



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296937

XXX
1070

EISEN-PORTLANDZEMENT

Taschenhandbuch

über

die Erzeugung und Verwendung des Eisen-
Portlandzements.

F. M. 26 330

II. Auflage.



Herausgegeben

von dem

Verein deutscher Eisen-Portlandzement-Werke e. V.

1904.

F. M. 26 330
157/6
XXX
1070

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

T 30088

Akc. Nr. 3433 149

VERZEICHNIS

der Mitgliedèr des

Vereins deutscher Eisen-Portlandzement-Werke e. V.

1. Buderus'sche Eisenwerke, Wetzlar.
 2. Eisenwerk Kraft, Kratzwieck bei Stettin.
 3. Portlandzementwerk Rombach A.-G., Rombach i. Lothr.
 4. Portlandzementwerk Wetzlar, vorm. Albrecht Stein & Comp. G. m. b. H. Wetzlar.
 5. Rheinische Bergbau und Hüttenwesen Aktien-Gesellschaft, Niederrheinische Hütte, Duisburg-Hochfeld.
 6. Urbacher Portlandzementfabrik „Carl Otto“, Porz bei Köln a. Rh.
 7. Mülheimer Portlandzementwerke, W. Seifer & Co., Mülheim a. d. Ruhr.
-
-

INHALT.

Vorbemerkung.

I. DIE STELLUNG DES EISEN-PORTLANDZEMENTES AUF DEM WELTMARKTE.

1. Was war der Zweck der ersten Auflage dieses Buches?
2. Der Zweck der zweiten Auflage.
3. Entstehung, Namengebung und geschichtliche Entwicklung des Portlandzementes.
4. Die deutschen Normen.
5. Was ist Portlandzement?
6. Die Bedeutung der Hochofenschlacke für die Portlandzement-Industrie.
7. Unser Verfahren.
8. Chemische Zusammensetzung des Eisen-Portlandzementes.
9. Die Eigenschaften des Eisen-Portlandzementes.
10. Warum ist es unbedingt notwendig, die Hochofenschlacke dem Portlandzement im Großbetriebe zuzusetzen?
11. Fremde Zusätze zum Portlandzement.

II. RATSCHLÄGE FÜR DEN EINKAUF VON EISEN-PORTLANDZEMENT.

Vorbemerkung.

1. Ist der Eisen-Portlandzement raumbeständig? Treibt er nicht?
2. Passen seine Bindezeiten für alle Bauarten?
3. Wie verhält er sich beim Erhärten?
4. Hat er die erforderliche Festigkeit?
5. Hat er eine gute Farbe?
6. Hat er die genügende Mahlfineinheit?
7. Ist er wasser- und wetterfest?
8. Ist er frisch gemahlen zu gebrauchen? Verträgt er längeres Lagern?

III. RATSCHLÄGE FÜR DIE VERWENDUNG DES EISEN-PORTLANDZEMENTES ZU VERSCHIEDENEN ZWECKEN.

Vorbemerkung.

1. Mörtelbereitung, Betonbereitung, Zement-Kalkmörtel.
2. Künstliche Steine.
3. Zementwaren.
4. Verputz.

Schlußwort.

VORBEMERKUNG.

Wir haben bisher häufig die Erfahrung machen müssen, daß unser Eisen-Portlandzement absichtlich oder unabsichtlich als Schlackenzement bezeichnet wird. Eine solche Bezeichnung ist aber grundfalsch, denn unter dem Namen Schlacken- oder Puzzolan-Zement wird allgemein ein auf kaltem Wege, also ohne vorheriges Brennen hergestelltes Gemisch von Schlackensand mit gelöschtem Kalk verstanden, welches mit unserm Eisen-Portlandzement in keinem Zusammenhang steht. Was unter Eisen-Portlandzement zu verstehen ist, darüber gibt die vom Verein deutscher Eisen-Portlandzementwerke im Mai 1902 herausgegebene Erklärung Auskunft, welche wie folgt lautet:

EISEN-PORTLANDZEMENT.

Unter „Eisen-Portlandzement“ ist ein nach einem besonderen Verfahren hergestellter Zement zu verstehen, welcher in allen seinen Eigenschaften, insbesondere der Zug- und Druckfestigkeit, Raumbeständigkeit und Mahlung den Bestimmungen der „Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement“, vorgeschrieben von dem Kgl. Preuß. Ministerium für Handel und Gewerbe und öffentliche Arbeiten mittels Zirkularerlaß vom 28. Juli 1887, entspricht, mit der Verschärfung, daß bei der Probe mit 3 Gewichtsteilen Normalsand und einem Gewichtsteil Zement die 28tägige Zugfestigkeit von bisher 16 kg auf 18 kg f. d. qcm und dementsprechend die Druckfestigkeit von 160 auf 180 kg erhöht wird. Der Eisen-Portlandzement, der ein wirklicher Portlandzement ist, und dem wir den Namen „Eisen-Portlandzement“ nur beigelegt haben, um den Fortschritt in seiner Beschaffenheit im Vergleich zu dem nach dem alten Verfahren hergestellten

Fabrikat zu kennzeichnen, wird in der Weise erzeugt, daß besonders vorbereiteter kalkreicher Portlandzement mit kalkarmem Portlandzement, als welcher die granulierten, geglähten und gemahlene Hochofenschlacke anzusehen ist, verarbeitet wird. Der Prozentsatz von kalkreichem Portlandzement im fertigen Eisen-Portlandzement soll nicht unter 70% gehen. Der von den Mitgliedern des unterzeichneten Vereins hergestellte und in den Handel gebrachte Eisen-Portlandzement unterliegt dauernd der Prüfung durch eine gemeinsame Versuchsanstalt. Für die Güte des Eisen-Portlandzements bei sachgemäßer Verarbeitung wird in jeder Hinsicht dieselbe Gewähr, wie für guten, normengemäßen Portlandzement, außerdem aber auch noch — wie vorerwähnt — die Bürgschaft für höhere Druck- und Zugfestigkeit geleistet, als dies bei letzterem der Fall ist.

Düsseldorf, im Mai 1902.

Verein deutscher Eisen-Portlandzement-Werke.

Der Vorsitzende:

Kaiser.

Der Geschäftsführer:

Dr. Ing. Schroedter.

I. DIE STELLUNG DES EISEN-PORTLAND- ZEMENTS AUF DEM WELTMARKTE.

1. Was war der Zweck der ersten Auflage dieses kleinen Buches?

Die erste Auflage dieses kleinen Buches erschien vor einem Jahr.

Ihr Zweck war, in gedrängter Kürze unsere Kundschaft über die Erzeugung und Anwendung unseres Eisen-Portlandzements zu unterrichten und ihr den Beweis zu liefern, daß unser Eisen-Portlandzement eine Ware ersten Ranges ist, die sich den besten Marken der Fabriken des Vereins deutscher Portlandzement-Fabrikanten ebenbürtig zur Seite stellt.

Ferner sollte sie in knappen Umrissen den Wettbewerbskampf schildern, der damals im Bereiche der Portlandzement-Industrie aufs heftigste tobte, und der jetzt zwar noch nicht ganz erloschen ist, sich aber doch — wenn nicht alle Anzeichen trügen — seinem Ende naht. Jedenfalls hat er auf beiden Seiten den Hauptteil seiner ehemaligen Schärfe und Bitterkeit verloren. Ja, in Süddeutschland ist von den dortigen Fabriken beider Vereine ein endgültiger Friede durch die Errichtung einer gemeinsamen Verkaufsstelle geschlossen worden. Diese Portlandzement und Eisen-Portlandzement in gleicher Weise vertreibende Firma trägt den Namen: „Süddeutsche Zementverkaufsstelle, G. m. b. H. zu Heidelberg“. Auch für Rheinland und Westfalen ist eine vorläufige Einigung zustande gekommen.

Wir haben also begründete Aussicht darauf, daß dieser Wettbewerbskampf in kurzer Zeit der Vergangenheit angehören und endgültig erledigt sein wird. Wie wir in der ersten Auflage dieses Buches unserer Kundschaft mit-

teilten, handelte es sich damals, wie auch jetzt noch in verringertem und gemäßigtem Maße, um die Frage, ob unser Eisen-Portlandzement ein wirklicher Portlandzement ist oder nicht. Der Verein deutscher Portlandzement-Fabrikanten behauptete, unsere Herstellungsart beruhe auf einem Mischverfahren, das der Hauptsache nach nur eine Verbilligung der Herstellungskosten bezwecke, und unser Erzeugnis sei tatsächlich nichts anderes als ein Gemisch von 70 % Portlandzement und 30 % Schlackensand, an dessen Stelle wir mit dem nämlichen Erfolge gewöhnlichen Sand nehmen könnten. Unser Fabrikat sei also nicht mehr reiner Zement, sondern eine bereits angefangene Mörtelmischung, eine Verdünnung des Portlandzements, die der Verbraucher nicht nur ebensogut, sondern weit besser auf der Baustelle vornehmen könne.

Der Portlandzement-Fabrikanten-Verein hatte damals noch durchgängig die irriige Ansicht, daß nicht nur die ungranulierte, sondern auch die granulierte, hochbasische Hochofenschlacke ein dem Portlandzement fremder Körper sei. Nun hat sich durch das früher von vielen Seiten vernachlässigte, jetzt mit erhöhtem Eifer betriebene Studium der Hochofenschlacke in dem letzten Jahre auch in früher gegnerischen Kreisen die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß sich die Hochofenschlacke durch eine sachgemäße Behandlung — aber freilich nur durch diese — in ein für die Portlandzementindustrie wertvolles Erzeugnis umwandeln lasse. Die praktischen Erfolge dieser Umwandlung sind zu groß, als daß sie noch unterdrückt werden könnten. Bei der Herausgabe der ersten Auflage setzten wir voraus, daß unser Buch von der Fachpresse außer lebhafter Zustimmung auch einige feindliche Angriffe erfahren werde. Unsere Voraussetzung ist eingetroffen. Auf die Einzelheiten der Angriffe an dieser Stelle einzu-

gehen, ist überflüssig, da deren Beantwortung sich klar erkennbar aus den verschiedenen Abschnitten dieser zweiten Auflage unseres Buches ergibt. Auch ersehen unsere Leser daraus, daß der Wunsch der Tonindustrie-Zeitung in Nr. 111 Jahrg. 1903 dahingehend, dem Namen „Eisen-Portlandzement“ möge die „Daseinsberechtigung“ entzogen werden, durch die Gründung der Süddeutschen Zementverkaufsstelle und des Verkaufsvereins Rheinisch-Westfälischer Zementfabriken vollkommen gescheitert ist. Die Namensfrage ist somit im Gegensatz zu den Wünschen der Tonindustrie-Zeitung in den Hintergrund und die Qualitätsfrage ist in den Vordergrund getreten. Es verbreitet sich die Einsicht, daß der Wert eines Zementes vornehmlich auf seinen Leistungen, d. h. seiner Anpassungsfähigkeit an alle Zweige des Bauwesens und nicht auf allgemeinen Vorschriften für seine Herstellungsweise beruht.

Die erste Auflage unseres kleinen Buches hat ihren Zweck erfüllt, indem sie die Stellung der beiden Parteien in dem damaligen Wettbewerbskampf kennzeichnete und die gegen den Eisen-Portlandzement erhobenen Anklagen und Anschuldigungen widerlegte. Der Zweck der zweiten Auflage unseres Taschenbuches ist somit ein anderer geworden.

