

# DEUTSCHE BAUZEITUNG

## MITTEILUNGEN ÜBER

### ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

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

VII. JAHRGANG.

NO. 7.

#### Ausführung von Fabrik- und Schornsteinbau unter besonderer Berücksichtigung der Feuerfestigkeit der Materialien und Konstruktionsteile.

Nach dem Vortrag, gehalten auf der XIII. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins, von Ob.-Ingenieur Steppes der Firma Hüser & Cie., Obercassel.



Anfang vergangenen Jahres vollendete die Firma Hüser & Cie. im Verein mit der Masch.-Fabrik Amme, Giesecke & Konegen in Braunschweig die erste Teilausführung des Neubaus einer Portlandzement-Fabrik für Naß-Aufbereitung mit Rotieröfen. Der Bonner Bergwerks- und Hütten-Verein vergrößerte durch diese Anlage, die bald noch eine umfangreiche Erweiterung erfahren wird, den Betrieb der Zementfabrik bei Obercassel bei Bonn.

Es ist dem regen Interesse des Bauherrn an den Fortschritten der Eisenbetontechnik zu danken, daß bei diesem Fabrikbau nicht nur die gesamten Hochbauten in Eisenbeton zur Ausführung kamen, sondern daß man sich auch dazu entschloß, für die Ausführung der in das Gebiet der Feuerungsanlagen gehörigen Baulichkeiten den Eisenbeton nach den Vorschlägen und Entwürfen der Firma Hüser & Cie. heranzuziehen. Es handelt sich dabei um den Bau eines 60m hohen Schornsteines für die Drehofenanlage, der sich bei seinen Abmessungen den größten der wenigen in Deutschland stehenden Eisenbeton-Schornsteine nennen darf, und insbesondere um den Bau einer zwischen Drehofen und Schornstein geschalteten sogenannten Staubkammer. Diese beiden Bauwerke sind es, die bei dem in Rede stehenden Fabrikbau deshalb Interesse wohl beanspruchen dürfen, weil bei diesen Ausführungen der Eisenbeton auf einem bisher wenig betretenen Gebiet weitgehende Anwendung fand.

Vor Besprechung der Bauten selbst seien eine kurze allgemeine Erläuterung zu dem Bau der Staubkammer nebst einigen Angaben über die der Bauausführung vorangegangenen Bauversuche vorausgeschickt. Es ist bekanntlich bei Zementdrehofen-Anlagen erforderlich, zwischen der oberen Ofenmündung und dem Schornstein eine sogenannte Staubkammer einzubauen, ein meist kastenförmiges Bauwerk, das bei den modernen Anlagen beträchtliche Abmessungen aufweist. Diese Staubkammer hat den Zweck, die aus dem Drehofen kommende glühende Flugasche zum Absetzen zu bringen. Na-

turgemäß ist dieses Bauwerk sehr hohen Temperaturen ausgesetzt. Im vorliegenden Fall beträgt die Temperatur im vorderen Teil der Staubkammer bei normalem Vollbetrieb etwa 500—550° C. Die Temperatur steigt jedoch mitunter ganz wesentlich, so z. B. wenn der Ofen nicht voll belastet ist; auch kommt es beim Anheizen des Drehofens vor, daß der eingeblasene Kohlenstaub, solange der Ofen noch nicht genügend erhitzt ist, erst verspätet explodiert; die Sinterzone im Ofen wird dadurch vorübergehend vom Ofenkopf zurück nach der Mündung zu verlegt und die Temperatur an der Ofenmündung in die Staubkammer steigt auf 700° C. und darüber.

