	10·45	”
	100·00	Percent	100·00	Percent

Um die Gesamtmenge der durch den Brennprocess des Rohmaterials (Mergel) aufgeschlossenen Kieselsäure zu ermitteln, und um beurtheilen zu können, in wie weit derselbe richtig durchgeführt wurde, muss der in Salzsäure unlösliche Rückstand mit Alkalien aufgeköcht werden.

Derselbe besteht aus quarziger (unaufgeschlossener), opalartiger (aufgeschlossener) Kieselsäure, aus Thon und endlich aus Antheilen der durch das Brennen in die unlösliche Modification überführten Thonerde und Eisenoxyd. — Während die quarzige Kieselsäure und die noch genannten Bestandtheile in Alkalien unlöslich sind, löst sich die opalartige, also aufgeschlossene Kieselsäure leicht bei Gegenwart von Alkalien. Der hiedurch in Lösung übergangene Antheil, vermehrt um jene Menge der Kieselsäure, die sich in der salzsauren Lösung befindet, ergibt die Gesamtmenge der Kieselsäure, die am Erhärtungsprocess des Cements durch Bildung von Kalksilicat theilnimmt. Aus

den Analysen der beiden Cemente, bezogen auf kohlenensäurehaltige, wasserfreie Substanz, ersieht man, dass die aufgeschlossene Kieselsäure für Kufsteiner Cement 17·78 Percent, für Lilienfelder Cement im Mittel 24·30 Percent, der thonige und sandige Antheil für ersteren 9·73 Percent, für letzteren 6·97 Percent beträgt. Zieht man ferner die Menge der Kohlensäure für Lilienfelder mit 3·57 Percent (entsprechend 8·11 Percent Kalkcarbonat), für Kufsteiner Cement mit 6·90 Percent (entsprechend 15·68 Percent Kalkcarbonat) in Erwägung, so erhellt, dass der erstere rationeller gebrannt wurde, dass dessen thoniger und sandiger Antheil geringer ist; dieser letztere Umstand hat weiters den Vortheil im Gefolge, dass bei der bedeutend sorgfältigeren Mahlung und Siebung des Lilienfelder Cementes, wie das später ausführlich dargethan werden wird, die Einwirkung des Kalkes während des Erhärtens mit verhältnismässig grösserer Leichtigkeit vor sich geht, daher ein grösserer Theil am Erhärtungsprocesse theilnehmen kann.

Der vorhandene Gyps mit 3·17 Percent im Kufsteiner und 0·73 Percent im Lilienfelder Cemente ist durch Oxydation des ursprünglich vorhandenen Schwefelkieses und Umsetzung der Schwefelsäure mit Kalk entstanden, kann jedoch in dieser geringen Menge die Qualität des Cementes nicht wesentlich alteriren.

Die übrigen Bestandtheile der untersuchten Cemente zeigen eine annähernde Uebereinstimmung; der grössere Antheil der Thonerde im Lilienfelder Cement (10·97 Percent) gegen 8·02 Percent im Kufsteiner Cement spricht nur zu Gunsten des ersteren, weil die Thonerde hier gleichwertig mit Kieselsäure ist und bei der Erhärtung Kalk-Aluminat bildet; dagegen stellt sich der Gesamt-Kalkgehalt, bezogen auf kohlenensäurefreie Substanz im Lilienfelder Cemente mit 47·39 Percent etwas niedriger als im Kufsteiner Cement mit 49·43 Percent. Die Alkalien überwiegen im Letzteren und erhöhen daher dessen Schmelzbarkeit.

Der untersuchte Lilienfelder Cement, in die Kategorie der sogenannten „Roman-Cemente“ zählend, weil aus dem natürlich vorkommenden Mergel durch Brennen dargestellt, muss daher, wie dessen Vergleich mit dem Kufsteiner hydraulischen Kalke ergibt, in die Kategorie der „stark hydraulischen Kalke“ und dem Kufsteiner Cement als vollkommen ebenbürtig eingereiht werden. Um den Grad der Zerkleinerung zu prüfen, wurden beide Cement-Gattungen durch ein Messingsieb mit 900 Maschen per Quadrat-Centimeter durchgesiebt; die Siebung wurde mit je 0·5 kg ausgeführt und ergab folgende Resultate.

Kufsteiner Cement:

von 0·5 kg sind 99 Gr. = 19·8 Percent zu grob

„ 0·5 „ „ 98 „ = 19·6 „ „ „

Lilienfelder Cement:

von 0·5 kg sind 60 Gr. = 12 Percent zu grob
 „ 0·5 „ „ 60·5 „ = 12·1 „ „ „

Der Kufsteiner enthält daher rund 20 Percent, der Lilienfelder Cement nur 12 Percent gröbere Sieb-Rückstände.