2. Der Zweck der zweiten Auflage.

Selbstverständlich enthält die neue Auflage unverkürzt alle wesentlichen Mitteilungen der ersten in bezug auf Herstellung, Eigenschaften und Verwendung unseres Eisen-Portlandzements. Sie hat die Aufgabe, die Stellung des Eisen-Portlandzements auf dem Weltmarkte näher zu erläutern und zu zeigen, wie diese Portlandzementart — durch wissenschaftliches Studium und durch die Er-

fahrungen der Praxis gestützt — im Anschluß an die geschichtliche Entwicklung der Portlandzementherzeugung entstanden ist und sich zu ihrem jetzigen Höhepunkte hinaufgearbeitet hat. Sie soll die so oft aufgeworfene und noch niemals unter Zustimmung aller Parteien beantwortete Frage „Was ist Portlandzement?“ ihrer Lösung näher zu bringen suchen. Vor allen Dingen aber soll sie auf das eindringlichste und energischste die immer noch von mehreren Seiten festgehaltene Ansicht widerlegen, daß es ratsam sei, den Zusatz von Hochofenschlacke zum Portlandzement auf dem Bauplatze zu machen. Sie soll zeigen, daß es in allen Fällen empfehlenswert ist, diesen Vermischungsvorgang dem Großbetriebe, der eigens dazu eingerichtete Maschinen hat, zu überlassen.

Diese zweite Auflage unseres kleinen Taschenhandbuches hat — obgleich sie ihrer Aufgabe getreu sich wie die erste bemüht, allen Eisen-Portlandzement-Verbrauchern als ein guter Ratgeber in allen ins Fach schlagenden praktischen Fragen hilfreiche Dienste zu leisten — dennoch einige durchgreifende Änderungen erfahren, die ihr nach unserer Ansicht zum Vorteil gereichen. Ein Vergleich mit der ersten Auflage zeigt, daß sich die Eisen-Portlandzement-Industrie auch im letzten Jahre theoretisch und praktisch gesund weiterentwickelt hat.

3. Entstehung, Namengebung und geschichtliche Entwicklung des Portlandzements.

Im Jahre 1824 erfand der englische Maurer Joseph Aspdin ein hydraulisches Bindemittel, dem er den Namen „Portlandzement“ gab und das er sich patentieren ließ. Das Patent lautet in deutscher Übersetzung:

„Meine Methode zur Fabrikation von Mörtel, von künstlichen Steinen, von Verputz an Gebäuden, an Wasserwerken, Zisternen oder zu ähnlichen Zwecken, ich nenne dieses Produkt Portlandzement, ist folgende: Ich nehme ein bestimmtes Quantum von Kalkstein, wie er gewöhnlich zum Bau und zur Ausbesserung von Landstraßen gebraucht wird. Ich nehme ihn, wenn er in einen Schlamm oder in ein Pulver verwandelt ist. Kann ich eine genügende Menge von diesem nicht erhalten, so verschaffe ich mir den Kalkstein selbst. Ich brenne, kalziniere den Schlamm, das Pulver oder den Kalkstein. Dann nehme ich eine bestimmte Menge tonhaltiger Erde oder Ton und vermische diese mit Wasser zu einem fast unfühlbaren Brei entweder durch Hand- oder Maschinenbetrieb. Ich erhitze diese Mischung auf einer Darre entweder durch Sonnenwärme oder durch Feuergase oder Dampf, die ich in Gängen oder Röhren unter oder nahe an die Darre leite, bis zur Austreibung des Wassers. Dann breche ich die Mischung in geeignete Klumpen und brenne sie in einem, dem Kalkofen ähnlichen Ofen, bis die Kohlensäure vollständig ausgetrieben ist. Die auf diese Weise gebrannte Mischung muß durch Mahlen, Walzen oder Stoßen in feines Pulver verwandelt werden und ist dann ein Zement, der sich zur Herstellung von Mörtel oder künstlichen Steinen eignet. Dieses Pulver muß man mit so viel Wasser mischen, daß es die Konsistenz von Mörtel erhält; es kann dann zu den erwähnten Zwecken benutzt werden.“

Der Portlandzement, den Joseph Aspdin und dessen Nachfolger machten, hatte noch ganz und gar nicht die Eigenschaften, die man jetzt von einem Portlandzement verlangt. Die ersten Hersteller, also gerade diejenigen, denen das Erzeugnis seinen Namen verdankt und die also

die patentierte Befugnis hatten, ihre Ware als Portlandzement zu bezeichnen, stellten absichtlich Leichtbrand her. Sie suchten auf das gewissenhafteste alle gesinterten Klinker aus und warfen also gerade denjenigen Teil des Brandes fort, den wir als den allein wertvollen bezeichnet haben würden. Der „Portlandstone“, nach dem Joseph Aspdin sein Erzeugnis benannte, hat nicht die blaugraue Farbe des jetzigen Portlandzements, sondern ist gelblich-grau.

Nach Dr. Michaelis Angaben scheint der erste Darsteller, der erkannte, daß die gesinterten Rohstoffe einen besseren Portlandzement liefern als die ungesinterten, der Engländer J. L. Johnson gewesen zu sein.

Wie dem auch sei, die fortschreitende Industrie, die nicht nur das Recht, sondern auch die Pflicht hat, ihre Erzeugnisse zu verbessern, führte zu einer Entwicklung des Brennens vom Leichtbrand zur Sinterung, denn nur so war man sicher, den Hauptzweck des Aspdinschen Verfahrens, die Austreibung der Kohlensäure, völlig zu bewirken. Man wich dadurch in weitgehender Weise von dem Begriff ab, den die ersten Hersteller mit dem Namen Portlandzement verbanden, aber diese Abweichung war berechtigt, weil durch sie der Zement tatsächlich bedeutend verbessert wurde.

Und wie in diesem Falle der praktische Standpunkt der Notwendigkeit der Verbesserung des Erzeugnisses den Ausschlag gab, so war er es auch, der in allen übrigen Fragen maßgebend wurde und zwar zielte die eine Hälfte der praktischen Arbeit darauf hin, die stetige Vervollkommnung der Ware zu bewirken, während die andere die Gestehungskosten zu verbilligen und das Herstellungsverfahren möglichst zu vereinfachen suchte.

Die Notwendigkeit einer möglichst innigen Vermischung der Rohstoffe bewirkte, daß die Vermischung mit der Hand

neuerfundenen Aufbereitungsmaschinen weichen mußte. Die unvollkommenen Schachtöfen wurden durch bessere Ofenarten ersetzt. Der Wunsch, die Abbindezeit zu regeln, rief sogar das Zugeständnis hervor, den fertigen Portlandzementklinkern eine kleine Zugabe von Gips und dergleichen zuzumahlen, obgleich man sich sagte, daß die Hinzufügung solcher Fremdkörper eigentlich die Reinheit des Portlandzements beeinträchtigte.

Man könnte die Aufzählung der Veränderungen, die der Portlandzement seit Joseph Aspdins Zeiten erfahren hat, sehr weit ausdehnen, doch genügen diese Angaben, unseren Lesern zu zeigen, daß der „Portlandzement“ vom ersten Tage seines Entstehens an kein Begriff war, der sich auf eine völlig unveränderliche, für alle Zeiten an eine ganz bestimmte Herstellungsweise gleichsam festgenagelte Ware bezog, sondern daß er im Gegenteil für ein Erzeugnis gilt, das der weitestgehenden Vervollkommnung fähig ist und daher in seiner stetigen Entwicklung nicht behindert werden darf.

Von 1824—50 beherrschte England ausschließlich den Portlandzementmarkt. Dann aber traten die anderen Kulturländer, an der Spitze Deutschland, aber auch Frankreich, Belgien, Rußland und die Schweiz, mit in den Wettbewerb ein. Die Vereinigten Staaten folgten erst später.

Anfangs hielten sich in Deutschland die neuentstandenen Werke mehr oder weniger an die Vorschrift des Erfinders oder arbeiteten nach eigenem Belieben. Eine Untersuchung darüber, ob die auf den Markt gebrachten Portlandzemente verwandt werden konnten, ohne dem Verbraucher Schaden oder gar Gefahr zu bringen, gab es nicht. Um dieser bedenklichen Willkür Einhalt zu tun und die Beschaffenheit des Erzeugnisses durchgängig

auf eine höhere Stufe zu heben, bildete sich der Verein deutscher Zementfabrikanten. Im Mai 1898 nahm er den Namen „Deutscher Portlandzementfabrikanten-Verein“ an. Durch eifrige Arbeit hat dieser Verein dem Bauwesen in seinen vielen einzelnen Zweigen große bedeutsame Dienste geleistet. Das erkennen wir in vollem Umfange an. Doch hemmte er sich, wie Vereine dies oft zu tun pflegen, nach einigen Richtungen hin in der freien Entwicklung durch allzu engbegrenzte Zwangssatzungen. So z. B. schädigte er sich dadurch, daß er ohne vorhergehendes Studium die Hochofenschlacke für einen dem Portlandzement fremden Körper erklärte. Auch vernachlässigte er die Erforschung dieses, für die Zementherstellung hochwichtigen Stoffes lange Zeit. Erst jetzt hat er sie in Angriff genommen.

Die Frage nach dem Wert oder Unwert der Hochofenschlacke, die zu untersuchen der Portlandzementfabrikanten-Verein unterließ, wurde aber um so eifriger und erfolgreicher von praktisch und wissenschaftlich gebildeten Forschern, wie Tetmajer, Michaelis, Dietrich und Passow betrieben.

Auch die Eisenhüttenleute wandten ihre Aufmerksamkeit der bisher in ihren Betrieben als Ballast entfallenen Hochofenschlacke zu. Es gelang ihnen, diese durch geeignete Wassergranulation in ein wertvolles hydraulisches Bindemittel zu überführen. Daraus, daß dieses dem auf gewöhnliche Weise erzeugten, ebenfalls von den Werken selbst hergestellten Portlandzement zugemischt wurde, ergab sich eine vorzügliche Ware, die sich bald einbürgerte. So wurde am Ende des letzten Jahrhunderts eine Anzahl Werke errichtet, die sich zu einem Verein zusammenschlossen, der bekanntlich seit März 1902 den Namen „Verein deutscher Eisen-Portlandzement-Werke“ trägt.

4. Die deutschen Normen.

Der Verein von Zementfabrikanten, der zur gegenseitigen Förderung in dem Bestreben, den Ruf des deutschen Portlandzements aufrecht zu halten, zusammentrat, setzte es durch, daß das preußische Ministerium 1876 „Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement“ aufstellte, die im Jahre 1887 revidiert wurden. Diese Normen, obgleich sie eigentlich nur preußische Normen und keine deutsche sind und auch niemals Gesetzeskraft erlangten, gelten dennoch überall im deutschen Reiche bis auf den heutigen Tag als maßgebende, gültige Handelsnormen. Jedes Werk, das seine Ware als Portlandzement auf den Markt bringt, hält sich, zwar keineswegs gesetzlich, doch moralisch verpflichtet, darzutun, daß es im Einklang mit diesen Normen gearbeitet hat und ihre Forderungen erfüllt.

Wir dürfen annehmen, daß diese Normen in all ihren Einzelheiten unserer gesamten Kundschaft bekannt sind. Sie haben in ihren Bestimmungen über Zug- und Druckfestigkeit, Raumbeständigkeit, Feinheit der Mahlung usw. der Portlandzement-Industrie seinerzeit vorzügliche Dienste geleistet und schützen auch jetzt noch den Verbraucher im allgemeinen vor minderwertiger Ware.

Früher, da ungleich langsamer gearbeitet wurde, als in unserer raschlebigen Zeit, genügte die Ermittlung der Zug- und Druckfestigkeit der Proben nach 28 Tagen. Um besonders schnell die Leistungsfähigkeit des Zements kennen zu lernen, würde es zweckmäßig sein, wenn wenigstens für bestimmte Bauarbeiten die Prüfung schon nach 7 Tagen zu erfolgen hätte.

Der Portlandzement spielt im Bauwesen jetzt eine ungleich bedeutendere Rolle, als zur Zeit der Entstehung der

Normen. Er hat sein Anwendungsgebiet so weit ausgedehnt, wie man es früher nie für möglich gehalten hätte. Seine Aufgaben sind in jeder Beziehung vielseitiger und schwieriger geworden; die Anforderungen der Verbraucher sind so mannigfaltig, daß es notwendig erscheint, dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten eine von wissenschaftlich und praktisch gebildeten Autoritäten zu bewirkende Prüfung der Normen vorzuschlagen.

