

DEUTSCHE BAUZEITUNG

MITTEILUNGEN ÜBER

ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

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

VI. JAHRGANG.

No. 26.

Ausführung einer hochliegenden Kuppel in Eisenbeton unter Ersparung umfangreicher Aufrüstungen.

Hierzu die Abbildungen S. 107.

In Los Angeles, Kalifornien, ist in diesem Jahr eine neue Kirche der Scientisten-Gemeinde vollendet worden, die als ein Zentralbau mit einer halbkreisförmigen Eisenbetonkuppel von rd. 21 m Spw. in Beton und Eisenbeton errichtet worden ist. Von Interesse ist die Herstellungsweise der sich bis zu 30 m über Gelände erhebenden Kuppel, bei welcher die Anwendung umfangreicher Rüstungen dadurch vermieden ist, daß die Vierungspfeiler und die sie in Höhe des Kuppelfußes verbindenden Eisenbetonbalken ein Eisengerippe erhalten haben, stark genug, um die Verschalung und den nassen Beton dieser Konstruktionsteile zu tragen. Zur Herstellung der Kuppel selbst war dann nur ein mittlerer Rüstpfeiler erforderlich, während die Lehren im übrigen auf den fertigen Vierungsbalken ihren Stützpunkt fanden. Wir entnehmen die nachstehende kurze Beschreibung der Konstruktion nebst den beigegebenen Abbildungen der amerikanischen Zeitschrift „Engineering Record“ vom 20. August 1909 (Vergl. auch „Engineering News“ vom 2. Sept. 1909). Abbild. 1 zeigt einen Schnitt durch den oberen Kuppelaufbau, Abbildg. 2 und 3 geben die Ausführung in verschiedenen Stadien wieder.

Winkleisen zusammengesetzt sind, geht aus der Abbildung 4 klar hervor. Diese Vierungsträger sind im Grundriß überdeckt durch 9,15 m weitgespannte, 1,5 m hohe Fachwerkträger verbunden und zwischen diese und die Hauptträger spannen sich noch weitere sekundäre Träger, sodaß ein sich dem Kuppelfuß anschmiegendes, diesen unterstützendes Achteck von Trägern entsteht. Diese Träger sind sämtlich allseitig mit Beton umhüllt und in ihren Untergeräten sind, wie die Abbildung erkennen läßt, noch besondere Zugstäbe aus spiralig verdrehtem Eisen eingelegt, welche das erwähnte Eisengerippe in der Aufnahme der Spannungen der fertigen Konstruktion zu unterstützen haben.

Die Stahlsäulen wurden am Boden in ihrer ganzen Länge von 18,3 m zusammengesetzt und am Kopf mit kurzen Querarmen versehen, dann mit Mastenkränen aufgerichtet und gegeneinander versteift. Dann wurden mittels Flaschenzügen, die an den Querarmen befestigt wurden, die Träger hochgezogen und eingebaut. (Vergl. Abbildg. 2.)

Der Kuppeltambour, der sich auf den vorherbeschriebenen Trägerrahmen aufsetzt, besteht aus je einem geschlossenen unteren und oberen Ring, zwischen denen er in offe-

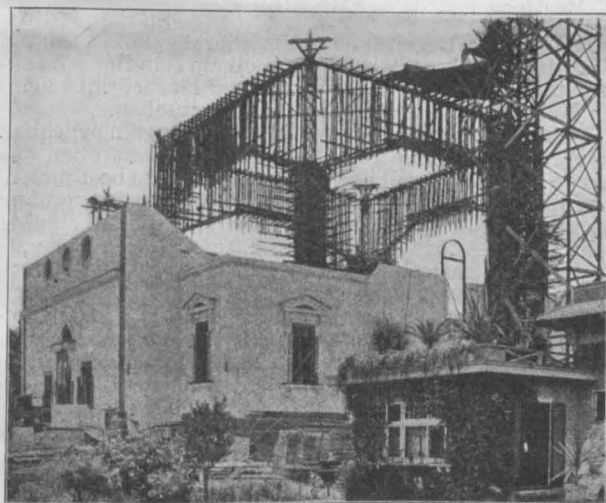


Abbildung 2. Aufstellung des Eisengerippes der Vierung.

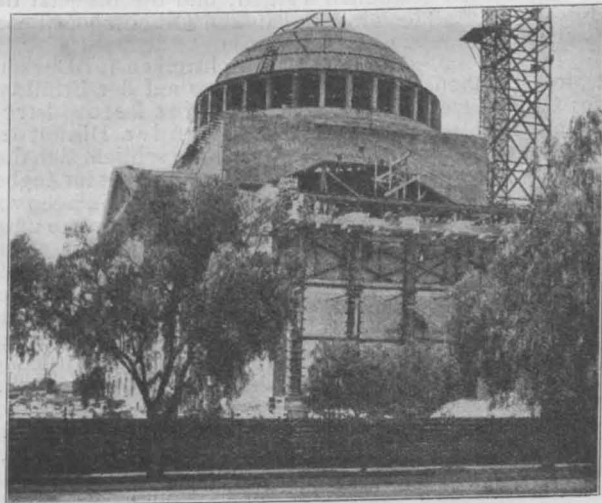


Abbildung 3. Bau nach Fertigstellung der Kuppel.

