



DEUTSCHE BAUZEITUNG

MITTEILUNGEN ÜBER ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

UNTER MITWIRKUNG DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND-
CEMENT-FABRIKANTEN UND DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS

18. Jahrgang 1921.

№ 10.

Das Beton-Spritzverfahren.

Von Ob.-Ingenieur Hans Schlüter der Firma „Deutsche Torkret-Baugesellschaft m. b. H., Berlin“.
(Nach dem Vortrag, gehalten auf der 24. Hauptversammlung des „Deutschen Beton-Vereins“ zu Berlin 1921.)

Das Beton-Spritzverfahren ist kein Spritzverfahren im eigentlichen Sinne des Wortes, wenn auch Schläuche dabei benutzt werden, sondern ein Preßluft-Blaseverfahren. Mit dem Begriff des Spritzens verbindet man den Gedanken an die Verarbeitung flüssiger Stoffe, während hier von der Verarbeitung von Beton die Rede sein soll. Wohl aber gehört das eigentliche Beton-Mörtel-Spritzverfahren auch zur Geschichte derjenigen Verfahren, die für das Heranschaffen des Materiales bis zur Verwendungsstelle Schläuche benutzen, und deshalb führe ich zunächst die von dem Beton-Gebläseverfahren zu unterscheidenden, wenn auch ähnlichen Zwecken dienenden Verfahren an.

Bei dem Verfahren von Wolfsholz handelt es sich um das Einpressen flüssigen Zementes in geschlossene Formen oder Räume. Ein ähnliches Verfahren stellt die eng-

lische Grouting-Methode dar, die namentlich in Amerika von Ransome, New York, zu Anfang der 90er Jahre zu großer Entwicklung gebracht wurde. Ein feiner Zement-Mörtel wird in einen Luftkessel gefüllt und dann unter hohem Druck bis zu 20 Atm. durch kurze Rohrleitungen gepreßt. Zu erwähnen sind noch die Verfahren von Trippe, André-Dumont u. a.

Das von verschiedenen Seiten, in Europa aber namentlich durch den ungarischen Ingenieur von Vass in Vorschlag gebrachte Mörtel-Spritzverfahren gehört ebenfalls zu dieser Gruppe der Naßverfahren, wenn sich dabei auch der Zweck des Arbeitsvorganges dem der Gebläsebeton-Verfahren genähert hat, d. h. eine flächenweise Verarbeitung des Materiales an offenen Antragsflächen erzielt wird. Sobald flüssiger Zementbrei oder Zementmörtel verwendet wird, also allgemein bei Naßverfahren, muß die verwendete Preßluft als Kolben arbeiten und die Reibungs-



Abbildung 4. Wiederherstellungsarbeiten an einer Straßenbrücke über die Lehrter-Bahn in Berlin.



Abbildung 3. Im Betrieb stehender „Tector“ für die Ausbesserungsarbeiten der Abbildung 4.

widerstände in den Rohr- und den Schlauchleitungen durch große Druckkraft überwinden. Die von von Vass i. J. 1905 unternommenen Versuche dienten der Aufgabe, kellengetrechten Mörtel durch Schläuche zu pumpen, und sie ergaben bald die Notwendigkeit einer wesentlichen Erhöhung des Wassergehaltes bis zur völligen Flüssigkeit der Masse. Die Versuche dauerten bis 1909. Im Jahr 1911 ließ sich von Vass seine Maschine — die sogenannte Mörtel-Berappmaschine — als „Vorrichtung zur stetigen Förderung von Mörtel oder dergl. mittels Luftdruck“ patentieren. Das Verfahren kam nur als Putzverfahren in Frage. Die Mörtel-Berapp-Maschine ist etwa seit 1910 nicht mehr verwendet worden.

In der Entwicklung der die Preßluft als Materialträger durch die Schläuche hin bis zur Verwendungsstelle auf dem Weg des Anblasens benutzenden Verfahren sind uns die Amerikaner vorangegangen. Es stellte sich aber bald heraus, daß es für's erste unmöglich war, angehäuftes Betongemenge auf diese Weise durch Schläuche zu befördern und zum Anstrich zu bringen. Dagegen gelang das mit trockenem Material, sodaß dem aus der Düse tretenden Gemenge erst der erforderliche Wasserzusatz gegeben werden mußte. Hierbei sind anfangs die größten Schwierigkeiten aufgetreten, weil das staubtrockene Gemenge (sogar der Kies mußte noch vorgetrocknet werden) viel zu wasserabweisend ist, um bei dem beschleunigten Durchgang durch die Düse dort noch den erforderlichen Wassergehalt aufzunehmen. Es hat deswegen auch in Amerika einige Jahre gedauert, bis das Ziel in einem gewissen Grade erreicht wurde. Im Jahr 1910 schickte sich eine amerikanische Firma an, auch das europäische Arbeitsfeld zu gewinnen durch Gründung der Europäischen Cement-Gun-Gesellschaft. Abbildung 1 zeigt die von dieser Gesellschaft herübergebrachte Maschine (Cement-Gun). Sie arbeitete mit einem Betriebsdruck von 3–4 Atm. Schlauchverstopfungen wurden bei Verwendung wirklich vorgetrockneten Materials fast völlig vermieden; dafür bestand aber die Gefahr der Trennung des staubfreien Zementes von den Kieseln und größeren Sandkörnern neben der Schwierigkeit der Wasserbeigabe an der Düse. Das Wasser mußte unter hohem Druck durch eine besondere Leitung zur Düse geführt und im Augenblick des Austrittes des Gemenges aus derselben Düse mit dem trockenen Gemenge vereinigt werden. Daß dabei eine große Staubeentwicklung entstehen mußte und eine gleichmäßige Durchfeuchtung nicht zu erzielen war, liegt auf der Hand. Es mußte daher in der angestrichenen Schicht zu Lagen- und Sandtaschen-Bildungen kommen, und wenn trotzdem mit der Zement-Kanone brauchbare Leistungen erzielt wurden, so ist das hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß mit der Zeit tüchtige Leute ausgebildet wurden, die gelernt hatten, die Nachteile des Verfahrens durch besondere Hilfsmittel und Geschicklichkeit zu überwinden. Wertvolle Vorteile des Verfahrens waren aber entschieden der leichte und einfache Bau der erforderlichen Maschinen und eine gewisse Unbeschränktheit der Schlauchlängen.

Die Jahre 1910–1912 verstrichen mit Versuchen mit der Cement-Gun, und i. J. 1912 führte die genannte Gesellschaft in Dänemark eine Schornstein-Verkleidung und eine Schornstein-Ummantelung in Gebläsebeton aus. In dem einen Fall handelte es sich um einen verzogenen Schornstein, der zwecks Erzielung symmetrischer Gestaltung einseitig mit einer Holzfütterung versehen und darauf rund herum mit einer 7 cm starken Gebläsebeton-Schicht versehen wurde. In dem anderen Fall handelte es sich um einen 54 m hohen Schornstein von 1,8 m oberer Weite in Aalborg, der auf einer Strecke von 3 m in der Mitte aufgerissen war, sich also in gefahrdrohendem Zerstückungsstand befand. Es wurde hier ein starkes Bewehrungsgerippe um den Schornsteinschaft gelegt und eine 10 cm dicke Betonschicht aufgeblasen, derart, daß die Bewehrung etwa in der Mitte der Schicht lag. Von anderen Ausführungen mit der Cement-Gun ist noch die Einkleidung eines in Holzfachwerk ausgeführten Schuppens auf dem Werkplatz der Gesellschaft am Kaiserdamm in Berlin nebst der ebenso ausgeführten Umwehrung des Grundstückes zu nennen. Die letzte Arbeit der Europäischen Cement-Gun-Gesellschaft war die Ausführung des wasserdichten Putzes der Weißtirtz-Talsperre bei Schweidnitz in Schlesien (Abbildung 2, S. 76), ausgeführt i. J. 1914, wonach mit dem Beginn des Krieges das Unternehmen zum Stillstand gelangte. Daß in den Jahren 1910–1914 mit der Cement-Gun nicht mehr erreicht wurde, befremdet unsomewhat, als die ausgeführten Arbeiten ihren Zweck erfüllt haben.

