

# DEUTSCHE BAUZEITUNG

## MITTEILUNGEN ÜBER

### ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

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

VI. JAHRGANG.

No. 12.

#### Kaufhaus-Neubau der Firma Heinrich Esders in Dresden.

Architekt: Alexander Tandler in Dresden; Ingenieur: B. Löser, i. Fa. Kell & Löser, Dresden-Leipzig.

Hierzu die Abbildung Seite 51.

In Dresden wurde im Herbst 1908 für die Firma Heinrich Esders, Dresden, nach den Plänen des Hrn. Architekten Tandler in Dresden, anstelle eines vorhandenen Baues, ein Geschäftshaus errichtet, welches in mehrfacher Beziehung in Fachkreisen Interesse verdient. Bemerkenswert ist namentlich die hier für Dresden erstmalig verwendete Technik, die Schauseiten des Gebäudes in Vorsatzbeton in Verbindung mit der Eisenbeton-Konstruktion auszuführen.

Ungewöhnlich ist ferner die Ausführungsweise des Gesamtbaues in zwei aufeinander folgenden Bauabschnitten, die deshalb nötig wurde, weil der Geschäftsbetrieb während der Bauzeit nicht gestört werden durfte. Aus diesem Grunde wurde zunächst der hintere Teil des Gebäudes, welcher im Grundriß, Abbildung 1, nicht schraffiert ist, zur Ausführung gebracht, während der Geschäftsbetrieb in dem alten Gebäude, welches nur zum Teil abgebrochen worden war, sich abspielte. Nach Fertigstellung des ersten Teiles, in welchem, wie der Grundriß, Abbildung 2, zeigt, alle Treppen, Wohlfahrts-Einrichtungen, die Maschinen- und Krattanlage untergebracht waren, wurde der an der Ecke gelegene Rest des alten Gebäudes abgebrochen und die Baugruppe durch den zweiten Bauabschnitt geschlossen. Um den Bauvorgang in der vorstehend angegebenen Weise zu ermöglichen, wurden drei Säulen im Inneren durch Fugen geteilt und es

wurde ein Teil der Säulen im ersten Bauabschnitt, der andere Teil im zweiten Bauabschnitt hergestellt. Nach Fertigstellung beider Gebäudeteile wurde die vorläufige Abschlusswand beseitigt. Das fertige Bauwerk ist aus den Abbildungen 3 und 4 ersichtlich, während Abbildung 5 die Einzelheiten der architektonischen Ausgestaltung wiedergibt.

Mit Rücksicht auf das Saisongeschäft der Bauherrschaft mußten die Fristen außerordentlich kurz bemessen werden, und zwar wurde ein Geschoß in 5 Arbeitstagen hergestellt. Trotz der Beschränktheit des Bauplatzes und der sonstigen Bauerschwerisse wurde der Bau vom 9. Juni bis 12. Dezember 1908 vollendet. Bezüglich der konstruktiven Einzelheiten sei auf den Grundriß Abbildung 1 und den Schnitt durch die Frontwand, Abbildung 6, verwiesen, und zu den Einzelheiten Folgendes bemerkt: Sämtliche Pfeiler der Umfassungswände sind aus Eisenbeton hergestellt und an den Fassaden-Flächen mit Vorsatz-Beton verkleidet. Die in Abbildung 3 und 4 ersichtliche Kasseteneinteilung wurde durch Einlegen von Holz-Spiegeln in die an den Fassadenflächen gehobelte Schalung der Pfeilerschäfte erhalten. Die Achsenweite beträgt 5,56 m, die Spannweite der Hauptbalken im Lichten rd. 7,5 m, die der beiden großen Hauptbalken an der Ecke rd. 10 m. Die verhältnismäßig große Tiefe der inneren Säulen war erwünscht, um große Flächen zur Anlage von Regalen zu gewinnen. Um den Gesamtpreis des