Jede Verschärfung der Bestimmungen, die der Verein deutscher Portlandzementfabrikanten für sein Erzeugnis vorschlägt, wird auch von uns für unseren Eisen-Portlandzement bereitwillig angenommen werden. Wir wiederholen das schon früher gesagte: Unser Eisen-Portlandzement wird stets den besten Portlandzementen gleichwertig zur Seite gestellt werden können.

5. Was ist Portlandzement?

Es liegt selbstverständlich nicht in unserer Absicht, hier in diesem kleinen Buche eine wissenschaftliche Abhandlung über das Wesen des Portlandzements zu geben. Wir wollen nur allgemein verständlich unsere Begriffserklärung aussprechen.

Nach unserer Meinung ist der Portlandzement: ein in seinen Hauptbestandteilen aus Kalk und Ton hergestelltes, durch Brennen von aller Kohlen säure befreites, pulverfein gemahlenes, unter Wasserzusatz selbständig erhärtendes hydraulisches Bindemittel.

Diese Erklärung steht im Einklang 1. mit der Begriffserklärung des Erfinders Josef Aspdin, deren Wortlaut wir wiedergegeben haben, 2. mit der Begriffserklärung, die den deutschen Normen vorangestellt ist.

Der Gedankengang der Aspdinschen Begriffserklärung war: „Wer Portlandzement herstellen will, der muß innig gemischten Ton und Kalk so stark brennen, daß die Kohlensäure ausgetrieben ist. Vermahlt er das also gewonnene Produkt zu Pulver, so hat er einen Zement, der mit Wasser vermengt als Mörtel zu vielerlei Bauzwecken, namentlich aber auch zur Herstellung künstlicher Steine und zum Verputz von Mauerwerk verwandt werden kann.“

Die den deutschen Normen vorgesezte Begriffserklärung lautet bekanntlich: „Portlandzement ist ein Produkt, entstanden durch Brennen einer innigen Mischung von Kalk und tonhaltigen Materialien, als wesentlichsten Bestandteilen, bis zur Sinterung und darauf folgender Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit.“

Den Ausdruck „Sinterung“ hat Josef Aspdin nicht gebraucht, weil er, wie wir schon bemerkten, offenbar annahm, daß die Kohlensäure schon vor diesem Zeitpunkte entweiche und daß ein gesintertes Produkt bereits zu stark gebrannt sei und daher aus dem Brennprodukte ausgelesen werden müsse. Der Ausdruck „Sinterung“ wurde demnach 1876 in die Begriffserklärung aufgenommen, weil man im Laufe der Zeit allgemein die Erfahrung gemacht hatte, daß man mindestens bis zur Sinterung brennen müsse, um die Austreibung der Kohlensäure zu bewirken. Die zweite Begriffserklärung zeigt also deutlich, daß in der Reihe der Jahre die Brennhitze höher hinaufgeschoben worden war.

Daß gerade der Ausdruck „bis zur Sinterung“ in dem jetzt hoffentlich bald ganz beendeten Wettbewerbskampfe zwischen dem Verein deutscher Portlandzement-Fabrikanten und unserem Verein zu großen Meinungsverschiedenheiten geführt hat, indem der erstere behauptete, er deute darauf hin, daß es unerlaubt sei, über die Sinterung

hinauszugehen, wollen wir hier nicht eingehend erörtern. Es ist klar, daß die Portlandzement-Industrie, falls sie ein Recht hatte, im Interesse der Güte ihres Erzeugnisses die im Anfang ihres Bestehens nicht bis zum Sinterpunkt geführte Hitze des Brandes bis zur Sinterung zu steigern, auch noch einen weiteren Schritt in dieser Richtung tun darf, falls dieser wirklich eine Verbesserung der Ware bedeutet.

Jedenfalls steht es nach beiden Begriffserklärungen unbestreitbar fest:

1. Daß ein echter Portlandzement in seinen wesentlichsten Bestandteilen aus Kalk und Ton bestehen muß. Ist ein Zement aus 40 % Kalk und 50 % Ton, oder umgekehrt aus 50 % Kalk und 40 % Ton hergestellt, so entspricht er in beiden Fällen vollständig den Ansprüchen beider Begriffserklärungen; denn Kalk und Ton stehen sowohl in dem einen Anteilsverhältnis wie in dem anderen dem unwesentlichen Rest der Nebensstoffe von 10 % als wesentlicher Bestandteil gegenüber. Und so kann man, ohne auch nur im mindesten gegen beide Begriffserklärungen zu verstoßen, durch eine verschiedenartige Mischung von Kalk und Ton bei uns in Deutschland eine Reihenfolge von kalkärmeren und kalkreicheren Portlandzementen erzeugen. In den Handel darf man sie immer nur unter der Bedingung bringen, daß die betreffenden Waren normengemäß sind.

2. Muß jeder echte Portlandzement durch Brennen von seiner Kohlensäure befreit sein. Diese Forderung klingt einfach und leicht erfüllbar. Doch ist sie mit großen Schwierigkeiten verknüpft, da in vielen Portlandzementwerken entweder infolge mangelhafter, veralteter Öfen oder eines besonders schwer zu brennenden Rohstoffes nur ein Teil des Erzeugnisses bis zur Sinterung gebrannt zu

sein pflegt, während der übrige Teil die Sinterung nicht erreicht hat. Gewissenhafte Werke lassen den nicht gesinterten Teil ihres Brennergebnisses — der Schwachbrand genannt wird und nicht als Portlandzement bezeichnet werden kann — von geschulten Arbeitern aussuchen. Doch ist es bei aller Sorgfalt schwer vermeidbar, daß nicht doch ein Teil mit zum Vermahlen kommt.

Da unsere Eisen-Portlandzementwerke der Neuzeit angehören, so können wir unserer Kundschaft die Versicherung geben, daß wir infolge unserer vorzüglichen Öfen und der von uns sorgsam gehaltenen Auslese die Beimischung von Schwachbrand, soweit das überhaupt geht, vermeiden. Wir können mit gutem Gewissen behaupten, daß unser Zement der Forderung, frei von Kohlen-säure zu sein, entspricht.

3. und 4. Die beiden Forderungen pulverfeiner Vermahlung und selbständiger Erhärtung unter Zusatz von Wasser werden von den Fabriken unseres Vereins in eben demselben Maße erfüllt, wie von denen des Vereins deutscher Portlandzement-Fabrikanten.

Durch die Erfüllung dieser vier Forderungen erwirbt ein Zement das Recht, sich Portlandzement zu nennen; doch ist er dadurch noch nicht berechtigt, als „Handelsportlandzement“ auf den Markt zu kommen. Um als Handelsportlandzement nicht beanstandet zu werden, hat er vor allen Dingen auch noch den Normen in bezug auf die Dauer der Abbindezeit, der Zug- und Druckfestigkeit und der Raumbeständigkeit zu genügen.

Es gibt außer dem Portlandzement auch noch andere ton- und kalkhaltige Zemente, z. B. den Romanzement und die Puzzolanzemente. Doch unterscheiden diese sich wesentlich vom Portlandzement und Eisen-Portlandzement dadurch, daß die Rohstoffe des ersteren nicht bis

zur völligen Austreibung der Kohlensäure gebrannt werden, während die Pozzulanamente aus gebrannten und ungebrannten Stoffen unter Zusatz von mehr oder minder großen Mengen Kalkhydrat bestehen. Sie eignen sich gut für vereinzelte Bauzwecke, sind aber im allgemeinen unseren Portlandzementarten bedeutend untergeordnet.

6. Die Bedeutung der Hochofenschlacke für die Portlandzement-Industrie.

Schon im Jahre 1884, also zu einer Zeit, in der man die Hochofenschlacke allgemein noch für einen, dem Portlandzement fremden Körper hielt, richtete Dr. Michaelis an den deutschen Zementfabrikanten-Verein die Forderung, er möge in einer Eingabe den Herrn Minister um den Beschluß ersuchen, folgenden Satz in die Normen aufzunehmen:

„Alle Zusätze zum Portlandzement sind gestattet, welche zur Regulierung der Bindezeit dienen, desgleichen alle, welche die Qualität, insbesondere die Mörtelfestigkeit verbessern.“

Immer aufs neue sprach er unumwunden aus, daß er den Zusatz von richtig behandelter Hochofenschlacke für eine Qualitätsverbesserung halte.

Auch Professor Tetmajer erklärte in dem nämlichen Jahre in der Zeitschrift „Stahl und Eisen“ 4. Jahrg. Nr. 9, „daß man den normalen Portlandzement durch reine und insbesondere durch granulierten, d. h. zur Zerkümmerung ins Wasser geleitete Hochofenschlacke wesentlich verbessern könne“.

Schon damals schrieb Tetmajer:

„Folgende Wahrnehmung ist interessant, weil sie die Wirkung granulierter Hochofenschlacke in großem Maß-

stabe zeigt. Hr. Rob. Vigier, der Erbauer der Betonbrücke der schweizerischen Landesausstellung, verwendete dazu als Bogenmaterial ein Gemisch von Portlandzement und granulierter Hochofenschlacke, während die Widerlager aus einem aus Flußsand und Geschieben erzeugten Beton ausgeführt wurden. Diese Widerlager sind mit der Zeit weißlich grau geworden; stellenweise zeigen sie beachtenswerte Ablagerungen von kohlen-saurem Kalk, während der Bogen (aus Hochofenschlacke und Portlandzement hergestellt) in seiner ganzen Länge dunkelgrau geblieben ist und tropfsteinartige Ablagerungen nirgends zu finden sind.“

Tetmajer untersuchte auf das sorgfältigste den mit Hochofenschlacken-Zusatz vermischten Portlandzement mehrerer Werke, namentlich aber den von Vorwohle und kam zu gleich günstigen Ergebnissen.

Das Vorwohler Werk, das jetzt, um dem Verein der deutschen Portlandzementfabrikanten angehören zu können, gewöhnlichen Portlandzement erzeugt, fand damals insbesondere beim Bau der Berliner Stadtbahn, woselbst fortgesetzt sorgfältige Untersuchungen mit den gelieferten Zementen vorgenommen wurden, für ihr vorzügliches, aus Portlandzement und Hochofenschlacke hergestelltes Erzeugnis eine ausgedehnte Verwendung, so daß sich der Leiter der Königlich Technischen Hochschule zu Berlin, Professor Dietrich, bewegen fühlte, in dem Wochenblatt für Baukunde 1885 Nr. 93 u. 95 ebenfalls eine öffentliche Erklärung über den hohen Wert der granulierten Hochofenschlacke für die Portlandzement-Industrie abzugeben.

Seit jener Zeit ist das Studium der Hochofenschlacke nicht wieder abgebrochen worden. Immer klarer ist es zutage getreten, daß die Untersuchungen jener Gelehrten richtig sind.

Und zwar hat sich durch jene Forschungen im Laufe der Zeit immer deutlicher herausgestellt, daß die Verbesserung, die der Portlandzement durch einen geeigneten Zusatz von Hochofenschlacke erhält, dem Umstande zugeschrieben werden muß, daß diese in Wirklichkeit kein dem Portlandzement fremder Körper ist. Es hat sich immer mehr die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß die Hochofenschlacken infolge ihrer Entstehung geschmolzene Portlandzemente sind. Im Jahre 1901 konnte Dr. Passow bereits, auf ein mehrjähriges eingehendes Studium der Hochofenschlacke gestützt, auf das Bestimmteste die Behauptung aufstellen, daß die wassergranulierten, basischen Hochofenschlacken infolge ihres Ursprunges „Portlandzement“ seien, und in der Tat hat die Hochofenschlacke als wesentlichste Bestandteile Kalk und Ton aufzuweisen. Sie ist ferner durch das Brennen im Hochofen von der ihr als Rohstoff innewohnenden Kohlensäure befreit worden und besitzt bei Wasserzusatz eine, wenn auch sehr langsam, so doch sicher sich vollziehende Selbsterhärtungsfähigkeit.

An ihrem Portlandzement-Charakter ist daher nicht zu zweifeln. Weil aber ihre Selbsterhärtung, obwohl sie zu großer Höhe ansteigt, anfangs sehr träge ist, eignet sie sich, für sich allein verwendet, nicht zu einem „Handelsportlandzement“, da dieser eine schnellere Abbindezeit erfordert.