Der Grundriß der Kirche hat die Form eines Kreuzes, dessen Mittelpunkt der eigentliche Kuppelbau bildet. Einschließlich des Eingangs-Vorraumes ist die Länge 45, die Breite 33 m. Der ganze Bau ist auf eine durchlaufende Betonplatte gegründet, die ihren Druck auf eine Kiesschicht abgibt. Eiseneinlagen sind in diese Platte nur unter den Vierungspfeilern eingelegt. Diese Pfeiler haben das ganze Gewicht des Kuppel-Aufbaues, d. h. rd. 1400 t zu tragen. Sie haben einen Querschnitt von nicht ganz 1 qm Fläche und sind verstärkt mit genieteten Stahlsäulen, die aus 4 Eckwinkeln von 76 · 76 · 10 mm Stärke und doppeltem Gitterwerk von 53 · 6 mm Flachstäben bestehen (vergl. Abbildung 4) mit Verstärkungswinkeln an den äußeren Ecken.

Unterhalb des Kuppelfußes werden diese Pfeiler durch 4 doppelwandige eiserne Fachwerkträger verbunden, die bei 20,73 m Spw. in der Mitte 3,15 m Höhe, im Anschluß an die Pfeiler eine solche von 6,25 m und 0,51 m Breite besitzen. Die Ausbildung dieser Fachwerkträger, die aus

nen Säulenstellungen aufgelöst ist. Der untere Ring hat bei 40 cm Breite 90 cm Höhe und ist an der Außenfläche mit 6 Eisenstäben von 25 mm Durchm. armiert, zu denen an der Basis noch 2 weitere hinzutreten. Die 32 Säulen haben 40 · 45 cm Querschnitt und sind durch je 4 Eiseneinlagen aus Spiraleisen von 20 mm Durchm. versteift. Diese Eisen greifen in den oberen und unteren Ring ein und sind noch mit einer Drahtspirale umhüllt. (Die Säulen sind also in umschnürtem Beton ausgebildet). Der obere Ring hat bei 40 cm Breite 70 cm Höhe und ist mit 5 Stäben von je 25 mm Durchm. armiert. In diesen Ring sind über den Säulen kleine Auflagersteine aus Stampfbeton einbetoniert worden, auf welche sich die radial gestellten hölzernen, schiffelförmigen Rüstträger der Kuppel stützen, die ihren mittleren Stützpunkt auf dem schon erwähnten Rüstpfeiler von rd. 5 m im Quadrat Grundfläche finden.

Die Kuppelschale hat am Fuß 20, im Scheitel 10 cm Stärke und ist armiert durch wagrechte Stäbe in 15 bzw.

30 cm Abstand mit 12 bzw. 6 mm Stärke und durch radial gestellte Eisen von 6 mm Stärke und 45 cm unterem Abstand. Der Beton wurde mit einem seitlich stehenden Aufzug, vergl. Abbildg. 2 und 3, bis 10 m über die Verwendungsstelle hochgezogen und mittels eines 18 cm weiten Rohres dem Zentrum des Baues zugeführt und von da mit drehbaren Schüttrinnen der Verwendungsstelle zugeleitet. Die Kuppelschalung wurde 90 Tage nach Einbringung des

Betons entfernt, nachdem auch schon die Terrakotten-Verkleidung der Kuppel ausgeführt war, für deren Befestigung verzinkte Eisendrähte in den Beton der Kuppel eingelassen waren. Die im oberen Teile des Kuppelquerschnittes (Abbildung 1) erscheinende äußere Holzkonstruktion ist erst nachträglich aufgesetzt worden, da dem ausführenden Architekten die ursprüngliche, zu wenig überhöhte Kuppelform nicht gefiel.

Die Verwendung von Eisenflechtwerk zur Zugbewehrung von Betondecken.*)

Von Stadtbaurat Steinberger in Darmstadt.

Im Eisenbetonbau hat sich in letzter Zeit eine Ausführungsweise einzubürgern versucht, die aus praktischen und theoretischen Gründen nicht ganz einwandfrei ist und insbesondere dem Wesen einer wichtigen Eisenbeton-Konstruktion und zwar dem der Eisenbetondecken widerspricht. Es handelt sich um die Verwendung von Eisenflechtwerk zur Zugbewehrung bei tragenden Hauptbaugliedern, während solche Flechtwerke früher nur im Putzbau bei Herstellung von Deckenverkleidungen und vielleicht auch bei untergeordneten Konstruktionen verwendet wurden.