Um die Bindezeit der Cemente zu ermitteln, wurde der reine Cement mit Wasser zu einem steifen Brei angemacht und auf einer Glasplatte ein etwa 1·5 cm dicker, nach den Rändern hin dünn auslaufender Kuchen gebildet. Um zu übereinstimmenden Resultaten zu gelangen, wurden die Versuche bei mittlerer Temperatur der Luft und des Wassers vorgenommen. Innerhalb 5 Minuten waren die geformten Kuchen beider Cement-Gattungen abgebunden, d. h. dieselben konnten einem leichten Drucke mit dem Fingernagel oder mit einer Spatel widerstehen; während des Abbindens erfuhren dieselben eine merkliche Temperatur-Erhöhung. Unter Berücksichtigung der oben angeführten Bindezeit und der hierbei auftretenden merklichen Erwärmung muss der Lilienfelder Cement als ein rasch bindender bezeichnet werden. — Unter Beimengung von zwei Theilen Sand zeigen beide Cemente in Bezug auf Erhärtungsdauer ein gleiches Verhalten und können nach zwei Stunden als abgebunden betrachtet werden. Die mit Wasser zu einem Brei angemachte Masse von Cement und Sand erweist sich jedoch beim Lilienfelder Cement als fetter und daher auch plastischer.

Aus diesem Umstande lässt sich folgern, dass der Lilienfelder Cement ohne Beeinträchtigung seiner sonstigen Eigenschaften einen verhältnismässig grösseren Sandzusatz verträgt.

Die zur Bestimmung der Bindezeit ohne Sandzusatz angefertigten Kuchen wurden zur Prüfung ihrer Volumbeständigkeit nach einer halben Stunde mit der Glasplatte unter Wasser gebracht. Die nach einiger Zeit von der Glasplatte abgelösten Kuchen zeigen auf der Glasseite und im Bruche ganz gleichmässige Färbung, dichte Struktur, nach sechstägigem Liegen im Wasser konnten weder Verkrümmungen der Kanten, noch Risse und Sprünge nachgewiesen werden. Da also keine Volums-Vermehrung stattfand, muss der fragliche Cement als vollkommen volumbeständig bezeichnet werden. — Wie bereits angeführt, zeigt die chemische Analyse hinlängliche Uebereinstimmung der Zusammensetzung des proponirten Cementes mit dem Kufsteiner hydraulischen Kalke, ja sie erweist sogar eine raschere Aufschliessung der natürlichen Kalkart, die im Vereine mit der feineren Zerkleinerung des fertigen Productes dem Erhärtungsprocesse nur förderlich sein kann.

Wien, den 20. December 1878.

Verzeichnis

einiger Bauten, zu welchen der Lilienfelder hydraulische Cementkalk (Roman-Cement) verwendet wurde.

K. k. Hofburg in Wien.

Schloss Sr. kais. Hoheit des Herrn Erzh. Wilhelm in Baden.

Beamtenhaus Sr. kais. Hoheit des Herrn Erzh. Albrecht in Wien.

Schloss des Herrn Baron Rothschild in Reichenau.

Palais Ihrer Durchlaucht der Frau Fürstin Mensdorff-Ditrichstein
in Wien.

Wohnhaus Ihrer Durchlaucht der Frau Fürstin Arenberg in Wien.

Befestigungen in Krakau.

Befestigungen in Przemysl.

Caserne in Göding.

Caserne in Bisenz.

Communalschule in der Josefstädterstrasse in Wien.

„ „ „ Nikolsdorferstrasse „

„ „ „ Karolygasse „

„ „ „ Zollergasse „

Städt. Waisenhaus in der Josefstädterstrasse in Wien.

Burggassen-Linienamt in Wien.

Städt. Wohnhaus in der Schönlaterngasse in Wien.

Gemeindehaus in Fünfhaus.

Kirche in Scheiblingkirchen.

Beamtenwohnhäuser in St. Pölten.

Bauten des Herrn Jelinek in Seelowitz.

Bauten des Herrn Weiss in Brünn.

Bauten des Herrn Pisetta in Waagneustadt.

Bauten der Wiener Baugesellschaft in Wien.

Bauten der Union-Baugesellschaft in Wien.

Bierbrauerei in Pottenbrunn.

Etablissement Krupp in Traisen.

Schlossbau in Loosdorf.

Gebäude des Giro- und Cassen-Vercines in Wien.

„ der k. k. pr. Länderbank in Wien.

„ der k. k. pr. Boden-Credit-Anstalt in Wien.

Maria Theresia-Hof in Wien.

Canalbau in der Josefstädterstrasse in Wien.

„ „ „ Margarethenstrasse „

„ „ „ Sennefeldergasse „

„ „ „ Gumpendorferstrasse „

„ am Kirchenplatz in Fünfhaus.

Sämmtliche Baureparaturen der Commune Wien.

Die Bahnerhaltungsarbeiten der k. k. Direction für Staats-
eisenbahnbetrieb.

Die Bahnerhaltungsarbeiten der k. k. pr. Kaiser Ferdinands-
Nordbahn.

Ueber 2000 Privatbauten in Wien und Umgebung.

Zeugnisse.