Diese Klasse von Portlandzementen, die den Portlandzement-Typus zwar völlig ausgeprägt besitzen, aber denen dennoch irgend eine der im Handel erforderlichen Eigenschaften fehlt, ist durchaus nicht wertlos. Im Gegenteil, sie ist dazu berufen, eine wichtige Rolle in der Portlandzement-Industrie zu spielen. In Verbindung mit einem Handelsportlandzement führen die Nicht-Handelsportland-

zemente gar häufig eine bedeutende Verbesserung des ersteren herbei. Richtig angewandt, können sie Übelstände, die er hat, aufheben und seine guten Eigenschaften erhöhen.

Eine solche, an sich nicht zum Handel geeignete Portlandzementart ist, wie Dr. Passow und andere auf Grund sorgsamer Forschungen festgestellt haben, die wassergranulierte, hochbasische Hochofenschlacke der Eisen-Portlandzementwerke; denn ihre wesentlichen Bestandteile, Kalk und Ton, sind durch hohe Erhitzung kohlenstofffrei und hydraulisch geworden.

Wäre diese Art von Hochofenschlacke ein dem Portlandzement fremder Körper, so würde sie durch ihren Zusatz den Charakter des Portlandzements verändern; sie würde ihm Eigenschaften rauben, die er hat, und Eigenschaften geben, die nicht in seinem Typus begründet sind. Das aber ist nicht der Fall. Ein geeigneter Zusatz von richtig behandelter Hochofenschlacke beeinträchtigt den Portlandzement-Charakter eines Portlandzements niemals. Im Gegenteil, er greift auf das wirksamste in den Erhärtungsprozeß ein und prägt den Portlandzement-Charakter stärker aus, indem er die guten Eigenschaften des Erzeugnisses fördert.

Durch diese unbedingte Anpassung bekundet die Hochofenschlacke ihre nahe Verwandtschaft mit dem gewöhnlichen Portlandzement und erweist sich als eine wertvolle Portlandzementart. Sie bedarf zu ihrer Umwandlung in einen guten Handelsportlandzement nichts weiter als eine Beschleunigung ihrer hydraulischen Anfangsfestigkeiten. Und dieses Beschleunigungsmittel erhält sie in einfachster und günstigster Weise, wenn man sie einem kalkreichen gewöhnlichen Portlandzement zumischt.

7. Unser Verfahren.

Da der Eisen-Portlandzement sich aus zwei Portlandzementarten zusammensetzt, aus 70 % kalkreichem (dem gewöhnlichen Portlandzement) und 30 % kalkarmem (der wassergranulierten hochbasischen Hochofenschlacke), so besteht unser Verfahren aus zwei Prozessen:

1. Der erste Prozeß: Die Aufbereitung des kalkreichen Portlandzements erfolgt nach der altherkömmlichen, auch bei dem Verein deutscher Portlandzement-Fabrikanten üblichen Weise. Doch nehmen unsere Eisen-Portlandzementwerke statt der bei jenen verwandten Rohstoffe eine innige Mischung von äußerst fein gemahlener Hochofenschlacke und Kalksteinmehl und brennen sie bis zur Sinterung. Die dem Ofen entnommene Klinkermasse bildet eine fest zusammenhängende Klinkersäule, die nur mit großer Mühe auseinandergeschlagen wird. Die so gewonnenen Klinker werden bis zur Mehlfeinheit zerkleinert.

Gegen diese Art von Bereitung von Portlandzement hat der Verein deutscher Portlandzement-Fabrikanten nichts einzuwenden. Als Rohmaterial läßt er unsere Schlacke gelten. In diesem Falle sagt er nicht, wie er es früher getan hat, daß wir statt Schlacke ebensogut „gewöhnlichen Sand“ nehmen könnten. Im Gegenteil, er hat selbst zu der Zeit, da der Wettbewerbskampf am heftigsten geführt wurde, den auf diese Weise gewonnenen Portlandzement für normengemäß hergestellt erklärt. Ja, er würde sogar bereit gewesen sein, uns in die Zahl seiner Mitglieder aufzunehmen, wenn wir uns verpflichtet hätten, diesen Teil unseres Erzeugnisses für sich allein zu verkaufen. Aber die Einsicht, daß wir unserer Kundschaft eine bessere Ware liefern, wenn wir mit unserem kalkreichen Portlandzement einen gewissen Prozentsatz von kalkarmem

vermahlen, hat uns bewogen, bei unserem zwiefachen Verfahren zu bleiben und den zweiten Prozeß, die Herstellung eines kalkarmen Portlandzements, nicht aufzugeben.

2. Dieser zweite Prozeß, der die Bestimmung hat, den Kalküberschuß des kalkreichen Portlandzementes in wirksamster Weise auszugleichen, ist durchaus nicht so leicht und einfach, wie es scheint.

Die Hochofenschlacke hat dreierlei Aufbereitungen durchzumachen, ehe man sie als kalkarmen Portlandzement ansprechen kann. Sie wird geschmolzen, granuliert und geglüht oder getrocknet; erst dann ist sie zum Vermahlen fertig.

Die Granulation, das Körnigmachen der den Hochofen flüssig verlassenden Schlackenmassen durch ein plötzliches Abschrecken mit kaltem Wasser, bedarf ebenso vieler Sach- und Fachkenntnis, wie das Trocknen oder Glühen des granulierten, feuchtgewordenen Erzeugnisses. Es ist dabei darauf zu achten, daß die durch die Wassergranulation glasig gewordene Schlacke nicht durch zu große Hitze entglast und dadurch zum Gebrauch für den Eisen-Portlandzement entwertet wird.

Schließlich wird die durch sorgsame Wassergranulation in kalkarmen Portlandzement umgewandelte Hochofenschlacke mit den kalkreichen Portlandzementklinkern zusammen vermahlen, und dadurch wird eine so innige Vermischung der beiden Erzeugnisse herbeigeführt, wie man sie auf dem Bauplatze niemals erzielen kann.

Da unser Vereinslaboratorium (chemisch-technische Versuchsanstalt von Dr. Passow, Blankenese a. d. Elbe) allmonatlich von jedem unserer Werke Proben aus dem Handel entnimmt und prüft, sind wir imstande, eine genaue Kontrolle über die Beschaffenheit der von unsern Vereinsmitgliedern hergestellten Erzeugnisse auszuüben.

Wir lassen hier die Durchschnitts-Ergebnisse der Monatsprüfungen unserer Handelsware, wie sie für die Jahre 1902/03 vorliegen, folgen. In Klammern fügen wir zum Vergleich die Durchschnittsergebnisse an, welche der Verein deutscher Portlandzement-Fabrikanten bei den Untersuchungen des Zements seiner Mitglieder in derselben Zeit gefunden hat:

1. Tabelle 1902.

Mahlfeinheit Rückstand auf dem		Raumbeständigkeit			Festigkeit nach 28 Tagen Mischung 1 : 3			
900- Maschen- -Sieb	5000- Maschen- -Sieb	28tägige Wasser- lage- rung	Koch- probe	Darr- probe	Zug		Druck	
					Wasser- lagerung	Luft- lagerung	Wasser- lagerung	Luft- lagerung
0,91 (1,46)	9,23 (22,97)	sämtlich bestanden	sämtlich bestanden	sämtlich bestanden	22,53 (22,43)	27,56 (?)	224,69 (242,90)	234,43 (?)

2. Tabelle 1903.

Mahlfeinheit Rückstand auf dem		Raumbeständigkeit			Festigkeit nach 28 Tagen Mischung 1 : 3			
900- Maschen- -Sieb	5000- Maschen- -Sieb	28tägige Wasser- lage- rung	Koch- probe	Darr- probe	Zug		Druck	
					Wasser- lagerung	Luft- lagerung	Wasser- lagerung	Luft- lagerung
0,77 (1,43)	14,80 (22,70)	sämtlich bestanden	sämtlich bestanden	sämtlich bestanden	21,8 (21,78)	26,8 (?)	253,5 (245,-)	272,1 (?)

8. Die chemische Zusammensetzung des Eisen-Portlandzements.

Die Gleichartigkeit der Hochofenschlacke mit dem Portlandzement, mit anderen Worten der Portlandzement-Charakter der Hochofenschlacke, erhellt am klarsten aus einem Vergleich der chemischen Zusammensetzung beider-

Es enthalten:

	Portlandzement	Hochofenschlacke	Eisen- Portlandzement
Kalk . . .	58—65,5 %	44—52 %	54—60 %
Kieselsäure .	20—26,5 „	27—35 „	20—25 „
Tonerde und Eisenoxyd	6—14 „	8—20 „	9—15 „
Magnesia .	1—3 „	0,6—5 „	0,6—5 „
Alkalien . .	0,2—2,5 „	— „	— „
Schwefelsäure	0,2—2,5 „	1,2—3 „	0,8—2,7 „

9. Die Eigenschaften des Eisen-Portlandzements.

Eisen-Portlandzement ist ein Portlandzement von vorzüglicher Beschaffenheit. Alles, was ein guter Portlandzement leistet, leistet auch er und zwar in größter Zuverlässigkeit. Es gibt keine Anwendungsart in dem weiten Umkreise des Bauwesens, zu der er sich nicht ganz in der nämlichen Weise — ja häufig zum Teil noch besser — eignete, als der Portlandzement der Deutschen Portlandzementfabrikanten. Das ist durch jahrelange Erfahrung in der Bautechnik festgestellt.

Mit Genugtuung dürfen wir sagen, daß der Eisen-Portlandzement vollkommen auf der Höhe der Zeit steht; diese Tatsache ist die Frucht langer unablässiger Arbeit. Unser Erzeugnis nicht nur auf dieser Höhe zu erhalten, sondern auch auf dem mit Erfolg eingeschlagenen Wege der stetigen Vervollkommnung unserer Ware fortzuschreiten, ist unsere feste Absicht. Wir werden keine Arbeit, keine Mühe scheuen, um uns allezeit einen ehrenvollen Platz in der Portlandzement-Industrie zu sichern. Unser Eisen-Portlandzement ist „reiner“ Portlandzement. Er enthält keinen Zusatz von Fremdkörpern. Er ist, wie wir im vorhergehenden Abschnitt nachgewiesen haben,

eine Mischung von zwei Portlandzementen: einem kalkreichen und einem kalkarmen. Durch eine auf genauer Sachkenntnis beruhende Vermischung unseres, teils auf alte Weise aufbereiteten, teils nach einem neuen Verfahren hergestellten Portlandzements sind wir imstande, unseren Abnehmern einen Portlandzement zu liefern, der gerade die richtige, sonst so schwer zu treffende Kalkhöhe hat.

Der Eisen-Portlandzement leidet weder an einem Kalkmangel noch an einem Kalküberschuß. Jeder, der auch nur die geringste Einsicht in Portlandzementfragen hat, muß zugeben, daß dies ein unschätzbare Vorzug ist.

10. Warum ist es unbedingt notwendig, die Hochofenschlacke dem Portlandzement im Großbetriebe zuzusetzen?

Es werden unbegreiflicher Weise immer noch Stimmen laut, die behaupten, daß der Eisen-Portlandzement, da er ein Gemisch von Portlandzement und Hochofenschlacke sei, das Lagern nicht vertrage. Wenn man ihn nicht sehr bald nach seiner Herstellung verarbeite, verderbe er. Es sei daher weit besser, die betreffende Mischung von 70 % Portlandzement und 30 % Hochofenschlacke nicht im Fabrikbetriebe, sondern unmittelbar vor dem Gebrauch auf dem Bauplatze zu machen.

Hierauf erwidern wir, daß der Eisen-Portlandzement das Lagern ausgezeichnet verträgt, und zwar daß er sich erfahrungsgemäß nicht nur in den gutgeschützten Zementsilos, sondern auch in Fässern, ja selbst in Säcken gut hält. Selbstverständlich ist der Zement in der Sackpackung am leichtesten dem Zutritt der Feuchtigkeit und der Kohlensäure der Luft zugänglich. Aber auch in den Säcken verträgt unsere Ware eine längere Lagerung, da

die dem Sackgewebe zunächstliegenden Zementteile, ohne etwa im geringsten abzubinden, sich so fest aneinander pressen, daß sie sich wie ein Schutzmantel um den Inhalt des Sackes legen. Der gewöhnliche Portlandzement verhält sich genau ebenso.