Wenn auch zwischen den beiden bisher besprochenen Verfahren, dem sogenannten Naßverfahren und dem Trockenverfahren eine grundsätzliche Verschiedenheit besteht, so ist doch wohl ein gemeinsames Ziel zu erkennen, nämlich der Ersatz der Handarbeit bei Ausführung großer Putz-

arbeiten durch maschinelle Ausführung. Der Leitgedanke der Erfinder war also durchaus wirtschaftlicher Natur, indem ihnen an dem maschinellen Transport des Mörtels bis zur Verwendungsstelle und an einer Beschleunigung des Antragens wohl ausschließlich gelegen war. Wir werden aber sehen, daß das von den genannten Verfahren zu wirklich praktischer Bedeutung gelangte Beton-Blaseverfahren auch als ein Weg zur Veredelung des Betonherzeugnisses selbst zu würdigen ist und wiederum die Art des Antragsvorganges im Gegensatz zur Ausführung durch Stampfung oder Guß dem Blaseverfahren eigene Sondergebiete der Anwendung eröffnet.

Das Torkret-Verfahren ist die letzte Stufe in der Entwicklung der Betonblase-Verfahren. Die Weiterverfolgung des Zieles einer Veredelung des Betonherzeugnisses sowohl wie einer wirtschaftlicheren Gestaltung des Betriebes selbst führten den deutsch-amerikanischen Ingenieur Carl Weber zur Erfindung einer Maschine und der dazu gehörigen Ausrüstung, die die Verwendung eines bis zu einem gewissen Grade vorgefeuchteten Betongemenges ermöglicht. Mit der Vorfeuchtung wird der schwerwiegendste Nachteil des Trockenverfahrens beseitigt, der in der wasserabweisenden Eigenschaft des staubtrockenen Gemenges und der durch starke Staubeentwicklung beim Austritt des Gemenges aus der Düse entstehenden Entmischung besteht. Weber hat sein Beton-Gebläse „Tector“ genannt. Der Tector besteht im wesentlichen aus zwei auf Rädern stehenden, übereinander angeordneten Preßluft-Kesseln, die durch in Gummi gelagerte Glockenventile nach Belieben geöffnet oder geschlossen werden können. Die obere Kammer ist lediglich als Schleuse anzusehen, um eine ununterbrochene Zuführung der Torkretmasse zur Arbeitskammer, d. i. die untere Kammer zu ermöglichen. Abb. 3, S. 73 zeigt den Haupttyp dieser Maschinengruppe, die bei etwa 2 Atm. Betriebsdruck mit einem Kraftbedarf von etwa 21½ PS. arbeitet, bei einer praktischen Anwendung. Die Bedienung der Glockenventile erfolgt durch den Hebel. Der Hauptstrom der eingeleiteten Preßluft geht in die Arbeitskammer und je nach Einstellen auch in die Schleusen-kammer. Abzweigrohre führen zu den Arbeitsleitungen und zu dem Motor, der durch Schneckengetriebe im Inneren der Arbeitskammer einen konischen Teiler antreibt, auf den die Masse niederfällt. Die erforderliche Preßluft kann durch einen Kompressor beliebiger Bauart geliefert werden, wenn nicht schon Preßluft vorhanden ist, wie dies ja vielfach der Fall ist. Mit Vorteil werden fahrbare Preßluftanlagen für etwa 4–6 cbm Ansaugleistung in der Minute verwendet. Der Antrieb der Kompressoren erfolgt durch einen Elektromotor oder einen Benzolmotor. Die Masseleitung besteht aus Gummischläuchen in den Normallängen von 10 m und kann in wagrechter Richtung Gesamtlängen bis zu 250 m, in senkrechter Richtung die höchste Bauwerkshöhe erreichen. Etwa ein Drittel bis ¼ der erforderlichen Wassermenge wird dem Gemenge bei seiner Mischung, der Rest beim Austritt aus der Düse, und zwar durch selbsttätiges Ansaugen des Wassers aus der zur Düse führenden Wasserleitung zugesetzt. Bei Voraussetzung einer annähernd gleichmäßigen Beförderung der Masse durch den Schlauch bis zur Düse bedarf die Regelung der zweiten Wasserbeigabe keiner besonderen Geschicklichkeit, und es kann mit dem Verfahren ein Beton von gleichmäßiger Güte zum Anstrich gelangen unter Vermeidung der mit dem Trockenverfahren verbundenen Nachteile.

Der Anstrich der Betonmasse erfolgt auf Holzschalungen oder mehr oder weniger harten, glatten oder brüchigen Flächen des verschiedensten Materials, nachdem eine gründliche Reinigung und die erforderliche Anmischung vorangegangen ist. Die Masse tritt mit einer Geschwindigkeit von etwa 10 m/Sek. aus der Düse. Beim Anprall auf die Anstrichfläche kann naturgemäß zunächst nur der reine Zement nebst den staubfreien Teilen der Mischung haften bleiben, sodaß fürs erste die größeren Bestandteile zurückprallen müssen, bis sich auf der Anstrichfläche ein dünner Zementfilm gebildet hat, der auch die größeren Teile festhält. Da der feine Zementschlamm zufolge des Preßdruckes tief in die Poren der Anstrichfläche eindringen muß, wird eine innige Verbindung zwischen der Anstrichfläche und der neuen Betonschicht geschaffen. Nach der Bildung des Mörtelbettes vermindert sich der Rückprall der größeren Bestandteile, die nunmehr in dem Mörtelbett Platz finden, und zwar wird die Aufnahme von größeren Kieselsteinen darin so lange andauern, als nur irgend noch Platz zum Eindringen eines Kieselsteins vorhanden ist oder durch seitliche Verdrängung schon haften gebliebener Kieselsteinen frei wird. Bei weiterer Fortsetzung des Anblasens vermindert sich der Rückprall in dem Maße, daß die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens dadurch nicht in Frage gestellt wird, zumal es sich um sehr zementarme Verluste handelt, die von Fall zu Fall auch wieder verwendet werden können. Die Eigenart des

Antragvorganges führt zu einem Verdichtungsgrade, wie wir ihn im Betonbau bisher wohl kaum erzielen konnten, zumal vorzugsweise ein gemischtkörniges Kiesmaterial bis etwa 10 mm Korngröße, also nicht etwa nur Sand, verwendet werden kann. Auf dem Blasewege ist also allgemein ein Beton erhöhter Dichte, Härte und Druckfestigkeit zu erzielen.

Zwei Besonderheiten des Blaseverfahrens, die eintretende denkbar innigste Verbindung mit der Antragsfläche und die Art der Herstellung selbst auf dem Streuweg unter Preßdruck führen zu zwei weiteren Anwendungsgebieten, die wohl erst bei Ingenieurbauten für die praktische Bedeutung des Verfahrens von Wert geworden sind. In der Bewertung der Besonderheiten des Beton-Blaseverfahrens muß aber wohl der Eigenschaft der erzielbaren weitgehenden Verbindung mit der Antragsfläche die erste Stelle eingeräumt werden, die zweite der aus der Art des Antragvorganges folgenden besonderen Verwendungsmöglichkeit, und erst die dritte Stelle der Nutzbarmachung des Verfahrens für bauliche Zwecke, wo der Vorteil erhöhter Dichtigkeit und Härte besonders zur Geltung gebracht werden kann:

1. Ermöglichung eines vollkommenen Verbundes mit der Antragsfläche. Wir können den Verbund in derselben Wirksamkeit auch zwischen zwei Torkretlagen untereinander erzielen, wenn es zweckmäßig erscheint, die Torkretschicht in mehreren Lagen herzustellen oder Arbeitspausen die Herstellung unterbrechen, wobei im scharfen Gegensatz zu den wichtigsten Bauregeln des Betonbaues der Güte des Erzeugnisses nicht der mindeste Abbruch geschieht. Die Arbeitsfugen oder -Flächen scheinen im Gegenteil die Güte des Erzeugnisses zu verbessern, was sich dadurch erklären läßt, daß sich auf einer abgeordneten oder erhärteten Antragsfläche immer erst der feine Zementschlamm festsetzen muß und nachträgliche Auflockerungen hier noch weniger eintreten können, als inmitten einer frisch angeblasenen Schicht von gewisser Stärke; auch werden Ausführungsfehler, wie zu nasse oder zu trockene Massegebung in diesen Schichten nicht zu nachträglicher Wirkung gelangen können. Diese Eigenschaft ermöglichte die Beseitigung der mit dem Schwinden des Betons verbundenen Nachteile. Das Schwinden wird umso mehr seine Kraft beweisen können, als der herzustellende Körper als Ganzes zur plötzlichen Abbindung gelangt. Bei der Ausführung in Gebläsebeton sprechen aber schon die Anforderungen des Antragvorganges selbst für lagenweise Ausführung stärkerer Schichten, schon damit das Schwerkraft der angetragenen Masse nicht die in der frischen Masse vorhandene Haftung überwindet. Es kann also mit einer Schwindung jeder einzelnen Schicht für sich gerechnet werden. Bei jedem folgenden Antrag werden die Schwindrisse der fertigen Schicht ebenso mit feinem Zementschlamm zugeblasen werden, wie jede andere Fuge oder Pore. Zum mindesten wird die im Ganzen fertiggestellte Betonschicht keine durchgängigen Schwindrisse enthalten. Handelt es sich bei kleinen Aufgaben gerade um die Erzielung dieses Vorteiles, dann werden allerdings Arbeitspausen unvermeidlich sein. Diese dürften aber dann trotzdem nicht die Zweckmäßigkeit des Verfahrens in Frage stellen, sondern wären durch geschickte Arbeitseinteilung in ihrer Wirkung auf den Ausführungspreis abzuschwächen. Das Torkretverfahren eignet sich aber auch schon wegen der Betriebsunkosten gegenüber einer Herstellung von Hand vorzugsweise für größere Arbeitsleistungen in Feinbeton. Die Möglichkeit lagenweiser Ausführung — selbst mit Voraussetzung völliger Erhärtung der einzelnen Lagen — dürfte weiter zur Anwendung verschiedener Mischungsarten in den einzelnen Lagen und Anbringung von Bewehrungen zwischen diesen führen.