Centrale der Eisenbahnbau-Unternehmung Carlo Ronchetti.

IV. Bezirk, Technikerstrasse Nr. 5.

Nr. 1480.

Wien, am 8. Nvbr. 1878.

An die
Lilienfelder Cement-Gewerkschaft

in Lilienfeld.

Indem wir hiermit bestätigen, dass wir bei dem Baue der Eisen-
bahn Leobersdorf-St.-Pörlten und Scheibmühl-Schram-
bach der n.-ö. Südwest-Bahnen in den Jahren 1875 bis 1877 zu allen
Bauobjecten *) den erforderlichen hydraulischen Kalk aus Ihrer Cement-
fabrik in Lilienfeld bezogen haben, constatiren wir mit Vergnügen,
dass wir Ihr Fabrikat stets von gleich vorzüglicher Qualität gefunden
haben und auch in Bezug sowohl auf die Pünktlichkeit der Lieferungen
für die ganze 83 km lange Strecke, als auch auf die Preiswürdigkeit
vollkommen zufriedengestellt worden sind, so dass wir Ihr Fabrikat
allerwärts auf das Beste empfehlen können.

Achtungsvoll C. Ronchetti.

Wien, am 10. Decbr. 1878.

An die löbliche
Lilienfelder Cement-Gewerkschaft

in Lilienfeld.

Bestätige Ihnen mit Vergnügen, dass der von Ihnen bezogene
hydraulische Kalk aus Ihrer Fabrik zum Zwecke des Bahnbaues der
unter meiner Leitung als Chef der Staats-Aufsicht stehenden n.-ö. Süd-
west-Bahnen vom Jahre 1875 bis Ende 1877 als vorzüglich
geeignet befunden wurde, so dass ich die Verwendung dieses aus-
gezeichneten Fabrikates bestens empfehlen kann, da es alle Eigen-
schaften besitzt, die man an ein solches Fabrikat stellt.

Achtungsvoll

Carl Pleniger,
gew. Ober-Ingenieur der k. k. General-
Inspection der österr. Eisenbahnen.

*) Die hervorragenden sind: Ein Tunnel bei Kaumberg, fünf Brücken über die
Triesting, eine grosse Brücke über die Traisen bei Wilhelmsburg, dann viele Durch-
lässe, Uferschutzbauten, Wasserabzugsgräben etc. und endlich die Hochbauten.

K. k. Genie- und Befestigungs-Bau-Direction zu Krakau.
Vertrag.

Nachdem der k. k. Befestigungs - Bau - Direction für Galizien mittelst Befehlsschreibens Nr. 323 v. 15. Dec. 1882, im Sinne des mit Befehlsschreiben Nr. 321 bekanntgegebenen Reichs - Kriegsministerial-Erlasses, Abth. 8, Nr. 5205 v. 8. Dec. 1882, das über die Lieferung des Cementkalkes für Bauarbeiten auf den Werken Nr. 45, 47, 48, 50 und 51 bis zur Vollendung derselben von der Lilienfelder Cement-Gewerkschaft Förster & Comp. eingereichte Offert zum Vertragsabschlusse genehmigt hat, so schliesst Herr mit der k. k. Genie- und Befestigungs - Bau - Direction zu Krakau. Namens der Militärverwaltung hiermit den förmlichen Vertrag ab und verpflichtet sich etc. etc.

K. k. Genie-Direction in Przemysl.

Nr. 2202.

Przemysl, am 17. August 1883.

An die

Lilienfelder Cement-Fabrik

in Lilienfeld.

Zum Baue des Werkes VII, nächst Pralkowic sind noch 17 Wagenladungen Ihres Cementkalkes erforderlich. Sie werden daher ersucht, nach Erhalt dieses Schreibens 3—4 Wagenladungen sofort und bis zur Completirung des obigen Bedarfes jede folgende Woche ein gleiches Quantum anherzusenden. Zur Spedirung folgen 17 Stück Militär-Frachtbriefe. — Ferners theile ich mit, dass Samstag, den 18. d. M., der für den bisher gelieferten Cement entfallende Betrag von fl. 1485.03 mittelst zu retournirenden Receptisse an Ihre Adresse nach Lilienfeld abgeht.

P. v. Forstner, Hauptmann.

Franz Pirko, Pottenbrunn, a. d. Westb., N.-Oc.

Pottenbrunn, den 30. Decbr. 1882.

Löbliche Cement-Gewerkschaft

Lilienfeld,

Da ich vorläufig keinen Bedarf mehr an Ihrem Producte habe, danke ich Ihnen für die prompte und reelle bewiesene Ausführung meiner gemachten Bestellungen und werde im etwa weiteren Bedarfsfalle mich nicht nur Ihrer werthen Firma bedienen, sondern auch, wo mir Gelegenheit wird, Sie auf das Wärmste empfehlen.

Anlässlich des Jahreswechsels Ihnen das Beste wünschend, zeichne

Hochachtungsvoll

Franz Pirko, m. p.