Könnte der Eisen-Portlandzement das Lagern nicht vertragen, so würde schon längst ein großer Teil unserer Kundschaft von uns abgefallen sein. Nun aber haben wir im Jahre 1901 — abgesehen von unseren anderen Abnehmern — an Behörden allein 16 Millionen kg verkauft und 1902 hat sich dieser Absatz auf $21\frac{1}{2}$ Millionen kg gesteigert. Würde sich unsere Ware nicht als lagerfähig erwiesen haben, so hätten wir eine solche Zunahme der Nachfrage sicherlich nicht zu verzeichnen.

Auf dem Bauplatze auch nur annähernd das von uns erreichte Ergebnis zu erzielen, ist ganz unmöglich. Es gehört sowohl eine genaue Sachkenntnis der Beschaffenheit der betreffenden Zementklinker als auch der Eigenart der Hochofenschlacke zu einer solchen Mischung. Durch unrichtige Behandlung wird die Hochofenschlacke zur Herstellung eines Eisen-Portlandzements untauglich. Wer sich einbildet, daß er zur Erreichung dieses guten Erzeugnisses irgend eine beliebige Schlacke nehmen und sie einem beliebigen Portlandzemente beimischen könne, der irrt sich gewaltig. Die Beschaffenheit der Zementklinker und die der Hochofenschlacke spielen bei der Mischung eine bedeutsame Rolle. Aber nicht nur die Beschaffenheit beider Erzeugnisse ist wichtig; auch die Menge des Prozentsatzes der zu vermischenden Stoffe, des kalkreichen und des kalkarmen Portlandzements, kann, je nachdem ein Zuviel oder Zuwenig von der einen oder von der anderen Sorte genommen wird, schädigend auf den Zement wirken und statt der gehofften Ver-

besserung eine Verschlechterung der Ware herbeiführen. Die Mischung selbst kann ebenfalls nur im Großbetriebe vorgenommen werden, da im Kleinbetriebe jene unbedingt notwendigen Mischapparate fehlen, ohne die eine innige Vermischung der Zemente nicht erfolgen kann.

Die Unmöglichkeit, den richtigen Zusatz des kalkarmen zum kalkreichen Portlandzement auf der Baustelle zu machen, liegt daher auf der Hand.

Die drei Behauptungen, die schon im Jahre 1884 von einer unserer größten Zementautoritäten, Hrn. Dr. Wilh. Michaelis, aufgestellt wurden, haben heute noch ihre Geltung. Sie lauten:

- „1. Kann niemals der Konsument eine auch nur annähernd so zweckentsprechende Wahl der Zumischmittel treffen, um welche es sich hier handelt, welche chemisch in erster Linie und nicht bloß physikalisch wirken sollen.
2. Kann er dieselben höchstwahrscheinlich niemals so innig dem Zement inkorporieren, wie es geschieht, wenn die Zumischmittel den ganzen Zerkleinerungsprozeß des Zementklinkers in der Fabrik mit durchmachen.
3. Wird er dieselben niemals so billig sich beschaffen können im verarbeiteten Zustande, d. h. innigst mit dem Zement gemischt, wie der Fabrikant dieselben zu liefern imstande ist.“

II. Fremde Zusätze zum Portlandzement.

Unter fremden Zusätzen zum Portlandzement und Eisen-Portlandzement sind Beimischungen von Fremdkörpern zu verstehen. Fremdkörper sind alle diejenigen Stoffe, die kein Portlandzement sind, sondern in ihrer Art und in ihren Eigenschaften von diesem abweichen.

Jeder aus Kalk und Ton bestehende, durch Erbbrennen von seiner Kohlensäure befreite, selbsterhärtende Körper ist dem gewöhnlichen Portlandzement verwandt und folglich kein Fremdkörper. Wir haben in diesem kleinen Buche zur Genüge dargetan, daß die richtig granuliert, hochbasische Hochofenschlacke eine Portlandzementart ist, und daß daher ihre Zumischung niemals — mag sie nun heimlich oder öffentlich geschehen — als „Fremdkörperzusatz“ aufgefaßt werden kann.

Es ist daher zu wünschen, daß in dem kleinen Zementbuch, welches von dem Verein der Portlandzement-Fabrikanten herausgegeben ist, in dem auf Seite 18 und 19 stehenden Satze das Wort „Hochofenschlacke“ gestrichen wird. Es heißt dort:

„In betrügerischer und gewinnsüchtiger Absicht werden dem Portlandzement Hochofenschlacke, Kalkstein, Tonschiefer, Basalt, Asche, Sand usw. beigesetzt. Diese Verfälschungen, welche „immer“ nachteilig auf die Beschaffenheit des Portlandzements wirken, sind mehr oder weniger leicht nachzuweisen.“

Es würde begreiflich sein, wenn etwa vor 15 Jahren, als man noch allgemein die Hochofenschlacke für einen dem Portlandzement fremden Körper hielt, die Behauptung aufgestellt worden wäre, daß der Portlandzement durch einen erheblichen Prozentsatz von Hochofenschlacke seinen Portlandzement-Charakter einbüße. Es zeugt aber von einem hochgradigen Mangel an Sachkenntnis, wenn man noch jetzt, wo das Studium der richtig granulierten, hochbasischen Hochofenschlacke seit dem Jahre 1884 den Wert derselben für die Portlandzement-Industrie nachgewiesen hat, die Hochofenschlacke auf eine Stufe mit Kalkstein, Tonschiefer, Basalt, Asche, Sand usw. stellt und hinzufügt, daß sie eine Verfälschung des Portland-

zements sei, die „immer nachteilig“ auf die Beschaffenheit des Portlandzementes wirke.

Wir zeigten in dem 6. Abschnitt, daß die Hochofenschlacke eine Portlandzementart ist. Kalkstein und Tonschiefer, Basalt und Asche haben weder eine Verwandtschaft noch sonst die geringste Ähnlichkeit mit dem Portlandzement.

Die Anschauung, daß die basische Hochofenschlacke ein völlig wertloser, unbrauchbarer Abfallstoff sei, ist längst überwunden und völlig veraltet. In vielen Industriezweigen spielt die zweckmäßige Ausnutzung und Verarbeitung der Rückstände oder Abfallstoffe eine für die Hebung des Volkswohlstandes wichtige Rolle. Im wirtschaftlichen Großbetriebe, wie im Kleinbetriebe ist es von höchster Wichtigkeit, jeden industriell erzeugten Rückstand auf das sorgsamste zu prüfen und seinen ehemals nicht erkannten Wert zweckentsprechend auszubeuten. Die richtige Schätzung des hohen Wertes der basischen Hochofenschlacke hat daher von volkswirtschaftlichem und sozialem Standpunkte eine große Bedeutung.

Kalkstein, Tonschiefer, Basalt und Sand haben weder chemisch noch mineralogisch die mindeste Ähnlichkeit mit dem Portlandzement und der Hochofenschlacke.

Der Portlandzement und die Hochofenschlacke lassen sich durch Säuren aufschließen; Basalt und Sand reagieren nicht im mindesten bei solcher Einwirkung; und Kalkstein löst sich in Säuren unter Entwicklung von Kohlensäure vollständig auf, zeigt also ein ganz anderes Verhalten.

Außerdem greifen die obengenannten Fremdkörper nicht wie die Hochofenschlacke in den Erhärtungsprozeß des Portlandzements ein. — Der Sand, den die Maurer auf der Baustelle ihrem Zement zumischen, verändert sich niemals.

Selbst nach Jahren kann man bei einer mikroskopischen Untersuchung genau beobachten, daß er nicht in den mit ihm verarbeiteten Portlandzement aufgegangen, sondern im Gegenteil völlig für sich geblieben ist. Seine Bestimmung ist übrigens auch nicht, in den Erhärtungsprozeß einzugreifen. Man mischt ihn dem Portlandzement nur zu, um 1. den Mörtel zu verbilligen und 2. dessen Erhärtung dadurch zu begünstigen, daß er durch Bildung von Hohlräumen das Eindringen von Wasser und Luft in das Innere des Mörtels ermöglicht.

Daß irgend ein Fabrikant so töricht sein sollte, seine Ware durch Asche oder Tonzusätze zu verschlechtern, ist nicht anzunehmen.

Übrigens läßt sich ein Zusatz von Asche, Ton oder Sand leicht nachweisen; man schüttet eine Probe des betreffenden Zements in ein hohes schmales Glas, gießt möglichst viel Wasser darauf und rührt die Masse tüchtig um. Ist Asche oder Ton vorhanden, wird das Wasser stark getrübt. Läßt man das Glas ein Weilchen unberührt stehen, so sinkt der Zement zu Boden, während Asche und Ton, leicht erkennbar durch ihre vom Zement abweichende Farbe, sich in den oberen Teilen des Wassers lagern. Ob ein Sandzusatz zum Zement gemacht ist, erkennt man, wenn man die verdächtige Ware mit mäßig starker Salzsäure behandelt. Der Sand bleibt dann völlig unauflöst zurück.

Bei der Herstellung von Ornamenten, Platten und Verputzarbeiten werden dem Portlandzement und Eisen-Portlandzement häufig anorganische Farben zugemischt. Schwarz wird durch Kohlenasche, dunkelgrau durch Braunstein, rot durch caput mortuum oder Englisch Rot erzielt, während gelb und braun durch Anwendung verschiedener Ockerarten erhalten wird.

Sehr zu beachten ist, daß alle diese Farbstoffe die Festigkeiten des Portlandzements beeinträchtigen.

Nur Ultramarin-grün und -blau wirken günstig auf den Zement ein und erhöhen — in schwächeren Dosen hinzugegan — sogar die Festigkeiten des Fabrikates durch ihre eigenen hydraulischen Eigenschaften.

II. RATSCHLÄGE FÜR DEN EINKAUF VON EISEN-PORTLANDZEMENT.

Vorbemerkung.

Ein einsichtsvoller Käufer fragt, gleichviel ob er Portlandzement oder Eisen-Portlandzement kaufen will, nicht: „Wie ist er gemacht?“ sondern: „Was leistet er im allgemeinen und namentlich für den besonderen Zweck, für den ich ihn anwenden will?“

Er fragt also, wenn ihm Eisen-Portlandzement angeboten wird:

1. Ist er raumbeständig; treibt er nicht?
2. Paßt seine Abbindezeit für die Art meiner Arbeit?
3. Wie verhält er sich beim Erhärten?
4. Hat er die erforderliche Festigkeit?
5. Hat er eine gute Farbe?
6. Hat er eine genügende Mahlfeinheit?
7. Ist er wasserdicht und wetterfest?
8. Ist er frisch gemahlen zu gebrauchen oder muß er vorher lagern?

1. Ist der Eisen-Portlandzement raumbeständig? Treibt er nicht?

Die erste und wichtigste Eigenschaft jedes Portlandzements ist seine unbedingte Raumbeständigkeit. Ein Zement, dem diese Eigenschaft mangelt, kann sonst in

noch so hohem Grade alle anderen guten Portlandzement-Eigenschaften besitzen, er taugt dennoch nichts. Der Fehler des Treibens, die Neigung eines Zements, im Verlauf der Erhärtung sich räumlich zu vergrößern und dadurch unter einem Mürbewerden der Masse zu bersten, Risse zu erhalten, abzublättern und zu zerbröckeln, ist der schlimmste, gefährlichste Fehler, den ein Zement haben kann. Treibender Zement hat die Kraft, Wände auseinanderzureißen.

Immer wieder und wieder muß es betont werden, die Raumbeständigkeit ist die größte Tugend eines Zements. Der kalkreiche Portlandzement, den die Portlandzement-Fabrikanten erzeugen, leidet häufig an diesem Fehler, denn ein zu hoher Kalkgehalt veranlaßt fast immer Treiberscheinungen. Auch aus diesem Grunde haben die Eisen-Portlandzementwerke die Mischung von kalkreichem und kalkarmem Portlandzement bei sich eingeführt. Daher kommt es nicht vor, daß ein Eisen-Portlandzement treibt.