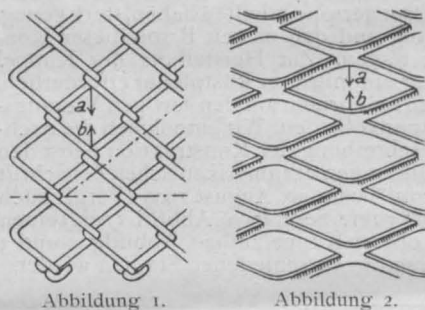
Auf letzterem Gebiet haben sich die Flechtwerke durchaus bewährt, sie erfüllen ihren Zweck hier jedenfalls sehr gut. Anders verhält es sich aber mit der Verwendung eiserner Flechtwerke zur Bewehrung von tragenden Hauptbaugliedern. Ihre Einführung in dieses Gebiet des Bauwesens ist nicht so unbedenklich, wie dies auf den ersten Blick vielleicht erscheinen mag, sie muß vielmehr einer Reihe schwerwiegender Bedenken begegnen. Es befremdet im höchsten Grade, daß noch von keiner Seite, auch nicht von den Baupolizeibehörden, zu dieser gewiß wichtigen Frage Stellung genommen worden ist, da doch die in Rede stehende Ausführungsweise durchaus nicht lokaler Art, vielmehr recht verbreitet ist. Die Behörden erscheinen zur Stellungnahme in ihrem eigensten Interesse berufen, denn sie haben über die Sicherheit im Bauwesen zu wachen und erscheinen demgemäß verpflichtet, die Grundsätze der Konstruktion aufrecht zu erhalten. Ist schon der Eisenbetonbau an und für sich eine Bauweise, die noch lange nicht erschöpfend untersucht und ergründet ist, so darf auch nicht gestattet werden, von den Ergebnissen willkürlich abzuweichen, die mit vielen Mühen und unter großen pekuniären Opfern in langjähriger Arbeit aus zahlreichen Versuchsreihen gewonnen wurden, und die bis jetzt die einzigen und allgemein anerkannten Grundlagen dieses Zweiges der Baukunst ausmachen.

Die Ergebnisse aus den Versuchsreihen für Deckenplatten beruhen bis jetzt ausnahmslos auf der Erfüllung des Grundsatzes: Zugverstärkung für Beton durch Eiseneinlagen, als gerade Zugbänder. Die auf den Versuchsergebnissen aufgebaute Theorie schließt sich diesem Grundsatz aufs innigste an. Stets sind daher für Zugbewehrung im Gebiet der größten Zugkräfte Eiseneinlagen von absolut gerader Richtung zu verwenden, gekrümmte unter Zugwirkung sich verlängernde Stäbe erfüllen diese Aufgabe niemals, sie bieten der bei jeder Biegung notwendigerweise auftretenden Ausdehnung keinen, zum mindesten aber nicht genügenden Widerstand; sie geben der auf Ausdehnung gerichteten Zugkraft nach und können daher eine Verstärkung der Zugfestigkeit von Beton mit Hilfe der Haftfestigkeit nicht bewirken. Die Verwendung gekrümmter dehnbarer Stäbe zur Zugbewehrung sollte sich schon aus dieser Erwägung von selbst verbieten und dies erst recht, wenn man bedenkt, daß die Güte und Haltbarkeit des Eisenbetons nicht unwesentlich auf dem Vorhandensein fast gleicher Temperatur-Ausdehnungskoeffizienten zwischen Eisen und Beton beruht, ein Zufall, der aber das Prinzip der geraden Zugbandbewehrung indirekt bestätigt. Wesentlich verschiedenartige Temperaturendehnungen würden naturgemäß die Durchbiegung begünstigen und den Sicherheitsgrad nach Maßgabe der Temperatur-Verschiedenheit herabmindern. Trotz der besten Haftfestigkeit des Betons würden in einem solchen Falle Ribbildungen und schließlich auch Zerstörungen der Konstruktion nicht zu vermeiden sein; eine mechanische Wirkung der Zugkräfte, in welcher Form sie sich auch äußern mag, darf jedenfalls nicht noch besonders begünstigt werden. Die bei Betondecken auftretenden Zugkräfte bedingen daher die Verwendung unbedingt gerader Stäbe zur Zugbewehrung.

Zur Aufnahme von Quer- und Scherkräften sollten besondere Eisenstäbe verwendet werden, doch schadet es nichts, wenn ein Teil der errechneten Zugbewehrung für die Beseitigung der am Auflager stärker auftretenden

Scherkräfte durch Abbiegen mitverwendet wird, denn die Zugkräfte im Material nehmen bekanntlich nach dem Auflager zu ab, wenden sich gegebenenfalls sogar nach oben, so daß ein Teil der Eiseneinlagen für den anderen Zweck recht gut benutzt werden kann. Was für gekrümmte, unter Zug sich verlängernde Stäbe bewiesen wurde, gilt auch, und zwar in erhöhtem Maße für Eisenflechtwerke, die nicht einmal einheitlich fest sind. Die Kreuzungspunkte der einzelnen Stäbe sind niemals so eng miteinander verbunden, daß nicht noch weitere Zusammenpressungen all dieser Knotenpunkte stattfinden können. Ist dies aber der Fall, so ist die Möglichkeit der Verlängerung des gesamten Netzwerkes unter Zugwirkung und damit die Unbrauchbarkeit desselben zur Zugbewehrung gegeben.

