

KONSTRUKTION UND AUSFÜHRUNG **DBZ**

BAUWEISEN • BAUSTOFFE • BAUBETRIEB

64. JAHR

1930

BEILAGE ZUR DEUTSCHEN BAUZEITUNG NR. 23-24

19. MÄRZ

HERAUSGEBER **REGIERUNGS-BAUMEISTER FRITZ EISELEN**

K NR.

6-7

ALLE RECHTE VORBEHALTEN • FÜR NICHT VERLANGTE BEITRÄGE KEINE GEWÄHR

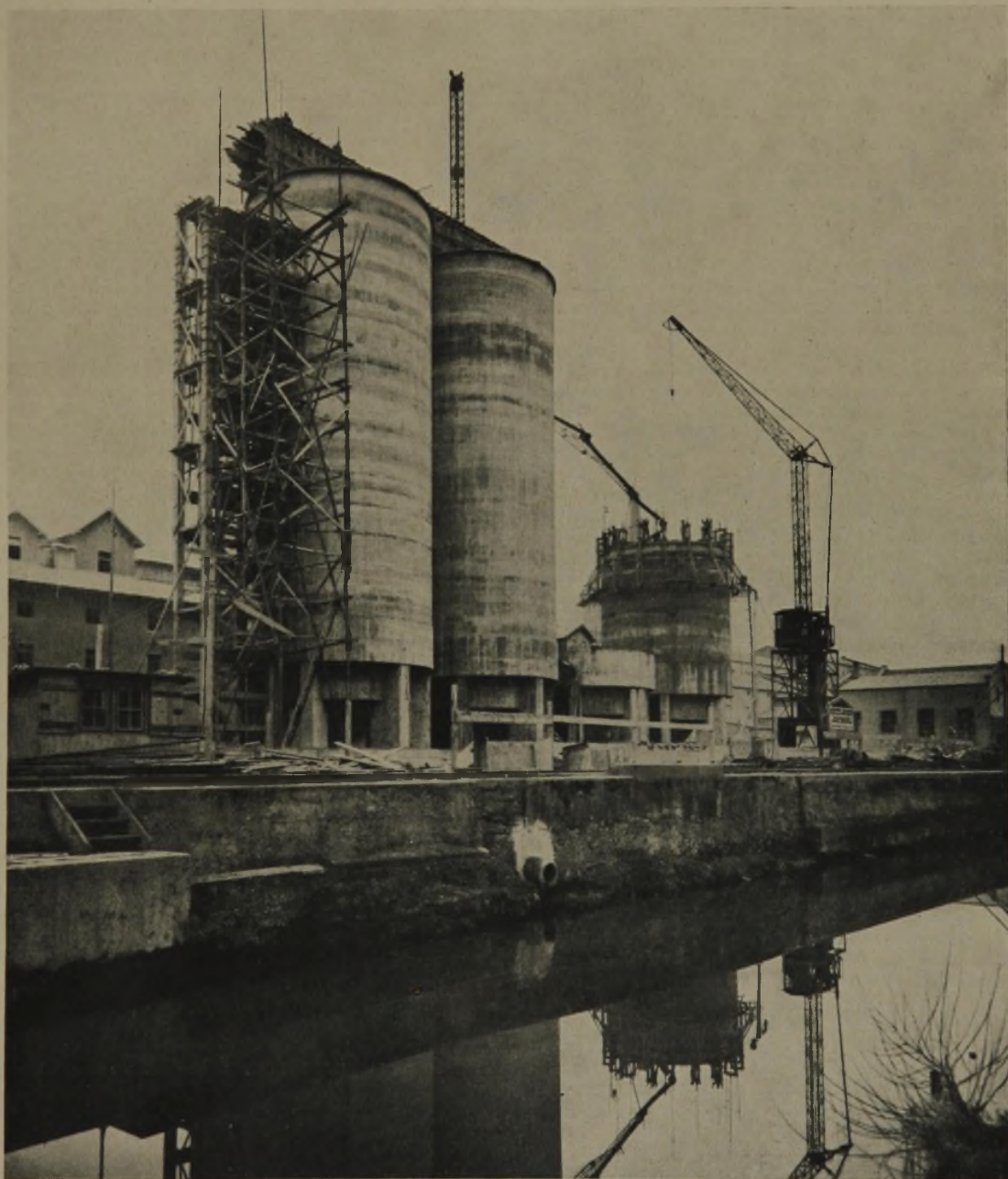
BERLIN SW 48

FORTSCHRITTE IM EISENBETON-HOCHBAU IM JAHRE 1929

VON DR.-ING. WILHELM PETRY, OBERCASSEL, SIEGKREIS

MIT 50 ABBILDUNGEN

VORTRAG, GEHALTEN AUF DER 33. HAUPTVERSAMMLUNG DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS AM 17. MÄRZ 1930 IN BERLIN



BAU DER ZEMENTSILOS DER PORTLAND-ZEMENTFABRIK GEBR. SPOHR, BLAUBEUREN

AUSFÜHRUNG LUDWIG BAUER, STUTTGART

PHOTO DR. LOSSEN & CO., STUTTGART

Die Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins ist wohl der richtige Ort, um einmal, rückschauend auf das vergangene Baujahr, zu betrachten, welche Fortschritte bei der Ausführung solcher Bauten festzustellen sind. Mit Rücksicht auf die Fülle des Stoffes will ich mich dabei im wesentlichen auf den Hochbau beschränken, was ich um so eher tun kann, weil verschiedene große Beton-Tiefbauausführungen aus dem Jahre 1929 in Vorträgen auf unserer Hauptversammlung behandelt werden.

Die Grundlage für unser Bauen bilden die amtlichen Beton- und Eisenbetonbestimmungen vom September 1925, die ein Sonderausschuß des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton zur Zeit wieder neu bearbeitet. Es kennzeichnet den fortschrittlichen Geist, der im Eisenbetonbau lebendig ist, daß der Deutsche Ausschluß für Eisenbeton stets, sobald sich das Bedürfnis herausstellt, einen Sonderausschuß mit der Neubearbeitung der Bestimmungen beauftragt. Man paßt sich den jeweiligen theoretischen Erkenntnissen und praktischen Erfahrungen in vollkommener Weise an. Außer den allgemeinen Beton- und Eisenbetonbestimmungen bekommen wir künftig auch noch Berechnungsgrundlagen für massive Brücken (DIN 1075), die seither fehlten. Sie sind in den letzten beiden Jahren in einem Sonderausschuß des Deutschen Normenausschusses bearbeitet worden.

Ich erwähne sie in der Hauptsache deshalb, weil in ihnen der Grundsatz verschiedener zulässiger Spannungen, wie wir sie ja auch schon in den allgemeinen Eisenbetonbestimmungen haben, noch schärfer durchgeführt wird. Die höheren zulässigen Spannungen werden an gewisse Bedingungen geknüpft sein. Diese sind: Genaueste Berechnung, Durchbildung und Ausführung, letztere nur durch einen Unternehmer, der eine besonders gründliche Erfahrung und Kenntnis im Eisenbetonbrückenbau besitzt, Überwachung der Ausführung durch einen in Eisenbetonbauten erfahrenen und mit der Standsicherheitsberechnung der betreffenden Brücke vertrauten Ingenieur der Bauunternehmung auf der Baustelle. Der verwendete Zement muß den normgemäßen Festigkeitsansprüchen für hochwertigen Zement nach 28 Tagen entsprechen. Sand und gröbere Zuschlagstoffe sind getrennt aufzugeben und entsprechend der durch Vorversuche festgestellten Kornzusammensetzung zu mischen. Die Würfelsteifigkeit des Betons W_{b28} ist nachzuweisen, und durch fortlaufende Steifeproben ist nachzuprüfen, daß der Beton im Bauwerk dieselbe Steife hat wie in den Probewürfeln.

Die Höhe der zulässigen Spannungen wird also in ausgeprägter Weise abhängig gemacht von der Güte der Bauausführung und der Bauüberwachung. Das ist gut so, und es ist zu wünschen, daß dieser Gesichtspunkt in den neuen allgemeinen Eisenbetonbestimmungen ebenso ausgesprochen zum Ausdruck kommt.

Wir bemühen uns dauernd, die Voraussetzungen für eine gewissenhafte und gute Bauausführung zu sichern und zu erweitern. Der erste Schritt waren unsere Baukontroll-Leitsätze. Wir haben sie durch Vorträge bekanntgemacht, sie sind in Hochschul- und Laboratoriumskursen gelehrt und exerziert worden, und sie werden ein Bestandteil der künftigen Eisenbetonbestimmungen sein. Der zweite Schritt sind unsere Verhandlungen mit dem Bund der Sand- und Kieswerke Deutschlands, die dahin abzielen, daß wir Kies-sand besser zusammengesetzt und auch nach Korngrößen getrennt beziehen können. Wir haben mit dem Bund der Sand- und Kieswerke einen gemeinsamen Ausschluß, der im Jahre 1929 seine ersten Reisen zur Besichtigung von Kiesbaggereien im Westen und Süden des Reiches gemacht hat. Weitere nach dem Norden und Osten werden in diesem Jahre folgen.

Als Ergebnis der ersten Reisen kann festgestellt werden, daß in den besuchten Werken die Trennung von Sand und Kies ohne weiteres möglich und daß in einzelnen Betrieben auch die Abschwemmung des Feinsandes beim Waschen des Materials durchführbar ist und auch durchgeführt wird.

Da die Anforderungen, die die Verbraucher an Kies, Sand und Kiessand stellen, sehr verschiedenartig zu sein scheinen, wird es darauf ankommen, die wirklichen Bedürfnisse der Verbraucher festzulegen, ferner aber die Kieswerke zu bewegen, daß sie feststellen, welches Verhältnis von Feinsand zu Grobsand einerseits und von Sand zu Kies andererseits sie nach Art ihres Vorkommens und ihrer Aufbereitungsanlagen mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand liefern können

und wie groß die erforderlichen Toleranzen sein müßten. Diesbezügliche Verhandlungen sind im Gange. Näheres hierüber findet sich im Jahresbericht unseres Vorstandes über das Vereinsjahr 1929 Seite 74 bis 76.

Ein Beispiel, was durch zweckmäßige Kiesaufbereitung erreicht werden kann, gibt das Kieswerk der Deutschen Reichsbahn in Marstetten i. Württ., in dem das vorhandene natürliche Kiessandgemisch gewaschen, sortiert und in Korngrößen von 0–7 mm, von 7–25 mm und von 25–50 mm auf die Baustellen versandt wird. Die Wirkung zeigt sich am deutlichsten an Würfelsteifigkeitsversuchen, wie sie in der Materialprüfungsanstalt Stuttgart durchgeführt worden sind. Die Ergebnisse zeigt die Tabelle. Also Festigkeitssteigerungen

Würfeldruckfestigkeit W_{b28} kg/cm².

Zement	Mischungsverhältnis	Naturgemisch	Vorbearbeitete Zuschlagstoffe
Portlandzement	1 : 4	100 bis 150	400 weich
	1 : 10	60 „ 100	250 erdfucht
Hochwertiger Portlandzement	1 : 4	150 „ 200	500 weich
	1 : 10	80 „ 120	300 erdfucht

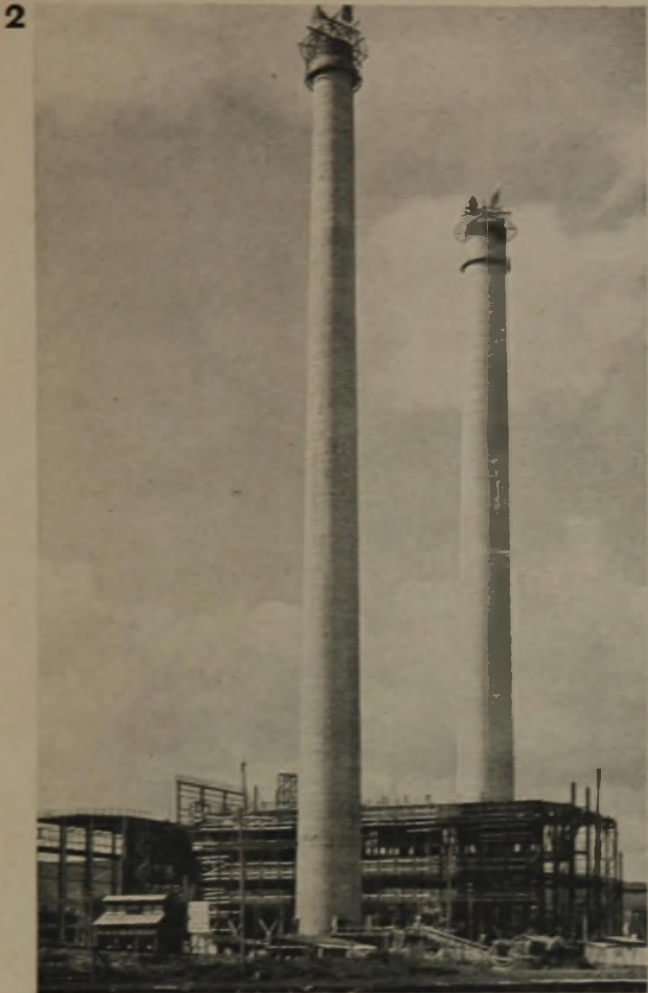
um 150, ja 200 v. H. (Näheres bringt der Aufsatz von Oberbaurat Dr. Schaechterle in der Zeitschrift „Beton und Eisen“ 1929 S. 313.) Hätte man allgemein so gut aufbereitete und reine Zuschlagstoffe in bestimmten Körnungen zur Verfügung, dann könnte auf der Baustelle die Prüfung der Zuschlagstoffe wegfallen, ferner die laufende Festigkeitsprüfung des Betons mit Würfeln oder Balken, und die Baukontrolle brauchte dann nur noch zu umfassen: Abbinde- und Raumbeständigkeitsprobe des Zements, Setz- und Ausbreitprobe zur Kontrolle der gleichmäßigen Steife des Betons.

Wenn tatsächlich in bezug auf Bauausführung und Bauüberwachung von der ausführenden Bauunternehmung bestimmungsgemäß und freiwillig das Beste und Letzte getan wird, dann sollte man auch mit den Forderungen, die in den amtlichen Bestimmungen bezüglich der Sicherheiten gestellt werden, nicht allzu weit gehen und da Erleichterungen eintreten lassen, wo sie gerechtfertigt und vertretbar sind. Wer beim Bauen pfuscht, für den sind die schärfsten Bestimmungen nicht scharf genug. Wer aber Qualitätsarbeit leistet, wie sie mit Recht gefordert wird, der soll auch seinen Lohn dafür haben. Der verstorbene Geheimrat Prof. Gary hat am Schluß seines Berichtes über die vom Deutschen Ausschluß für Eisenbeton veranlaßten Belastungsversuche in einem Lagerhaus in Wetzlar im Jahre 1919 die Frage gestellt, ob nicht im Hinblick auf die mißliche wirtschaftliche Lage Deutschlands eine Verringerung des rechnermäßigen Sicherheitsgrades von Eisenbetonbauten namentlich für solche Bauteile zulässig wäre, die den Einflüssen der Witterung entrückt und keinen störenden Belastungen ausgesetzt sind. Zu dieser Frage brachten den Berichterstatter die Versuchsergebnisse. Nach dem Wortlaut des Berichtes hat nämlich trotz der Fehler in der Ausführung in bezug auf Verteilung der Eisen, der während der Versuchsdauer herrschenden niederen Temperatur und der übertrieben hohen Belastung der Versuch den Beweis geliefert — der den täglichen Erfahrungen der Praxis entspricht —, daß die Elastizität und Sicherheit derartiger Bauwerke viel größer ist, als die herkömmliche und amtlich vorgeschriebene statische Berechnung ergibt.