Das Treiben fängt erst nach dem Abbinden an. Je größer die Neigung zum Treiben ist, desto früher beginnt sie. In den Laboratorien und Versuchsanstalten ist im Einklang mit den preußischen Normen für Prüfung von Portlandzement eine Untersuchung der Zementproben in betreff ihrer Raumbeständigkeit erst nach 28 Tagen beendet. Wenn die nach 24stündiger Abbindezeit erstarrten Kuchen 27 Tage unter Wasser gelegen haben und trotzdem völlig eben, scharfkantig und rißfrei geblieben sind, so weiß man ganz genau, daß der betreffende Zement raumbeständig ist. Zeigt er dagegen Kantenrisse, Verkrümmungen, oder auf seiner Oberfläche ein spinnennetzartiges Gewirr von Rissen, so treibt er.

Zum Glück für den Verbraucher gibt es in der Kochprobe ein leichtes Prüfungsmittel, das in den meisten

Fällen, wenn es sehr sorgsam und genau gemacht wird, ein schnelleres Zeugnis für die Raumbeständigkeit der Ware ablegt. Es gibt allerdings raumbeständige Zemente, die diese Probe nicht vertragen. Umgekehrt aber kann man mit Sicherheit behaupten: Hat ein Zement auch nur die geringste Neigung zum Treiben, so hält er die Kochprobe nicht aus.

Wir dürfen mit Stolz sagen, daß die Eisen-Portlandzemente diese Prüfung nicht zu scheuen brauchen. Im Gegenteil, sie gehen unversehrt aus ihr hervor, eben weil sie keine Neigung zum Treiben haben.

Die Kochprobe wird folgendermaßen ausgeführt:

100 g Zement werden mit 28 bis 30 g Wasser zu einem dicken Brei angerührt, drei Minuten lang durchgearbeitet und dann kuchenartig auf einer tadellos reinen Glasplatte zu einer dicken Lage ausgebreitet, die in der Mitte 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm Dicke hat, nach den Rändern zu aber gleichmäßig verläuft. In einem geschützten, zugfreien Raum von 16 bis 20° C. Wärme wird dieser Kuchen der Erhärtung überlassen. Sobald der Kuchen anfängt zu erhärten — man nennt das abbinden — muß man ihn mit einem feuchten Tuch bedecken, falls das Zimmer nicht mit Wasserdampf gesättigt ist. Sorgt man nicht für das Feuchthalten der erhärtenden Oberfläche des Kuchens, ist die Probe wertlos, denn dann bekommt auch der beste Zement an seiner Oberfläche kleine Risse, Schwindrisse genannt, die zwar völlig harmlos und unschuldig sind, aber doch den Zement verunstalten und Uneingeweihte leicht zu dem irrigen Glauben bringen, der Zement treibe. Nach 24 Stunden löst man den jetzt erhärteten Kuchen vorsichtig von der Glasplatte, oder läßt ihn darauf. Man legt ihn mit oder ohne Glasunterlage in einen Topf mit kaltem Wasser, welches langsam, in etwa zehn Minuten, zum Kochen

oder Sieden gebracht wird. Es ist gut, mit einem Deckel den Topf zu schließen, damit das Wasser möglichst wenig verdampft. Der Kuchen muß völlig vom kochenden Wasser bedeckt sein; kocht das Wasser zu sehr ein, darf man nicht kaltes, sondern nur brausend kochendes Wasser nachgießen, damit der Kochprozeß keine Sekunde unterbrochen wird. Nach dreistündigem, oder besser noch vierstündigem unausgesetztem Kochen nimmt man den Kuchen aus dem Wasser und besichtigt ihn. Ist er dann hart, glatt und ohne jeden Riß, ohne jede Verkrümmung, so ist der betreffende Zement raumbeständig.

2. Passen die Bindezeiten des Eisen-Portlandzements für alle Bauarbeiten?

Knetet man Portlandzement mit einer gewissen Menge Wasser gut durch, um einen gleichmäßigen Brei von sirupartiger Dicke zu erhalten, so tritt früher oder später ein Augenblick ein, in dem diese Masse nicht mehr sirupartig und beweglich ist, sondern zu erstarren beginnt. Diesen Augenblick nennt man den Beginn der Bindezeit; man sagt, der Zement fängt an, abzubinden.

Den Vorgang des Abbindens und die Dauer der Bindezeit kann man am besten beobachten und berechnen, wenn man etwas von dem sirupartigen Brei kuchenartig auf einer Glasplatte ausbreitet.

Drückt man mit dem Fingernagel leicht auf die Oberfläche des Kuchens und spürt einen leichten Widerstand, so hat die Bindezeit angefangen.

Drückt man mit dem Fingernagel auf die Oberfläche, des Kuchens und es erfolgt kein Eindruck mehr, so ist die Bindezeit beendet.

Die deutschen Normen teilen die Portlandzemente ein: in Langsambinder und Raschbinder. Sie fügen hinzu:

„Als langsam bindend sind solche Zemente zu bezeichnen, welche erst in zwei Stunden abbinden.“

Im Handel ist es jedoch üblich geworden, den Zement je nach dem schneller oder langsamer erfolgenden Eintritt seines Abbindens einzuteilen in: Raschbinder, Normalbinder und Langsambinder.

Die Raschbinder nennt man solche, die in 10 bis 15 Minuten so hart sind, daß sie die Nagelprobe aushalten, ohne einen Eindruck zu bekommen.

Beim Normalbinder tritt dieser Zeitpunkt in 2 bis 4 Stunden ein.

Der Langsambinder bedarf 6 bis 8 Stunden und darüber.

Es ist für den Käufer empfehlenswert, die Abbindezeit der zu kaufenden Ware rechtzeitig zu erfragen. Die Werke haben es in der Hand, ihren Abnehmern je nach dem Bedarf, Rasch-, Normal- oder Langsambinder oder Gießzement zu liefern.

Der Raschbinder empfiehlt sich zu Häuserputz, Ziehen von Gesimsen und Arbeiten, die bei starkem Wasserandrang gemacht werden müssen.

Der Langsambinder eignet sich zu Betonarbeiten und zur Kunststeinherstellung.

Der Normalbinder paßt für Maurer- und Verputzarbeiten.

Wohl zu beherzigen ist die Tatsache, daß jeder Portlandzement, mag er nun von den Fabriken des Vereins deutscher Portlandzement-Fabrikanten oder von den Deutschen Eisen-Portlandzementwerken stammen, nur ein einziges Mal abbindet, nur ein einziges Mal erhärtet.

Man kann es nicht zu oft betonen, daß der Verbraucher niemals mehr Zement anrühren darf, als er zurzeit braucht. Es darf dem Zement nur einmal Wasser zugeworfen werden.

Es kommt nur zu oft vor, daß z. B. Maurer eine Menge Zement mit Wasser anrühren und sich an die

Arbeit begeben. Ehe sie ihn aufgebraucht haben, tritt eine Arbeitspause ein. Sie gehen fort, lassen den abgebundenen Mörtel stehen und finden ihn, wenn sie zurückkehren, trocken. Sie gießen nun zum zweitenmal Wasser auf und wundern sich, wenn der Zement nicht abermals abbindet. Sie erklären dann, der Zement sei schlecht, während doch in Wirklichkeit die Schuld nur an ihrer fehlerhaften Mörtelbereitung liegt.

3. Wie verhält sich der Eisen-Portlandzement beim Erhärten ?

Der abgebundene Eisen-Portlandzement erhärtet sowohl an der Luft, wie auch im Wasser. Er wird im Laufe der Zeit immer fester. Wann der Erhärtungsprozeß aufhört, ist nicht zu bestimmen. Im Gegenteil, soweit unsere Beobachtungen reichen, hat der Eisen-Portlandzement die gute Eigenschaft, von Jahr zu Jahr härter zu werden.

Zur Erhärtung des Zements ist ein unbedingtes Inruhelassen des verarbeiteten Mörtels notwendig. Man darf die erhärtende Masse in keiner Weise in ihrem Erstarrungsprozeß stören. Durch fortgesetztes Schütteln mit Wasser kann man sogar den besten Zement zersetzen und ihn zur Erhärtung untauglich machen, während er, hätte man ihn unbewegt gelassen, Steinhärte erlangt haben würde.

Durchaus notwendig ist es ferner, den in der Erhärtung begriffenen Zement vor dem Austrocknen zu schützen. Wasser ist die Lebensbedingung des erhärtenden Zements. Die Arbeiten, die nicht mit feuchten Tüchern bedeckt werden können, müssen häufig mit viel Wasser bespritzt werden, das ist unbedingt notwendig. Geschieht das nicht, so erreicht der Zement niemals seine volle Härte.

Hohe Wärmeschwankungen der Luft oder des Wassers üben auf den Erhärtungsvorgang des Portlandzements einen mehr oder minder großen Einfluß aus. Starker Frost

verzögert die Erhärtung, starke Hitze beschleunigt sie. Doch leidet die endgültige Festigkeit und die Güte des Zements nicht unter der bei diesen großen Wärmeschwankungen eintretenden Verlangsamung oder Beschleunigung des Erhärtungsvorgangs. Kennt der Verbraucher diese Vorgänge, dann kann er z. B. bei starker Kälte entweder in Geduld etwas länger auf den Eintritt der Erhärtung warten, oder sich Zement besorgen, der etwas rascher abbindet als der gewöhnliche Langsambinder. Kleine Wärmeschwankungen haben keine Wirkung auf den Erhärtungsvorgang.

4. Hat der Eisen-Portlandzement die erforderliche Festigkeit?

Diese Frage kann beim Eisen-Portlandzement ohne weiteres ausnahmslos mit einem „Ja“ beantwortet werden. Die von den Normen vorgeschriebenen Festigkeiten erreicht er stets. Meistens gehen seine Festigkeiten ein gut Teil über die Normvorschrift hinaus. Wie schon in der Vorbemerkung zu diesem Buche gesagt ist, werden für den Eisen-Portlandzement die erhöhten Festigkeitszahlen von 18 kg für Zug und 180 kg für Druck gewährleistet. In dieser Beziehung also kann unsere Kundschaft ganz unbesorgt sein. Festigkeitsprüfungen im Kleinbetriebe anstellen zu wollen, wäre unnütze Mühe. Auch würden sie ergebnislos verlaufen, da solche nur in großem Maßstabe in regelrecht ausgestatteten Laboratorien und Versuchsanstalten mit den erforderlichen Prüfungsmaschinen zu machen sind.

Im allgemeinen lassen sich folgende Sätze aufstellen:
Der Zement wird um so fester:

1. je inniger die Mörtelstoffe gemischt sind;
2. je weniger Wasser man zur Mörtelbereitung benutzt, jedoch hat natürlich die Mindestmenge dabei eine Grenze;

3. je mehr Ruhe man ihm während der Bindezeit gönnt;

4. je besser er bei Wärme- und Feuchtigkeitsschwankungen gegen diese Einwirkungen geschützt wird.

5. Hat der Eisen-Portlandzement eine gute Farbe?

Gewöhnlich hat der Eisen-Portlandzement eine schöne blaugraue Farbe; verschiedene Werke stellen aber auch ein dunkler gefärbtes Erzeugnis her. Einige Werke liefern sogar zu besonderen Zwecken einen fast ganz weißen Zement. Beim Lagern unter Wasser färbt sich der abgebundene Eisen-Portlandzement dunkelgrün, wahrscheinlich infolge von Entstehung geringer Mengen von Eisensulfid. Diese Färbung verliert sich an der Luft und beeinträchtigt in keiner Weise die Qualität.