Berlin, den 5. Febr. 1886.

Herrn **Heinr. v. Förster** (in Firma Lilienfelder Cem.-Gewerkschaft).

Soeben nach mehrwöchentlicher Abwesenheit im Auslande hierher zurückgekehrt, finde ich Ihren lieben Brief vom 21. Januar vor und beeile mich, Ihnen die gewünschten Resultate nach meinem Briefe vom 26. Februar 1884 zu wiederholen und zugleich noch die weiteren, damals nicht angegebenen Festigkeiten nachzutragen:

Lilienfelder Roman-Cement.

Mischung: 1 Gewth. Cement, 3 Gewth. Normalsand.

Alter	Zugfestigkeit	Druckfestigkeit
	(per Quadratcentimeter Querschnitt)	
28 Tage	13.55 Ko.	67.70 Ko.
90 „	24.50 „	164.16 „
365 „	27.50 „	323.76 „

Das leistet mancher Portland-Cement nicht!

.....

 Mit den besten Grüßen

Ihr ergebener Dr. W. Michaëlis.

Die obige Fabrik arbeitet mit Wasserkraft, und besitzt als Betriebseinrichtung 6 Schachtöfen, 2 Koller- und 4 Mahlgänge, 1 Desintegrator nebst mehreren Siebvorrichtungen.

Auch beabsichtigt sie demnächst die Portland-Cementfabrikation einzuführen.

ad Post **5.**

Tradigister Cementfabrik des Victor Mohor,

Post: Rabenstein, Nieder-Oesterreich. Bahnstation: Scheibmühl oder St. Pölten.

Errichtet: 1850, adaptirt: 1872, vergrößert: 1883.

Productionsfähigkeit:

120000 g Cementkalk und

10000 „ Weiskalk,

30000 „ k. k. a. pr. Albolith-Cementkalk. *)

Laut ämtlichen Zeugnissen der Versuchsstation des Magistrates der k. k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien, Z. 347643 ex 1883 und Z. 310650 ex 1884 war das Ergebnis der vorgenommenen zwei Proben des Tradigister Cementkalkes Folgendes:

*) Nach Patent: „Tarnawski“, siehe die nächste Abhandlung über k. k. a. pr. Albolith-Cementkalk.

Gewicht:lose gesiebt 875 und 954 kg pro 1 m³.**Abbindezeit:**

an der Luft 30 und 8 Minuten,

im Wasser 45 „ 12 „

Siebrückstand:

6,5 und 22 Procent.

Zugfestigkeit:nach 7 Tagen 2,52 und 2,86 kg per cm²,

„ 28 „ 4,60 „ 6,72 „ „ „

Druckfestigkeit:nach 7 Tagen 63,43 und 52,80 kg per cm²,

„ 28 „ 101,93 „ 72,23 „ „ „

Ueber die vorzügliche Qualität des Tradigister Cementkalkes geben unter anderen folgende Zeugnisse Aufschluss:

Fr. Tomashek, Bauunternehmung.

Wien, am 26. December 1885.

An Herrn Victor Mohor, Tradigister Cementfabrik.

Post: Rabenstein, Nieder-Oesterreich.

Anlässlich unseres Rechnungsabschlusses theile ich Ihnen über Ihre Anfrage, wie ich mit Ihren Lieferungen von Cementkalk bei dem Baue der St. Pölten—Tulnerbahn zufrieden war, gerne Folgendes mit:

Die Qualität Ihres Fabrikates, das mir schon vor dessen Verwendung durch die Bahnerhaltung der k. k. Staatsbahnen bekannt war, ist eine durchwegs gleichmässige, sehr gute und den besten niederösterreichischen und Kufsteiner Fabrikaten, die ich bisher bei den verschiedenen Bauten verwendet habe, vollkommen gleichzustellen und es erlangte Ihr Cementkalk nicht nur meine, sondern auch der Bauleitung vollste Zufriedenheit.

Nicht unerwähnt darf ich lassen, dass die Lieferungen, die Sie unter ziemlich schwierigen Verhältnissen und bis zu den einzelnen Objecten bewerkstelligt haben, stets prompt und verlässlich waren, so dass nie ein Mangel und dadurch eine Verzögerung in der Arbeit eingetreten war, was bei der kurz bemessenen Bauzeit und bei dem Umstande, als der grösste Theil der Objecte auf einmal in Angriff genommen worden war, nur berechtigte Anerkennung gefunden hatte.

Achtungsvoll

Fr. Tomashek,
Bauunternehmer.

Bauunternehmung Brüder Redlich & Berger.

Nr. 465/II.

Iglau, am 5. October 1886.

Herrn Victor Mohor in Tradigist.

Es gereicht uns zum Vergnügen Ihnen mittheilen zu können, dass wir mit den von Ihnen bezogenen und beim Baue der k. k. Staatsbahnlinie Iglau—Wolframs (Theilstrecke der böhm.-mähr. Transversalbahn) verwendeten Cementkalk bestens zufrieden waren, da selber allen Anforderungen, die man an einen guten Cementkalk stellen kann, vollkommen entspricht.