2. Die Art des Antragvorganges macht bei selbständigen Tragwerken die Einschaltung auf einer Seite überflüssig. Hierdurch lassen sich feste Betonierungen auch bei solchen Aufgaben erzielen, bei denen die Stampfarbeit bisher unmöglich war oder Gußbeton angewendet werden mußte. Auch ermöglicht die Benutzung des Torkretverfahrens die Herstellung fester Betonschichten auf weichem Boden in der Weise, daß zunächst eine dünne Schicht aufgeblasen wird, die nach ihrer Erhärtung als Schalung für die nachfolgenden Anträge dient. Schließlich ermöglicht die Benutzung des Verfahrens die Ausführung von Betonierungen an Stellen, wo solche Arbeiten bisher ausgeschlossen waren. Es sind dabei auch beträchtliche Schlauchlängen in Betracht zu ziehen, und zwar nach jeder Richtung hin.

3. Die besondere Dichte und Härte des Erzeugnisses ergibt sich aus der Eigenart des Antragvorganges. Wenn zur Erhöhung der Dichte und Härte dem Betonfachmann auch andere Mittel und Wege zur Verfügung stehen, so ist die Herstellung einer durch und durch dichten Betonschicht ohne besonderen Putz doch wohl nur auf dem Preßluftblaseweg zu erzielen. Der Wert des Ver-

fahrens liegt nicht eigentlich in einer gesteigerten Massenförderung. Die beschriebenen Besonderheiten weisen dem Blaseverfahren ganz von selbst besondere Arbeitsgebiete zu, auf denen der Beton- und Eisenbetonbau bisher nur wenige Erfolge gehabt hat oder auf Schwierigkeiten gestoßen ist, und es kann daher allgemein von einer Aenderung der Ausführungsart landläufiger Eisenbetontragwerke wie Decken, Säulen usw. durch Anwendung von Blasebeton oder Torkret keine Rede sein.

Die aus der Eigenschaft der innigen Anhaftung in erster Linie sich ergebenden Anwendungsgebiete sind Betonarbeiten im Bergbau, Schachtausbau sowohl wie Streckenausbau, überhaupt bei brüchigen Antragsflächen, es handele sich nun um Fel-



Abbildung 7. Aufbringung der äußeren Spiralbewehrung der Klärtürme der Abbildung 5.



Abbildung 1. Äußere Erscheinung der Zement-Kanone.

sen, Ziegelmauerwerk oder alten Beton. Es gehört dahin auch das Gebiet der Wiederherstellung schadhafter oder in ihrer Tragfähigkeit zu erhöhender Beton- und Eisenbetonbauwerke und das große Gebiet der Einkleidung von Eisentragteilen zum Schutz gegen Rost, Gase und Dämpfe. Im Bergbau ermöglicht das Verfahren die sofortige „Plombierung“ des frischen Gebirgsbruches und nachträgliche Weiterverstärkung der Betonschicht bis zu beliebiger Stärke, wobei gleichzeitig die gewünschte Dichtung erzielt wird und eine Einschaltung sich erübrigt. In festem Gebirge wird die erste „Plombierung“ schon allen Ansprüchen genügen, während bisher aus praktischen Gründen eine Betonschicht von einer gewissen Mindeststärke nötig war, um eine dauerhafte Grundlage für den zur Dichtung bestimmten Putz zu

schaffen. Damit erklärt sich auch die bei Benutzung des Blasverfahrens bestehende Möglichkeit einer nicht zu unterschätzenden Ersparnis an Ausbruch selbst ohne weiteres. Somit erscheint zunächst die Verwendung von Blasbeton in festem, aber verwitterbarem und in dauernd festem Gebirge von beträchtlichem Vorteil. Die Plombierung an sich erschwert aber auch von vornherein dem Wasser den Zutritt zur Betonschicht. Ein neu geschaffener Hohlraum im Gebirge muß ansaugend auf in der Nähe vorhandene Wasseradern wirken, und die Kraftentfaltung der allmählich sich einstellenden Zuflüsse wird um so größer sein und um so schneller zu Ausspülungen und zum Durchtritt des Wassers führen, je mehr dieses hinter der Betonschicht

werden mußte. Hierbei erschien die Verwendung von Blasbeton als die geeignetste Lösung. Da es sich außerdem um hoch in der Luft liegende Gewölbe und beträchtliche Spannweiten handelte, so machte sich auch die mit den einfachsten Mitteln erzielbare Zuführung des Materiales zur Verwendungsstelle an den Gewölben in ihrer Wirkung auf die Größe der Rüstungskosten in vorteilhaftester Weise bemerkbar. Die Besonderheit der erzielbaren Dichte aber in der angetragenen Schicht vollendete schließlich für diesen Fall die Vorzüge des Blasverfahrens, denn der dadurch erzielbare Abschluß des so leicht verwitterten Materiales von der Luft versprach die Hintenanhaltung einer weitergehenden Zerstörung des eingeschlossenen Mauerwerkes und damit die Erhaltung des Bauwerkes für die Dauer.

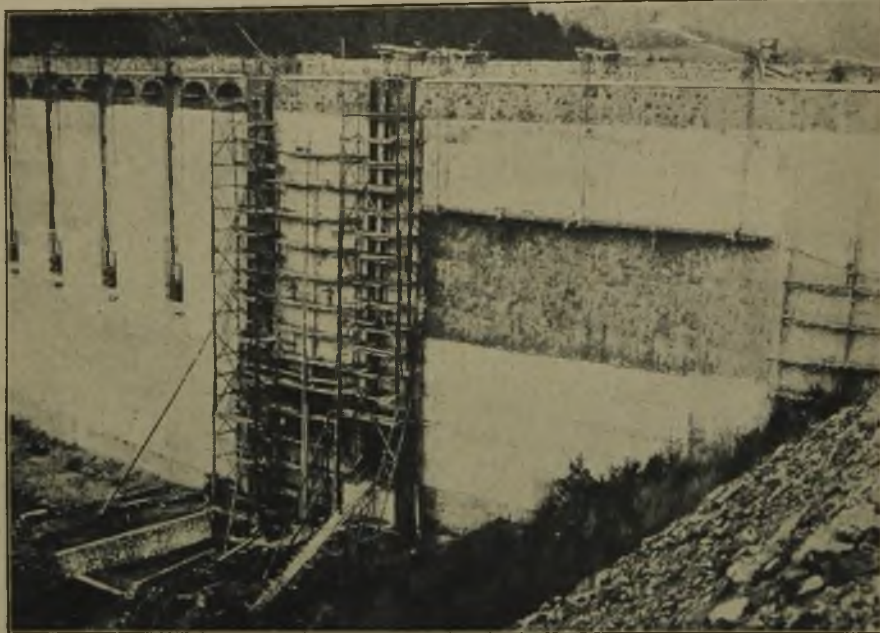


Abbildung 2. Weißeritz-Talsperre in Oberschlesien (Verputzen mit der „Zement-Kanone“).