6. Hat der Eisen-Portlandzement die genügende Mahlfeinheit?

Vom Eisen-Portlandzement gilt das Wort: „Je feiner das Mehl, je besser wird die aus ihm hergestellte Arbeit“. Die Feinheit des Mehles erhöht die Festigkeit. Auch ist sehr fein gemahlener Zement preiswerter für den Verbraucher, denn er verträgt einen größeren Sandzusatz als der gröbere Zement. Aus den bereits mitgeteilten Ergebnissen der letztjährigen Untersuchungen erhellt, daß der Eisen-Portlandzement stets fein gemahlen in den Handel kommt.

7. Ist der Eisen-Portlandzement wasserdicht und wetterfest?

Ist der Eisen-Portlandzement einmal erhärtet, so ist er wasserdicht, wetterfest und unempfindlich gegen die Einwirkungen von Frost und Hitze. Empfindlich gegen derartige Einflüsse ist er nur in der Bindezeit und

während des Erhärtungsprozesses, das darf der Verbraucher nie außer acht lassen.

Es ist dabei zu bemerken, daß der Eisen-Portlandzement ganz genau wie der ja mit ihm im Kern seines Wesens gleichartige gewöhnliche Portlandzement, wenn er ohne jeden Sandzusatz nur mit Wasser zu einem Mörtel verarbeitet wird, Schwindrisse erhalten würde. Zur Verhütung dieses Mißstandes ist das Zusammenwirken der drei Stoffe: Zementmehl, Wasser und Sand oder Kies unbedingt erforderlich.

Treiberscheinungen sind in der Regel die Folge einer fehlerhaften Erzeugung des Zements. Der Verbraucher kann sich hierüber mit Recht beklagen.

Schwindrisse sind dagegen Schuld desjenigen, der den Mörtel gemacht und verarbeitet hat. Der beste Zement erhält Schwindrisse, wenn man die betreffenden Bauarbeiten während ihrer Erhärtung rasch austrocknen oder sie in Zugluft oder Sonnenhitze unangefeuchtet stehen läßt. Es ist zuweilen behauptet worden, daß sehr fein gemahlener Zement mehr zu Schwindrissen neige, als gewöhnlich gemahlener. Das ist aber beim Eisen-Portlandzement nicht der Fall. Dieser bekommt, mag er nun den Mindestsatz der Normen in bezug auf Mahlfineinheit einhalten oder darüber hinausgehen, bei richtiger Verarbeitung eines tadellos hergestellten Mörtels keine Schwindrisse.

Im dritten Abschnitt dieses Buches, Seite 45, werden Ratschläge zur Vermeidung der Schwindrisse gegeben.

Ist der Eisen-Portlandzement normgemäß erhärtet, so kann man ihn unbesorgt dem stärksten Frost, der größten Wärme aussetzen. Selbst im Feuer bewährt er eine große Haltbarkeit.

8. Ist der Eisen-Portlandzement frisch gemahlen zu gebrauchen? Verträgt er längeres Lagern?

Es ist ein großer Vorteil unseres Erzeugnisses, daß es in frischgemahlenem Zustand zu verbrauchen ist. Es bedarf nicht, wie die Zemente der alten Werke, einer kürzeren oder längeren Lagerungszeit, um gebrauchsfähig zu werden. Es ist raumbeständig von Anfang an.

Es kommt bei unserem Zement nicht vor, daß er, falls man ihn in unabgelagertem Zustande in Fässer packt, ein Abspringen oder Ausbiegen der Dauben verursacht.

Selbstverständlich ist es, daß jeder Verbraucher, der Zement auf Lager hat, diesen in einem völlig trocknen Raum unterbringt. Da jeder Zement unter dem Einfluß der Feuchtigkeit sich in Mörtel verwandelt, so fängt er natürlich an einem nicht genügend trocknen Orte an, abzubinden und zum Gebrauch unfähig zu werden.

Die zweite Frage unserer Überschrift, ob der Zement ein ebenso langes Lagern verträgt wie der gewöhnliche Portlandzement, haben wir bereits in dem Abschnitt 10 eingehend mit „ja“ beantwortet. Wir wiederholen hier, daß jeder Zement, der aus dem Sack oder dem Fasse herausgenommen und in kleinen Mengen aufbewahrt wird, sich nicht so gut hält, wie der Zement, der, in seiner ursprünglichen Verpackung aufbewahrt, vor der Einwirkung der Luft und der Feuchtigkeit wirksam geschützt ist. Und das gilt auch von unserem Eisen-Portlandzement. Dieser verhält sich folglich in bezug auf die Vorzüglichkeit seiner Lagerfähigkeit ebenso wie der gewöhnliche Portlandzement.

III. RATSCHLÄGE FÜR DIE VERWENDUNG DES EISEN-PORTLANDZEMENTS ZU VER- SCHIEDENEN BAUZWECKEN.

Vorbemerkung.

Zu allen Bauarbeiten, zu denen sich der gewöhnliche Portlandzement eignet, ist der Eisen-Portlandzement ebenfalls und zwar in ganz gleicher Weise und nach den nämlichen Vorschriften für Mörtelbereitung und andere Bauzwecke verwendbar. Diese völlige Gleichartigkeit in der Behandlungsweise bezieht sich sowohl auf alle Landbauten, wie auch auf alle Fluß-, See- und Hafenbauten, so daß der Verbraucher, der früher den gewöhnlichen Portlandzement zu Bauausführungen oder Zementwaren zu benutzen pflegte und jetzt zum Eisen-Portlandzement übergegangen ist, seine gewohnte Arbeitsweise mit der nämlichen Aussicht auf die Erzielung günstiger Ergebnisse beibehalten kann.

Joseph Aspdin sprach in seiner Patentschrift aus, daß er den von ihm erfundenen Zement zu dreierlei Zwecken geeignet halte: Er sollte erstens als hydraulisches Bindemittel, zweitens zur Herstellung künstlicher Steine und drittens zum Verputz an Gebäuden, Zisternen und ähnlichen Zwecken dienen.

In diesen drei Zweigen des Baufaches findet der Zement auch heute noch seine hauptsächlichste Verwendung, doch sind seine Benutzungsmöglichkeiten in allen drei Abteilungen im Laufe der Zeit ungleich mannigfaltiger als vordem geworden. Der Erfinder würde staunen, wenn er jetzt zurückkehren und die zahllosen Anwendungsgebiete zusammenzählen würde, die sich sein Zement erobert hat.

Wir können natürlich im Rahmen dieses kleinen Buches unserer Kundschaft keine eingehende Belehrung über die

Art der Arbeiten geben, die der Verbraucher unseres Zements auszuführen gedenkt. Zur Verwendung des gewöhnlichen Portlandzements, des Eisen-Portlandzements und jedes anderen hydraulischen Bindemittels gehört eine gründliche Sachkenntnis. Bei fehlerhafter Verarbeitung liefert selbst der beste Zement mangelhafte Ergebnisse und sie kann z. B. bei großen Bauausführungen geradezu Unglück herbeiführen. Deshalb ist es durchaus notwendig, daß der Maurer oder Zementwarenfabrikant seine Sache versteht.

Wir beschränken uns daher auf die Bekanntgabe einiger Vorschriften, deren Beachtung bei Herstellung von Mörtel- und Betonbereitung, bei der Erzeugung von künstlichen Steinen und beim Verputz durchaus notwendig ist. Auch widmen wir dem Zement-Kalk-Mörtel einige Worte, weil es uns wünschenswert erscheint, daß diese billige und leicht zu verarbeitende Mörtelart in möglichst weite Kreise dringt.

I. Mörtelbereitung.

a) Gewöhnliche Mörtelbereitung.

Reiner Zementmörtel, der nur aus Zement (ohne Sandzusatz und Wasser) besteht, wird selten und nur dann gebraucht, wenn ein sehr rasches Erhärten und eine äußerst dichte, hartkörnige Masse notwendig ist, die unter Wasser oder in feuchtem Klima Anwendung finden soll.

An trocknen Orten, wo der Zement der Sonne und dem Zug ausgesetzt ist, kann reiner Zementmörtel nicht gebraucht werden, weil er Schwindrisse bekommt.

Der gewöhnliche Mörtel ist daher ein Gemenge von Zement, Sand und Wasser.

Das Anmachewasser darf nicht trübe, nicht schlammig und nicht salzhaltig sein. Die Wassermenge soll nicht zu gering, aber auch nicht zu groß gewählt werden, weil

bei zu geringem Wasserzusatz die Festigkeit des Mörtels, nachdem sie schnell eine große Höhe erreichte, wieder allmählich abnimmt. Ein zu großer Wasserzusatz vermindert von vornherein die Festigkeit.

Man darf der Mischung von Zement und Sand nur so viel Wasser und nicht mehr hinzusetzen, daß ein verarbeitungsfähiger steifer Brei entsteht, der beim Schlagen oder Pressen oder fortgesetztem Durcharbeiten noch einen gewissen plastischen Zustand erhält und an der Oberfläche einige Wassertropfen zeigt, ein Merkmal, daß sämtliche Zwischenräume mit Wasser ausgefüllt sind. Bei trockenem und heißem Wetter ist ein größerer Wasserzusatz nötig als bei feuchtem und kaltem Wetter; bei Anwendung von schnellbindendem Zement braucht man mehr Wasser als bei Benutzung von langsambindendem.

Der zum Vermauern bestimmte Mörtel muß eine breiartige Beschaffenheit haben, weil die Steine noch Wasser aufsaugen, auch wenn diese vor ihrer Verlegung, wie es notwendig ist, vorher ordentlich naß gemacht und nicht etwa nur oberflächlich angespritzt sind.

Daß die zu vermauernden Steine nicht nur naß, sondern auch rein sein müssen, weil sonst der Zement nicht haftet, ist selbstverständlich.

Zemente, welche zur Bereitung eines genügend steifen Breies weniger Wasser erfordern, liefern einen dichteren, festeren Mörtel.

Der Sand soll scharfkantig und rein, namentlich aber ohne Erdzumischungen und nicht zu fein sein. Am besten ist grober scharfer Sand mit rauher Oberfläche. Reiner Quarzsand gilt als der beste.

Zu Bankett- und Fundamentmauerwerk im Trocknen oder unter Wasser, sowie für Sockelmauerwerk einstöckiger Gebäude sind 1 Teil Zement und 4 Teile Sand erforderlich.

Zu Bankett- und Fundamentmauerwerk mehrstöckiger Gebäude, zu Kellerwänden, Widerlagspfeilern, Tonnengewölben und innerem Wandputz, wenn die Zimmer bald bewohnt werden sollen und auch zu Zement-Estrichen sind 1 Teil Zement und 3 Teile Sand am zweckmäßigsten.

Zum Vermauern von Steinschichten, die vom Wasser bespült werden, zum Aufmauern von Widerlagern, welche nicht die für Luftmörtel notwendige Stärke besitzen, zum Wölben von Erdbögen und anderen stark belasteten Bögen, ferner zum Mauern von flachen Gewölben, zum Ziehen und Putzen von Gesimsen, zum Aufputzen von auf der Wetterseite liegenden Wandflächen und von mit Feuchtigkeit durchzogenem Sockelmauerwerk sind 1 Teil Zement und 2 Teile Sand erforderlich. Zu Betonschichten in sehr quelligen Fundamentgräben, zu schwachen Scheidemauern, schwachen Gewölbsmittelpfeilern, zum Wölben schwacher Kappen mit Ziegeln auf flacher Seite, ferner zum Außenputz von sehr naßliegendem Mauerwerk, zum Abdecken von Gesimsen, zu Gefäßen für allerhand Flüssigkeiten, für die inneren Schichten von Abortgruben, zu künstlichen Steinen, Dachziegeln, Treppenstufen, Tür- und Fenstereinfassungen, Grabsteinen, Rinnsteinen, Fußböden und Fußsteigplatten empfiehlt sich ein Gemenge von $1\frac{1}{2}$ Teilen Zement und 2 Teilen Sand.

Die Mischung muß in folgender Weise geschehen: Der Zement und der vollständig trockene Sand werden gut gemischt; dann erst ist Wasser zuzusetzen. Sollte der Sand nicht ganz trocken sein, ist es besser, den Zement mit dem Wasser durchzuarbeiten und dann erst den Sand hinzuzufügen.