Was im Jahre 1919 bezüglich der Sicherheiten von Eisenbetonbauten festgestellt wurde, das gilt heute bei den fortgeschrittenen Erkenntnissen sicher erst recht und deshalb ist die Frage von Geheimrat Gary auch in der heutigen Zeit, in der die wirtschaftliche Lage so überaus trostlos ist, durchaus berechtigt.

Ich darf daran erinnern, daß die alte Betonbrücke von der Düsseldorfer Ausstellung 1902, ein Dreigelenkbogen von 28 m Spannweite und einem Pfeilverhältnis von 1 : 14,6, bei der Belastungsprobe im Jahre 1908 nicht bis zum Bruch gebracht werden konnte: sie hat mehr als das 18½fache der rechnermäßigen Nutzlast getragen, ohne zusammenzubrechen.

Ich erinnere auch an die Belastungsversuche der Materialprüfungsanstalt der Eidgen. Technischen Hochschule Zürich an der 68 m weit gespannten gelenklosen Eisenbetonbrücke Baden—Wettingen in der Schweiz. Nach dem Bericht des Versuchsleiters, Herrn Prof. Dr. Ros, war der Bogen, die eigentliche Brücke im engeren Sinne, infolge des Zusammenarbeitens von Bogen und Überbau weitaus größeren Verkehrslasten gewachsen, als nach der üblichen Berechnungsweise.



EISENBETON-SCHORNSTEINE IN SCHWANDORF
140 m HÖHE AUSFÜHRUNG WAYSS & FREYTAG A.G.



ZEMENTSILOS DER ZEMENTFABRIK
NEUWIED A. RH.
NACH BEENDIGUNG DER GLEITBAU-AUSFÜHRUNG DURCH
DIE SIEMENS-BAUUNION, BERLIN

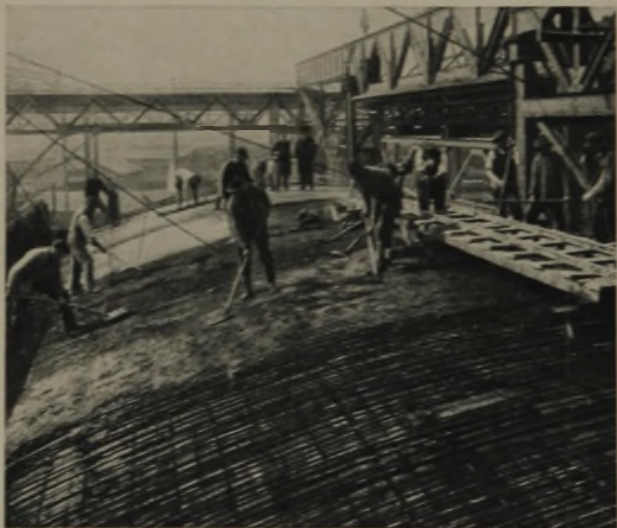


HERSTELLUNG EINES DACHES
NACH DEM TORKRET-VERFAHREN

Nach dem Wortlaut des Versuchsberichts würde eine zukünftige, ganz wesentliche, ja unerwartet große Steigerung der heute üblichen Verkehrslasten schwerster Art für den Bogen keinerlei Nachteile in bezug auf Beanspruchung und Verformung nach sich ziehen.

Ich predige gewiß kein leichtsinniges Bauen, sondern bin für beste Konstruktion und sorgfältigste Bauausführung; ist diese aber gewährleistet, dann sollte man die Sicherheitsforderungen nicht überspannen, denn wir wollen wirtschaftlich bauen.

Die Wirtschaftlichkeit verlangt, daß bei jedem Bauwerk zunächst die Anforderungen festgesetzt werden, die an den Beton zu stellen sind. Man braucht nicht in jedem Falle die höchstmögliche Festigkeit zu verlangen. Aufgabe der Voruntersuchung ist es, durch

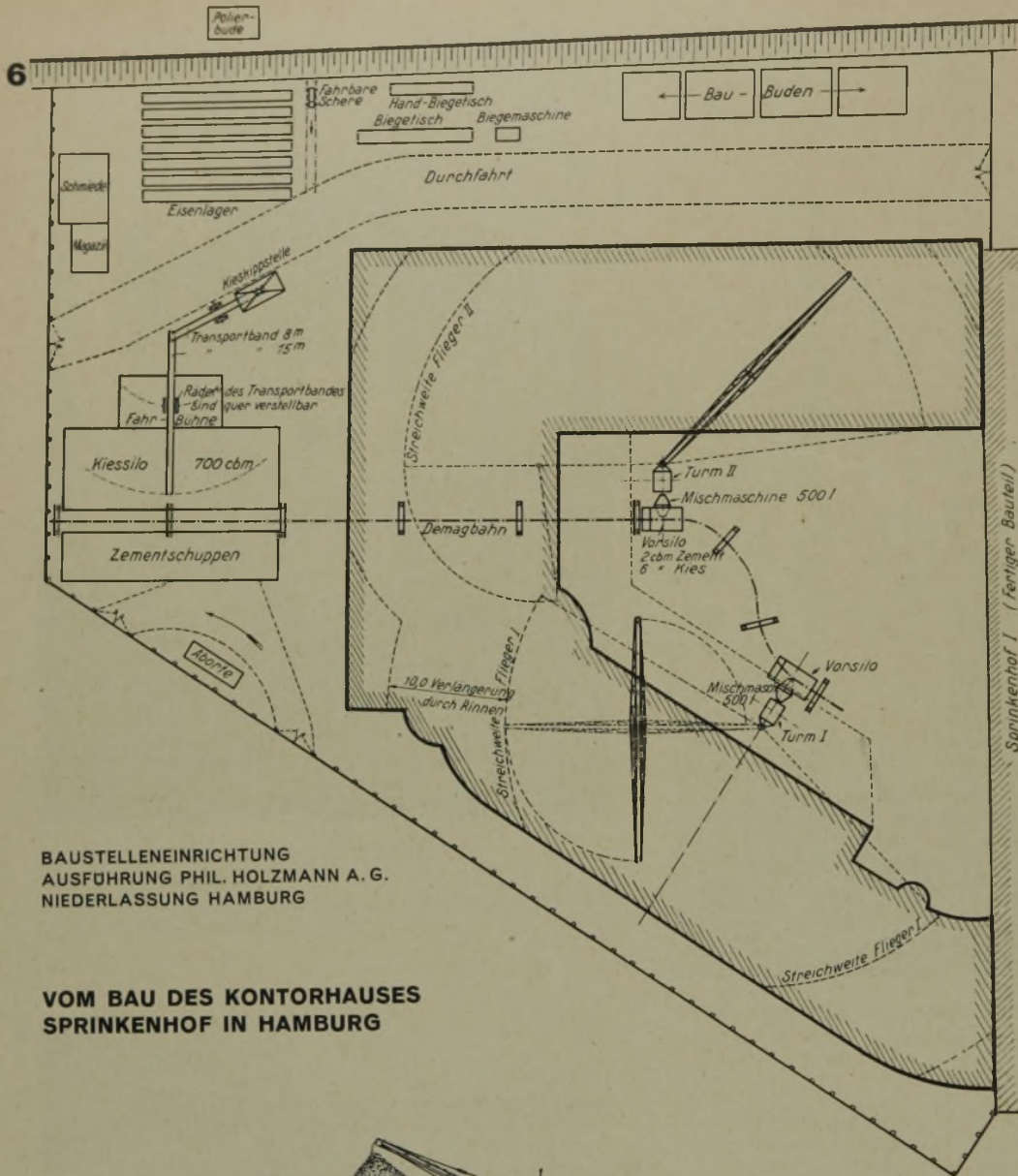


HERSTELLUNG EINES BETON-BOGENDACHES
NACH ALTER ART

richtige Wahl und Kornzusammensetzung der Zuschlagstoffe und richtiges Mischungsverhältnis den geforderten Beton zu erzeugen. Die Baukontrolle muß dann so einfach wie möglich sein. Je verwickelter man sie gestaltet, und das kommt leider vor, um so mehr stößt man die Kreise, die sie durchführen sollen, von ihr ab.

Aus dem Zusammenwirken von richtiger Berechnung, guter Konstruktion und sorgfältiger Bauausführung entstehen Eisenbetonbauten, die bezüglich Sicherheit und Lebensdauer von keiner anderen Bauweise übertroffen werden.

Im Jahre 1929 sind verschiedene große Brände in Eisenbetonbauten vorgekommen, die wieder erneut die Feuerbeständigkeit des Eisenbetons dargetan haben. Ich kann hier auf die verschiedenen Veröffentlichungen

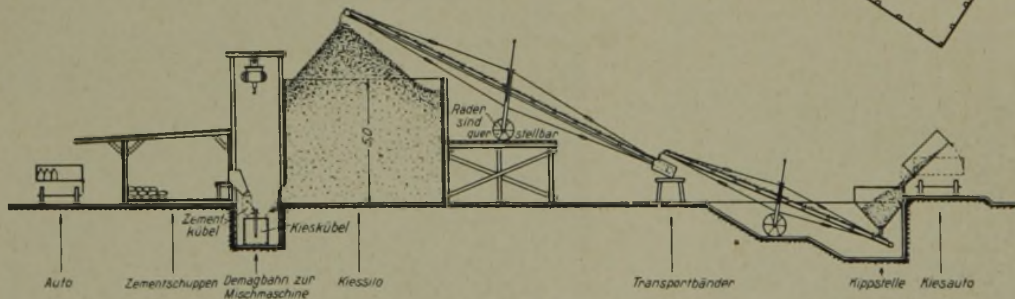


ARCHITEKTEN
FRITZ HÖGER, HANS
UND OSKAR GERSON
HAMBURG

BAUSTELLENEINRICHTUNG
AUSFÜHRUNG PHIL. HOLZMANN A. G.
NIEDERLASSUNG HAMBURG

VOM BAU DES KONTORHAUSES
SPRINKENHOF IN HAMBURG

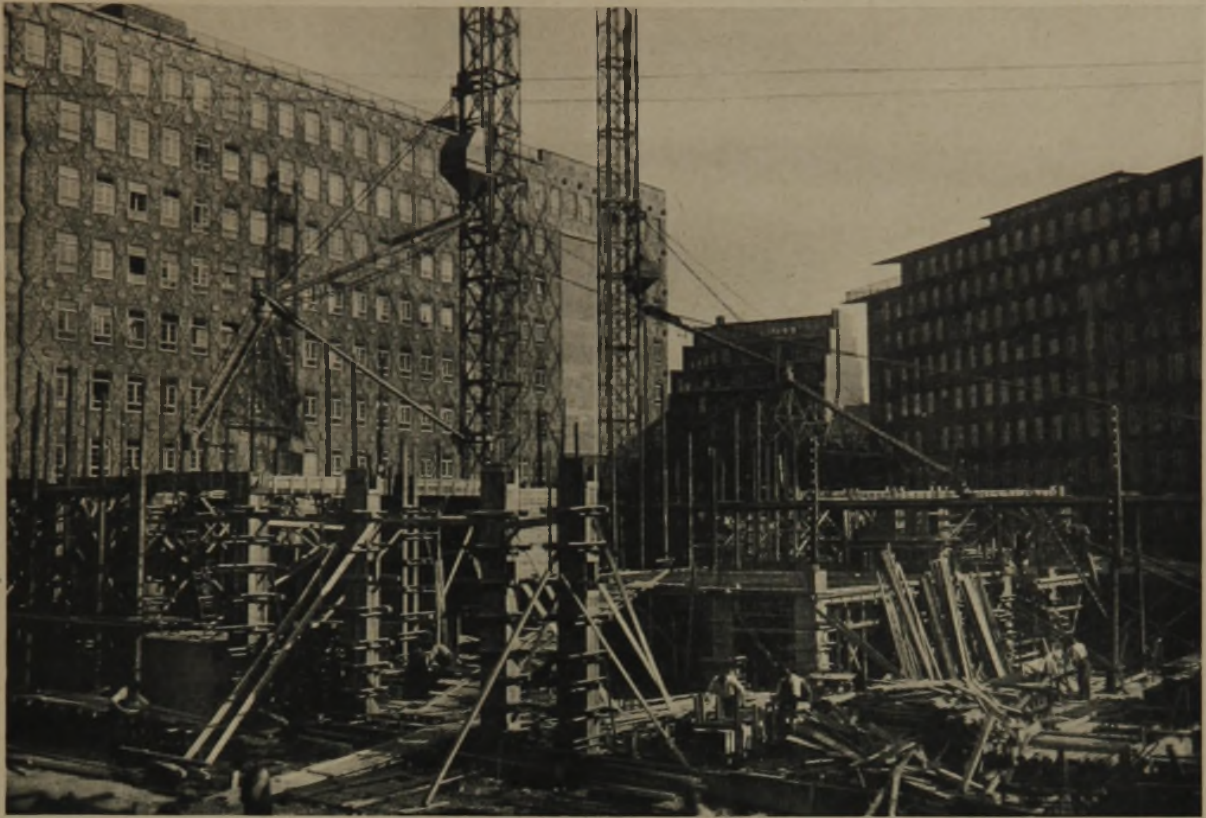
7



KIES- UND ZEMENT-
LAGERUNG

8





AUSFÜHRUNG SPRINKENHOF HAMBURG. BETONIERUNG MIT GIESSTÜRMEN

AUSFÜHRUNG PHIL. HOLZMANN A. G., NIEDERLASSUNG HAMBURG

verweisen und nenne als Beispiel nur den Brand in der Bleistiftfabrik Staedler in Nürnberg im April 1929.

Daß erhärtetem Beton bei richtiger Herstellung und Materialauswahl Hitze und Kälte wenig tun, ist bekannt. Das beweisen nicht nur Fabrikbauten, in denen dauernd Temperaturen von einigen hundert Grad vorhanden sind, das sieht man auch an den Eisenbetonbauten im hohen Norden, an Seebauten in Skandinavien, an Eisenbetonbauten in Finnland, an Stau-mauern aus Beton in den Schneeregionen der Alpen. Man weiß aber auch, daß junger, noch nicht erhärteter Beton gegen Kälte und besonders Frost geschützt werden muß. Wie steht es denn heute mit der Ausführungsmöglichkeit von Betonbauten bei Frostwetter?

Der Beweis, daß bei Anwendung der erforderlichen Schutzmaßnahmen Eisenbetonbauten auch bei starkem Frost ohne Nachteil ausgeführt werden können, braucht nicht mehr erbracht zu werden. Häufig werden die Mehraufwendungen dafür von dem Bauherrn getragen, weil bei Fortführung der Bauarbeiten im Winter die Bauzeit erheblich abgekürzt wird. Das Problem der Winterarbeit im Beton- und Eisenbetonbau ist mehr wirtschaftlicher als technischer Art. Die technischen Schutzmaßnahmen sind natürlich verschieden, je nach der Stärke des Frostes.