Wären die Flechtwerksknoten, wie dies neuerdings in Amerika in richtiger Würdigung der Sache gebräuchlich ist, nach Art von Ketten, oder so gestaltet, daß sich ein Stab an den anderen rechtwinklig fest anschließt, so wären sie vielleicht von weniger ungünstigem Einfluß auf die Konstruktions-Sicherheit, es würde auf diese Weise



den Zugkräften wenigstens ein halbwegs sachgemäßer Widerstand entgegengesetzt. Bei den gewöhnlichen Flechtwerken (Abbildung 1) kann hiervon keine Rede sein, nicht allein, daß sich die Drähte fortgesetzt um ihre Stärke seitlich

verschieben, sie liegen auch zueinander sägeförmig schräg, sodaß die Aufnahme der Zugkräfte einem ständigen Wechsel unterworfen ist. Die Wirkung der hierbei entstehenden Nebenspannungen ist gar nicht abzusehen. Abgesehen von diesen technischen Mängeln begegnen die Flechtwerke auch theoretischen Bedenken, denn das ganze System ist statisch wohl kaum richtig zu bestimmen, ganz abgesehen davon, daß die Diagonalbewehrung ohne besondere Auflagerverankerung für die Rechnung nicht einmal günstig ist, denn die freie Länge für die armierten Deckenstreifen wird unnötigerweise vergrößert.

Die Hauptschwäche der mit Flechtwerken armierten Decken liegt aber in dem Umstand, daß die aus der Biegung folgenden Zugkräfte sich nicht der Diagonalbewehrung anschließen, vielmehr der elastischen Linie folgen und daher den kürzesten Weg zwischen den Auflagern einschlagen; sie treffen also die Diagonalbewehrung unter einem Winkel. Daß eine solche Bewehrung dem Kern der Sache nicht entspricht, liegt auf der Hand, sind doch gerade nach der Richtung der Hauptspannungen a-b (Abbildung 1) keinerlei Zugarmierungen vorhanden.

Infolgedessen besitzt eine so armierte Decke statisch überhaupt keinen Wert. Besteht sonach in der Richtung a-b (Abbildung 1) keine Zugbewehrung, so ist auch in der zu a-b senkrechten Achse kein erheblicher Widerstand gegen Durchbiegen vorhanden. Es kommt also hier nur die dem Beton inwohnende Zugfestigkeit in Betracht, die aber bekanntlich so gering ist, daß sie für eine sichere Deckenkonstruktion bei weitem nicht ausreicht.

Dem natürlichen Verlauf der durch Biegung entstehenden Zugkräfte könnten wohl die Flechtwerke einigermaßen angepaßt werden, wenn sie der Zugrichtung entsprechend verlegt oder von vornherein dem besonderen Zweck gemäß geflochten würden, allein es wird hierdurch nicht viel erreicht. Die Einheit der Stäbe fehlt nach wie vor, eine sachgemäße Deckenplatten-Armierung ist mit Eisenflechtwerken mangels ausreichenden Zugwiderstandes innerhalb des Netzwerkes selbst nicht zu erreichen, weshalb man sich auch bis jetzt weder wissenschaftlich noch versuchsweise mit dieser Art der Deckenbildung ernstlich beschäftigt hat.

Den Flechtwerken gleich zu achten ist das in Abbil-

* Anmerkung der Redaktion. Wir können den Ausführungen des Verfassers zwar nicht in vollem Umfange zustimmen, wir halten aber die Frage andererseits für wichtig genug, um eingehend untersucht und erörtert zu werden.

dung 2 dargestellte Gitterwerk, das durch Aufschneiden und Strecken von Eisenblechen gewonnen wird; die geltend gemachten Bedenken treffen auch für dieses Material zu. Hierzu äußert sich Professor E. Mörsch in seinem Werke „Der Eisenbetonbau“ wie folgt: „Viel empfohlen zur Armierung der Platten wird das Streckmetall des Amerikaners Golding, das durch Stanzen und Biegen aus Blechen hergestellt wird. Die verlangte Widerstandsfähigkeit kann durch verschiedene Blechstärken und Maschenweiten erreicht werden, indessen hat man bei Verwendung von Streckmetall nicht die leichte Anpassungsfähigkeit an den Verlauf der Momente, wie bei Benutzung von Rundeiseneinlagen, sodaß das Streckmetall nur zu einfachen Platten verwendet werden kann“. Professor Mörsch teilt also die theoretischen Bedenken, ohne allerdings auf die Frage der Dehnungsfähigkeit gekrümmter Stäbe näher einzugehen.