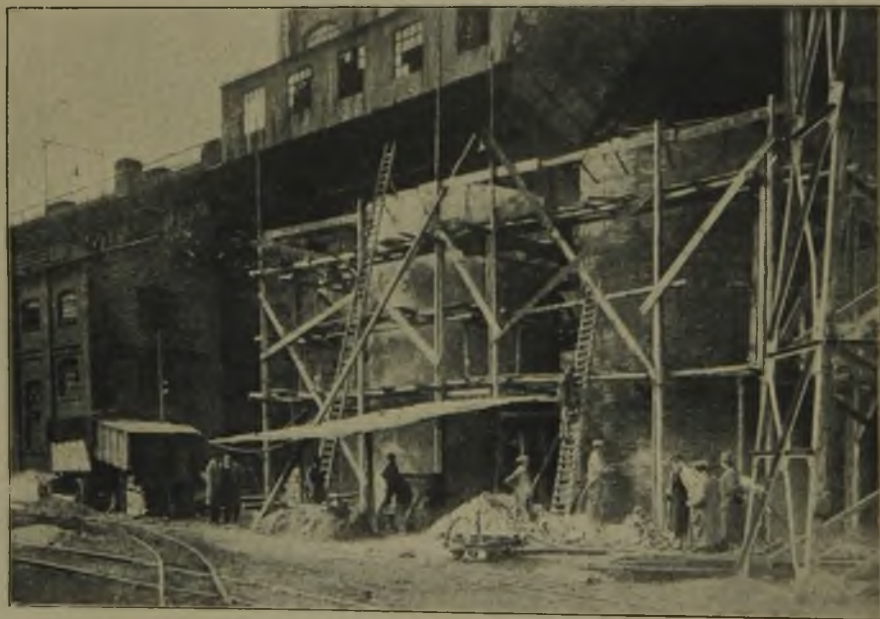


Abbildung 6. Kern der Klärtürme von Abbildung 5 in Ziegelmauerwerk hergestellt.

Spielraum findet. Gegenüber diesen Vorgängen erweist sich ein weiterer bedeutender Nutzen der durch Torkretierung erzielbaren Verdichtung eines frischen Gebirgsbruches.

Brüchiges oder in Verwitterung übergegangenes Mauerwerk läßt sich durch eine Vorsatzschicht von Torkret in günstiger Weise wieder herstellen, vor weiterer Zerstörung bewahren und auch gleichzeitig verstärken. Derartige Aufgaben gewinnen für ältere Ingenieurbauten ganz besondere Bedeutung. Ich hatte Gelegenheit, einen großen Viadukt zu besichtigen, dessen in Ziegelmauerwerk hergestellte Gewölbe sämtlich in Verwitterung übergegangen waren und zwar derart, daß bei einem Schlag mit dem Hammer Stäbe und ganze Steinstücke in ganz beträchtlicher Stärke herabfielen und daher an eine schnelle Abhilfe gedacht

In ähnlicher Weise erweist das Verfahren seine Vorzüge bei Wiederherstellung schadhaft oder rissig gewordener Beton- oder Eisenbeton-Bauwerke, besonders wenn auch die Eisen bereits ihrer Deckschicht beraubt und zum Teil verrostet sind. Die Einbettung der Eisen, insbesondere von Rundeisen gelingt so vorzüglich, daß der weiteren Zerstörung vorgebeugt ist. Auch an Profileisen ist der Antrag gelungen. Es eröffnet sich daraus das Gebiet der Erhaltung älterer, teilweise verrosteter Bauwerke. Es erschien hier zweckmäßig, es von vornherein mit einem dünnen Ueberzug zu versuchen, etwa 5 mm, und es darf behauptet werden, daß die auf diesem Gebiet vorliegenden Ergebnisse die besten Aussichten eröffnen. Eine stärkere Schicht brächte für solche geschwächten Bauwerke den Nachteil einer Gewichtsvermehrung mit sich, während in der Herstellungszeit die Gefahr des Herabfallens der Schicht vor der Abbindung mit ihrer Stärke erheblich zunehmen müßte. Die Bewahrung derartiger Ueberzüge gegenüber Säuren und säurehaltigen Dämpfen bleibt abzuwarten. Zu dem Gebiet der Einkleidung von Eisenträgern gehört auch die Verwendung des Verfahrens bei schadhaft gewordenen Wellblechbauten.

Auch bei der Ausführung von Wiederherstellungsarbeiten steht und fällt alles mit der Erzielung oder Nichterzielung einer tatsächlichen Verbindung mit dem alten Tragwerk. Sollen alte Eisenbetonbalken verbreitert oder erhöht, neue Balken eingeschaltet oder Decken verstärkt werden, so ist dies auf dem Wege des Blaseverfahrens mit bester Wirkung erzielbar. Dabei erweist sich das Verfahren zur satten Einlegung der Eisen und vollkommenen Schließung der zur Durchführung der Bewehrungen gestemten Löcher als unübertreffliches Mittel. In vornehmlicher Abhängigkeit von der leichten Art des Antragsvorganges, besonders auch im Hinblick auf den großen Aktionsradius, ergeben sich bei Ausführung von Befestigungen von Böschungen und Kanälen, Flußsohlen von einfachen Platten oder gerippten Systemen, Behälterbauten aller Art, Silos, Kanälen, Wänden und Stützmauern, wobei die Ersparnis einer Schalung bei den derzeitigen hohen Kosten ganz wesentlich ins Gewicht fällt, und schließlich bei der Herstellung rohrartiger Körper (auch Ummantelungen) mit oder ohne Verwendung von Eisengeflechten. Besonders aber ist wohl in dieser Gruppe das Gebiet des Schiffbaues zu nennen, dem die erzielbare Dichtigkeit der Wandungen zudem außerordentlich zustatten kommen muß.

Zufolge der Besonderheit größerer Dichte und Härte ergeben sich zu zweckmäßiger Ausführung in Torkret in erster Linie alle auf Dichtigkeit gegen Wasser und Luft hinauslaufenden Arbeiten, wie Dichtungsschichten gegen Grundwasser, auf Staudämmen und Talsperren. Der auch hier besonders zu nennende Behälterbau bedarf bei solcher Ausführung nicht mehr der besonderen Dichtungsschichten, da die Wandungen durch und durch dicht werden. Daß höhere Dichtigkeit die Widerstandsfähigkeit des Betons gegen Säuren und Gase erhöht, weist dem Blasen auch in der Richtung besondere Aufgaben zu. Schließlich darf hier wohl noch auf das Gebiet der Zementwarenfabrikation hingewiesen werden.

Unter den Nachteilen, die dem Blasenverfahren nachgesagt werden, sind zunächst die Streuverluste zu nennen. Solange das Betonblasverfahren nach dem Schlagwort von der „Zementkanone“ lediglich von dem Gesichtspunkt einer überraschend einfachen und großen Massenförderung gewertet wird oder wurde, mußten Streuverluste als ein gewisser Abbruch an dem erzielbaren Erfolg angesehen werden. Wenn aber das Verfahren der Anwendung des Betons neue Gebiete erschließt oder auf alten Anwendungsgebieten zu einer wesentlichen Verbesserung der Ausführung führt, dann fragt es sich doch, ob Streuverluste überhaupt derartig ins Gewicht fallen können, daß man lieber auf die Benutzung des Blasenverfahrens verzichtet.

Allgemein verdanken wir doch den Streuverlusten, soweit sie bei Beginn der Arbeit nicht zu vermeiden sind, die Besonderheiten des innigen Anschlusses an jede Antragsfläche und der erhöhten Dichte des Erzeugnisses. Der Rückprall ist zuerst unvermeidlich, nimmt aber dann ab und kann vom Bläser auf ein Mindestmaß beschränkt werden, besonders wenn der Bläser große Flächen vor sich hat und die kleinen Unregelmäßigkeiten in der Konsistenz, die sich entsprechend den kleinen Schwankungen im Massezustrom einstellen, ausgleichen kann. Der Verlust aus Rückprall wird um so geringer, je stärker die Schicht in einem Zuge wird oder angetragen werden kann, und das ist ohne Gefahr des Abrutschens in Stärken bis 5 cm möglich. Bei geringen Stärken der anzutragenden Schicht wird daher der durch Rückprall entstehende Verlust prozentual am größten sein; der erste Rückprall besteht aus blanken Kieskörnern, da diese ihre Zementummantelung beim Anprall an der harten Fläche an diese abgegeben haben. Beim Antrag auf brüchige und rauhe oder fugige Flächen wird der Rückprall naturgemäß wesentlich geringer ausfallen, als bei mehr glatten Flächen. Die Wiederverwendung der zurückgeprallten Verluste ist durchaus nicht ausgeschlossen, in vielen Fällen besteht sogar die sofortige Möglichkeit dazu. Streuverluste kommen eigentlich nur beim Blasen senkrechter Schichten und Deckenschichten in Betracht. Beim Blasen wagrechter Schichten werden die abspringenden Gemengteile eigentlich von selbst wieder verwendet, denn es kann nicht behauptet werden, daß Gemengteile, die an einer Stelle fortgeblasen wurden, nun überhaupt an keiner anderen Stelle mehr Platz finden können.