Je nach den Verhältnissen in verständnisvoller Weise angewendet, werden sie dazu führen, daß auch im kalten Winter einwandfreie Beton- und Eisenbetonbauten ausgeführt werden können. Ich verweise auf meine Darlegungen im Heft 11/12 des Bauingenieur 1930, wo ich auch Beispiele von Bauausführungen gebracht habe. Ferner verweise ich auf den Aufsatz von Herrn Oberbaurat Dr. David im Zement 1930 Nr. 4, in dem auch Kostenangaben über Winterarbeit im Betonbau enthalten sind. Auch den Vortrag möchte ich erwähnen, den Herr Konsul Dir. Sutter, Dresden, im Januar dieses Jahres auf der Tagung der Gesellschaft für Soziale Reform in Berlin über diesen Gegenstand gehalten hat. Er ist auszugsweise im Bauingenieur 1930 Heft 11/12 veröffentlicht.

Die Fortschritte in der Ausführung von Eisenbetonbauten werden am deutlichsten, wenn man sich die neueren Bauverfahren, Schalungsmethoden, Maschinenverwendung, Betonförderung vergegenwärtigt. Hierzu mögen einige Beispiele dienen. In Abb. 2, S. 43, sehen wir zwei Eisenbetonschornsteine, die im Jahre 1929 ausgeführt wurden (Wayß & Freytag) und

mit ihrer Höhe von 140,15 m (der Berliner Funkturm ist 138 m hoch) zur Zeit die höchsten Eisenbetonschornsteine Europas sind. Sie stehen im Dampfkraftwerk „Else“ der Bayernwerke bei Schwandorf und haben oben 6,10 m inneren und 8,10 m äußeren Durchmesser, unten etwa 10 und 12 m Durchmesser. Während früher Eisenbetonschornsteine meist aus Betonformsteinen mit einer in Zementmörtel liegenden Rundeisenbewehrung gebaut wurden, ist man in den letzten Jahren mehr zur monolithischen Eisenbetonbauweise übergegangen.

Eingehende Untersuchungen von Schornsteinangeboten in Ziegelmauerwerk und Betonformsteinen haben im vorliegenden Fall ergeben, daß die monolithische Ausführung die am besten geeignete war. Die Schornsteine bei Schwandorf sind auf diese Weise mit Hilfe der eisernen Patentschalung, System Heine, gebaut worden. Über das Verfahren, das in Deutschland zum erstenmal beim Bau eines 110 m hohen Eisenbetonschornsteins in Kiel und eines 101 m hohen Schornsteins in Reutlingen (von der Firma Ohle & Lovisa, Kiel) angewendet wurde, hat Herr Prof. Dr. Kleinlogel in einem Vortrag im Jahre 1928 im Deutschen Beton-Verein berichtet. Bemerkenswert sind bei den Schwandorfer Schornsteinen die oben befindlichen Eisenbetonumgänge, von denen aus die Schornsteine außen sowohl wie innen durch Hängegerüste jederzeit leicht besichtigt werden können. Die beiden Schornsteine wurden mit den Fundamenten in 5, ohne die Fundamente in 3½ Monaten ausgeführt. Das Bauverfahren ermöglichte bei Verwendung von hochwertigem Zement einen täglichen Baufortschritt von 2½ m.

Das Beispiel der Schwandorfer Schornsteine zeigt, wie erstaunlich die Baufortschritte bei Verwendung neuzeitlicher Schalungsmethoden sind. Dies ist auch bei der Anwendung der amerikanischen Gleitbauweise, System Macdonald, in Deutschland im Jahre 1929 der Fall gewesen. Näheres über das Verfahren wird uns der Vortrag des Herrn Dr. Knees bringen. Ich will hier zur Illustration der Bauschnelligkeit nur darauf hinweisen, daß beim Bau von Eisenbetonsilos der neuen Zementfabrik der Wickingwerke in Neuwied am Rhein zwei der in Abb. 3, S. 43, dargestellten Silogruppe (jeder Silo hat 20 m Höhe, 8 m Lichtweite und 20 cm Wandstärke) unter Verwendung von hochwertigem Zement in einer Arbeitswoche hochgeführt wurden. Die Abbildung zeigt

die Silos nach Beendigung des Gleitbaues. In Abb. 1, S. 41, sieht man den Bau der vier Zementsilos der Portlandzementfabrik Gebr. Spohr A. G. in Blaubeuren. (Ludwig Bauer, Stuttgart.) Sie haben ein Fassungsvermögen von 8000 t Zement. Um eine gute Belichtung und Belüftung der Siloausslässe zu ermöglichen, ist jeder Silo auf sechs Stützen gestellt. Die Silozellen haben einen äußeren Durchmesser von 9 m und eine Höhe von 26 m, die Wandstärke ist oben 15, unten 25 cm, die Gesamthöhe 30,5 m. Die Silos wurden mittels Gleitschalung erbaut, die schon im Winter 1927/28 beim Bau dreier Rohmehlsilos ausprobiert worden war. Die Joche mit den Hubschneideln konnten mit geringen Änderungen für die Herstellung der Zementsilos wieder verwendet werden. Mit der Betonierung des ersten Siloschaftes wurde Mitte November 1929 begonnen. Trotz der kalten Jahreszeit konnte täglich betoniert und eine Tagesleistung bis zu 1,80 Höhenmetern erzielt werden. Das Anmachewasser wurde durch Dampf vorgewärmt.

Zur Verkürzung der Bauzeit und zur wirtschaftlichen Ausführung von Beton- und Eisenbetonbauten trägt weiterhin die ausgedehnte Anwendung von Maschinen auf der Baustelle wesentlich bei. An der zunehmenden Maschinenverwendung zeigt sich am deutlichsten die Rationalisierung. Im Jahre 1907 arbeiteten auf den deutschen Baustellen 171 000 PS, im Jahre 1924 443 000 PS. Neuere Zahlen stehen mir leider nicht zur Verfügung, aber es ist ganz klar, daß die Entwicklung weitergegangen ist.

In Abb. 5, S. 43, sieht man die Herstellung eines Eisenbetonbogendaches auf der Duisburger Kupferhütte nach alter Manier mit mindestens einem Dutzend Arbeitern, in Abb. 4, S. 43, neuzeitliche Torkretierungsarbeiten auf Zeche Matthias Stinnes, ausgeführt von einem Arbeiter.

Durch die Maschine wird an Zeit und Arbeitern gespart. Aber auch beim Einsatz von Maschinen muß man rationell sein. Soziale und wirtschaftliche Gesichtspunkte verlangen, daß die Arbeit, die mit der Hand billiger als mit der Maschine geleistet werden kann, auch weiterhin Handarbeit bleibt. Man sieht bei uns oft zu viel nach Amerika und vergißt, daß die Arbeitslöhne in Amerika viel höher sind als bei uns. Keine Baustelle ist wie die andere, und für Baustelleneinrichtungen lassen sich daher auch keine festen Normen schaffen. Vielleicht liegt darin, daß in dieser Hinsicht in der Öffentlichkeit nicht mehr bekanntgemacht und genormt wird, der Hauptvorwurf unserer Rückständigkeit begründet. Jedenfalls ist festzustellen, daß die Baustellenrationalisierung im Betonbau dauernd Fortschritte macht; die Arbeitsleistungen wachsen, und die Bauzeiten werden immer kürzer.

Ich zeige einige Beispiele aus dem Jahre 1929. Vom Kontorhaus Sprinkenhof in Hamburg (Arch. Fritz Höger, Hans und Oskar Gerson) wurde der Mittelbau im Jahre 1928, der westliche Anbau 1929 ausgeführt. Bei der Kürze der vorgeschriebenen Bauzeit für den acht- bis zehnstöckigen westlichen Bauteil mußten umfangreiche maschinelle Anlagen verwendet werden, um die erforderlichen großen Betonmengen schnell genug herstellen und verarbeiten zu können. (Ausführung Ph. Holzmann A.-G.)

Der Boden wurde mit einem Greifbagger ausgehoben und mit Lastkraftwagen abgefahren. Der Betonkies wurde mit Lastkraftwagen herangebracht, in ein Vorsilo gekippt und mit zwei hintereinander geschalteten Förderbändern von zusammen 24 m Förderlänge in ein Hauptkiesilo von 700 m³ Inhalt geleitet. (Abb. 7 bis 9, S. 44.) Das zweite Transportband ruhte auf einem Rädergestell, dessen Räder durch eine Hebelvorrichtung quer gestellt werden konnten. Durch Hin- und Herfahren des Transportbandes auf dem Podium wurde eine gleichmäßige Beschickung des 19 m langen Silos ermöglicht. Unten hatte das Silo vier Abzapfvorrichtungen für die Kiesentnahme. Neben dem Kiesilo, nur durch einen 2 m breiten Schlitz davon getrennt, befand sich der Zementschuppen, in dem die mit Lastkraftwagen ankommenden Zementsäcke gestapelt wurden. Er wurde dann von einem Arbeiter durch die Einfülltrichter in die Zementgefäße geschüttet. In Abb. 8 sieht man links die Wand des Zementschuppens mit den Einfülltrichtern und den Zementgefäßen, rechts die Kiesabzapfstellen mit den Kieskübeln. Die Zementgefäße enthielten den Inhalt von 10 Sack Zement, die Kieskübel 1,15 m³ Kies. Die Zement- und Kiesgefäße wurden nun an einer Elektrohängebahn mit zwei Demag-Zügen mit Führersitz zu den Mischanlagen ge-

fahren. Die beiden Fahrzeuge liefen stets hintereinander, das eine mit Kies, das andere mit Zement. Zwei Maschinen von je 750 l Fassungsvermögen mischten den Beton. Über jeder Mischmaschine war ein Doppelsilo für Zement und Kies mit darunter befindlichen, für verschiedene Mischungsverhältnisse einstellbaren Meßgefäßen. Die Mischmaschinen entleerten unmittelbar in die Betonaufzugskübel der Gießtürme, von denen zwei Stück von je 64 m Höhe vorhanden waren. (Abb. 10, S. 45.) Beim Vollbetrieb wurde mit einem Gießturm in jeder Minute eine Mischung von 500 l verarbeitet. Die Tagesleistungen betragen bis zu 180 m³ in zehn Stunden.

Abb. 6, S. 44, zeigt die Baustelleneinrichtung in schematischer Darstellung im Grundriß. Der ganze Bauteil enthält rund 5500 m³ Beton. Die Fundamente wurden mit normalem, die übrigen Bauteile mit hochwertigem Zement betoniert. In den Obergeschossen wurden für ein Geschloß durchschnittlich neun Arbeitstage gebraucht.

Ein anderes Bauwerk in Hamburg zeigt Abb. 11, S. 47, das Heringskühlhaus im Hafen (Ausführung Wayß & Freytag, Hamburg), Arch. Oberbaudir. Prof. Dr. Fritz Schumacher, Hamburg. Es ist ebenso wie der Sprinkenhof ein Eisenbetonskelettbau. Das Gebäude hat Kellergeschoß, Erdgeschoß und sieben Obergeschosse. Es steht auf 650 Eisenbetonpfählen von 9 bis 12 m Länge und einem Querschnitt von 34 · 34 cm und hat im Innern Pilzdecken. Für den Bodenaushub wurden zwei Greifer sowie fahrbare Förderbänder benutzt, die den Boden in Loren absetzten. Zum Betonieren diente ein Gießmast von 54 m Höhe und eine Mischmaschine mit 750 l Inhalt. Die Kiesförderanlage bestand am Kai aus einem Greifer, der den Kies aus der Schute in einen Einlauftrichter mit Verschluss brachte sowie einem Förderband von 50 m Länge und zwei fahrbaren Förderbändern von je 15 m Länge zwischen Kai und Baustelle. Für die Beförderung von Eisen, Schalung usw. war auf der Nordseite ein Turmdrehkran mit 12 m Ausladung angeordnet. Die an und für sich schon sehr beschränkte Bauzeit wurde dadurch, daß statt der anfänglich vorgesehenen 8 m langen Pfähle solche von durchschnittlich 11 m Länge gerammt werden mußten, um vier Wochen gekürzt. Fast während der ganzen Bauzeit ist deshalb mit zwei Tagesschichten gearbeitet worden. Bei den normalen Obergeschossen wurde alle acht Tage eine Decke fertiggestellt. Das Gebäude konnte zum festgesetzten Termin, am 1. Mai 1929, in Betrieb genommen werden.

Abb. 12, S. 47, zeigt den Bauzustand am 13. Oktober 1928. Trotz der ungünstigen Betonierungsverhältnisse — der Gießmast mußte in etwa 15 m Abstand von der Gebäudeflucht aufgestellt werden, was einen außergewöhnlich hohen Zeitaufwand für das Versetzen und Bewegen der Rinnen kostete — ist es möglich gewesen, die Zwischendecken in kürzester Zeit fertigzustellen. Dadurch, daß man die Säulen jeweils in gleichbleibender Stärke durch drei Geschosse durchgehen ließ, konnten die Säulen- und Pilzkopfschalungen dreimal verwendet werden.

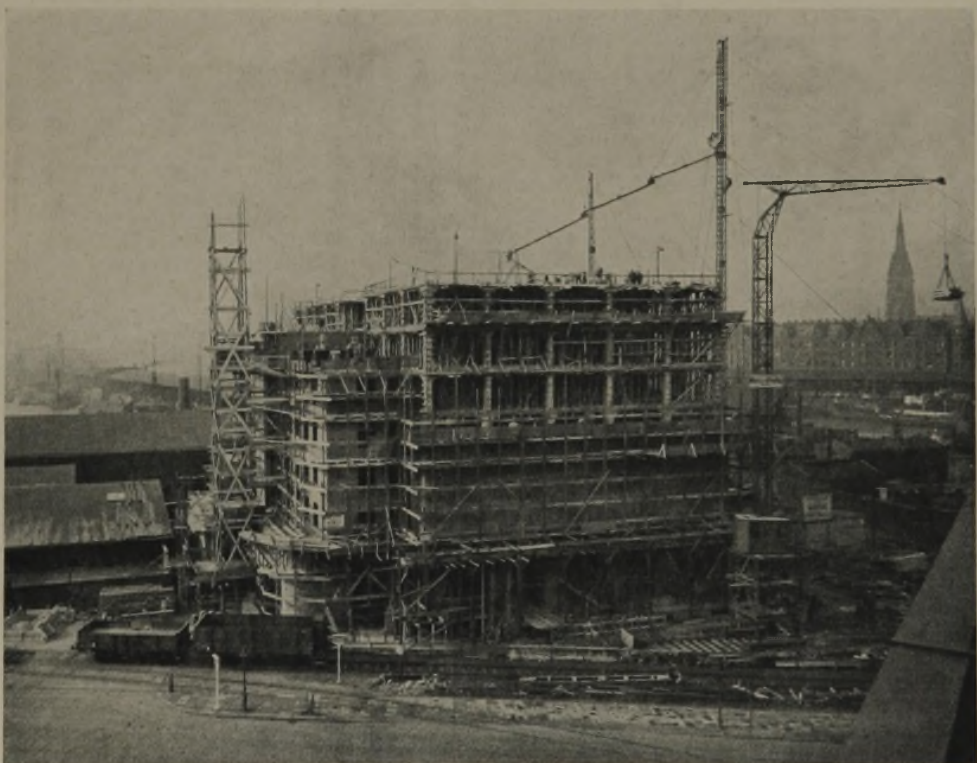
Was die Betonförderung anlangt, so ist hier ein neues Verfahren zu erwähnen, das im Jahre 1929 erstmalig angewendet worden ist. Es handelt sich um eine den Herren Giese und Hell in Kiel patentierte Betonpumpe. (Abb. 13 bis 16, S. 48.) Der Beton gelangt von der Mischmaschine zu einem in Abb. 13 ersichtlichen Trichter, der ein Rührwerk enthält, und wird durch Rohrleitungen von 10 bis 12 cm Durchmesser nach der Verwendungsstelle gepumpt. In Abb. 14 sieht man die Pumpe von der anderen Seite, in Abb. 15 den Antrieb mit Elektromotor. Die Leistungsfähigkeit der Pumpe war bei Hochbauten im Jahre 1929 8 bis 12 m³ Beton je Stunde. Wenn es erforderlich ist, kann diese Leistungsfähigkeit auf ein Vielfaches gesteigert werden. In Abb. 16 sieht man, wie der hochgepumpte Beton im IV. Geschloß eines Hochbaues aus dem Ende der Rohrleitung austritt. Es ist bemerkenswert, daß sich dabei kein Wasser absondert und daß der Beton auf diese Weise gut gemischt in fast plastischer Konsistenz befördert werden kann. An den einzelnen Ringen der Betonmasse kann man die stoßweise Arbeit der Pumpe erkennen. Der Beton ist bis jetzt auf Entfernungen bis zu 120 m und auf eine Höhe bis zu 50 m gepumpt worden. Auch diese Leistungen lassen sich bei Bedarf steigern. Der Kraftbedarf ist gering und übersteigt kaum den des Gießturmes für den Aufzugskübel. Der gepumpte Beton hat eine sehr gleichmäßige Beschaffenheit, und eine große Anzahl von Versuchen mit Würfeln