Die für die Praxis wichtigen Materialfehler sind folgendermaßen geschildert: „Bei Herstellung des Netzes aus dem Blech wird das Metall einer bedeutenden Beanspruchung unterworfen und da das Flußeisen durch Stanzen in seiner Festigkeit und Dehnungsfähigkeit beeinträchtigt wird, so müssen die dadurch hervorgerufenen Mängel durch Ausglühen der Bleche wieder behoben werden“. Ob dies durch bloßes Ausglühen erreicht werden kann, ist fraglich.

Der Umstand, daß die einzelnen Platten selten in den richtigen Baulängen im Handel zu haben sind und daher an den Stößen durch Draht zusammengebunden werden müssen, ist ein weiterer Mangel der Konstruktion in Anbetracht der gewiß notwendigen einheitlichen Wirkungsweise der Armierung. Auch die gewöhnlichen Drahtge-

weises mehr, denn die Fehler der Konstruktion bleiben auch in der Zusammensetzung die gleichen. Wenn die reine Flechtwerkarmatur als unzulässig anzuerkennen ist, so ist sie auch zu verwerfen in Verbindung mit anderen Bewehrungsarten, wenngleich einer kombinierten Konstruktion immerhin noch ein gewisser Grad von Sachlichkeit inneohnt. Die hier vorhandene geradlinige Bewehrung hat die rechnermäßigen Anforderungen tatsächlich allein zu erfüllen, die Zugabe von Flechtwerk ist für die zu bewältigende Aufgabe bedeutungslos. Die geraden Eiseneinlagen werden daher in Wirklichkeit auch noch mit derjenigen Zugkraft belastet, die den Flechtwerken zugeordnet ist, dasie von diesen tatsächlich nicht übernommen werden können. Auch an die Haftfestigkeit werden erhöhte Anforderungen gestellt. Infolgedessen tritt für die Hauptkonstruktionsmittel eine wesentlich erhöhte Inanspruchnahme und damit eine Herabminderung des allgemeinen Sicherheitsgrades ein und zwar um das Maß der gewählten Zugverteilung.

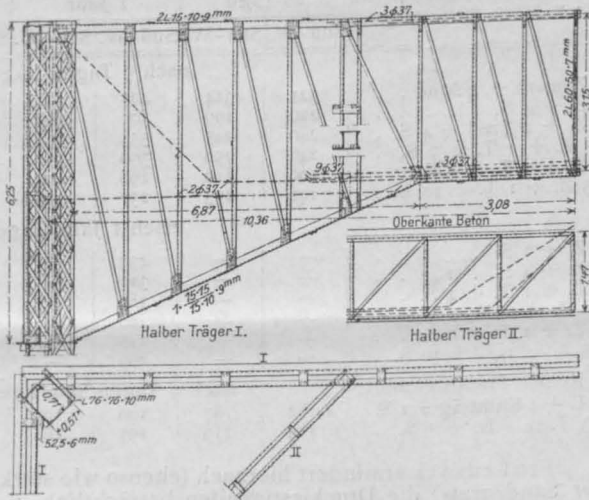
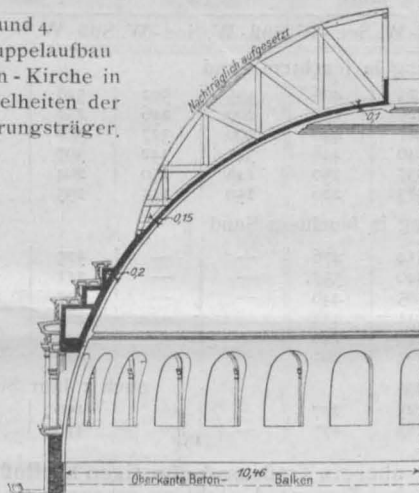
Die für den Eisenbetonbau bis jetzt gültigen Vorschriften, namentlich diejenigen über die Inanspruchnahme der Konstruktionsmaterialien, sind somit bei den kombinierten Zugbewehrungen nicht gewahrt, weshalb auch diese Konstruktionsweise unzulässig sein muß. In keiner Bauweise ist die Aufrechterhaltung des Grundsatzes einheitlicher Konstruktion so bedingungslos zu fordern, wie im Eisenbeton, daher sollte unter allen Umständen an diesem Grundsatz festgehalten werden. Die gesamten errechneten Zugspannungen können sachgemäß nur von geraden Einzelstäben aufgenommen werden, eine Verteilung auf zwei verschiedenartige und voneinander getrennte Bewehrungen und zwar auf gerade Stäbe und rautenförmige Gitterwerke

Abbildungen 1 und 4.

Schnitt durch den Kuppelaufbau der neuen Scientisten-Kirche in Los Angeles und Einzelheiten der Eisengerippe der Vierungsträger.

(Nach „Engineering Record“ 1909.)