Endlich muß noch auf eine besondere Anstrengung, die das Bauwerk bei der ersten Inbetriebnahme des Ofens auszuhalten hatte, aufmerksam gemacht werden. Da das Ofenfutter zur Zeit der Inbetriebnahme noch sehr frisch war und viel Feuchtigkeit enthielt, war in den ersten Tagen des Betriebes die beim Naß-Verfahren ohnehin nicht zu vermeidende Wasserdampfbildung so stark, daß die Staubkammer sowohl wie der untere Teil des Schornsteines vollständig durchnäßt wurden. Dabei waren diese Bauteile gleichzeitig der hohen Temperatur ausgesetzt. Es ist dies eine Anstrengung, der die in sonst üblicher Weise aus Klinkermauerwerk mit starken Eisenverankerungen und innerer Chamotte-Auskleidung hergestellten ähnlichen Bauwerke vielfach nicht gewachsen sind, sodaß man bei diesen Ausführungen im allgemeinen mit einer mehr

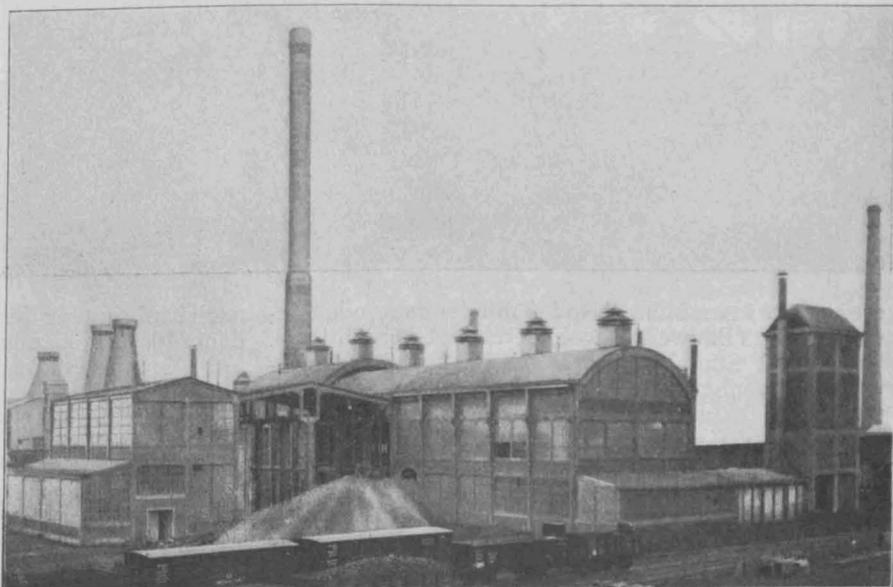


Abbildung 1. Gesamtansicht der Portland-Zement-Fabrik.

oder weniger weitgehenden Beschädigung nach der ersten Inbetriebnahme zu rechnen hat. Das in Rede stehende Eisenbetonbauwerk hat diese erste Anstrengung sowie den nunmehr achtmonatlichen Dauer-Betrieb tadellos überstanden. Der Betrieb erlitt nur einmal — nach ungefähr 6 Monaten — eine mehrtägige Unterbrechung, die eine Prüfung im Inneren der Staubkammer ermöglichte; eine Beschädigung war dabei nirgends zu erkennen, die Beschaffenheit des Betons war eine vorzügliche. Auch die erneute Inbetriebnahme

schränken. Die bereits vorhandenen Ergebnisse von Versuchen auf dem fraglichen Gebiet — auf die hier nicht näher eingegangen werden kann — ließen es entbehrlich erscheinen, besondere Versuche über das Verhalten der Eiseneinlage im Beton anzustellen. Bei dem bekannten geringen Wärmeleitungsvermögen des Betons war bei genügender Umhüllung der Rundeisen-Einlagen eine Schwächung der Festigkeits-Eigenschaften des Eisens durch die Temperatureinwirkung nicht zu befürchten. Als ausreichender Schutz gegen eine gefährliche Ueberhitzung der Eisen wurde eine Mindeststärke der Betonumhüllung der Eisen-Einlagen an den Außenflächen aller tragenden Konstruktionsteile von 5 cm angesehen. Bei der Wahl des geeigneten Betonmischungsverhältnisses, der Dichtigkeit und des Wasserzusatzes der Betonmischung stand der Wunsch einer möglichst hohen Festigkeit der Forderung einer möglichst weitgehenden Feuerbeständigkeit des Betons gegenüber: Fette, dichte, trockene Mischung zu Gunsten der Festigkeit, magere, poröse, nasse Mischung zu Gunsten der Feuerbeständigkeit. Unter diesen Umständen entschied man sich von vornherein zu einem vorzuziehenden beider Forderungen befriedigenden Mischungsverhältnis und zwar 1 Teil Portlandzement, 2 Teile Feinkorn bis 7 mm, 3 Teile Grobkorn 7 bis 35 mm. Für den Wasserzusatz des Betons war eine untere Grenze in der Verarbeitungsmöglichkeit zu Eisenbeton gegeben.