**HERINGSKÜHLHAUS
IN HAMBURG**

**ARCHITEKT
OBERBAUDIREKTOR
PROFESSOR
DR. FRITZ SCHUMACHER
HAMBURG**



**AUSFÜHRUNG
WAYSS & FREYTAG A. G.
NIEDERLASSUNG
HAMBURG**



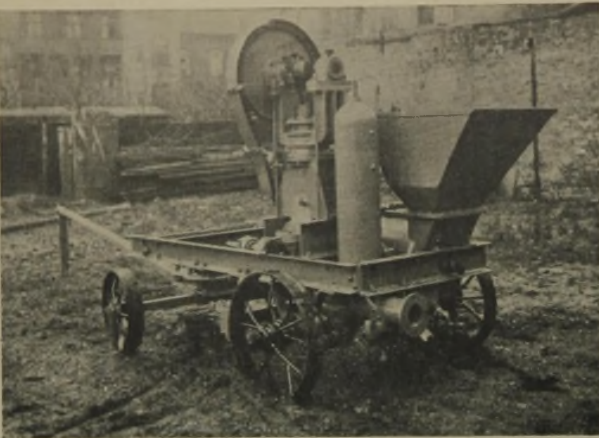
und Probekörper hat gezeigt, daß die Festigkeit des Betons an der Rohrmündung durchschnittlich etwa 10 bis 12 v. H. höher war als hinter der Mischmaschine.

Beim Bau des Turmes des Marine-Ehrensals in Laboe (Arch. BDA Georg Munzer, Düsseldorf), (Ausführung Firma Max Giese, Kiel), wurde der Beton bis 28 m Höhe gepumpt, darüber hinaus wurde er durch einen Aufzug mit Gießrinnen verteilt. In Abb. 18, S. 48, sieht man die Rohrleitung für den gepumpten Beton. Der Turm ist 70 m hoch und mit Oldenburger Klinkern bzw. Granit verblendet. Mit den Erdarbeiten wurde am 15. Juni 1929, mit der Aufstellung der Schalung am 30. Juli begonnen; am 15. November war die Höhe von 70 m erreicht, also in einer Zeit von 3½ Monaten. Abb. 17, S. 48, zeigt den Bauzustand am 16. November 1929.

Das Pumpförderverfahren wurde u. a. auch beim Umbau der Landesbrandkasse in Kiel und beim Neubau eines Verwaltungsgebäudes für die Provinzial-Lebensversicherungsgesellschaft angewandt (Firma Max Giese, Kiel), ferner in Berlin auf der Baustelle des Kraftwerkes West (Siemens-Bauunion) und beim Neubau von städtischen Kläranlagen in Stahnsdorf (Firma F. W. & H. Förster, Berlin).

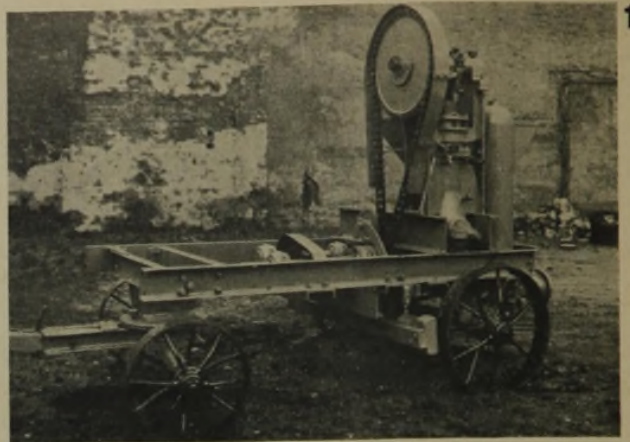
Das Verfahren verspricht Wirtschaftlichkeit. Eine Pumpe mit den zugehörigen Rohrleitungen kann unter Umständen zwei Gießtürme ersetzen. Die Installation ist einfach. Die Pumpe wird zur Baustelle gefahren und kann in wenigen Stunden betriebsbereit sein, so daß mehrere beieinander liegende Baustellen auch mit einer Pumpe bedient werden können. Abb. 19, S. 49, versinnbildlicht deutlich den Installationsaufwand einer

13



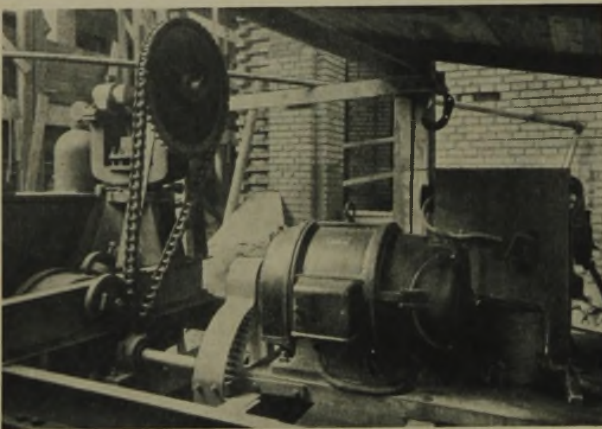
BETONPUMPE

14



BETONPUMPE

15

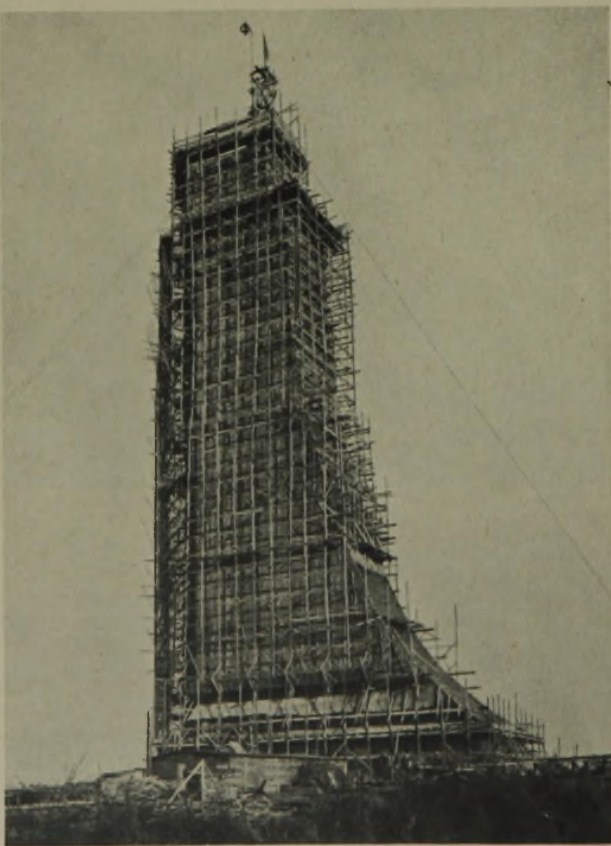


BETONPUMPE MIT ELEKTOMOTOR

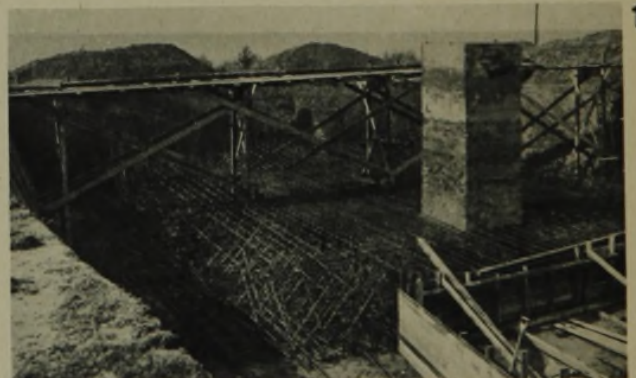
16


 AUS DER PUMPENLEITUNG AUSFLIESSENDER
 BETON
 PATENT GIESE & HELL, KIEL

17


 MARINE-EHRENMAL LABOE
 ARCHITEKT BDA GEORG MUNZER, DÜSSELDORF

18


 ROHRLEITUNGEN FÜR DEN GEPUMPTEN BETON
 EISENBETONBAU MAX GIESE, KIEL

Gießanlage mit Gießturm und Rinnen (links) und der Pumpenförderung (rechts) beim Bau des St. Franziskus-Krankenhauses in Flensburg. Dabei war die Leistungsfähigkeit der beiden Anlagen ungefähr gleich.

Die Entwicklung, die das Verfahren für die Herstellung und Einbringung des Betons in den letzten Jahrzehnten durchgemacht hat, ist gewiß bemerkenswert und interessant. Zuerst der Kampf um die Bevorzugung und höhere Bewertung des Stampfbetons, dessen höhere Festigkeit durch Versuche nachgewiesen wurde, dann mit dem Aufkommen des Eisenbetons das Eindringen des weichen, plastischen Betons, der auch von hervorragenden Fachleuten zuerst schroff abgelehnt wurde, bis sie die Gewalt der Tatsachen überzeugte. Dann die Einführung des Gußbetons aus Amerika und die Ausbildung des Verfahrens in Deutschland, weiter das ebenfalls aus Amerika übernommene Torkretverfahren, und zuletzt schließlich das



AUSFÜHRUNG
MAX GIESE, KIEL

LINKS GUSSBETON-,
RECHTS PUMPEN-BETON-
EINRICHTUNG

Pumpverfahren, das, wenn es sich bewährt, die großen Anlagen des Gießverfahrens ersetzen kann.

Angesichts solcher Fortschritte bei der Ausführung von Eisenbetonbauten, die auch die Schnelligkeit des Bauens stark gesteigert haben, muß es eigentlich wundernehmen, daß der Herr Reichspostminister in einem Erlaß vom 28. Juli 1928 über die Wahl der für Postbauten geeignetsten Ausführungsweisen verfügt hat, daß dem Stahlbau in allen Fällen der Vorzug zu geben ist, wo es sich darum handelt, ein Gebäude in kürzester Frist fertigzustellen. Der Erlaß des Herrn Reichspostministers macht uns auch sonst ernste Sorge, denn er schadet dem Eisenbetonbau. Ich will hier gewiß nicht gegen den Stahlbau polemisieren, muß aber, wenn ich vom Erlaß des Herrn Reichspostministers spreche, auch das Wort „Stahl“ hier und da einmal in den Mund nehmen. Der Herr Reichspostminister begründet seine Verfügung damit, daß er sagt, das Stahlgerüst könne schon vor Beginn der eigentlichen Bauarbeiten in der Werkstatt vorbereitet werden. Nun, in Wirklichkeit nimmt diese Werkstattarbeit meist viel Zeit weg, in der ein Eisenbetonbau an der Baustelle schon weit gefördert werden kann. Praktische Erfahrungen haben bewiesen, daß sich diese Unterschiede (Werkstattarbeit beim Stahlbau und Baustellenarbeit beim Eisenbetonbau) bis zur Bauvollendung ausgleichen, vielfach sogar zugunsten des Eisenbetonbaues ausschlagen, und maßgebend ist ja schließlich die Zeitspanne, die zwischen Auftragserteilung und Fertigstellung des Rohbaues liegt. Zum Beweis rascher Bauausführung im Eisenbetonbau will ich einige Beispiele aus dem Jahre 1929 bringen.

Abb. 20, S. 50, ist ein Bild vom Bau des Reinoldihauses in Dortmund (Franz Schlüter A.-G.), (Arch. BDA Pohle, Dortmund), eines Eisenbeton-

skelettbaues. Abb. 21, S. 50, zeigt das fertige Bauwerk. Zwischen den Haupttragsäulen aus Eisenbeton hat der Architekt im Mauerwerk mit Werksteinplattenverkleidung noch eine ganze Anzahl weiterer Säulen eingefügt. Ein Drittel des ganzen Baues, nämlich die Keller, sind zweistöckig, die anderen zwei Drittel einstöckig zur Ausführung gekommen. Für das Eisenbetonskelett des ganzen Bauwerkes waren nur 56 Arbeitstage erforderlich. Das über den Schaufenstern entlang laufende Band tritt etwa 2 m hervor, so daß man auch bei Regenwetter die Auslagen in den Schaufenstern im Trocknen betrachten kann.

Abb. 22, S. 50, zeigt ein anderes Geschäftshaus in Dortmund, das Westfalenhäuser, ebenfalls einen großen Eisenbetonskelettbau, während der Ausführung. (Arbeitsgemeinschaft Hochtief A.-G. Dortmund und Glückaufbau A.-G., Dortmund), Arch. Dr. Körfer, Köln. Abb. 23, S. 50, ein Bild vom Juli 1929, läßt erkennen, daß man am fertigen Bauwerk vom Eisenbetonskelett nicht mehr viel sieht und daß auch hier äußerlich vor allem die durchlaufenden horizontalen Lichtbänder in Erscheinung treten. Mit den Ausschachtungsarbeiten wurde am 5. Juli 1928 begonnen, und die Eisenbetonarbeiten waren am 15. Dezember 1928 beendet.

Abb. 25, S. 51, ist ein Bild vom Bau des Eisenbetonskeletts des Geschäftshausneubaues Königstraße 6 in Stuttgart. (Arch. A. Eitel, Prof. Schmohl und Baurat Staehelin), (Ausführung Firma Ludwig Bauer, Stuttgart). Im Winter 1928 wurde der erste Bauteil Königstraße 4, in den letzten Monaten des Jahres 1929 der zweite Bauteil Königstraße 6 gebaut. Trotz der kalten Jahreszeit war es möglich, die Stützen und Decken jedes Geschosses in fünf bis sechs Arbeitstagen fertigzustellen. Der Beton tritt in den

20



REINOLDIHAUS IN DORTMUND
AUSFÜHRUNG FRANZ SCHLÜTER A. G., DORTMUND

21



ARCHITEKT BDA POHLE, DORTMUND
PHOTO FRIEDR. SCHMIEDING, DORTMUND

22



WESTFALENHAUS DORTMUND
AUSFÜHRUNG HOCHTIEF A. G. UND GLÜCKAUFBAU A. G., DORTMUND

23



ARCHITEKT DR.-ING. E. H. KOERFER, KÖLN

24



**BERUFSSCHULE
ALTONA**
ARCHITEKT
SENATOR OELSNER

AUSFÜHRUNG JOH. REIF,
HAMMERS & CO.
HAMBURG

Außenflächen in die Erscheinung. Es wurde, wie aus der Abb. 26, S. 51, hervorgeht, für die äußere Umrahmung ein besonders dunkler Beton und für die Brüstung ein hellerer Beton gewählt. Durch zweckmäßige Zusammensetzung der Betonzuschlagstoffe, sorgfältige Ausführung und geschickte Bearbeitung der Betonflächen ist es gelungen, der Fassade eine gute, neuzeitliche Wirkung zu geben. Dabei war die Ausführung erheblich billiger als die Plattenverkleidung des benachbarten Hindenburgbaues.