Ausführung einer hochliegenden Kuppel in Eisenbeton unter Ersparung umfangreicher Aufrüstungen.



flechte machen öfteres Zusammenbinden einzelner Stücke notwendig, jeder Stoß bedeutet aber eine weitere Vermehrung der konstruktiven Bedenken, die wohl auch in weiteren Fachkreisen bisher richtig gewürdigt worden sind, anderenfalls sich gewiß die fehlerhafte Konstruktion schneller ausbreitet hätte.

Wo die reine Flechtwerkbewehrung bisher keinen Boden fassen konnte, ist versucht worden — und zwar mit teilweise Erfolg — derselben auf dem Umweg der Verbindung mit anderen Bewehrungsarten Eingang im Bauwesen zu verschaffen; so wurden z. B. die errechneten Zugspannungen zu $\frac{2}{3}$ auf normale geradlinige Bewehrung, zu $\frac{1}{3}$ auf Flechtwerkarmatur verteilt. Daß dieses Verfahren ebenfalls sachwidrig ist, bedarf wohl keines weiteren Be-

ist gänzlich verfehlt. Wo solche Maßnahmen gebilligt werden, geschieht dies sowohl gegen die allgemeinen Regeln der Statik, als auch gegen die grundlegenden Erfahrungen aus dem Wesen der Baukonstruktionen im allgemeinen, hier speziell der Eisenbetonkonstruktion. Die Verantwortung für derartige Ausführungen muß den Stellen überlassen werden, die solche regelwidrige Bauausführungen zulassen. Die Gitterwerke bieten der Bauart und der öffentlichen Sicherheit nur Nachteile; einen Vorteil hat nur der Unternehmer, da das Verlegen von Flechtwerken sich natürlich viel schneller abwickelt, als das Einbringen zahlreicher Eisenstäbe. Infolgedessen wird an Arbeitslohn gespart und damit die Konkurrenzfähigkeit gesteigert, allerdings nicht zum Wohle der Sache selbst.

Bericht über das Verhalten hydraulischer Bindemittel im Seewasser (nach den Versuchen auf Sylt).

Im 5. und 6. Heft der „Mitteilungen aus dem kgl. Materialprüfungsamt Gr.-Lichterfelde“ Jahrg. 1909 wird von Prof. M. Gary in Gemeinschaft mit Ing. Schneider der 2. Bericht über die von genanntem Amt in Westerland auf Sylt veranstalteten umfangreichen Versuche veröffentlicht, die nach einem vom preuß. Ministerium der öffentl. Arbeiten mit Vertretern der Zement- und Traß-Industrie vereinbarten Arbeitsplan zunächst i. J. 1898, dann i. J. 1902/03 eingeleitet worden sind. Veranlassung zu diesen Versuchen gaben bekanntlich die an mit Portland-Zement ausgeführten Seebauten beobachteten Schäden, die Dr. Michaëlis durch eine 1896 erschienene Abhandlung hauptsächlich auf den chemischen Einfluß des Seewassers zurückführte, der sich in einer Verbindung der Schwefelsäure des Seewassers mit dem im Portland-Zement vorhandenen freien, oder bei der Erhärtung freiwerdenden Kalk äußere, die zu einer nachteiligen Raumvergrößerung im Mörtel führe. Michaëlis schlug vor, dem dadurch zu be-

gegen, daß man dem Portland-Zement Puzzolane, d. h. verbindungsfähige Kieselsäure, zusetze, die sich mit dem freiwerdenden Kalk verbinde und diesen unschädlich mache. Ueber das Ergebnis der Versuche von 1898 ist in den „Mitteilungen“ des Amtes 1900, Ergänzungsheft I, eingehend berichtet. Sie zeigten, „daß es möglich ist, durch Zusätze von Traß innerhalb gewisser Grenzen zu Portland-Zement diesen für die Benutzung in Seewasser geeigneter zu machen“.

Bei diesen Versuchen handelte es sich nur um Mörtelproben kleinerer Abmessungen, die in ruhigem Wasser gelagert wurden. Die Versuche von 1902/03 wurden dagegen auch auf Betonwürfel von 30 cm Kantenlänge und auf große Betonquader ausgedehnt, die in Seebuhnen eingebaut, unmittelbar dem Wellenangriff ausgesetzt wurden. Der „Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten“ stellte sein auf Sylt befindliches Laboratorium für die Dauer dieser Versuche kostenlos zur Verfügung.