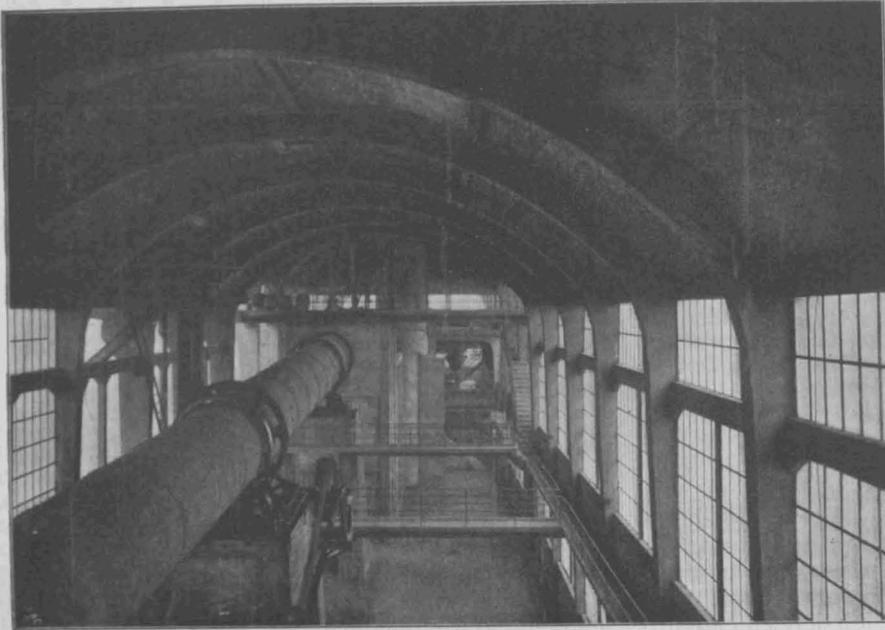
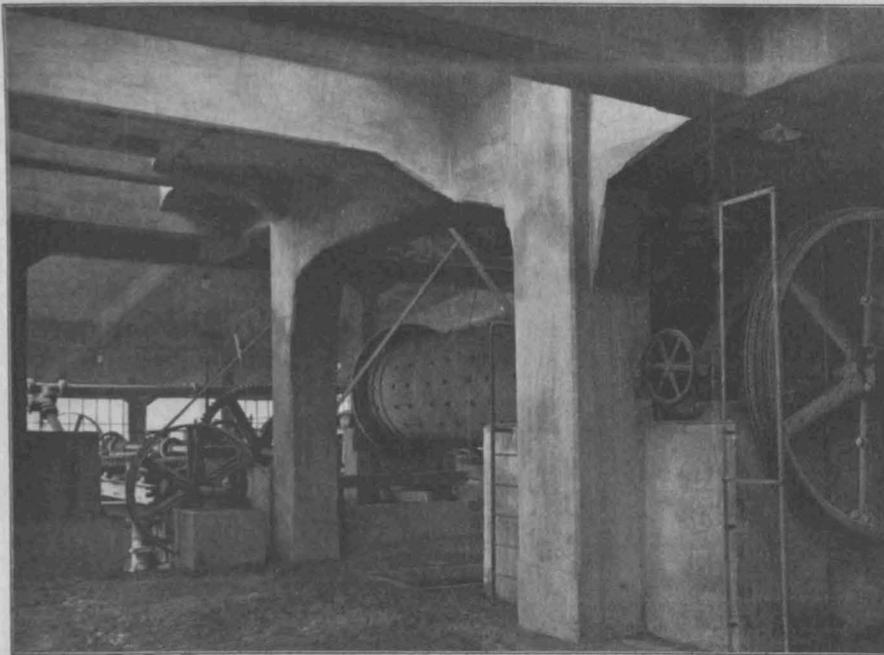


Abb 4 und 5. Blick in das Ofenhaus (oben) und Deckenkonstruktion unter der Kugelmühle.



me brachte keine Mängel, sodaß mit der dauernden Bewährung des Bauwerkes wohl gerechnet werden kann.