Abb. 24, oben, zeigt das größte öffentliche Gebäude in Altona, die Berufsschule mit 4500 m² bebauter Fläche und 84000 m³ umbautem Raum. Der Eisenbetonskelettbau wurde einschl. der Gründungs-

arbeiten in 90 Tagen fertiggestellt. (Joh. Reif, Hamburg und Hammers & Co., Hamburg.) Der Entwurf stammt von der Hochbauabteilung der Stadt Altona unter Leitung von Senator Oelsner.

Eine interessante Anlage großer Eisenbetonskelettbauten ist die Betriebszentrale Clausen der Konsumgenossenschaft Vorwärts Befreiung in Barmen, die von einer Arbeitsgemeinschaft von vier Eisenbetonbauunternehmungen ausgeführt wurde. (Hugo Böckler, Barmen [A], Seelbach & Cramer, Barmen [B], Allgem. Hochbauges. Barmen-Düsseldorf [C], Gustav Sinek, Barmen [D].)

Der Lageplan (Abb. 29, S. 52) gibt eine Übersicht über die verschiedenen Bauabschnitte. Alles ist Eisen-

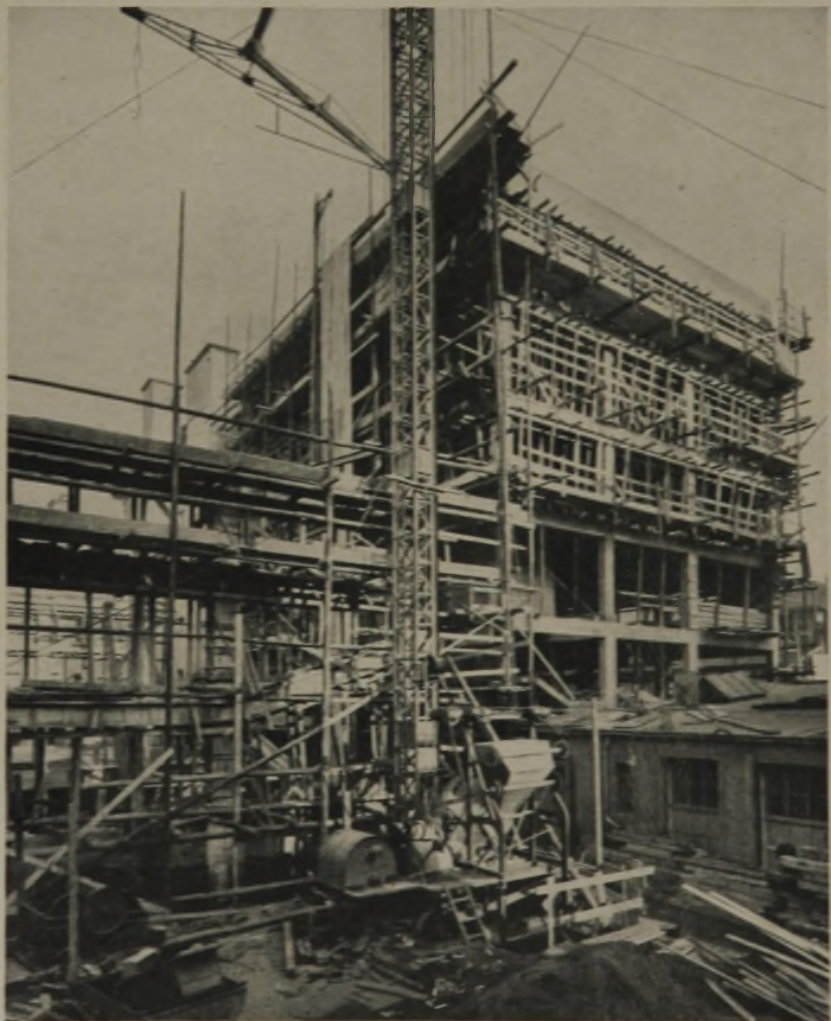
beton. Nur das Bäckereigebäude ist in Stahlskelett ausgeführt worden, und außerdem hat das niedrige Werkstattgebäude Stützen und Dachbinder aus Stahl, die auf einer Eisenbetondecke stehen. Abb. 27 zeigt ein Modell der großzügigen Bauanlage. In Abb. 28, S. 52, sieht man den friedlichen Wettbewerb zwischen dem Eisenbetonskelett des Verwaltungsgebäudes und dem Stahlskelett der Bäckerei. Beide waren bei fast gleichzeitigem Baubeginn und gleichen Größenverhältnissen etwa zu gleicher Zeit fertig. Beim Eisenbetonskelettbau werden die Zwischendecken mit dem Hochführen des Gerippes gleich mit ausgeführt, beim Stahlskelettbau nicht.

Abb. 50, S. 55, zeigt den Bau des Verwaltungsgebäudes des Deutschen Metallarbeiterverbandes in Berlin. (Arch. Dipl.-Ing. Erich Mendelsohn, Berlin), (Ausführung Industriebau Held & Erancke A. G., Berlin.) Das Bild stammt vom 25. September 1929. Die Decke über dem zweiten Obergeschoß ist bereits betoniert. Mit der Einschalung der Decke über dem dritten Obergeschoß wird an der Seite der Alten Jakobstraße begonnen. Einen Monat vorher war erst die Decke über dem Erdgeschoß eingeschalt. Für den Eisenbetonskelettbau ohne Bodenaushub und Fundamente wurden 105 Arbeitstage benötigt; da der gesamte umbaute Raum des Eisenbetonhochbaues 36 000 m³ beträgt, wurden also je Tag durchschnittlich 335 m³ umbauten Raumes hergestellt. Recht interessant ist bei dem Bau auch die Haupttreppe (Abb. 51), eine Spiraltreppe aus Eisenbeton. Sie zeigt die Gestaltungsmöglichkeit des Eisenbetons. Abb. 52, S. 55, gibt einen Blick gegen den bereits ausgeschalteten Kopfbau mit dem 4,10 m ausladenden Vordach. Auch die Ausfachung ist auf diesem Bild zu erkennen.

Das Kontorhaus Gotenhof in Hamburg (Arch. Karl Stuhlmann, Hamburg), (Ausführung Arbeitsgemeinschaft W. Rogge G. m. b. H. und Dyckerhoff & Widmann A.-G., Hamburg) besteht bis zur Decke über dem 7. Obergeschoß aus Eisenbeton. Die Grundfläche der Kellerdecke ist 2600 m², der oberen Decken je 1700 m², der Decken über dem 6. und 7. Geschoß infolge der Staffelung etwas geringer. Sämtliche Eisenbetondecken und -stützen sind von einem Gießmast aus betoniert worden. Der gesamte Aufbau mit Ausnahme der Kellerdecke, d. h. also im ganzen neun Eisenbetondecken wurden in 81 Arbeitstagen hergestellt. Dabei arbeiteten nur die Einschaler im Zweischichtenbetrieb. Die Baudurchführung war besonders dadurch erschwert, daß an der Baustelle so gut wie keine Lagerplätze für Baustoffe und Schalholz zur Verfügung standen. Sämtliche Schalung wurde auf einem mehrere Kilometer abliegenden Lagerplatz vorgerichtet und teils mit Schuten auf dem Wasserwege, teils mit Lastkraftwagen zur Baustelle gebracht. Ebenso wurde das ganze Bewehrungsseisen auf dem Lagerplatz zugeschnitten, gebogen und auf gleiche Weise an den Bau gebracht. Auch für die Kieslagerung war kein Platz vorhanden. Der in Schuten eintreffende Kies wurde auf einer besonderen Transport-



25



26

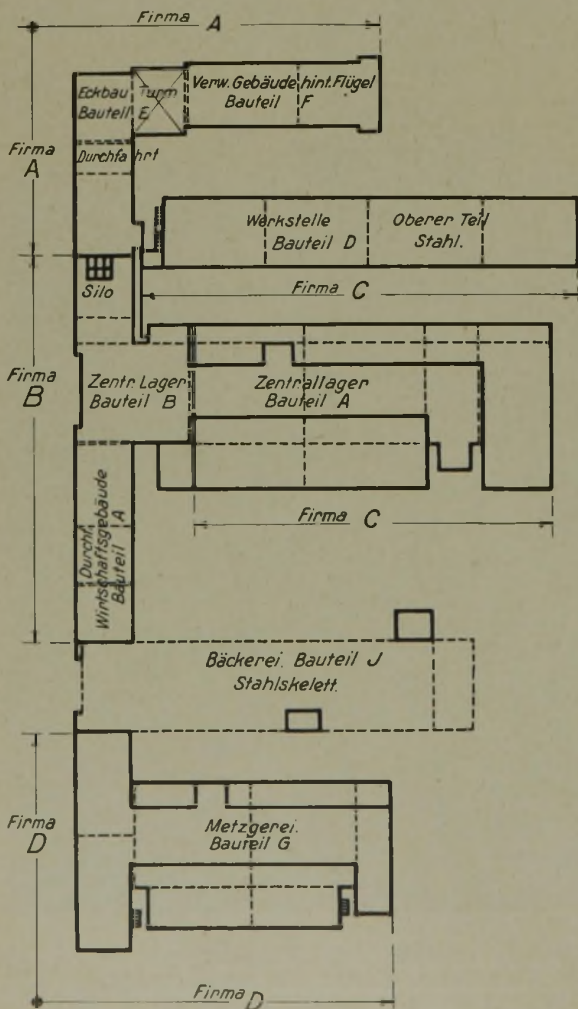
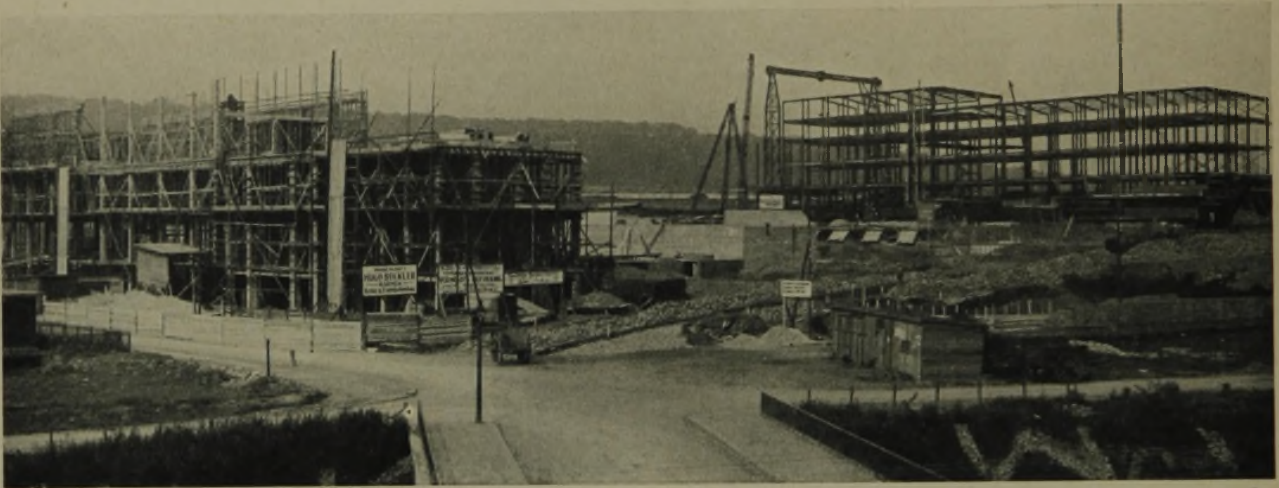
GESCHÄFTSHAUS KÖNIGSTRASSE 6, STUTTGART

ARCHITECTEN A. EITEL, PROF. SCHMOHL, BAURAT STAEHELIN, STUTTGART

AUSFÜHRUNG L. BAUER, STUTTGART. PHOTO DR. LOSSEN & CO., STUTTGART



MODELL DER GESAMTANLAGE VON DER EISENBAHN AUS



HAUPTGEBÄUDE EISENBETON, BÄCKEREI STAHLSCHELETT. LINKS LAGEPLAN

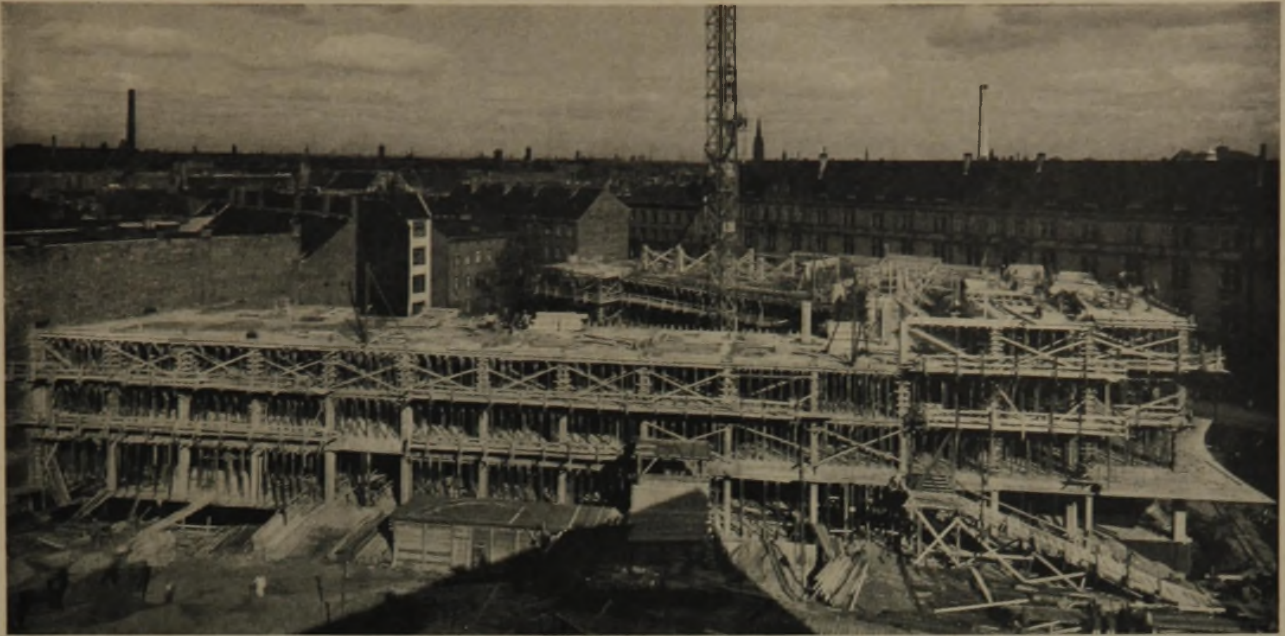
KONSUMGENOSSENSCHAFT VORWÄRTS-BEFREIUNG, G. M. B. H., BARMEN

AUSFÜHRUNG
 A) HUGO BOCKLER. B) SEELBACH & CRAMER,
 C) ALLGEMEINE HOCHBAU-GESELLSCHAFT
 D) GUSTAV SINEK. SÄMTLICH IN BARMEN

brücke unter Verwendung von Förderbändern an die Mischmaschine bzw. an den Gießmast herangebracht, ohne die übrigen Transporte zu behindern. Die Innenaufnahme aus dem 5. Obergeschoß, Abb. 35, S. 54, läßt erkennen, daß sich bei richtiger Konstruktion auch die von den Architekten neuerdings häufig beanstandeten Vouten vermeiden lassen, ohne daß die Bauhöhe der Balken zu groß wird.