Eine zweite Frage ist die der Entmischung. Eine solche tritt tatsächlich nicht ein, wenn nicht grobe Fehler in der Handhabung des Blasen gemacht werden; die Masse ist soweit vorgefeuchtet (nach den Ergebnissen der gerade jetzt in Lichterfelde vorgenommenen Versuche mit etwa 3 Gewichtsprozent), daß sie das Düsenwasser sofort aufnimmt. Es bleibt nur noch die Möglichkeit, daß gelegentlich das Düsenwasser gegenüber der zuströmenden Masse zu reichlich wird und die angetragene Masse anfängt zu laufen. Aber auch hierbei habe ich keine Entmischung in



Abbildung 5. Klärtürme für Braunkohlenstaub führende Wässer. Nach dem Torkret-Verfahren umhüllt.



Abbildung 8. Ueberdeckung der Stöße der Spiralbewehrung der Klärtürme der Abbildung 5.

dem Sinne des Wortes beobachtet. Der Düsenführer hilft sich sofort durch Ablenkung und Verteilung eines zu flüssigen Gemenges auf größere Flächen, abgesehen von der feinen, in der Hand des Düsenführers liegenden Regulierbarkeit des Wasserzuflusses. Er schafft damit auch wieder einen Nutzen, in dem eine Befeuchtung anderer, etwas trockener ausgefallener Stellen erzielt wird. Im ganzen wird die angetragene Masse so fest, daß sie mit einem Fingerdruck nicht mehr oder doch nur schwer eingedrückt werden kann.

Eine dritte wichtige Frage ist die der Betriebsgestaltung. Hier ist lediglich an dem alten Grundsatz des Beton- und Eisenbetonbaues festzuhalten, daß nur fachtechnisch geschulte Handwerker für die Ausführung in Frage kommen. Der Tektor oder die Gebläsemaschine bedarf wie alle Maschinen einer sachgemäßen Behandlung. Für die Zuführung der Masse in die Schleusen- und Arbeitskammer und die Handhabung der Glockenventile bestehen verhältnismäßig leicht zu erlernende Regeln. Die Herstellung des Betongemenges bietet nichts Neues. Die richtige Bemessung der Vorfeuchtung ist bald erlernt. Schlauchverstopfungen gelegentlich zu beseitigen, bedeutet keine besondere Schwierigkeit. Erfahrung und Übung sind also für die Benutzung des Blasverfahrens im Betonbau nicht zu entbehren.

Die Torkret G. m. b. H., Berlin führte im Herbst v. Js. im Auftrag der Eisenbahndirektion Berlin die an der Brücke über die Lehrter Gütergleise im Zuge der Straße Alt-Moabit erforderlich gewordenen Wiederherstellungsarbeiten aus. Das Bauwerk, über das der Straßenverkehr hinweggeht (Abbildung 4, S. 73) und auch während der Ausführung hinweggegangen ist, besteht aus 4 flachen Monierkappen von 5 m Spannweite und 40 m Tiefe. Die im Lauf der Jahre eingetretene Beschädigung bestand darin, daß an vielen Stellen die Deckschicht der zunächst der unteren Leibung der Gewölbe liegenden kreuzweisen Eisenbewehrung herabgefallen war, eine Folgeerscheinung der dauernden und unmittelbaren Einwirkung der Rauchgase und Dämpfe bei zu geringer Stärke und Dichte der Schutzschicht. Da die Sicherheit des Bauwerkes durch die Verminderung der Eisenquerschnitte nicht in Frage gestellt schien, konnte es sich nur darum handeln, die weitere Verrostung der Eiseneinlagen zu verhindern. Wir beseitigten durch Abstemmen und Abhämmern sämtliche losen und hohl liegenden Bestandteile der Deckschichten, reinigten die ganzen Flächen mit dem Sandstrahlgebläse, insbesondere auch die Eiseneinlagen und trugen nach unserem Verfahren eine neue Deckschicht in einer Stärke von 3–5 cm an. Die Durchführung der Arbeit bereitete wegen des lebhaften Güterverkehrs beträchtliche Schwierigkeiten. Abbildung 4 zeigt die benutzte fahrbare Einrichtung. Von besonderem Nachteil erschien von vornherein die Unmöglichkeit, den

frisch aufgetragenen Schichten zufolge des Güterverkehrs eine mehr als stundenweise Ruhezeit gegen neue Inanspruchnahme durch den heftigen Auspuff der Maschinen zu gönnen. Trotzdem hat die Ausführung ihren Zweck erfüllt. Bei einer im Februar d. Js. stattgefundenen Besichtigung wurde durch Abklopfen mit dem Hammer festgestellt, daß an den Kappen die Torkretmasse vollständig fest anhaftete. Zur Vermeidung eines buntscheckigen Aussehens der Leibungsf lächen war am Schluß der Arbeiten die ganze Fläche, also auch diejenigen Stellen, an denen der Beton vorher fest gewesen und ein Abstemmen nicht vorgenommen worden war, mit einem dünnen Ueberzug von Torkretmasse versehen worden. Soweit an den vorher festen Stellen die Rauchablagerungen nicht entfernt worden waren, sind dort erklärlicher Weise stellenweise die dünnen Deckschichten nicht zur Anbindung gelangt und abgefallen. Als Ergebnis der Besichtigung wurde festgestellt, daß diese Mängel nichts gegen die Anwendung des Torkretverfahrens beweisen.

Weiter ist zu nennen die Ausführung zweier Klärtürme (Abbildung 5, S. 77) zur Abklärung von Braunkohlenstaub führenden Wässern für die Brikettwerke in Groß-Zossen. Für den Kern der Turmwandungen wurde Ziegelmauerwerk benutzt, wie aus Abb. 6, S. 76, zu entnehmen ist. Die Türme erhielten einen lichten Durchmesser von 5 m und eine Höhe von 8,6 m bis zum Beginn der Trichter, die in die Fundamente hineingebaut sind. Die Türme wurden von außen mit der erforderlichen Spiralbewehrung versehen (Abb. 7, S. 75) derart, daß diese möglichst nahe der Außenseite der mit 7 cm Stärke aufzublasenden Torkretschicht zu liegen kam. Die Ausbildung der Stöße erfolgte durch Ueberdeckungen der mit Haken versehenen Eisen um 50 cm Länge (Abb. 8, S. 77). Die Berechnung der Eisen erfolgte in bekannter Weise unter Nachprüfung der beim Zusammenwirken von Eisen und Wand entstehenden Zugspannungen in der Wand. Die Innenseite der Behälterwandungen erhielt einen 3 cm starken Torkretauftrag. Die Ausführung hätte sich selbstverständlich auch ohne Ziegel mit Benutzung einer inneren Einschalung bewerkstelligen lassen unter Einhaltung von Betonstärken, wie sie im Betonbau üblich sind. Die Türme haben sich nach der Füllung als durchaus dicht erwiesen. —

Von der 44. Generalversammlung des „Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten“.



u seiner diesjährigen Hauptversammlung in Berlin, die vom 2.—4. Mai unter dem Vorsitz des Direktors Dr. Müller, Kalkberge, tagte, hatte der Verein, nachdem er am 2. Mai zunächst im engeren Kreise seiner Mitglieder seine inneren Angelegenheiten geordnet hatte, nach längerer Zeit zum ersten Male wieder Vertreter von Behörden und sonstige Gäste eingeladen, die dem Rufe gerne gefolgt waren. Leider mußte von den Vorträgen gerade derjenige, der den aus Baukreisen stammenden Gästen wohl besonderes Interesse geboten hätte, über: „Die Zerstörung der Betonpfeiler einer Elbbrücke in Magdeburg durch aggressive Grundwasser und Wiederaufbau derselben“ ausfallen. Die übrigen Vorträge waren zum größeren Teil vorwiegend auf das besondere Interesse des Zementtechnikers zugeschnitten und behandelten mehrfach wissenschaftliche Probleme der Konstitution und des Erhärtungsvorganges im Portlandzement, also auch Fragen, die außerhalb unseres eigentlichen Arbeitsgebietes liegen. Unsere Berichterstattung kann sich daher auf einige kurze Mitteilungen beschränken.

Ueber die Verhandlungen des 1. Tages erhalten wir die nachstehenden offiziellen Mitteilungen:

Der Vorsitzende des Vereins, Hr. Direktor Dr. Müller, eröffnet die Sitzung und begrüßt die erschienenen Mitglieder des Vereins.

Vor Eintritt in die Tagesordnung schlägt Hr. Dr. Müller die Abhaltung einer Wanderversammlung des Vereins für Ende September d. Js. in München vor, um die oberbayerischen Talsperren sowie das Deutsche Museum in München zu besichtigen. Dieser Vorschlag wird mit allseitigem Beifall aufgenommen und einstimmig zum Beschluß erhoben.