Da Sie überdies Ihren Verbindlichkeiten in Bezug auf prompte Ablieferung vollständig gerecht wurden, können wir Ihre geehrte Firma Jedermann auf das Beste empfehlen.

Achtungsvoll

pr. Bauunternehmung: Brüder Redlich & Berger,
Klimpfinger, Ober-Ingenieur.

Ferner wurden grössere Lieferungen für die Bukowinaer Localbahnen, dann für die Galizische Transversalbahn effectuirt.

Die Fabrik ist auf Wasser- und Dampfkraft eingerichtet und besitzt drei grosse Schacht- und mehrere Feldöfen. Zur Verkleinerung des Cementes dienen Steinbrecher, Walzen, Mahlgänge etc. Die Fässer werden mittelst eigenem Daubensägewerke hergestellt.

ad Post 6.

Cementfabrik des Franz Leithe

in Waidhofen a/d. Ybbs, Nieder-Oesterreich.

Errichtet: 1869.

Produktionsfähigkeit:

80000 q Cementkalk.

Gewicht:

lose gesiebt 865 kg pro 1 m³.

Als Motor wird eine Wasserkraft von 60 Pferdestärken ausgenützt; die Calcinirung wird in drei grossen Schachtofen vorgenommen, und die Zerkleinerung erfolgt mittelst einem Kollergang und vier horizontalen Mahlgängen. Die Fasserzeugung erfolgt mittelst Sägewerk.

ad Post 7.

Steinwandleitner Cement-Gewerkschaft des Ernst Korb

bei St. Veit a/d. Gölsen, Nieder-Oesterreich.

Errichtet: 1885.

Produktionsfähigkeit:

100000 q Cementkalk.

Gewicht:

lose gesiebt 980 kg per 1 m³.

Zum Betriebe dienen 5 Schachtöfen, 1 Steinbrecher und Walzen, 3 Mahlgänge und eine Wasserkraft von 50 Pferdekräften.

ad Post 8.

Max Herget

in Prag, Kleinseite. (Vertretung in Wien: IV., Margarethenstrasse Nr. 2, Comptoir: Br. Pittel.) Portland-Cementfabrik in Radotin, Kalkfabrik in Slichow und Ziegelwaarenfabrik in Bubeně.

Die Firma besteht seit 1780.

Productionsfähigkeit:

180000 q Portland-Cement,

170000 „ hydraulischen, löschbaren, sogenannten Neustädter Kalk, und

40000 „ Weisskalk

Als Motor wird Dampfkraft benützt, die Brennvorrichtungen bestehen aus Ring-, Schacht- und Flammenöfen; zur Verkleinerung des Portland-Cementes werden Steinbrecher und horizontale Mahlgänge angewendet.

In Folge der vorzüglichen Qualität des Weisskalkes wird solcher fast in ganz Mähren für landwirtschaftliche Zwecke in enormen Quantitäten verwendet. Für diese Provinz und die ganze östliche Grenze Böhmens sind die Bestellungen an die allbekannte Firma: Ferdinand Hruza in Iglau in Mähren (Niederlage aller Düng- und Meliorations-Mittel) zu richten.

ad Post 9.

Kurowitzer Cementfabrik Seiner Excellenz des Grafen Max von Seilern & Comp.

in Tlumatschau in Mähren (Nordbahnstation).

Errichtet: 1873. Vergrössert 1886.

Productionsfähigkeit.

60000 q künstlichen Portland-Cement,

10000 „ direct von Kalkmergel erbrannten Portland-Cement,

100000 „ Cementkalk.

Die bei der Versuchsstation der k. k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien durchgeführten Probe-Versuche ergaben nachstehende überraschende Resultate:

G. Z. 214801/VI.

Ueber das gestellte Ansuchen wurde die ämtliche Prüfung des laut Ursprungscertificates vom 12. Juni 1886, beziehungsweise vom 3. Juli 1886 aus der Kurowitzer Cementfabrik Sr.

Excellenz des Grafen Max von Seilern & Comp. in Tlumatschau stammenden Portland-Cementes, beziehungsweise Cementkalkes in der städtischen Probierranstalt für hydraulische Bindemittel vorgenommen und hat dieselbe folgende Resultate ergeben:

I. Portland-Cement.

1. Das Gewicht beträgt per Hectoliter im eingestampften Zustande:
163·80 Kilogramm

in einem Litergefäße von 10 Centimeter Höhe lose eingesiebt:
120·70 Kilogramm per Hectoliter.

Das Gewicht des bei Herstellung der Probekörper verwendeten Normalsandes betrug:

130 Kilogramm per Hectoliter

im lose eingefüllten Zustande.

2. Die Abbindezeit an der Luft beträgt 8 Stunden und unter Wasser 12 Stunden, d. h. der Portland-Cement ist ein langsam bindender.