In Abb. 33 und 34, S. 54, ist das neue Rathaus der Stadt Rüstringen mit dem Wasserturm, eine Verbindung von Eisenbetonskelett mit Klinkern, ein Werk des Architekten Fritz Höger in Hamburg, dargestellt. Die Ausführung der Rohbauarbeiten nahm etwa ein halbes Jahr in Anspruch. (H. Möller, Wilhelmshaven.) Abb. 35 ist ein Baubild von dem Eisenbetonskelettbau.

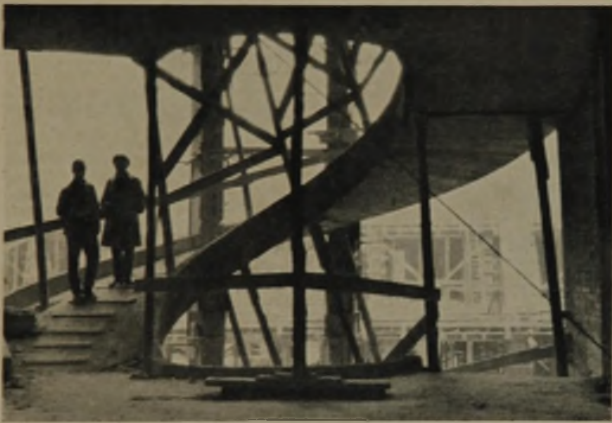
Das Lager- und Versandgebäude der Engelhardt-Brauerei A.-G. in Berlin-Stralau (Arch. BDA Bruno Buch, Berlin), (Ausführung Wayß & Freytag A.-G., Berlin), hat eine Grundfläche von etwa 40 · 60 m und über Gelände eine größte Höhe von rd. 23 m. Das Gebäude steht auf einer durchgehenden Fundamentplatte. Der Keller ist, da er im Grundwasser liegt, vollständig gedichtet. Die Decken sind Pilzdecken mit Randstützen, abwechselnd für 2000 und 1000 kg/m² Nutzlast berechnet. Abb. 36 zeigt die Pilzdecken im Kellergeschoß. Für Erdaushub und Gründung wurden etwa zwei Monate benötigt, für den aufgehenden Eisenbetonteil knapp drei Monate. Das Eisenbetonskelett ist mit Verblendmauerwerk ausgefacht.



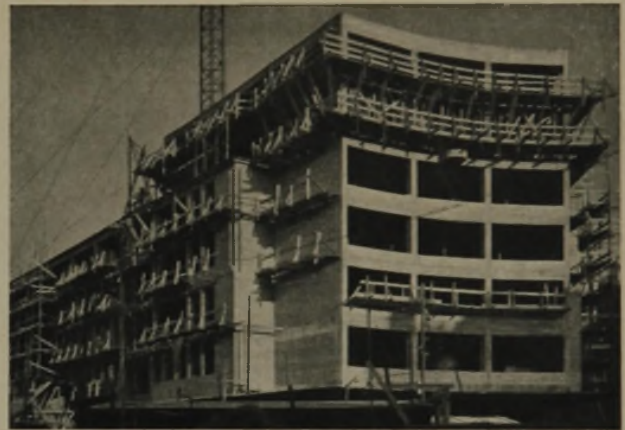
HERSTELLUNG DER DECKE ÜBER DEM ZWEITEN OBERGESCHOSS

PHOTO ARTUR KÖSTER, BERLIN

31



WENDELSTREPE IN EISENBETON
VERWALTUNGSGEBÄUDE DES DEUTSCHEN METALLARBEITER-VERBANDES, BERLIN
 ARCHITEKT DIPL.-ING. ERICH MENDELSON, BERLIN



32

AUSGESCHALTER KOPFBAU
 AUSFÜHRUNG INDUSTRIEBAU HELD & FRANCKE A. G. BERLIN

Abb. 37, S. 55, gibt ein Bild vom Stahlhochhaus Grenzwohnt in Aachen, dessen Bau Ende 1923 und ein zweites Mal im Jahre 1925 unterbrochen wurde und das erst im Jahre 1929 wieder in Angriff genommen und im wesentlichen fertiggestellt wurde.

Infolge Wechsels des Bauherrn und des Architekten wurde der ursprüngliche Plan des als reiner Stahlskelettbau gedachten Bauwerks abgeändert und das Stahlskelett durch Eisenbetonskelettbauten ergänzt. Die früheren Architekten waren Prof. Veil in Aachen und Prof. Fahrenkamp, Düsseldorf, für die endgültige Ausführung sorgte Arch. Dr.-Ing. E. h. Koerfer in Köln.

Abb. 38 zeigt auf der linken Seite einen Ergänzungsteil in Eisenbeton.

Der neue Plan sah auch einen Treppenhausvorbau vor. Die Baugenehmigung hierfür wurde erst erteilt, als die Verblendung des Seitenbaues bereits bis zum dritten Obergeschoß fertiggestellt war, so daß dann mit größter Beschleunigung der Treppenhausvorbau in Angriff genommen werden mußte. (Ausführung der Eisenbetonarbeiten Heinemann & Busse, Aachen.)

Auf der rechten Seite der Abbildung 37 zeigt das Stahlskelett des Turmes von unten bis oben zur Spitze eine gerade Linie. Nach dem neuen Plan sollte der Turm in seinem oberen Teil auf dieser Seite ebenso wie auf der linken Seite gegen den Langbau zurückspringen. Die Stahlskelettkonstruktion wurde oberhalb des Langbaues abgeschnitten. Da an der Stelle keine Stützen vorhanden waren, so wurden die über

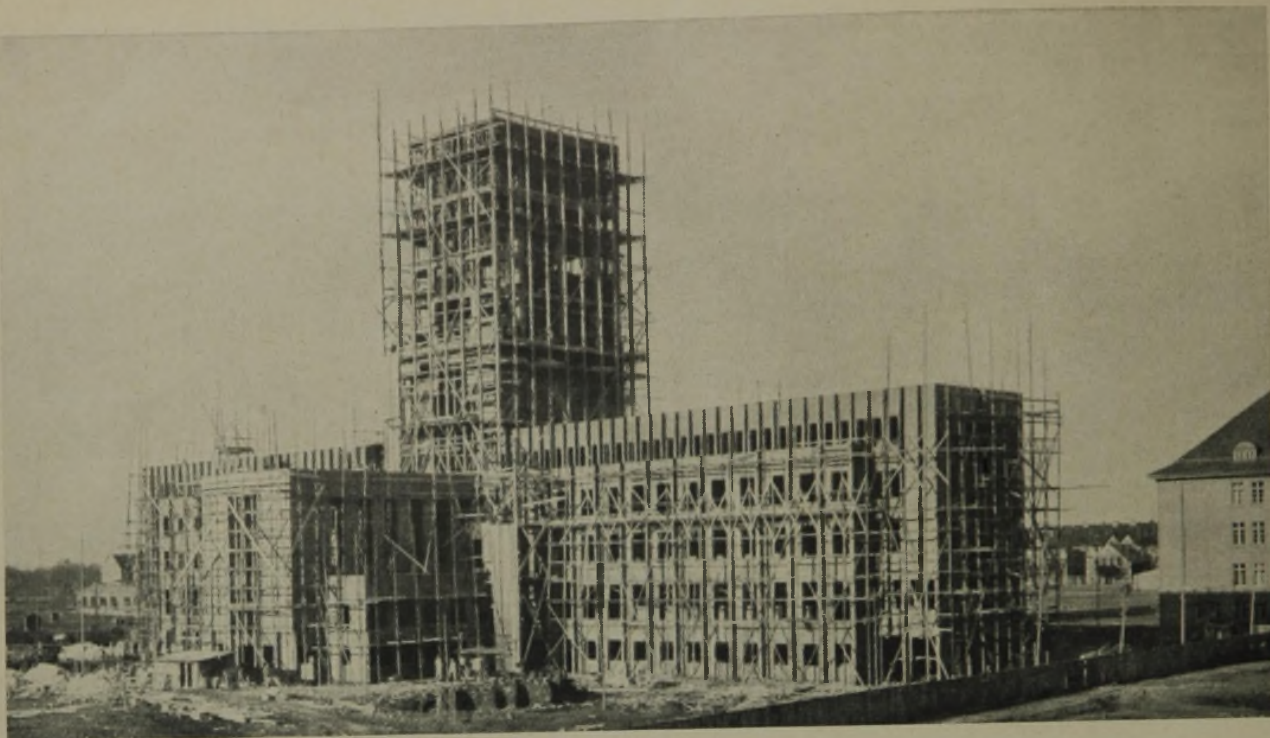
die vorherige Stützenreihe hinausragenden Querträger durch eine entsprechende Eisenbetonummantelung und mit Hilfe der Geschoßdecken zu einer Kragkonstruktion ausgebildet, deren Ausladung etwa 3 m beträgt. Diese Ausführung war erheblich billiger wie die Herstellung und Mauermontage eiserner Stützen.

Bemerkenswert ist auch, daß auf den vier Obergeschossen des Stahlskeletts noch ein fünftes Geschoß aufgesetzt wurde (Abb. 38). Dies war gut möglich, weil die Nutzlast der Decken nach dem neuen Plan mit 200 kg/m^2 angesetzt wurde, während sie nach dem ursprünglichen Plan mit 350 kg angenommen war. Die Fassade des fünften Obergeschosses springt gegen die übrigen zurück. Die Trägerlage, auf der sich die Stützen des fünften Obergeschosses aufsetzen, erhielt eine Eisenbetonverstärkung, mit der die Stützen auf einfachste Weise in eine feste Verbindung gebracht werden konnten.

Beim Bau wurde ein sogenanntes Hänge-Torkretgerüst verwendet, das an Drahtseilen, die auf Trommeln gewickelt waren, an den höchsten Punkten der Skelettkonstruktion aufgehängt war, und das von den Arbeitern selbsttätig unter Sicherung von Klinken an den Trommeln auf- und niedergelassen werden konnte. Das Gerüst war mit einem starken Bodenbelag und einem Schutzdach versehen, und es konnte von ihm aus schnell und sicher in jeder Höhenlage gearbeitet werden.

Bei dem Treppenhausvorbau war von besonderer Bedeutung, daß der Bauplatz frei lag und mit der

33



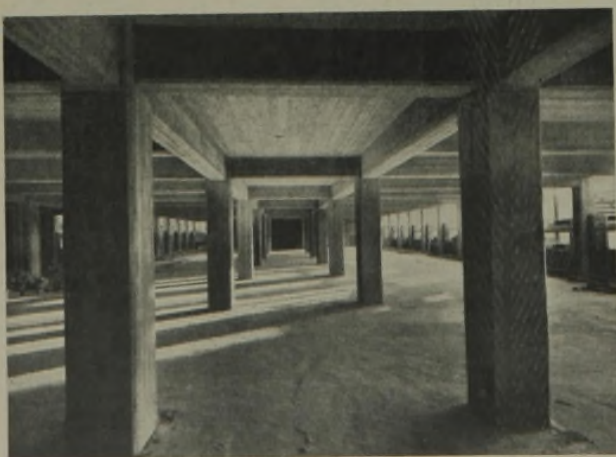
34



**RATHAUS
ZU RÜSTRINGEN**
ARCHITEKT
FRITZ HÖGER, HAMBURG

AUSFÜHRUNG H. MOLLER
WILHELMSHAVEN

35

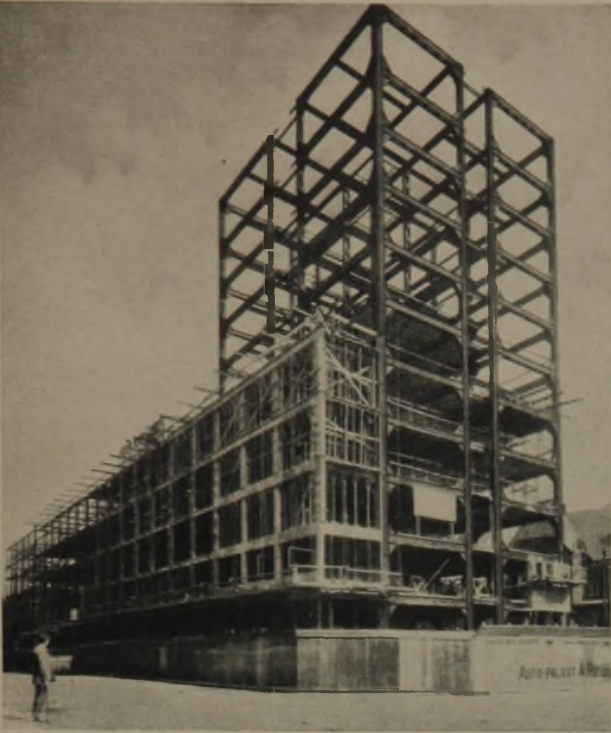


VOUTENLOSE EISENBETONDECKE IN KONTORHAUS

36



PILZDECKE IN BRAUEREIKELLER



BÜROHAUS GRENZWACHT IN AACHEN. STAHLSCHELETTBAU MIT EISENBETONERWEITERUNG

ARCHITEKT FÜR ENDGÜLTIGE GESTALT DR.-ING. E. H. KOERFER, KÖLN

PHOTO GERH. MERTENS, AACHEN

ARCHITEKT
STADTBAURAT DR.-ING.
DELFS, DORTMUND

AUSFÜHRUNG
FRANZ SCHLÜTER A. G.
DORTMUND



KAISER-WILHELM-INSTITUT FÜR ARBEITSPHYSIOLOGIE, DORTMUND. EISENBETON-SKELETTBAU

Ausführung des Eisenbetonvorbaues sofort nach der Baugenehmigung begonnen werden konnte. Aus Stahl hätte der Vorbau nicht in drei Wochen nach erteilter Baugenehmigung ausgeführt werden können, denn die Werkstattarbeit hätte dies verhindert. Überhaupt wird im allgemeinen ein Stahlbau nur dann schneller ausgeführt werden können als ein Eisenbetonbau, wenn Serienbauten in Frage kommen oder wenn es sich um den Abbruch eines bestehenden Bauwerks und schnellste Herstellung eines Neubaus an der gleichen Stelle handelt, also dann, wenn während der Zeit des Abbruchs und nach vorher vollständig fertiggestellter Planung die werkstattmäßige Bearbeitung des Stahltragwerkes erfolgen und nach beendetem Abbruch und Herstellung der Fundamente der Stahlbau sofort aufgestellt werden kann. In diesem Fall kann das Stahltragwerk früher montiert sein, als ein Eisenbetonskelettbau errichtet werden kann, dessen Ausführungsbeginn erst dann gegeben ist, wenn die Baustelle vollkommen frei ist.

Beim Aachener Hochhaus ist die Frage, ob die Abänderung des bestehenden Gerüsts in Stahl oder

in Eisenbeton erfolgen sollte, sehr eingehend unter Berücksichtigung aller Umstände geprüft worden, wie es im allgemeinen für jede einzelne Bauausführung sein sollte; die Entscheidung gab im vorliegenden Fall schnellere Ausführungsmöglichkeit, geringere Kosten und Abänderungsmöglichkeiten während der Ausführung beim Eisenbetonbau.