Hierauf erfolgt die Erstattung des Jahresberichtes durch den Vorsitzenden. Der den Vereinsmitgliedern vor der Generalversammlung zugesandte Jahresbericht wird von der Generalversammlung einstimmig im Ganzen angenommen.

Der von Hrn. Kommerz.-Rat Kuhlmann, Misburg, erstattete Kas senbericht wird ebenfalls einstimmig angenommen und dem Kassierer Entlastung erteilt. Der Vorsitzende spricht dem Berichterstatter für seine Mühe-waltung um die Kassenführung den Dank der Versammlung aus und schlägt vor, mit Rücksicht auf den in den

nächsten Jahren erhöhten Geldbedarf des Vereins den Vereinsbeitrag für das laufende Jahr von 400 M. auf 600 M. für den Anteil zu erhöhen, womit die Versammlung sich einverstanden erklärt. Dann erfolgt die einstimmige Wiederwahl der bisher als Rechnungsprüfer tätig gewesenen Hrn. Dir. H. Kirsch, Stettin, Dir. Fr. Laas sen., Glöthe b. Förderstedt, Dir. Th. v. Helholt, Hannover.

Hierauf wird zur Vorstandswahl geschritten, in deren Verlauf die turnusmäßig aus dem Vorstande ausscheidenden Hrn. Dir. Dr. Müller, Rüdersdorf, Dir. A. Dingeldey, Beckum, Kommerz.-Rat M. Kuhlmann, Misburg, einstimmig wiedergewählt werden.

Als dann berichtet Hr. Dr. Müller über den bisherigen Verlauf der Angelegenheit betreffend die Errichtung eines Institutes für Zementforschung. Die Generalversammlung billigt die bisher seitens des Vorstandes unternommenen Schritte und ermächtigt den Vorstand, die Angelegenheit in der ihm als geeignet erscheinenden Weise zu Ende zu führen.

Hr. Dr. Framm, Karlshorst, berichtet hierauf über die Tätigkeit des Wissenschaftlichen Ausschusses der deutschen Zementindustrie, der am 15. Juni v. Js. in Heidelberg und am 13. Dezember v. Js. in Berlin je eine Sitzung abgehalten hat. Außerdem hat der Wissenschaftliche Ausschuß vom 21. bis 23. Oktober 1920 auf Veranlassung des „Vereins deutscher Hochofen-Zementwerke“ eine größere Anzahl von unter Verwendung von Hochofen-Zement im rheinischen Industriegebiet ausgeführten Eisenbetonbauten besichtigt.

Mit dem von Hrn. Gen.-Dir. v. Prondzynski, Groschowitz, erstatteten Bericht über die Tätigkeit des Wirtschaftlichen Ausschusses ist das Programm der internen Tagung des Vereins erledigt.

Neben den Vorträgen liefern, wie üblich, Berichte der verschiedenen Kommissionen des Vereins her. Hr. Dr. Goslich, Berlin, berichtete namens der Normensand-Kommission, ferner über die „Tätigkeit des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton“, in dem der Verein auch tätig mitarbeitet und über die Ergebnisse der auf Veranlassung dieses Ausschusses ausgeführten Versuche über das Rosten des Eisens im Beton.

Bezüglich des Normensandes konnte der Berichterstatter feststellen, daß dieser im verflossenen Jahre dauernd in guter Beschaffenheit geliefert worden sei und

daß so viele Bestellungen aus dem Auslande eingingen, daß der deutsche Normensand sich immer mehr zu einem internationalen entwickle. Er berichtete über die geplanten Um- und Erweiterungsbauten in Freienwalde für die Normensandfabrik und über die Versuche, statt des gleichmäßig gekörnten Sandes einen gemischtkörnigen, mehr der Verwendung in der Praxis entsprechenden Sand einzuführen. Dieser Versuch wird nach Meinung des Berichtstatters nicht zum Ziel führen, da sich der Sand bei der Versendung wieder entmischen werde. Der Versand in Papiersäcken hat sich nicht bewährt, auch der Versand im Faß erwies sich als unzweckmäßig, es soll daher die Versendung wieder in Jutesäcken erfolgen, die aber in einer solchen Größe angefertigt werden sollen, daß sie auch zur Zementversendung später Verwendung finden können.

Bezüglich der Arbeiten des „Deutschen Ausschusses für Eisenbeton“ haben wir gelegentlich der Tagung des „Deutschen Beton-Vereins“ schon eingehender berichtet*). Redner weist auf die letzten Veröffentlichungen des Ausschusses und ihren interessanten Inhalt hin. Er berührte ferner den Uebergang des Ausschusses an das Reichsverkehrsministerium, sodaß dieser, der ja tatsächlich schon eine Art Reichsausschuß war, nun auch formell ein solcher geworden ist. In dem dem Deutschen Ausschuß angegliederten **M o o r a u s s c h u ß** hat ein Wechsel im Vorsitz stattgefunden. An Stelle des Geh.-Rat N u y k e n vom Landwirtschaftsministerium, der infolge Erreichung der Altersgrenze aus dem Staatsdienst ausscheidet, ist G h r t. Prof. Dr.-Ing. Gary vom Materialprüfungsamt Berlin-Lichterfelde getreten. Der Ausschuß hat ferner eine Reihe neuer Arbeiten aufgenommen. Ein unter dem Vorsitz von Prof. Dr.-Ing. G e h l e r gebildeter Ausschuß soll eine Klassifizierung des Zementes in mittleren, guten, hochwertigen aufstellen, hat aber eben erst seine Verhandlungen eingeleitet. In Lichterfelde sollen ferner Kälteversuche vorgenommen werden, um die Einwirkung des Frostes auf das Abbinden und Erhärten des Betons näher zu prüfen. Ferner ist eine Revision der Bestimmungen für Beton und Eisenbeton im Gange.

Bezüglich der Frage des Rostens von Eisen in Beton, die nach den bekannten Perkuhn'schen Veröffentlichungen über Beobachtung von Rosterscheinungen an Eisenbetonbauwerken im oberschlesischen Industriegebiet, wieder in den Mittelpunkt des Interesses gerückt war, hat der deutsche Ausschuß für Eisenbeton verschiedene Untersuchungen durchgeführt, wodurch zunächst die Bedeutung dieser Beobachtungen auf ihr richtiges Maß zurückgeführt wurde, sodaß von einer allgemeinen Rostgefahr der Eisen im Beton nicht die Rede sein kann. Neuere Versuche sind dann durchgeführt worden, um das Verhalten von Eisen im Beton mit schlackenhaltigen Bindemitteln zu studieren. Die Ergebnisse sind in Heft 47 der Mitteilungen des Deutschen Ausschusses niedergelegt**). Sie zeigten, daß eine größere Rostgefahr bei entsprechender Behandlung des Betons auch hier nicht vorhanden ist. Auf Veranlassung des Deutschen Ausschusses sind dann durch das Vereinslaboratorium in Karlshorst noch Versuche mit blanken in Betonplatten eingebetteten Eisen durchgeführt worden. Die Platten wurden feucht gelagert und nach 1 und 2 Jahren untersucht. Verwendet wurden dabei 3 Zemente, ein Portland-, ein Eisenportland- und ein Hochofenzement, reiner Quarzsand in 3 Dichtigkeitsgraden mit 45, 35, 25% Hohlräumen. Die Betonmischung war 1:2, 1:3, 1:5; die Ueberdeckung der Eisen betrug 1, 2 und 3 cm. Von den 3 Mischungen erwies sich nur diejenige im Verhältnis 1:2 als absoluter Rostschutz. Die Hohlräume des Sandes hatten dabei keinen großen Einfluß. Von den Zementen ergab der Hochofenzement in den undichten Mischungen die stärksten Rosterscheinungen. Die Stärke der Ueberdeckung war natürlich von besonderem Einfluß. Das Maß von 1 cm zeigte sich als zu gering, zwischen 2 und 3 cm war aber nur wenig Unterschied. Die Versuche wurden von einem Ausschuß bestehend aus den Herren Dr. Gary, Dr. Goslich, Dr. Guttmann, Dr. Framm und Bmstr. Deubler geleitet und überwacht. Auch diese Versuche bestätigen, daß eine ausreichende Ueberdeckung und ein ausreichend fetter Mörtel zur Umhüllung der Eisen erforderlich sind, falls Rostschutz gewährt werden soll. Das bedingt also bei mageren Mischungen eine besondere Umhüllung der Eiseneinlagen mit fetterem Material.