An die Staubkammer angeschlossen ist der erwähnte Eisenbeton-Schornstein. Die Temperatur beträgt im Fuchs und unteren Teil des Schornsteines etwa 350° bis 250° C. Auch dieses Bauwerk hat sich bis heute tadellos bewährt. —

Bei der leider noch mangelhaften Erforschung des Verhaltens von Beton und Eisenbeton unter dem Einfluß hoher Temperaturen schienen aufklärende Bauversuche unerlässlich. Leider mußten sich diese Versuche bei der Kürze der Zeit, die vor der Bauausführung zur Verfügung stand, auf das Notwendigste be-

nach Einbringung der Versuchskörper angeheizten und dauernd betriebenen größeren Dampfkesselheizung.

Die Probekörper erhärteten: 2 Wochen in nassem Sand, 2 Wochen in geschlossenem Raume an der Luft, 3 Wochen in gut geheiztem Raum an der Luft, waren also vor der Erhitzung 7 Wochen alt und sehr gut ausgetrocknet, Umstände, die für die Beurteilung der günstigen Versuchsergebnisse ganz wesentlich sind. Es wurde dann eine Reihe der Probekörper 2 Wochen einer Temperatur von etwa 250° C. ausgesetzt, eine zweite Reihe 2 Wochen einer Temperatur von 250° C., dann eine Woche einer Temperatur von etwa 500 bis 550° C.; eine dritte Reihe blieb unerhitzt. — Die Anzahl

Es blieb demnach durch die Bauversuche noch die Materialfrage zu klären. Es wurde der Untersuchung unterworfen ein Beton obengenannter Mischung unter Verwendung folgender Materialien: Rheinsandkies, gebrochener Basalt, Bimskies, Kesselschlacke. Geprüft wurde: die Würfel Festigkeit an Würfeln von 30 cm Seitenlänge, die Biege-Festigkeit an Platten 30·30·6 cm und zwar unter Einwirkung einer Temperatur von etwa 250° C. und etwa 500 bis 550° C. Da es sich bei diesen Bauversuchen weniger um Feinmessungen als um möglichstste Nachahmung der im Bau zu erwartenden Verhältnisse handelte, geschah die Erhitzung der Probekörper im Rauchkanal bzw. Zug einer

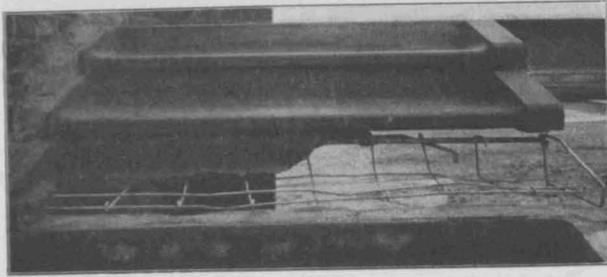


kelförmiger Stufen nur 40% desjenigen von Vollstufen, so daß die Treppenmauern erheblich weniger belastet werden. (Eine Stufe von 10 cm Steigung, 30 cm Auftritt und ohne Kopfverstärkung wiegt beispielsweise höchstens 72 kg/m.) Die Stufen bieten ferner den Vorteil, daß die oberen stärkeren Rundstäbe an den Stufenköpfen soweit vorgezogen werden können, daß sie gleich zur Befestigung der Geländerpfosten dienen können. Das Schlagen besonderer Befestigungslöcher wird damit erübrigt. Die Stufen sind durch D.R.G.M. geschützt und seit Anfang 1909 (für die einfachen Winkelstufen) bzw. in neuester Zeit von der Berliner Baupolizei zugelassen für die üblichen Belastungen.