Verwendet wurde, wie bei den früheren Versuchen,

ein kalkreicher Portland-Zement A — Zusammensetzung: 23,74% Kieselsäure, 7,6% Tonerde + Eisenoxyd, 65,93% Kalk — und ein kalkarmer Zement C — Zusammensetzung wie vor 21,73, 9,57 und 61,61%, dazu Dünnensand, Traß aus dem Nettetal, Fettkalk aus Cöln, als Kalkteig verwendet, und Steinschlag von schwedischem Granit (50% mit 60 bis 25 mm Korngröße, 50% mit 25—10 mm). Es wurden 8 verschiedene Mischungen verwendet und zwar zwei nur mit Sand und Zement (1:2 bzw. 1:4), vier mit Zement, Traß und Sand (1:1:4; 1,5:1:5; 1:1:8; 1,5:1:10), zwei mit Traß, Kalkteig und Sand (3:2:1 und 1,5:1:1). Zur Herstellung der Betonkörper wurde auf 0,5 Raunteile dieses Mörtels 1 Raunteil Steinschlag zugegeben. Sämtliche Zementmischungen wurden sowohl mit dem Zement A wie mit C hergestellt, sodaß also im Ganzen 14 verschiedene Mörtel zu verwenden waren. Es wurden daraus hergestellt: je 10 große Betonquader in der zu den Bühnenbauten benutzten Größe und Form, von denen je 5 nach 3 Monaten und 5 nach 1 Jahr Erhärtung in feuchtem Sande in die Bühnenköpfe eingebaut wurden; Betonwürfel von 30 cm Kantenlänge zu Druckversuchen und zwar je 5 Körper für jede Altersklasse von 28 Tagen, 1 Jahr, 5, 15 und 30 Jahren — und für jede Erhärtungsart — im feuchten Sand und im Süß- bzw. Seewasser — aus 85 Würfeln von jeder Betonmischung; Druck- und Zugproben aus den verwendeten Mörteln (Würfel von 50 cm Fläche, Zugproben von

50 cm kleinstem Querschnitt) bei gleichem Alter wie die Betonwürfel zu prüfen und zwar zu je 5 Betonwürfeln 5 Mörtel-Druckproben und 10 Mörtel-Zugproben. Alle Mischungen wurden nach gewogenen Raumteilen unter Zugrundelegung der vorher sorgfältig festgestellten Einheitsgröße zusammengesetzt und in einer Kunz'schen Mischmaschine gemischt. Die Betonwürfel wurden in den üblichen eisenen, die großen Blöcke in hölzernen Formen gestampft. Die kleineren Proben wurden teils nach 9tägiger, teils nach 1jähriger Lagerung in feuchtem Sande in Süß- bzw. Seewasser-Bassins eingesetzt.

Die Normenprüfung der beiden Zemente ergab nach 7 bzw. 28 Tagen an Zugfestigkeit i. M. 20 bzw. 25,1 kg/qcm für den tonerdereichen, kalkarmen Zement C und 24,3 bzw. 31,4 kg/qcm für den kalkreichen Zement A. Die bezüglichen Druckfestigkeiten waren 170 bzw. 245 und 243 bzw. 323 kg/qcm, also die Verhältnisse der Zug- zur Druckfestigkeit $\frac{1}{8,5}$ bzw. $\frac{1}{9,7}$ und $\frac{1}{10}$ bzw. $\frac{1}{10,3}$.

Es liegen jetzt die Ergebnisse der Prüfung der 5 Jahre alten Proben vor. In der nachstehenden Tabelle sind aus dem in der Veröffentlichung mitgeteilten ausführlichen Zahlenmaterial nur die Mittelwerte der Prüfung der Betonwürfel für ein Alter von 28 Tagen, 1 und 5 Jahren, für die Lagerung im Süß- und Seewasser, und zwar nach vorheriger 9tägiger bzw. 1jähriger Lagerung in feuchtem Sande zusammengestellt:

Druckfestigkeit der Betonwürfel (Mittelwerte) in kg/qcm

Mischungsverhältnis des Mörtels, dazu auf 0,5 Raunt. Mörtel 1 Raunteil Steinschlag.	Zement C (tonerdereich, kalkarm)						Zement A (kalkreich)					
	28 Tage		1 Jahr		5 Jahre		28 Tage		1 Jahr		5 Jahre	
	Süß-W.	See-W.	Süß-W.	See-W.	Süß-W.	See-W.	Süß-W.	See-W.	Süß-W.	See-W.	Süß-W.	See-W.
nach 9 Tagen Lagerung in feuchtem Sand												
1 Zement + 2 Sand	321	314	427	462	473	406	495	502	528	518	521	539
1 Z. + 4 S.	220	199	301	263	329	299	209	246	238	277	232	309
1 Z. + 1 Traß + 4 S.	240	245	354	358	427	440	300	327	386	374	390	367
1,5 Z. + 1 T. + 5 S.	246	259	390	390	440	448	341	342	397	430	468	431
1 Z. + 1 T. + 8 S.	100	116	196	204	237	250	148	150	204	197	226	216
1,5 Z. + 1 T. + 10 S.	146	153	257	253	283	280	150	155	195	193	216	203
nach 1 Jahr Lagerung in feuchtem Sand												
1 Z. + 2 S.	—	—	439	—	514	476	—	—	525	—	540	547
1 Z. + 4 S.	—	—	311	—	340	357	—	—	311	—	304	310
1 Z. + 1 T. + 4 S.	—	—	380	—	405	446	—	—	407	—	402	425
1,5 Z. + 1 T. + 5 S.	—	—	420	—	431	433	—	—	427	—	426	420
1 Z. + 1 T. + 8 S.	—	—	218	—	243	249	—	—	227	—	214	218
1,5 Z. + 1 T. + 10 S.	—	—	269	—	292	295	—	—	228	—	233	226
Reiner Traß-Kalkmörtel												
3 T. + 2 Kalkteig + 1 S.	82	87	190	193	225	227	—	—	190	—	207	208
1,5 T. + 1 K. + 1 S.	114	119	195	168	183	177	—	—	178	—	183	187
nach 9 Tagen Sandlagerung												
nach 1 Jahr Sandlagerung												