Im Anschluß an diesen Bericht teilt Hr. Dr. Grimm, Göschwitz, mit, daß er ebenfalls solche Versuche durchgeführt habe. Das Einschlemmen der Eisen vor dem Einbetonieren (einfacher Anstrich mit Zementbrühe) habe sich dabei gut bewährt. Im übrigen waren die Ergebnisse

die gleichen wie in Karlshorst. (Es sei hier bemerkt, daß dieses Einschlemmverfahren ja früher auch empfohlen und angewendet worden ist, im praktischen Gebrauch aber zu Unzuträglichkeiten geführt hat. Eine schützende Zementhaut muß sich um das eingebettete Eisen aus dem dieses umhüllenden fetten Mörtel bilden.)

Ueber die Tätigkeit des Vereinslaboratoriums erstattet Hr. Dr. Framm, als Vorstand desselben, Bericht. Das verflossene Jahr war das erste nach dem Kriege mit einigermaßen normalem Betrieb, wenn auch noch mancherlei Störungen auftraten. Die übliche Untersuchung der Zemente nach den Normen mit anschließender Analyse konnte in diesem Jahr aber nur für einen Teil der Vereinszemente durchgeführt werden, da z. T. die Proben nicht rechtzeitig zu erlangen waren. Mit den Wiederholungen wurden 174 Proben untersucht. Durchgeführt wurden, wie üblich, alle mechanischen Proben, außerdem auch die beschleunigte Probe auf Raumbeständigkeit. Wenn man berücksichtigt, daß nicht alle Ursachen, die die Güte des Zementes während des Krieges herabdrückten, beseitigt sind, so kann das Ergebnis als ein günstiges bezeichnet werden. Die in den letzten Jahren festgestellte Festigkeitsabnahme ist jetzt wieder in eine Aufwärtsbewegung übergegangen. Die Rückstände auf dem Sieb, die spezif. Gewichte waren i. M. die gleichen wie früher. Alle 174 Proben zeigten sich nach den Normen als raumbeständig. Die Kugel- und die Darrprobe bestand je 1 Probe nicht, bei der Kochprobe genügten 2 nicht. Stärkere Verkrümmungen zeigten aber bei diesen Proben nur 2 Zemente. Hinsichtlich der Normfestigkeit genügten 5 Proben, also 2,9% bei der 1. Prüfung nicht, 3 davon aber bei der Nachprüfung. Die mittlere Zugfestigkeit hielt sich ungefähr auf der Höhe der 3 letzten Jahre, die Druckfestigkeit war gestiegen. Die durchschnittliche Druckfestigkeit nach 2 Tagen war 114 kg/cm^2 (Höchstfestigkeit 242 kg/cm^2). Eine große Zahl der untersuchten Zemente wies Festigkeiten auf, die den Anforderungen entsprechen die an österreich. Spezialzement gestellt werden. Bei den Analysen zeigten sich auch keine besonderen Abweichungen gegen früher. Bei 6 Marken wurde ein Gehalt von freier Hochofenschlacke festgestellt. Es handelte sich dabei allerdings um Werke, die auch gleichzeitig Eisenportlandzement herstellen, sodaß eine Verwechslung der Proben vorliegen kann.

Redner weist dann darauf hin, daß eine Reihe ausländischer Staaten in den letzten Jahren ihre Normenvorschriften dahin geändert haben, daß Grenzwerte für unaufgeschlossenen Rückstand und Glühverlust festgesetzt sind. Diese Forderungen werden unsere Normen auch einführen müssen, falls der deutsche Zement nicht ins Hintertreffen kommen soll.

Die Zahl der beantragten Prüfungen, die 1919 nur 364 betrug, ist 1920 auf 629 angewachsen. Vielfach handelte es sich um die Durchführung der Normenprüfung, z. T. auch ausländischer Zemente. Einige Marken aus Polen zeigten hohe Festigkeitswerte. Untersuchungen von als Zementersatz angegebenen Stoffen zeigten vielfach deren vollständige Unbrauchbarkeit. Eine Reihe untersuchter Hochofenzemente zeigte auffällig niedrige Festigkeitswerte. Für das österreich. Handelsministerium wird die Frage der Zerlegung der Hochofenzemente durch die Schwebeanalyse bearbeitet. Außerdem hat das Laboratorium bei einer ganzen Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen mitgearbeitet.

Der Gedanke, daß Grenzwerte für unaufgeschlossenen Rückstand und Glühverlust festgelegt werden müßten, findet Zustimmung. Der Ausschuß des Vereins zur Revision der Normen soll sich mit dieser Frage befassen.

Hr. G h r t. Gary, Lichterfelde, hält auch eine Fortbildung der mechanischen Prüfungsverfahren für wünschenswert. Vor allem hält er eine Untersuchung darüber, ob die Schlagbiegeprobe bei der Zementprüfung ebenfalls mit Nutzen zu verwerten sei, für wünschenswert. Ueber dieses Verfahren habe er bereits auf der Versammlung in Heidelberg 1919 kurz gesprochen, nach den Mitteilungen von Dr. Framm über die Frage der Zerschmetterungsfestigkeit. Nach Meinung des Redners geben die Zerschmetterungsversuche Passow's keinen geeigneten Maßstab für die Bewertung des Zementes ab, während die in Lichterfelde ausgeführten Schlagbiegeversuche mit dem Pendelhammer vielleicht brauchbar sind. (Bekanntlich wird dieses Verfahren bei der Prüfung gußeiserner Stäbe schon seit längerem angewendet). Es sind Zementmörtelstäbe von 10 cm Länge und 2,3 cm Querschnittskante in Mischung 1:2, 1:3, 1:5, 1:7 mit etwas feinerem Sand als der Normensand geformt, 7 Tage unter Wasser, dann an der Luft erhärtet und dann nach 28 Tagen, 3 und 9 Monaten mit dem Pendelhammer geprüft. Die zerbrochenen Stäbe sind dann noch auf Druckfestigkeit ge-

*) Vergl. 1921 No. 5 S. 37.

***) Vergl. Besprechung in unseren Mitteilungen No. 1 d. J.

prüft worden. Der bessere Zement nach der Normenprobe hat auch bei dieser Probe eine höhere Widerstandsfähigkeit gezeigt. Es tritt dabei deutlich in die Erscheinung, daß die Schlagbiegefestigkeit wesentlich langsamer abnimmt mit der Magerung als die Druckfestigkeit. Das Verfahren eignet sich daher besonders, um einen Zement hoher Sandfestigkeit zu finden, d. h. der mit höchstem

Sandzusatz noch eine ausreichende Festigkeit in der praktischen Verwendung besitzt, mit dem sich also besonders wirtschaftlich arbeiten läßt. Es wird vorgeschlagen zu untersuchen, ob sich nicht diese Schlagbiegeprobe zur Einführung in die Zementprüfung empfiehlt. Redner stellt den Antrag, daß der Verein diese Frage weiter verfolgen möge. — (Schluß folgt.)

Literatur.

Deutscher Ausschuß für Eisenbeton. Heft 48. Versuche mit Eisenbetonbalken zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit verschiedener Bewehrung gegen Schubkräfte. IV. Teil. Ausgef. in der Mat.-Prüf.-Anstalt der Techn. Hochschule Stuttgart i. J. 1920. Bericht erstattet vom Staatsrat Prof. Dr.-Ing. C. Bach, Vorst. der Mat.-Prüf.-Anst. und Ing. O. Graf, Leiter d. Abt. f. Baumaterialprüfung. 8^o, 15 S. Text mit 3 Tabellen und 29 Textabb. Berlin 1921. Verlag Wilh. Ernst & Sohn. Pr. geh. 13 M. —

Die Untersuchungen schließen sich an die in Heft 12 und 20 der Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses mitgeteilten Versuche an, die wertvolle Aufschlüsse gaben über die zweckmäßige Anordnung der schiefe aufgebogenen Eiseneinlagen im Plattenbalken. Diese Versuche geben noch keinen Aufschluß über die tatsächliche Anstrengung der Eisen, wenn sie auch nachweisen, daß diese Anstrengung nach den bisherigen Berechnungsmethoden überschätzt wird. Die im vorliegenden Heft besprochenen Versuche sind Vorversuche für spätere Versuche, die die oben erwähnte Lücke ausfüllen sollen.