3. Der Siebrückstand auf dem 900 Maschensiebe beträgt 2%, der Portland-Cement ist mithin sehr fein gemahlen.

4. Bestand dieser Portland-Cement die vorgeschriebene Kuchenprobe, sowohl an der Luft, als auch unter Wasser und ist somit volumbeständig.

5. Die in einem Mischungsverhältnisse von 1 Gewichtstheil Portland-Cement und 3 Gewichtstheilen Normalsand unter Zusatz von 10% Wasser angefertigten Probekörper ergaben eine Zugfestigkeit:

nach 7 Tagen von 15·90 Kilogramm,

„ 20 „ „ 20·43 „

per Quadrat-Centimeter Querschnitt.

6. Die in gleichem Mischungsverhältnisse angefertigten Probekörper für die Druckfestigkeit ergaben

nach 7 Tagen 76·27 Kilogramm,

„ 28 „ 128·70 „

per Quadrat-Centimeter Querschnitt.

II. Der Cement-Kalk.

1. Das Gewicht beträgt per Hectoliter im eingestampften Zustande:
123·40 Kilogramm

in einem Litergefäße von 10 Centimeter Höhe lose eingesiebt:
83·10 Kilogramm per Hectoliter.

Das Gewicht des bei Herstellung der Probekörper verwendeten Normalsandes betrug:

130 Kilogramm per Hectoliter

im lose eingefüllten Zustande.

2. Die Abbindezeit an der Luft beträgt 45 Minuten und unter Wasser $1\frac{1}{4}$ Stunden, d. h. der Cementkalk ist ein langsam bindender.

3. Der Siebrückstand auf dem 900 Maschensiebe beträgt $15\frac{0}{10}$, der Cementkalk ist also fein gemahlen.

4. Bestand dieser Cementkalk die vorgeschriebene Kuchenprobe sowohl an der Luft, als auch unter Wasser und ist somit volumbeständig.

5. Die in einem Mischungsverhältnisse von 1 Gewichtstheil Cementkalk und 3 Gewichtstheilen Normalsand unter Zusatz von $13\frac{0}{10}$ Wasser angefertigten Probekörper ergaben eine Zugfestigkeit:

nach 7 Tagen von 3·43 Kilogramm,

„ 28 „ „ 8·43 „

per Quadrat-Centimeter Querschnitt.

6. Die in gleichem Mischungsverhältnisse angefertigten Probekörper für die Druckfestigkeit ergaben

nach 7 Tagen 31·53 Kilogramm,

„ 28 „ 52·80 „

per Quadrat-Centimeter Querschnitt.

Wien, am 21. August 1886.

Der Magistrats-Director:

Bittmann m. p.

Zum Betriebe wird Dampfkraft, zur Calcinirung des Productes Schachtöfen grösserer Dimensionen und zur Verkleinerung, eventuell Vermahlung der Producte 2 Paare Steinbrechwalzen und 7 horizontale Mahlgänge nebst Siebvorrichtungen angewendet.

Da einerseits bei der jüngst vorgenommenen Vergrößerung des Etablissements nur die bewährtesten Fabriks-Einrichtungen ins Auge gefasst wurden, wodurch eine billige und rationelle Production ermöglicht ist, anderseits durch die so günstige chemische Zusammensetzung des Rohmaterialies ein vorzügliches Product erreicht wird, so ist es auch erklärlich, dass demzufolge die Kurowitzer Cementproducte nicht nur am Wiener Platze Eingang gefunden, sondern auch bei den entlegendsten Eisenbahn- und Privatbauten bevorzugt werden.

ad Post **10.**

Actien-Gesellschaft der k. k. priv. hydraulischen Kalk-
und Portland-Cementfabrik

zu Perlmoos (vormals Angelo Saullich). Sitz: in Wien, IV., Wienstrasse 3.

Errichtet: 1858.

Fabrikationsorte: Perlmoos, Kirchbichel, Kufstein, Häring und Hallein.

Produktionsfähigkeit:

350000 q direct von Kalkmergel erbrannten Portland-
Cement und

750000 „ Cementkalk.

Gewicht:

Portland-Cement lose gesiebt 1350 kg pro 1 m³ (135 kg
pro Hectoliter).

Cementkalk lose gesiebt 900 kg pro 1 m³ (90 kg pro
Hectoliter).

Zum Betriebe wird in Kirchbichel und Perlmoos Dampf-, in
Kufstein, Hallein Wasserkraft verwendet.

Die Calcinirung der Producte wird in 42, theilweise privilegirten
Schachtofen-Systemen vorgenommen.

Zur Verkleinerung, beziehungsweise Vermahlung dienen 2 Stein-
brecher, 3 Walzen-Garnituren, 6 Paar Kollergänge, 16 horizontale
Mahlgänge mit diversen Sieb- und Homogenisirungs-Vorrichtungen.

Auszeichnungen:

1863 von Sr. Majestät Kaiser Franz Josef I. mit dem goldenen
Verdienstkreuz mit der Krone.