Über die Notwendigkeit, daß der Mörtel möglichst rasch, jedenfalls vor dem Erhärtungsbeginn, verarbeitet werden muß, ist schon gesprochen worden. Bindet der

Mörtel während der Verarbeitung ab, werfe man ihn fort. Denn durch einen neuen Wasserzusatz kann man ihn nicht wieder brauchbar machen.

Auch darüber haben wir schon gesprochen, daß die Mörtelarbeiten eine zeitlang, am besten 14 Tage, naß gehalten werden müssen. Das geschieht entweder durch Bedecken mit feuchten Tüchern, feuchten Strohmatte, feuchtem Sand oder durch Überrieseln oder Bespritzen mit Wasser.

b) Betonbereitung.

Auch zur Betonbereitung ist der Eisen-Portlandzement sehr zu empfehlen. Man versteht bekanntlich unter Beton oder Steinmörtel ein Gemenge von aus reinem Zement und Sand hergestelltem Mörtel und Steinschlag, das die Eigenschaft hat, sowohl unter Wasser, als auch in der Luft zu einer fest zusammenhängenden, steinharten Masse zu erhärten. Dies Gemenge wird mit Erfolg zu Fundamenten, Röhren, Kanälen, Hafenmauern, wie zur Straßenpflasterung und zu mannigfachen anderen Bauarbeiten verwendet. Die Güte des Betons hängt nicht nur von der Beschaffenheit des dazu gebrauchten Zements ab, sondern auch und zwar vornehmlich von der Güte der weiter zugemischten Stoffe und dem richtigen Mischungsverhältnis. Das günstige Ergebnis wird also bedingt durch die Beschaffenheit des Zements und der Füllmasse und der richtigen Verarbeitung der Gesamtmasse.

Über die Grundregeln zur Bereitung eines guten Mörtels haben wir schon gesprochen und vornehmlich dabei darauf hingewiesen, daß die Zutaten zum Zement, das Wasser und der Sand, völlig rein und im richtigen Verhältnis zum Zement stehen müssen.

Der Steinschlag, d. h. die zum Gebrauch bestimmten zerschlagenen Steine kann bestehen: aus Fluß- oder

Grubenkies, aus zerbröckelten Backsteinen, aus Hochofenschlacke oder dergleichen. Alle diese Materialien müssen frei von Staub und Schlamm sein; sie müssen scharfkantig und eckig sein, damit sie sich bei der Durchmischung gut ineinander einfügen. Ihre Zerkleinerung geschieht, wenn man keine Steinbrechmaschine hat, mit einem Handschlägel. Die einzelnen Brocken dürfen nicht kleiner als Wallnüsse und nicht größer als eine Kinderfaust sein.

Beton, der zu Landbauten verwandt wird, muß möglichst mager hergestellt werden. Um Wasserbauten auszuführen, bedarf man meistens eines schnellbindenden Zements.

Das Mischungsverhältnis ist je nach den Anforderungen, die an die Festigkeit und Dichte der Bauteile gestellt werden und je nach der Erhärtungsfrist, die bis zum Beginn der Belastung gewährt werden soll, zu bemessen. Es muß derart sein, daß alle Sandkörner mit Zement umhüllt und alle Hohlräume zwischen den Kalkteilen oder dem Steinschlag satt mit Mörtel ausgefüllt werden. Wasser darf nur in dem Maße zugesetzt werden, daß sich nach längerem Stampfen an der Oberfläche des Betons Feuchtigkeit zeigt.

Ein gutes Mischungsverhältnis zum Tragen großer Belastung ist:

- 1 Teil Eisen-Portlandzement,
- 2 Teile Sand,
- 1 Teil Steinschlag.

Eine zweite empfehlenswerte Mischung ist:

- 1 Teil Eisen-Portlandzement,
- 2 Teile Sand,
- 3 Teile Steinschlag.

Für geringere Belastung genügen:

- 1 Teil Eisen-Portlandzement,
- 6 Teile Sand,
- 8 Teile Steinschlag.

Die Bereitung des Betons, falls sie durch Handarbeit gemacht wird, geschieht am besten in einem mit festen Holzbrettern gedielten Raume. Auf diesem Fußboden werden der Kies oder die zerbröckelten Steine oder Schlacken zu einer gleichmäßigen Lage ausgebreitet. Auf diese Steinschlagschicht wird der Zement verteilt. Man arbeitet das Ganze mit Schaufeln trocken durch; darauf wird die gut vermengte Masse mit Wasser bebraust und nochmals so innig miteinander vermengt, daß sie ein homogenes und in ihrer Färbung völlig gleichmäßiges Gemisch bildet.

Zweckmäßiger ist es zur Erzielung einer möglichst gleichartigen Mischung, den gesamten Mischungsvorgang mit geeigneten Maschinen auszuführen.

Das Schalen, Einbringen und Stampfen des Betons darf man nur geübten und zuverlässigen Arbeitern anvertrauen. Die Schalungen müssen steif und kräftig sein. Den Beton darf man nach dem Mischen nicht stehen lassen; er muß sofort nach der Fertigstellung eingebracht werden. Eine während einer Ruhepause liegengebliebene Mischung ist unbrauchbar. Ein nachträgliches Wasserzusetzen und Nachmischen von Zement und nochmaliges Durcharbeiten ist völlig auszuschließen.

Das Einstampfen mit schweren eisernen Stampfern muß unmittelbar nach Einbringung des Betons gleichmäßig und kräftig erfolgen, bis sich an der Oberfläche Feuchtigkeit zeigt.

Bis zum völligen Erhärten des Betons ist ein Betreten der Schichtflächen unzulässig. Erschütterungen und Belastungen sind während dieser Zeit zu vermeiden. Nach dem Abbinden des Betons ist er bis zur völligen Erhärtung häufig zu befeuchten und zwar bei trockener Witterung drei- bis viermal am Tage.

Bei starkem Frostwetter darf man nicht betonieren, bei gelindem Frost nur in den Mittagsstunden.

c) Zement-Kalk-Mörtel.

Ungemein gut eignet sich der Eisen-Portlandzement auch zur Bereitung von Zement-Kalk-Mörtel. Dieser ist besonders zur Verarbeitung bei Frostwetter sehr zu empfehlen, da er in hohem Grade wetterbeständig ist. Er hat schnelle Erhärtungsfähigkeit, große Raumbeständigkeit, Haltbarkeit und hohe hydraulische Eigenschaften; auch ist er billig.

Gute Mischungsverhältnisse sind:

1 Teil Zement, 5 Teile Sand, $\frac{1}{2}$ Teil Kalkteig oder hydraulischer Kalk.

1 Teil Zement, 6 bis 7 Teile Sand, 1 Teil Kalkteig oder hydraulischer Kalk.

1 Teil Zement, 8 Teile Sand, $1\frac{1}{2}$ Teile Kalkteig oder hydraulischer Kalk.

1 Teil Zement, 10 Teile Sand, 2 Teile Kalkteig oder hydraulischer Kalk.

Eine gute Vorschrift für die Mörtelbereitung ist:

Der Kalkbrei wird mit Wasser in Kalkmilch verwandelt und in diese unter beständigem Umrühren die vorher fertiggestellte trockene Mischung von Eisen-Portlandzement und Sand eingemengt.

Es hängt bei diesem sehr empfehlenswerten Mörtel viel von der sorgsam Zubereitung ab.

2. Künstliche Steine.

Der Eisen-Portlandzement eignet sich zur Darstellung von künstlichen Steinen, die, wie Back- und Ziegelsteine, zum Bau von Wohn- und anderen Häusern benutzt werden können. Diese Steine liefern ein ebenso haltbares wie

billiges Baumaterial. Die aus ihnen errichteten Gebäude sind wegen ihrer völligen Trockenheit sehr bald nach ihrer Fertigstellung bewohnbar.

Die Bereitung der zu derartigen Steinen erforderlichen Masse, 1 Teil Zement und 3 bis 6 Teile Kiessand, beginnt mit einem kräftigen Durcheinandermengen des Kiessandes und des Zements. Sodann wird unter beständiger Durcharbeitung soviel reines Wasser zugesetzt, daß sich die Masse wie frisch ausgegrabene Erde anfühlt. Diese Mischung wird in die betreffenden Formen solange fest eingepreßt, bis sie völlig dicht ist. Die Steine müssen bis zur völligen Erhärtung, also etwa 24 bis 48 Stunden, in den Formen bleiben und nach dem Herausnehmen in einem sonnelosen, windgeschützten Raum 6 bis 8 Wochen lagern. Während dieser Zeit sind sie täglich zu benetzen.

Neuerdings hat man übrigens auch Formen erfunden, aus denen man die frischen Steine herausheben kann.

3. Zementwaren.

Die Regel, daß frische Zementwaren, Säulen, Grabsteine, Wasserbehälter, Viehfuttertröge, Krippen, Bauverzierungen und Ornamente vor trockenem scharfen Winde noch mehr als vor mäßiger Kälte geschützt werden müssen, ist vor allen Dingen jedem Zementwarenfabrikanten einzuprägen.

Der Portlandzement und daher auch der Eisen-Portlandzement eignen sich vorzüglich zur Herstellung derartiger Waren. Nur muß der Verbraucher niemals unterlassen, dem Verkäufer mitzuteilen, zu welchen Zwecken er den Zement benutzen will, weil er sonst vielleicht eine an sich gute, aber nicht gerade zu seiner Arbeit passende Ware erhält.

Es ist ein Fehler, wenn der Zementwarenfabrikant darauf besteht, einen raschbindenden Zement zu benutzen,

der schon nach 3 bis 4 Stunden aus der Form genommen werden kann. Die meisten schnellbindenden Zemente geben nach dem Erhärten lockere, leichte Massen. Es ist weit besser, einen Normalbinder von energischer Erhärtungsfähigkeit zu wählen und den Gußmörtel länger in der Form zu lassen, weil dann die Dauerfestigkeit der Ware verbürgt werden kann.

Auch ist es verwerflich, die Zementwaren aus reinem Zement herzustellen. Weit besser wirkt ein Zusatz von drei Teilen Sand auf ein Teil Zement. Doch muß der Sand scharf und möglichst fein sein. Auf diese Weise vermeidet man am sichersten das Entstehen von Haarrissen. Diese kleinen Risse, die zwar keineswegs die Haltbarkeit der Ware vermindern, aber sehr unschön sind, entstehen übrigens auch, wenn die Oberfläche nach der erfolgten Erhärtung allzusehnell austrocknet. Der Zementwarenfabrikant darf seine Ware nicht gleich nach der Fertigstellung versenden, sondern muß sie eine zeitlang mit feuchten Tüchern bedeckt lagern lassen.

4. Verputz.

Bei Verwendung von Eisen-Portlandzement zu Putzarbeiten hat man das zu beherzigen, was in dem vorhergehenden Abschnitt über die Reinheit der Steine gesagt ist. Auf schmutzigen Steinflächen haftet selbst der beste Zement nicht. Der Mörtel, dem man zur Erhöhung seiner Verarbeitungsfähigkeit etwas Fettkalk zusetzen kann, muß möglichst mager sein. Fetter Mörtel zeigt Neigung zur Bildung von Schwindrissen. Damit ein Putz nicht abblättert oder rissig wird, ist es durchaus notwendig, daß man den Putz sofort in seiner ganzen Dicke (13 bis 15 mm) aufträgt und ihn nicht stark reibt, sondern nur glatt verstreicht und mit Filzscheiben abreibt. Unbedingt not-

wendig ist es, daß man ihn bei warmer Witterung längere Zeit feucht hält. Die heißen Sommermonate eignen sich nicht gut zu Putzarbeiten; Herbst- und Frühlingstage sind vorzuziehen.

SCHLUSSWORT.

Indem wir hiermit die zweite Auflage des
Eisen-Portlandzement-Buches
der Öffentlichkeit übergeben, wünschen wir ihr die gleich
gute Aufnahme, welche dem Büchlein bei seinem erst-
maligen Erscheinen zu teil geworden ist.

Verein deutscher Eisen-Portlandzement-Werke e. V.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

S - 96

S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

I
L. inw. 30088

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296937