Abb. 39 zeigt das Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie in Dortmund. Der Bau wurde vom Städtischen Hochbauamt Dortmund (Stadtbaurat Dr. Delfs) errichtet. Das Gebäude ist ein Eisenbetonskelettbau und streng in 2-m-Achsen gegliedert. Die Eisenbeton-Rohbauarbeiten wurden in acht Wochen ausgeführt. Die horizontalen Bänder der Außenfront sind mit keramischen Platten verkleidet. Tragende Zwischenwände sind vollkommen vermieden, so daß spätere bauliche Änderungen ohne Schwierigkeiten vorgenommen werden können. Wie bei jedem Laboratoriumsbau stellte die Notwendigkeit der sehr reichen Installation an den Baumeister große Anforderungen. Dieses Problem ist in geschickter Weise dadurch gelöst worden, daß geräumige Installations-

schächte die gesamten Leitungen nach oben führen; von ihnen gehen in jedem Stockwerk horizontale Schächte aus, die unter den Korridoren entlangführen. Diese Schächte haben eine Höhe von 1 m und sind durch Einsteigöffnungen von oben zugänglich. An jedem Pfeiler, d. h. also alle 2 m, führen zwei Kanäle von diesem Hauptkanal aus dicht unter dem Fußboden durch die Arbeitsräume hindurch bis an die Fensterwände. Sie enthalten sämtliche Leitungen, die zur Installation der einzelnen Laboratorien notwendig sind (Gas, Wasser, Abwasser, Heizung, Dampf, Elektrizität, Telephon). Dieses System von Kanälen bietet den Vorteil, daß zwar keine Leitungen äußerlich sichtbar sind, trotzdem aber jeder Strang ohne Schwierigkeit zugänglich ist, so daß Reparaturen, Änderungen und Neuanlagen im Leitungsnetz ohne Schwierigkeit ausgeführt werden können.

Dieser Bau und der vorher genannte Bau sind auch mit Bezug auf den vorher genannten Erlaß des Herrn Reichspostministers von Interesse. In ihm ist gesagt, daß beim Stahlbau Änderungs- und Erweiterungsarbeiten viel einfacher und billiger ausgeführt werden können als beim Eisenbetonbau. Besonders wichtig sei dies beim Bau von Fernspreckgebäuden, wo die Kabelführung nicht vorher genau bestimmt werden könne, so daß nachträglich regelmäßig zahlreiche Deckendurchbrüche erforderlich würden.

Nun, der Neubau des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Arbeitsphysiologie in Dortmund hat bewiesen, daß es auch im Eisenbetonbau Mittel und Wege gibt, solcher Schwierigkeiten Herr zu werden, wenn der Wille dazu vorhanden ist. Abgesehen aber davon haben weder der Stahlskelett- noch der Eisenbetonskelettbau tragende Zwischenwände, also in dieser Beziehung keine Behinderung von Umänderungsarbeiten, beide Bauweisen aber haben Massivdecken, also bei erforderlichen Deckendurchbrüchen keine wesentlichen Unterschiede. Etwaigen Änderungen wird man außerdem hier wie dort durch Anlage von Reserveöffnungen an beliebigen Stellen und in beliebiger Zahl Rechnung tragen können.

In unseren bautechnischen Mitteilungen vom September 1928 habe ich Umänderungsarbeiten in fünf Eisenbetonbauten dargestellt und beschrieben. Ein anderes Beispiel will ich hier noch zeigen. Im Jahre 1929 ist eine Umänderungsarbeit in einem Postbau ausgeführt worden, nämlich die Verstärkung einer Eisenbetondecke im Fernspreckamt (Fernamt) zu Breslau. (Carl Brandt, Breslau.)

Es war die Aufgabe gestellt, eine für 250 kg Nutzlast konstruierte Eisenbetondecke so zu verstärken, daß die Tragfähigkeit für eine Nutzlast von 650 kg/qm ausreichend war. Das Gebäude stammt aus dem Jahre 1922. Die Decke (Abb. 42, S. 57) war eine 12 cm starke Eisenbeton-Rippendecke, deren Hohlräume durch Klein'sche Deckensteine ausgefüllt sind. Sie lief mit 3,0 m Stützweite über Eisenbetonunterzüge durch, die einerseits auf den Außenmauern, andererseits in einem Längsunterzug aufgelagert sind. Dieser wird von einer Stützenreihe getragen, die die Lasten auf die Fundamente absetzt.

Die Nachrechnung ergab, daß vor allem die Deckenplatte für die neuen Lasten zu schwach war. Eine Verstärkung durch Aufbeton hätte die Unterzüge zu stark belastet. So ergab sich als natürliche Lösung die Einfügung von Zwischenunterzügen zur Verkleinerung der Deckenstützweite und zur Entlastung der alten Unterzüge (Abb. 43, S. 57).

Die neuen Träger werden von einer seitlichen Verbreiterung des Längsunterzuges aufgenommen und durch Stützenverstärkungen auf die entsprechend verstärkten Fundamente abgestützt. Die Deckenplatten mußten natürlich über den neuen Unterzügen voll ausbetoniert werden und eine Zusatzbewehrung zur Aufnahme der negativen Momente erhalten.

Einzelheiten zeigt die Abb. 40, S. 57. Besonders charakteristisch ist die gegenseitige Durchdringung von alten und neuen Bauteilen. Sie gestattet mit einem Minimum an Stemmarbeiten auszukommen, läßt die Verstärkung im fertigen Zustand kaum in Erscheinung treten und bietet zudem durch den innigen Zusammenhang des Ganzen große Sicherheit gegen örtliche Überlastungen. Nach Vornahme aller Vorbereitungsarbeiten wurde die ganze Decke mit hochwertigem Zement in einem Zuge betoniert. Schon nach fünf Tagen konnte die Schalung entfernt und der untere Raum bald darauf wieder in Benutzung genommen werden. Abb. 41, S. 57, zeigt die fertige Konstruktion ohne

Verputz, so daß sich alte und neue Bauteile noch deutlich unterscheiden. Seit dem Aufbringen des Verputzes ist aber die Verstärkung vollkommen unauffällig und beeinträchtigt den Raumeindruck in keiner Weise. —

Die Ausführung der Arbeiten erforderte 24 Arbeitstage. Erschwerend wirkte vor allem, daß der Raum unter der Decke zu einem Paketpostamt gehört, dessen Betrieb nicht unterbrochen werden durfte. Tatsächlich haben sich auch durch die rasche und gut vorbereitete Ausführung die Störungen auf ein ganz geringes Maß beschränken lassen.

Die vergebende Stelle stand anfangs der Verstärkung in Eisenbeton recht skeptisch gegenüber, so daß auf ihren Wunsch ein Vergleichsvorschlag in Eisen ausgearbeitet wurde. Diese Ausführung wäre jedoch erheblich teurer geworden und hätte außerdem eine Störung des Raumeindrucks bewirkt. Die Ausführung in Eisenbeton ist ein neuer Beweis dafür, daß es auch im Eisenbetonbau sehr wohl möglich ist, selbst sehr weitgehende Umbauten und Verstärkungen rasch, sicher, wirtschaftlich und ästhetisch befriedigend durchzuführen.

Ich zeige noch einige neuere Fabrik- und Industriebauten. Daß sich die beiden Konkurrenten Stahl und Eisenbeton an solchen Bauwerken recht gut nebeneinander verwenden lassen, lehrt Abb. 47, S. 58, von der Kohlenwäsche der Gewerkschaft Rheinland in Repelen bei Moers mit 180 t Stundenleistung (H. Stöcker, Essen). Auch die Abb. 45, S. 58, zeigt einen solchen Bau. Es ist die Kohlenwäsche auf Grube Laurweg des Eschweiler Bergwerks-Vereins, Kohlscheid, mit einer Stundenleistung von 175 t. Der Unterbau besteht aus Eisenbeton und enthält vier Klärspitzen mit etwa 170 m² Klärfläche, sechs Nußtaschen mit zusammen 520 t Fassungsvermögen und drei Bergetaschen mit zusammen 92 t Inhalt. Der obere Teil besteht aus Stahl und enthält im wesentlichen die Maschinen und Apparate. Die Gründung ist normal, da der Baugrund in geringer Tiefe tragfähig war. Mit Rücksicht auf die Einwirkungen des Bergbaues wurden in zwei Richtungen sich kreuzende Fundamentbankette angeordnet. (Ausführung Wayß & Freytag, Düsseldorf.)

Einen anderen interessanten Industriebau zeigt die Abb. 44, S. 58. Es ist das Eisenbetongerippe der großen Schachthalle für die Zeche de Wendel, der ersten Eisenbeton-Schachthalle im Ruhrgebiet. Die Dachbinder sind Zweigelenkbogen. Die Bühne für den Wagenumlauf besteht aus Walzträgern, die auf der Eisenbeton-Tragkonstruktion aufruhend. Abb. 46, S. 58, gibt einen Blick in den oberen Hallenraum mit dem Wagenumlauf und den Rahmenbindern. Ihr Horizontalschub wird durch die Eisenbetonträger unter der Wagenlaufbühne aufgenommen. (Ausführung Franz Schlüter A.-G., Dortmund.)

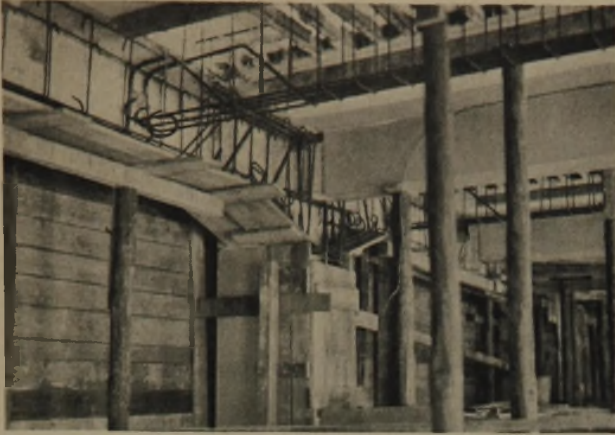
Interessant ist auch die Ausführung der Bogenbinder für die Salzlagerhalle der Stickstoffwerke A.-G., Waldenburg i. Schles. (Ausführung Wayß & Freytag A.-G., Breslau). Die Salzhalle dient zur Aufspeicherung von Ammonsulfat und Ammonnitrat, hat eine Länge von 50 m, eine Breite von 53 m und eine Höhe von 19 m. Durch eine 15 m hohe Längswand ist die Halle in zwei gleiche Teile geteilt. Die Dachbinder sind als Dreigelenkdoppelbinder ausgeführt, die durch Traversen miteinander verbunden sind. (Abb. 48, S. 99.) Abb. 49 gibt ein Bild von der Bewehrung. Der Abstand der Doppelbinder beträgt 8,1 m. Wegen der äußerst kurzen Bauzeit wurde Tonerdezement verwendet und der Beton als Gußbeton eingebracht, wobei die Zuschlagstoffe nach der Siebkurve von Prof. Graf zusammengesetzt wurden.

Das Lehrgerüst (Abb. 50) ist ebenfalls als Dreigelenkbogen konstruiert. Es wurde an den beiden Auflagern abgesenkt. Die Ausrüstung konnte nach den sehr günstigen Ergebnissen der Würfel- und Balkenversuche 36 Stunden nach dem Einbringen des Betons vorgenommen werden.

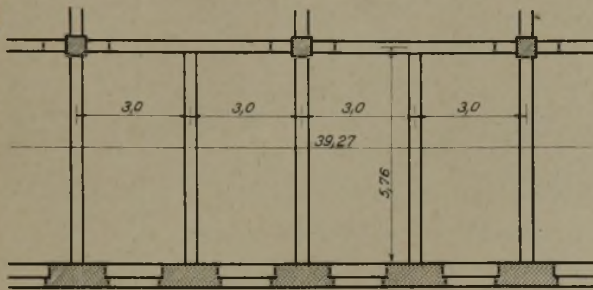
Die Binder für die 50 m lange Halle wurden in 14 Tagen fertiggestellt; nach weiteren 12 Tagen war die Halle fertig eingedeckt, so daß die vom Bauherrn äußerst knapp gestellten Fristen noch um einige Tage abgekürzt werden konnten.

Die Temperatur betrug während des Betonierens durchschnittlich + 4° C. — —

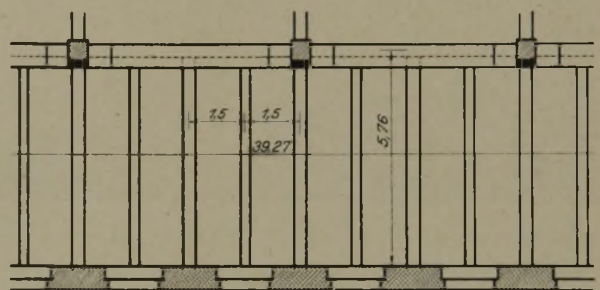
Ich hoffe, daß meine Rückschau auf den Eisenbetonhochbau des Jahres 1929, die natürlich nur eine Aus-



VERSTÄRKUNG IN DER SCHALUNG UND AUSGESCHALT
AUSFÜHRUNG KARL BRANDT, Breslau



Alter Zustand ($p = 250 \text{ kg/m}^2$)



Neuer Zustand ($= 650 \text{ kg/m}^2$)

VERSTÄRKUNG EINER EISENBETONDECKE IM FERNSPRECHAMT Breslau

wahl von Bauten im Bild bringen konnte, den Eindruck hinterlassen wird, daß es bezüglich Konstruktionssicherheit, Gewissenhaftigkeit, Eigenart, Kühnheit und Schnelligkeit der Bauausführung im Eisenbetonbau vorwärts gegangen ist.

Ich bin überzeugt, daß der Eisenbetonbau noch außerordentlich entwicklungsfähig ist. Die Wege, die man heutzutage zur Erzielung eines sehr festen Betons geht, sind bekannt. Wenn man aber bedenkt, daß es neuerdings gelungen ist, Hochofenschlackenbeton mit Würfelstärken von 1100 kg/cm^2 nach 56 Tagen herzustellen, so liegt es nahe, einmal dem Gedanken nachzugehen, ob nicht zwischen Zement, Zuschlagstoffen und Wasser im erhärtenden Beton auch chemische Reaktionen stattfinden können, die zu solchen Festigkeitssteigerungen führen, denn physikalisch allein können sie kaum erklärt werden.

Außer St. 37 und hochwertigem Baustahl haben wir heute Stahldrähte mit Festigkeiten von $7000, 8000 \text{ kg/cm}^2$ und mehr und hohen Streckgrenzen. Inwieweit lassen sich solche geschweißten Stahldrahtnetze für Deckenplatten verwenden? Ein Blick in amerikanische Fachzeitschriften zeigt, daß es dort vielfach geschieht. Inwieweit kommen solche Stahldrähte mit hochwertigem Baustahl zusammengeschweißt für Balken- und Säulenbewehrungen in Frage? Herr Prof. Dr. Saliger, Wien, hat durch Versuche an solchen Säulen nachgewiesen, daß die Bruchfestigkeit der mit 4,3 v. H. längsbewehrten und umschnürten Säulen bis 700 kg/cm^2 , der mit 8,4 v. H. längsbewehrten Säulen bis über 1200 kg/cm^2 betrug, bezogen auf den geometrischen Querschnitt des Kerns, was bei $2\frac{1}{2}$ facher Sicherheit und mit Berücksichtigung des Festigkeitsabfalls bei größerer Säulenhöhe einer durchschnittlichen zulässigen Beanspruchung von 230 bzw. 400 kg/cm^2 entspricht; das ist etwa das Sechsfache bis Zehnfache der heute gültigen Werte.