1863 vom hohen k. k. Staatsministerium mit einem Aner-
kennungsschreiben für die günstigen Resultate bei Cementproben.

1863 vom niederösterreichischen Gewerbevereine mit der
grossen goldenen Preismedaille.

1862 bei der Londoner Weltausstellung mit der Preismedaille.

1860 Wien, Gartenbau-Gesellschaft, grosse silberne Medaille.

1861 Linz, Ausstellung der Landwirtschafts-Industrie.

1863 Wien, „ „ „

1864 Linz, „ „ „

1865 Krems, „ „ „

1866 Wien, „ „ „

} grosse
silberne
Medaille.

1867 Paris, die erste grosse silberne Medaille der Gruppe VI.,
Classe 65.

1873 bei der Wiener Weltausstellung die Verdienst- und Fort-
schrittsmedaille.

1880 grosse goldene Preismedaille des niederösterreichischen
Gewerbevereines.

1880 bei der Landesausstellung in Graz, Verdienstmedaille.

1882 Triest, Ehrendiplom und grosse goldene Medaille.

Dass der Perlmooser Portland-Cement und der Kuf-
steiner Cementkalk (unter dem ursprünglichen Namen Kufsteiner
hydraulischer Kalk bekannt) einen Weltruf genießt, und dass

ferner dieses grossartig angelegte Etablissement sowohl die kleinste als die grösste Bestellung prompt effectuirt, ist in allen bautechnischen Kreisen zur Genüge bekannt und es wäre überflüssig, diese Producte hier noch besonders hervorzuheben.

ad Post **11.**

Erste Leukenthaler Cementfabrik

in St. Johann in Tirol, Bahnstation St. Johann, Poststation Erpfendorf.

Errichtet: 1873.

Produktionsfähigkeit:

60000 q Cementkalk.

Erzeugung von Cementpflastersteinen, Flurplatten, 20000 q hydraulischen löschbaren Kalk, ferner Trottoirplatten, russische Kaminziegel, und als Specialität Schweizer Dach-Falzziegel.

Gewicht:

Cementkalk lose gesiebt 830 kg pro 1 m³

Die Qualität des Productes steht bei Weitem höher, als es die Prüfungsnormen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines vorschreiben.

Eine grosse Wasserkraft (von der Ache abgeleitet) steht zur Verfügung. Die Calcinirung des Productes wird in eigens construirten Schachtöfen vorgenommen und zur Zerkleinerung, eventuell Vermahlung dienen Koller- und horizontal laufende Mahlgänge mit Siebvorrichtungen.

Die Fässer werden mittelst Sägewerk in der Fabrik erzeugt.

ad Post **12.**

Judendorfer Cementfabrik des Josef Priebsch

in Judendorf, Südbahnstation, Steiermark.

Errichtet: 1868.

Produktionsfähigkeit:

40000 q direct von Kalkmergel erbrannten Portland-Cement,
20000 „ Cementkalk.

Gewicht:

Portland-Cement lose gesiebt 1300 kg pro 1 m³.

Cementkalk lose gesiebt 900 kg pro 1 m³.

Prüfungsergebnisse:

Eidgenössische Prüfungsanstalt für Baumaterialien in
Zürich.

a) Portland-Cement, volumenbeständig, normale Feinheit der Mahlung, Zugfestigkeit (Mörtel 1:3) nach 28 Tagen 34 kg pro cm², Druckfestigkeit nach 28 Tagen 233 kg pro cm².

Prüfungsanstalt des Wiener Magistrates.

b) Portland-Cement, langsam bindend, 6 Stunden, volumenbeständig, fein gemahlen, Zugfestigkeit (1:3) nach 28 Tagen 17 kg pro cm², Druckfestigkeit 109 kg pro cm².

In Roman-Cement fanden grössere Ablieferungen statt: Für die Grazbach-Einwölbung, für die in neuerer Zeit vorkommenden grösseren Canalisirungs-Arbeiten in Graz, in Portland-Cement: für den Vergrösserungsbau (Cellulose-Anlage) der Papierfabrik in Gratwein (Actien-Gesellschaft Leykam-Josefthal), für den Bau der Lagerhäuser der steiermärkischen Escompte-Bank in Marburg, für den Bau eines Zinshauses der steiermärkischen Sparcassa in Graz (Schmidtgasse), für den Bau des Gebäudes der Post- und Telegraphen-Anstalt in Graz.

Auszeichnungen:

Ehrenpreis des k. k. Handelsministeriums auf der Landes-Ausstellung in Graz 1880.

Die Erzeugung von Cementpflaster- und Trottoirplatten, Cementdachziegel, Cementguss für Bauzwecke wird mit gutem Erfolge betrieben.

Niederlage in Graz, Annenstrasse 46.

ad Post **13.**

K. k. priv. Cementfabrik der Trifailer Kohlenwerks-
Gesellschaft
in Trifail, Steiermark.
Gegründet: 1875.

Produktionsfähigkeit:

60000 q Portland-Cement mit einem Gewichte (in fast eingerütteltem Zustande) von 1790 kg und

120000 „ Roman-Cement im Gewichte von 1225 kg per 1 m³.