Zur Untersuchung kamen 5 Plattenbalken mit 6,2 m Länge, gestützt in 5,4 m Abstand, von 700 mm Höhe, 1200 mm breiter, 100 mm starker, mit 7,5 mm starken Eisen in 100 mm Abstand quer bewehrter Druckplatte (an den Enden auf 440 mm Breite abgeschragt mit Rücksicht auf die vorhandene Versuchseinrichtung) mit 250 mm breitem Steg. Man hat so große Abmessungen gewählt, um die Eisen besser verankern zu können und den Versuch der Praxis so zu nähern, daß daraus unmittelbar sichere Schlüsse für diese gezogen werden können. Die Platten hatten folgende Bewehrung; alle Stäbe waren an den Enden zu U-Haken umgebogen: 1. Nur 8 gerade Eisen von je 25 mm Durchmesser. 2. Wieder 8 Stäbe von 25 mm Durchm., davon aber 5 nach den Enden um 45° aufgebogen (Angeordnet nach dem Verfahren von Mörsch, das auch in den preuß. Musterbeispielen angewendet ist, d. h. die Eisen sind so bemessen, daß bei Vernachlässigung der Zugspannung im Beton, ihre Anstrengung 1000 kg/cm² für die Belastung, bei der die Eiseneinlagen in Balkenmitte ebenfalls mit 1000 kg/cm² beansprucht werden). 3. Bewehrung wie unter 2, aber mit 9 Stäben mit etwa dem gleichen Querschnitt wie bei 1 und 2. Die 5 aufgebogenen Eisen haben hier jedoch nur den halben Querschnitt wie bei 2, ihre Anstrengung wird also unter der gleichen Voraussetzung 2000 kg/cm². 4. Bewehrung wie 2, aber mit Schwächung der aufgebogenen Eisen auf 15 mm Durchm., sodaß ihre Beanspruchung wie oben bis auf 2800 kg/cm² steigt. 5. Bewehrung wie bei 1, aber mit 2 aufgebogenen Eisen. Dabei ist entgegen den amtl. Bestimmungen ein Teil der Schubspannungen (für $\tau_0 = 4,5 \text{ kg/cm}^2$) dem Beton zugewiesen und nur der Rest dem Eisen.

Außer den Balken wurden 5 Kontrollwürfel von 20 cm Kantenlänge hergestellt. Verwendet wurde ein Württemberg. Zement, der nach 28 Tagen bei kombinierter Lagerung 410 kg/cm² Normen-Druckfestigkeit lieferte, und Neckar-Sand- und Kies-Mischung des Betons: 1:2:3 mit 9,5 Gewichtsprozent (der trockenen Mischung Wasser) oder 281 kg Zement auf 400 l Sand auf 600 l Kies auf 172 l Wasser. Würfel Festigkeit i. M. nach 45 Tagen 282 kg/cm².

Die Balken wurden in Holzformen hergestellt. Belastet wurden sie, um einer gleichmäßigen Belastung möglichst nahe zu kommen, an 16 Stellen. Festgestellt wurde die Rißbildungslast, das Fortschreiten der Risse mit steigender Last, die Höchstlast und an den Balken 1—3 die gesamten, bleibenden und federnden Bewegungen an 25 Punkten. An den Balken 4 und 5 wurden diese Bewegungen an 6 Punkten gemessen, desgl. an einer größeren Zahl von Stellen die Rißbreiten.

Die ersten Risse wurden bei Balken 1, 2 und 5 bei 18000, bei 3 und 4 bei 20000 kg festgestellt, es zeigten sich also keine ausgeprägten, in der Bauart des Balkens begründeten Unterschiede. Die Risse entstanden in der Zugzone nahe Balkenmitte. Ein Vergleich des Fortschreitens der Rißbildung zeigt, daß bis 60000 kg Last noch kein wesentlicher Unterschied in Zahl und Verlauf der Risse bei den 4 Balken mit aufgebogenen Eisen zu verzeichnen ist. Bei den 3 Balken 2—4, die sich hauptsächlich durch die Stärke der aufgebogenen Eisen unterscheiden, ist bei höheren Belastungen die Stärke der schiefen Risse nach den Balkenenden zu von der Stärke des aufgebogenen Eisens

abhängig. Bei Balken 5 mit nur 2 aufgebogenen Eisen zeigten sich unter der Last von 84000 kg die Risse wesentlich fortgeschrittener als bei Balken 4.

Balken 1 ohne aufgebogene Eisen wurde schon bei 48000 kg Last durch einen stärkeren Riß, der vom Auflager schief nach der Mitte zu anstieg, zerstört. Balken 2 mit 5 aufgebogenen Eisen mit 23,34 qcm Querschnitt wurde bei 119000 kg Last zerstört durch Entstehungen starker Zugrisse in Balkenmitte durch Ueberschreitung der Streckgrenze der Eisen und nachheriges Zerdrücken des Betons in der Platte über diesen Rissen. Die Widerstandsfähigkeit dieser Balken war also an den Enden größer als in der Mitte. Balken 3 hatte nur 12,01 qcm Querschnitt des aufgebogenen Eisens. Er wurde bei 120000 kg Last zerstört in ähnlicher Weise wie Balken 2, jedoch traten hier die schiefen Zugrisse an den Enden stärker auf. Die Widerstandsfähigkeit der Balken an den äußeren Enden dürfte hier also nicht viel größer gewesen sein als in der Mitte. Balken 4 mit nur 8,44 qcm Querschnitt der aufgebogenen Eisen zeigte eine geringere Widerstandsfähigkeit der Enden, der Balken wurde hier durch schiefen Zugriß am linken Auflager, da wo die aufgebogenen Eisen eingelegt sind, bei 96000 kg Last zerstört. In gleicher Weise wurde Balken 5 mit nur 2 aufgebogenen Eisen bei 92000 kg Last zerstört. Der schiefe Riß lag hier in dem Gebiet, das keine aufgebogenen Eisen besitzt.

Gegenüber dem Balken mit nur geraden Eisen trugen die Balken 2 und 3 mehr: 70200 bzw. 71200, die Balken 4 und 5 47200 und 43000. Setzt man die erstere Zahl gleich 1, so ergibt sich das Verhältnis 1:1,01:0,67:0,62. Die Höchstlast der beiden Balken 2 und 3 unterscheidet sich also nicht ausgeprägt. Bei beiden Balken erfolgte die Zerstörung durch Ueberwindung der Widerstandsfähigkeit in der Zugzone. Die nur halb so stark aufgebogenen Eisen in Balken 3 reichten gerade noch aus, um dort die Zerstörung hintenanzuhalten. Die Erscheinungen bei den Balken 2, 3 und 4 beweisen, daß die Last, bei welchen die aufgebogenen Eisen bis zur Streckgrenze beansprucht werden, unmittelbar von der Stärke der aufgebogenen Eisen abhängt. Bei Balken 5 betrug der Eisenquerschnitt 9,42 qcm, also etwas mehr als bei Balken 4, die Last, unter der ein scharfes Klaffen einzelner Risse auftritt, ist aber kleiner, ein Beweis, daß diese Bewehrung mit nur 2 Eisen weniger wirksam ist, wie auch schon früher festgestellt.

Berechnet man nun für die Höchstlast die Anstrengungen der aufgebogenen Eisen nach den amtlichen Bestimmungen, so ergeben sich für Balken 3 (5 Stäbe mit 12,01 qcm) 7304 kg/cm², für Balken 4 (5 Stäbe mit 8,44 qcm) 8362 kg/cm² Zugspannung im Eisen, d. h. ein Wert der größer ist als die Zugfestigkeit und noch weit größer als die Spannungen an der Streckgrenze. Es folgt daraus, daß die amtlichen Bestimmungen, angewendet auf den Bruchzustand, die Anstrengungen der aufgebogenen Eisen viel zu groß liefern. Die amtlichen Bestimmungen nehmen einen Zustand an, der nach den Erscheinungen an den Balken 3 und 4 nach weitgehender Rißbildung eben nicht mehr vorhanden ist. Die Wirkungsweise der aufgebogenen Eisen ist nach dem Bericht in diesem Zustand aber eine ganz andere. Wieviel das amtliche Verfahren die Anstrengung der aufgebogenen Eisen bei der höchsten zulässigen Last mit Genauigkeit liefert, muß noch durch weitere Versuche festgestellt werden.

Das ist der wesentliche Inhalt der interessanten Veröffentlichung, die durch zahlreiche Rißbilder und umfangreiche Zusammenstellungen der Versuchsergebnisse diesen Befund noch im Einzelnen näher erläutert. — Fr. E.

Vermischtes.

An unsere Leser! Um unnütze Nachfragen zu vermeiden, machen wir darauf aufmerksam, daß zunächst im Juni, Juli und August die „Mitteilungen“ im Abstand von 4 Wochen erscheinen, da die Gesamtzahl der im Jahr herauszugebenden Nummern nur 20 beträgt! Die Red.

Inhalt: Das Beton-Spritzverfahren. — Von der 44. Generalversammlung des „Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten“. — Literatur. — Vermischtes. —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., in Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Fritz Eiselen in Berlin.
Buchdruckerei Gustav Scheack Nachfg. P. M. Weber in Berlin.