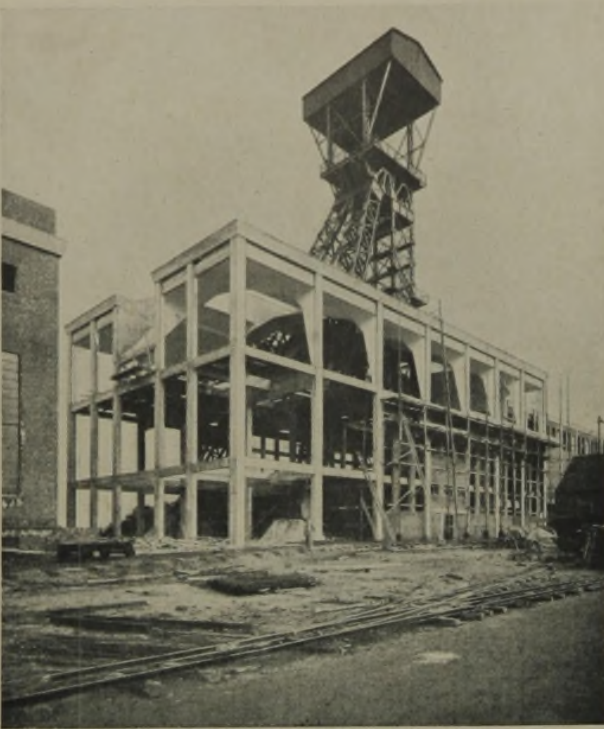
Herr Prof. Dr. Maier-Leibnitz hat aus Versuchen mit durchlaufenden eisernen Trägern in Stutt-

gart den Satz abgeleitet, daß bei kontinuierlichen Trägern, sobald die Stützenmomente Spannungen in der Nähe der Streckgrenze erzeugen, eine Entlastung des gefährlichen Stützenquerschnitts durch die Feldquerschnitte eintritt, so daß es letzten Endes nicht die Stützenquerschnitte sind, nach denen solche Träger dimensioniert werden müssen. Es scheint geboten, die entsprechenden Verhältnisse des Eisenbetonträgers mit und ohne Vouten an den Stützen zu untersuchen. Ich erinnere an die früheren Versuche von Herrn Geheimrat Scheit und Herrn Prof. Dr. Probst in Dresden: Bei diesen sind Erscheinungen aufgetreten, die sich vielleicht in ähnlicher Weise erklären lassen.

Hier zeigen sich uns Probleme, die in der Zukunft verfolgt werden müssen. Vielleicht muß dabei manche seitherige Anschauung über die Theorie des Verbundes zwischen Beton und Eisen geändert werden. Es wird sicher nicht geschehen, bevor durch Versuche die Berechtigung erwiesen ist. Aber, was uns seither vorwärts gebracht hat, das wird es auch in Zukunft tun. Der versuchsmäßige Beweis, daß wir richtig konstruieren und rechnen, die versuchsmäßige Feststellung, daß wir sicher bauen. Und sicher zu bauen bei größter Wirtschaftlichkeit, das ist unser vornehmstes Streben. Es war im Eisenbetonbau bei guter Konstruktion und Ausführung seither möglich, es wird in Zukunft erst recht so sein.

Wenn man den originellen Eisenbeton-Sprungturm des neuen Strandbades in Vevey am Genfer See betrachtet, dessen sichtbare Betonflächen übrigens mit Kontex behandelt sind, so versteht man es, daß sein Erbauer, Arch. Otto Zollinger, Saarbrücken, kürzlich den Eisenbeton als das einzigartige Material gekennzeichnet hat, für das „es weder für die Form noch für die Konstruktion Grenzen gibt, das man wie kein anderes zur Funktion drängen kann, das sich wie kein anderes jedem Gedanken fügt, das aber auch ebenso intensiv und unerbittlich für die Intelligenz seines Gestalters Zeuge ist“. (Vgl. D. Bauztg. Nr. 9, S. 73 ff.) —

44



SCHACHTHALLE ZECHÉ DE WENDEL
 AUSFÜHRUNG FRANZ SCHLÜTER A. G., DORTMUND

45



KOHLENWÄSCHE ZECHÉ LAURWEG
 AUSFÜHRUNG WAYSS & FREYTAG, DÜSSELDORF

46



**INNERES
 DER SCHACHTHALLE
 DE WENDEL**

AUSFÜHRUNG
 FRANZ SCHLÜTER A. G.
 DORTMUND

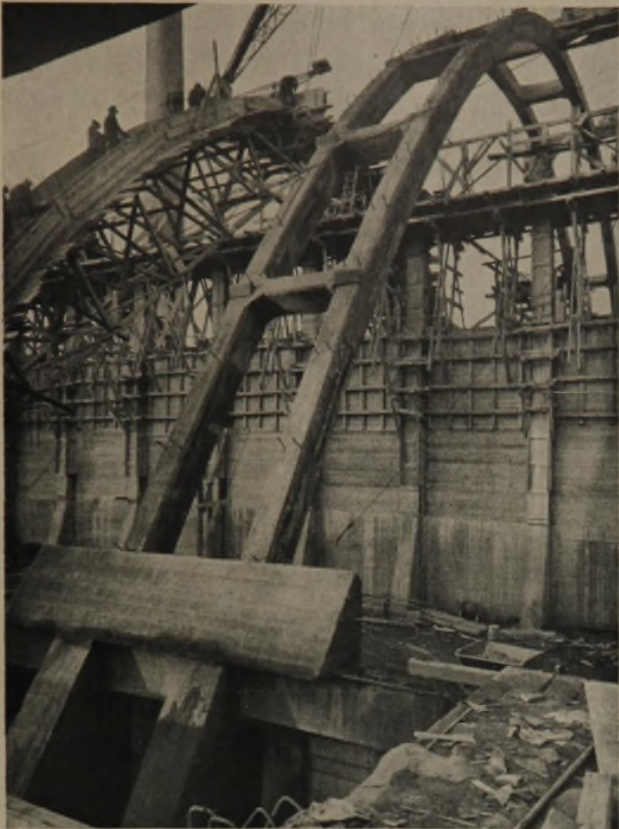
47



**KOHLENWÄSCHE
 GEWERKSCHAFT
 RHEINLAND, MOERS**

AUSFÜHRUNG
 H. STÖCKER, KÖLN

58



DREIGELENKBOGEN-DACHBINDER
 PHOTO H. WITTIG, BRESLAU



BEWEHRUNG DER BINDER



LEHRGERÜST DER BOGENBINDER (EBENFALLS DREIGELENKBOGEN)

SALZLAGERHALLE DER STICKSTOFFWERKE WALDENBURG I. SCHL.
 AUSFÜHRUNG WAYSS & FREYTAG, BRESLAU

ERSTMALIGE PRAKTISCHE GROSSANWENDUNG DES CHEMISCHEN VERSTEINUNGSVERFAHRENS BEIM BAU DER WASSERGWINNUNGSANLAGE DES NEUEN WASSER- WERKES DER STADT DÜSSELDORF AM STAAD

VON DIREKTOR DIPL.-ING. A. LANG, DÜSSELDORF*)

Der Bau eines neuen Wasserwerkes für die gegenwärtigen und zukünftigen Bedürfnisse der Stadt Düsseldorf war eine dringende Notwendigkeit. Aus hydrologischen, chemischen, finanziellen und technisch-wirtschaftlichen Gründen kam für die Erweiterung der Wasserversorgung nur ein neues Wasserwerk im Norden der Stadt in der Nähe des Rheines in Frage.

Eingehende Versuche, die mit dem von Herrn Direktor Dr.-Ing. Joosten erfundenen chemischen Verfestigungsverfahren von Erdschichten**) an einem alten Kesselbrunnen in den aluvialen und diluvialen Kies- und Sandschichten beim Wasserwerk Flehe im Frühjahr 1927 vorgenommen wurden, hatten vollen Erfolg.

Auf Grund dieser Vorarbeiten wurde der Entwurf für den Bau der Wassergewinnungsanlage im Vordeichgelände für das neue Wasserwerk unter Berücksichtigung der Anwendung des chemischen Verfestigungsverfahrens ausgearbeitet und der Bau durchgeführt.

Langjährige Erfahrungen bei den alten Wassergewinnungsanlagen der Pumpwerke in Flehe hatten ergeben, daß bei allerungünstigsten tiefsten Rhein- und Grundwasserständen die einzelnen Rohrbrunnen der Wasserfassung, die in gegenseitigen Abständen von 20 m entlang des Rheines liegen und eine Entfernung von 25—50 m von der Uferkante des mittleren Rheinwasserspiegels haben, nur noch mit 8 l/s beansprucht werden konnten.

Die Rohrbrunnen sind an gemeinsame Heberleitungen, die in einem Sammelbrunnen endigen, angeschlossen. Die Heberleitungen liegen in einem Kanal, etwa 9 m unter Gelände. Das bisherige Bauverfahren zur Errichtung der begehbaren wasserdichten Stampfbetonkanäle, zur Verlegung der Heberleitungen in diesen und der an die Heberleitungen anzuschließenden Brunnen erforderte eine außerordentlich umfangreiche und teure Wasserhaltung. Bei offener oder verbauter, ausgesteifter Baugrube war es aus finanziellen und technischen Gründen nicht möglich, nach dem bisherigen Bauverfahren die Kanalsohle der Heberleitung tiefer als + 0 am O.P. (Ortspegel) zu legen. Damit war aber praktisch nur eine tiefste Absenkung der Grundwasserspiegel bis auf minus 6,5 m am O.P. möglich. Die Überlegung ging nun dahin, daß, wenn beim Bau der Wasserfassungsanlagen des neuen Werkes am Staad bei Anwendung des chemischen Verfestigungsverfahrens die Heberkanalsohle auf etwa minus 2 m am O.P. gelegt werden könnte, auch bei ungünstigsten, tiefsten Rhein- und Grundwasserständen eine Beanspruchung der einzelnen Brunnen mit mindestens der dreifachen Menge wie in Flehe ermöglicht würde, da alsdann auch Absenkungen bis auf minus 8,5 m am O.P. zu erreichen wären.

Dies führte zu folgendem Bauvorgang der Wasserfassung am Staad:

Die einzelnen Rohrbrunnen wurden in einem gegenseitigen Abstand von 20 m entlang des Rheines im Vordeichgelände und in einer Entfernung von der Uferkante des mittleren Rheinwasserspiegels von 25 bis 50 m hergestellt. Die gesamte Baugrube entlang den Brunnen, um die Brunnen herum und quer durch den Deich bis zum Sammelbrunnen wurde allseitig mit Larfen-Spundwanddielen von 9—10 m Länge umschlagen. Diese Spundwände sollten den seitlichen Eintritt von Wasser in die Baugrube auf ein Mindestmaß verringern und das Arbeiten in der Baugrube selbst bei allergeringster Wasserhaltung dadurch ermöglichen, daß unterhalb und innerhalb der Larfenwände die Sand- und Kiesschichten auf eine Stärke von etwa 2,50 m nach dem chemischen Verfahren zur Verfestigung des Baugrundes wasserabdichtend ver-

steint wurden. Es sollte also die nach unten noch offene, mit Spundwänden allseitig umschlagene Baugrube durch das chemische Verfestigungsverfahren mit einer versteinten Sohle praktisch wasserdicht abgeschlossen werden.

Die Verfestigungsarbeiten wurden, nachdem zwischen den Spundwänden der Boden bis auf + 3 m am O.P. herausgenommen war, durch Einrammen von Einspritzrohren mit Rammbar oder von Hand und durch Einspritzen von zwei Chemikalien in die zu versteinende Bodenschicht durchgeführt. Die aus hochwertigem Stahl bestehenden Rohre waren unten mit aufgeschraubter Stahlspitze und am untersten Teile mit feiner Lochung versehen. Das Einspritzen der Chemikalien in den Untergrund erfolgte unter einem Druck bis zu 15 atü.

Ein in der Mitte der Baustelle betriebenes Luftkompressorenaggregat lieferte durch entsprechende Rohrleitungen über die ganze Baustelle die Luft zum Antrieb von 20 Chemikalien-Pumpen. Chemikal I, das eine Lösung kieselsäurehaltigen Materials ist und gewissermaßen zur Durchtränkung des zu verfestigenden Bodens dient, wurde in fünf Schichten von je 50 cm durch jeweiliges Tieferschlagen der Rohre von oben nach unten eingepreßt.

Chemikal II, ein gelöstes Salz, das die chemische Umsetzung von Chemikal I im Untergrund hervorruft und so die Anreicherung mit Kieselsäure und damit die Verfestigung des Bodens bewirkt, wurde in umgekehrtem Sinne ebenfalls in fünf Schichten beim Ziehen der Rohre eingespritzt.

Trotz größter Schwierigkeiten, die sich infolge außerordentlich fester und grober, zusammengebackener Kies- und Sandschichten und in die Baugrube abgesprungener Spundwandseiten beim Schlagen der Einspritzrohre einstellten, gelang nach diesem Verfahren der wasserdichte Abschluß der Baugrube von unten praktisch vollkommen.

Obwohl während der Bauzeit der Rhein- und Grundwasserstand bis zu 3,60 m über der versteinten Sohle stand, waren in den einzelnen Baugrubenschichten von 45—50 m Länge nur Wasserhaltungen von etwa 10 l/s erforderlich. Es konnte nach der Versteinung ohne Aufenthalt nach Ausschachten der Erdmassen der 360 m lange eisengewehrte Heberrohrkanal vollkommen wasserdicht über den versteinten Schichten und zwischen den Spundwänden, die teilweise nachgedichtet werden mußten, eingebaut werden.

Mit der neuen Bauweise, die auch „chemische Wasserhaltung“ genannt werden kann, wurden nicht nur wassergewinnungstechnische, sondern auch wesentliche finanzielle Vorteile gegenüber dem alten Verfahren erreicht. Die neue Bauweise gewährleistet gegenüber den Werken in Flehe eine tiefere Absenkung des Grundwasserspiegels von über 3 m. Mit nur 25 Brunnen auf 500 m Rheinfront können bei dem neuen Werk am Staad auch bei tiefsten Rhein- und Grundwasserständen 65 000 cbm gewonnen werden.

Mit der früheren Bauweise, die eine sehr umfangreiche Wasserhaltung vorsehen mußte, wären insgesamt 60 Brunnen und 700 m mehr Heberrohrkanal und damit auch Rheinfront für dieselbe tägliche Fördermenge von 65 000 cbm erforderlich gewesen.

Trotz der relativ hohen Kosten, die die neue Bauweise mit dem chemischen Verfestigungsverfahren erforderte, waren deshalb doch ganz wesentliche Ersparnisse gegenüber der alten Bauweise zu erzielen.

Das Verfahren hat durchaus das gehalten, was es bei den eingehenden Vorversuchen versprochen hat. Seine Anwendung dürfte nicht nur bei schwierigen Wasserhaltungsbauten, sondern überhaupt im Grundbau, da, wo Tiefbauarbeiten mit Wasserhaltung, Sicherung schlechten Untergrundes, Vorfundamentierungen, Undichtheiten an Tiefbauten usw. notwendig werden, die größte Aufmerksamkeit der Fachwelt verdienen und zu empfehlen sein. —

*) Vortrag, gehalten auf der 33. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins in Berlin am 17. März 1930.

**) Vgl. „Deutsche Bauzeitung“, Konstr.-Beilage 1927, S. 64 und 177, 1928, S. 82.