Zu den Betriebseinrichtungen gehören 1 Locomobile, 1 Dampfmaschine von 200 Pferdekräften, 1 Ringofen, 1 Doppel-Etageofen, 2 Schachtöfen, 3 Steinbrecher, 3 Paar Doppelwalzen und 10 horizontale Mahlgänge.

ad Post **14.**

Erste galizische Cementkalk-, Ziegel- und Weisskalkfabrik des Czesław Grafen Lasocki
in Dębniaki bei Krakau, Post Zwierzyniec.
Errichtet: 1884.

Produktionsfähigkeit:

70000 q Cementkalk und
100000 „ Weisskalk.

Die Portland-Cementfabrikation wird in der nächsten Zeit eingeführt, da, wie es auch aus der eingangs angeführten geologischen Beschreibung der Umgebung von Krakau zu entnehmen, ein vorzügliches Rohproduct zur Hand ist.

Gewicht:

Cementkalk lose gesiebt 950 kg pro 1 m³.

Das Product entspricht den vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine vorgeschriebenen Normen vollkommen.

Die Fabrikseinrichtung besteht aus einer Dampfmaschine, Schacht- und Flammenöfen, Steinbrechern und horizontalen Mahlgängen mit Siebvorrichtungen.

ad Post **15.**

Erste k. u. k. a. pr. Syrmier Portland-Cement und hydraulische Kalkfabrik des Josef Csik

in Beocin. Comptoir und Niederlage in Budapest, Rudolfs-Quai Nr. 8.

Errichtet: 1847.

Gewicht:

Portland-Cement 1344 kg pro 1 m³ und

Cementkalk 544 bis 633 „ „ 1 m³.

Zum Betriebe wird Dampfkraft, zur Calcinirung eigens construirte Oefen, und zur Vermahlung Steinbrechwalzen und Mahlgänge angewendet.

ad Post **16.**

Oberverwaltung Oravicza der priv. österreichisch-ungarischen Staatseisenbahn-Gesellschaft.

Bahn- und Poststation Oravicza (Süd-Ungarn).

Errichtet: 1870.

Productionsfähigkeit:

30000 q Cementkalk,

10000 „ hydraulischer Kalk und

40000 „ Weiskalk.

Gewicht:

Cementkalk lose gesiebt 810 kg pro 1 m³ und

hydraulischer Kalk lose gesiebt 750 kg pro 1 m³.

Die Qualität des Cementkalkes entspricht den inländischen festgestellten Prüfungsnormen.

Die Calcinirung der Producte wird, und zwar in Krassova im Ringofen, in Lissava und Pojana Juli in Schachtöfen vorgenommen. Die Vermahlung erfolgt in Oravicza mittelst drei horizontalen Mahlgängen, wozu Dampfkraft angewendet wird.

Die Fabrikate dieses Etablissements finden ihren Absatz zumeist nach dem Orient, namentlich wurden dieselben in grossen Quantitäten beim Bau der grossen Eisenbahnbrücke über die Save bei Belgrad, und fast zu den sämtlichen Neubauten in Szegegin mit sehr gutem Erfolge angewendet.

ad Post **17.**

Benczur's Cementfabrik

in Mogyoróska, Poststation Feketepatak (via Eperies) Ober-Ungarn. (Bahnstationen: Eperies der Kaschau-Oderberger Bahn, und Örmezö der Ersten ungarisch-galizischen Eisenbahn.)

Errichtet: 1854.

Produktionsfähigkeit:

20000 *q* Portland-Cement, directe von Kalkmergel erbrannt,
im Gewichte von 1350 kg lose gesiebt pro 1 m³ und
40000 „ Cementkalk lose gesiebt 900 kg per 1 m³.

Die Calcinirung des Portland-Cementes wird in Schachtöfen, die des Cementkalkes in Ringofen vorgenommen. Zum Betriebe wird Dampfkraft und zum Verkleinern der Producte Brechwalzen und horizontale Mahlgänge angewendet.

ad Post **18.**

Josefberger Cementfabrik

in Budapest, Vorstadt: Neustift (bei Alt-Ofen), Postamt: Kaiserbad.

Errichtet: 1879.

Produktionsfähigkeit:

150000 *q* Cementkalk.

Gewicht:

lose gesiebt 860 kg pro 1 m³.

Die Fabrikseinrichtung besteht aus einer Dampfmaschine, Schachtöfen, Steinbrecher und horizontalen Mahlgängen.

Es bestehen noch folgende Cementfabriken: In Podol bei Prag, Mariaschein bei Teplitz, in Bludenz, Gartenau im Salzburgischen, Tüffer, Sagor, Steinbrück, Stein bei Laibach, Eisenkappel in Kärnten, Straža in Bukowina, St. Andrae in Istrien, Labatlan und Czerewitz in Ungarn und bei Szezakowa.