Traßzusatz vrmindert hiernach (ebenso wie stärkerer Sandzusatz) die Druckfestigkeiten beträchtlich, und zwar vor allem bei den mageren Mischungen und bei Zement C stärker als bei A. Die Erhärtung im Seewasser verringert nur bei den mageren Mischungen die Festigkeit, erhöht sie sogar bei den fetteren gegenüber der Erhärtung im Süßwasser; das Seewasser dringt in die mageren Mischungen ein und führt dort Zersetzungen herbei. Traß-Zusätze schwächen diese schädliche Wirkung ab, namentlich bei Zement C, während bei Zement A die günstige Wirkung schon nach Jahresfrist aufhört. Das Verhalten des reinen Traß-Kalk-Mörtels war im Süß- und Seewasser ziemlich das gleiche.

Bei den in die Bühnen eingebauten großen Blöcken zeigten alle mageren Mischungen größere Beschädigungen, vor allem die mit Zement C hergestellten, die zum Teil nach 2 Jahren völlig zerstört waren. Bei letzteren hatte

aberein Traßzusatz günstigen Einfluß, während ein solcher bei Zement A nicht zu erkennen war. Auch die fetteren Mischungen mit Zement C zeigten hier Risse und Oberflächenbeschädigungen, die mit Zement A blieben mit wenigen Ausnahmen unverändert. Bei beiden Zementen zeigte sich die günstige Wirkung längerer Lagerens im Sande vor Einbau in die Bühnen, bei Zement C auch der günstige Einfluß von Traßzusatz. Die Blöcke aus reinem Traßkalk-Beton zeigten, daß sie „mindestens die gleiche Widerstandsfähigkeit im Seewasser besitzen, wie magere Zementmischungen“. Im übrigen wird aus dem Verhalten der Blöcke gefolgert, daß sich: „Zement A zu Seebauten besser eignet als C; daß Traßzusatz zum Zement für Seebauten nur bedingten Wert hat; daß es zweckmäßig ist, für Seebauten fette (dichte) Mischungen zu verwenden und die Blöcke vor dem Einbringen in die See möglichst lange an der Luft (oder unter Sand) erhärten zu lassen“.

Vermischtes.

Vorlesungen über Eisenbeton an der Technischen Hochschule zu Berlin. An der Berliner techn. Hochschule hat sich Ziv.-Ing. Dr.-Ing. E. Probst, Mitherausgeber der Zeitschrift „Armiertes Beton“, als Privatdozent habilitiert und wird dort voraussichtlich schon in diesem Wintersemester über „Ausgewähltes Kapitel über Eisenbeton“ lesen. Der Eisenbeton ist an dieser Hochschule schon seit längerem außerdem durch die beiden etatmäßigen Professoren Boost und Siegmund Müller vertreten.

Preußische Vorschriften für die Berechnung von Säulen aus umschnürtem Beton. Zu unserer unter der gleichen Ueberschrift in No. 23 erschienenen Mitteilung erhalten wir von der A.-G. Wayss & Freytag in Neustadt a. Hdt. nachstehende Zuschrift:

„In einer ihrer letzten Nummern befindet sich der Abdruck eines ministeriellen Erlasses vom 18. September d. J. betr. die besondere Behandlung der eisenumschnürten Be-

ton-Konstruktionen nach System Considère. Es ist dort versucht, der günstigen Wirkungsweise dieser umschnürten Beton-Konstruktionen dadurch gerecht zu werden, daß eine Berechnungsformel hierfür bestimmt ist, die eine Erhöhung der üblichen zulässigen Belastung gegenüber anderen Eisenbeton-Konstruktionen bedeutet. Wir möchten hierbei besonders betonen, daß dieser Erlaß nur auf die eisenumschnürten Betonkonstruktionen nach System Considère Anwendung findet. Diese Ausführungsart ist durch D. R. P. geschützt und das alleinige Ausführungsrecht derselben besitzt unsere Firma“.

Inhalt: Ausführung einer hochliegenden Kuppel in Eisenbeton unter Ersparung umfangreicher Aufrüstungen. — Die Verwendung von Eisenblechtwerk zur Zugbewehrung von Betondecken. — Bericht über das Verhalten hydraulischer Bindemittel im Seewasser (nach den Versuchen auf Sylt). — Vermischtes. —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., Berlin. Für die Redaktion verantwortlich Fritz Eiselen, Berlin. Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg., P. M. Weber, Berlin.