Nach der von dem statischen Bureau der Berliner Baupolizei anerkannten Berechnungsweise wird die J-Stufe als an einem Ende eingespannter Plattenbalken mit oben liegendem Steg betrachtet, wobei von der Trittstufe als Plattenbreite  $\frac{1}{6}$  der freien Länge der Stufe in Rechnung gestellt werden darf. Für die dargestellten Abmessungen einer Stufe von 1,35 m freitragender Länge ergibt sich dann eine Betondruckspannung von 32,2 kg/qcm, für das obere

last. Die Stufe mit winkelförmigem Querschnitt läßt sich auch für Wendeltreppen anwenden und zwar mit oder ohne Spindelansatz. Falls die Stufen am Kopfende einen runden bzw. rechteckförmigen Spindelansatz erhalten, reicht die Armierung in diesen hinein, während die Längseisen der Stufen von Zeit zu Zeit (etwa jede vierte Stufe) in den Treppenhausmauern verankert werden. Durch die Spindelansätze wird ein Gasrohr durchgesteckt, sodaß dadurch eine durchaus sichere Verbindung der beiderseits freiliegenden Stufen unter sich und mit dem Treppenhause erzielt wird. Es werden dann von der Berliner Baupolizei bei dieser Treppe, für welche Stufenlängen bis zu 2,50 m gestattet sind, nur 25 cm Wandstärke, ebenso wie bei Holz- und Eisentreppen, als ausreichend betrachtet, während sonst für Massivtreppen 38 cm Wandstärke verlangt werden.

Es sei bei dieser Gelegenheit erwähnt, daß die Firma sich auch mit der Herstellung von Kunstmarmor beschäftigt, der nach im übrigen schon bekannten Verfahren auf Glas bzw. polierten Metallplatten aus Kunststein hergestellt, den Vorteil bietet, daß die fertigen Platten nicht



Abbildungen 4 und 5. Treppe aus Winkelstufen.

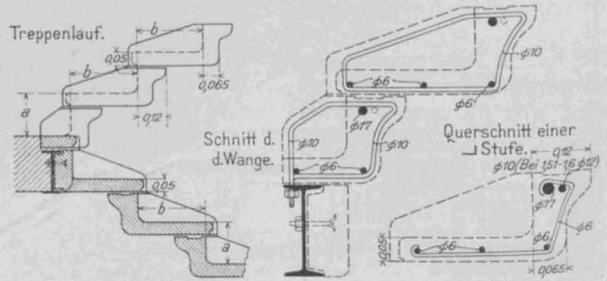


Abbildung 3. Winkelstufen mit Kopfverstärkung (1,36—1,6 m)

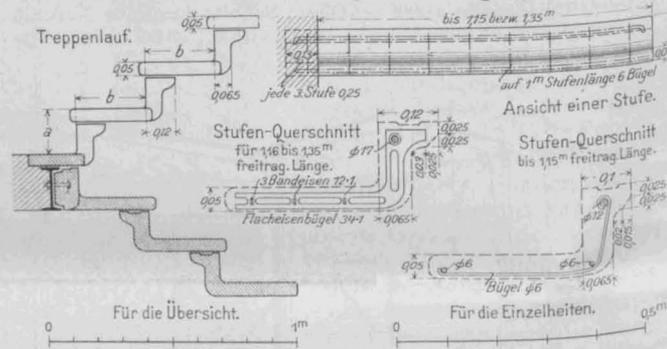


Abbildung 2. Winkelstufen ohne Kopfverstärkung (1,15—1,35 m).

Eisen von 17 mm Durchm. eine Zugspannung von 780 kg/qcm und am Auflager eine Schubspannung von 4,03 kg/qcm im Beton. Bei der Belastung eines Treppenlaufes von 10 Stufen und 1,6 m freitragender Länge (also bei Stufen mit verstärkten Köpfen) ergab sich eine Bruchlast von 20763 kg, d. h. etwa das 10fache der mit 500 kg/qcm anzusetzenden Gebrauchs-

erst abgeschliffen und dann poliert werden müssen, sondern nur einer Nachpolitur bedürfen. Als Bindemittel wird bisher ein weißer Zement verwendet, der bekanntlich nicht die hohe Widerstandsfähigkeit besitzt wie gewöhnlicher Portlandzement, welcher letzterer aber im Farbton störend wirkt. Es sind jedoch Versuche im Gang, die es ermöglichen werden, derartigen Kunstmarmor auch mit Portlandzement herzustellen, sodaß z. B. die Kunststein-treppenstufen mit einer solchen Oberfläche ausgestattet werden könnten.

### Vermischtes.

**Bogenbrücke in Eisenbeton in Verbindung mit entlastenden Kragträgern.** Das bei Eisenbrücken bereits mehrfach angewendete Prinzip (Mirabeaubrücke über die Seine in Paris, Treskowbrücke über die Spree bei Oberschöne-weide, Viar Viadukt usw.), mit einem Gelenkbogen Kragträger, über den Seitenöffnungen, derart zu verbinden, daß sie eine Entlastung des Hauptbogens, d. h. eine Verringerung des Schubes und der biegenden Momente herbeiführen, ist wohl erstmalig beim Bau der Straßenbrücke über den Vermillion-Fluß bei Wakeman, Ohio, auf eine Eisenbeton-Konstruktion übertragen worden. Nach einer kurzen, leider nicht illustrierten, Mitteilung in der amerikanischen Zeitschrift „Engineering News“ vom 18. November 1909 hat diese kürzlich errichtete Brücke einen unter der Fahrbahn liegenden Bogen von 44 m Spw. mit 3 Gelenken und 9,9 m Pfeil. Die sich an die Kämpfergelenke anschließenden Kragträger haben je 11,35 m Stützweite. Die Breite der Brückenfahrbahn ist 5,5 m, die des Bogenbogens 6,41 m, und es ist vorgesehen, später Bürgersteige beiderseits auszukragen, für welche bereits Bolzen im Beton eingelassen sind. Das Tragwerk des Bogens besteht aus 2 Rippen, auf welche die Last der aus Platte, Quer- und Längsbalken bestehenden Fahrbahn mittels Pfosten übertragen wird. Die Biegemomente im Bogen stellen sich nur auf etwa 25% derjenigen eines eingespannten Bogens gleicher Weite, außerdem er-

halten die Kämpferdrucke eine viel geringere Abweichung von der Senkrechten, sodaß weniger kostspielige Widerlager erforderlich werden. Die Stahlgelenke erfordern natürlich Mehrkosten, die aber erheblich geringer sind, als die Mehrkosten an Eisen für den gelenklosen Bogen. Die Gelenke sind nach der Ausrüstung ganz in Beton eingebettet worden. Nur für Bewegungsmöglichkeit unter dem Einflusse der Verkehrslast und der Temperaturänderungen ist durch Einlegung einer Bleiplatte gesorgt. Die Enden der Kragarme sind von den Widerlagern durch eine offene, lotrechte Fuge getrennt. Ihre Bewegungen im wagrechten und senkrechten Sinne sind so geringfügig, daß besondere Ausdehnungs Vorrichtungen nicht erforderlich wurden. Der Beton der Tragkonstruktion besteht aus 1 Zement : 2 Sand : 4 Steinen, derjenige der Widerlager aus einer Mischung 1 : 3 : 6. Die direkte Druckbeanspruchung des Betons war mit 35 kg/qcm, bei Biegung mit 47 kg/qcm, die Scher-spannung mit 3,5 kg/qcm bemessen, Zugspannungen wurden nicht berücksichtigt. Als Beanspruchung der Stahlein-lagen der Fahrbahn waren 1400 kg/qcm Zug, 1120 kg/qcm Druck zugelassen, in der übrigen Konstruktion 840 bzw. 700 kg/qcm.

**Inhalt:** Ausführung von Fabrik- und Schornsteinbau unter besonderer Berücksichtigung der Feuerfestigkeit der Materialien und Konstruktions-teile. — Armierte Kun-steinstufen. System Friescke. — Vermissches. Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., Berlin. Für die Redaktion verantwortl. Fritz Eiselein, Berlin. Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg., P. M. Weber, Berlin.