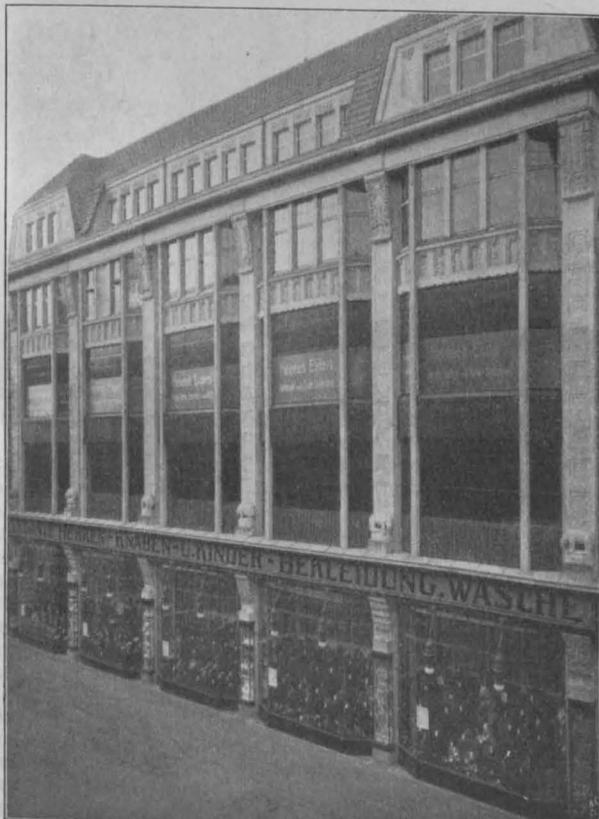


Abbildung 3. Fassade an der Prager Straße.

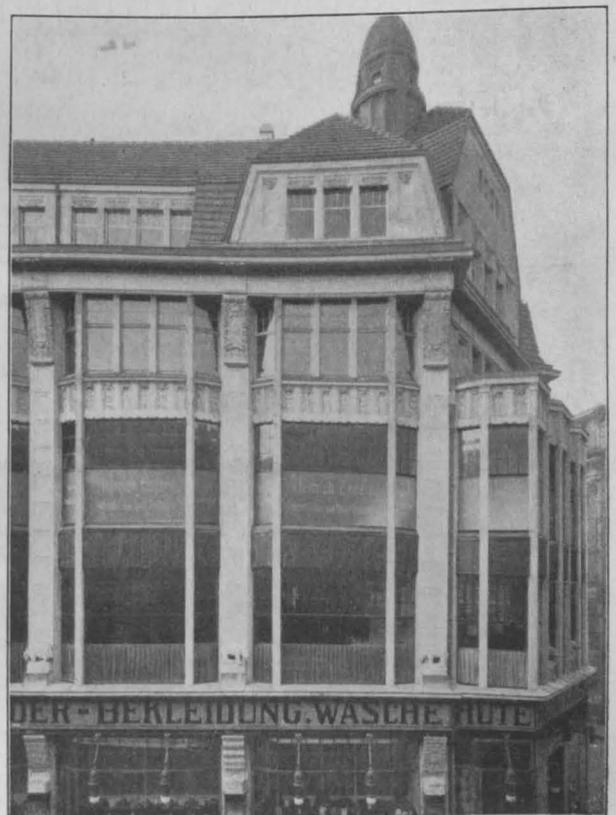


Abbildung 4. Ausbildung des Eckbaues.



fenden Balken. Die zulässigen Materialbeanspruchungen waren: für Beton auf Druck bei Biegung  $40 \text{ kg/qcm}$ , für Beton auf Druck in Säulen  $35 \text{ kg/qcm}$ , für Eisen auf Zug  $1000 \text{ kg/qcm}$ , für Beton auf Schub  $4,5 \text{ kg/qcm}$ , Haftspannung zwischen Beton und Eisen  $7,5 \text{ kg/qcm}$ .

Die spezielle Planung, Berechnung und Ausführung dieser Eisenbetonarbeiten erfolgte durch die Firma Kell & Löser, Spezialgeschäft für Eisenbeton in Dresden-Leipzig, unter Mitwirkung der Firma Günther & Co. in Auerbach für die Fassade. —

## Ueber das Rosten des Eisens und den Eisenbeton.

Von Privat-Dozent Dr. Rohland in Stuttgart.

**M**on der Leitung des Bayerischen Gewerbe-Museums und der „Bayerischen Landesgewerbe-Zeitung“ in Nürnberg, Hrn. Ob.-Ing. Dr. Edelmann, ist mir folgende Mitteilung zugegangen: Bei der Landes-Ausstellung 1906 in Nürnberg wurde von der Firma Dyckerhoff & Widmann ein Bogen aus Eisenbeton aufgeführt, bei welchem angerostetes Eisen verwendet wurde. Nach Schluß der Ausstellung, also etwa ein Jahr nach seiner Errichtung, wurde der Bogen solange belastet, bis er zerbrach. Beim

schwierig, weil die Orientierung über die Konstitution des Portland-Zementes, in den Einzelheiten namentlich, keine genaue ist.

Der Verdacht, auf Eisenoxyd einwirken zu können, fiel zunächst auf das beim Anrühren mit Wasser hydrolytisch abgespaltene Kalzium-Hydroxyd; indessen dieses wirkt allein nicht auf Eisenoxyd ein, ebensowenig Magnesium-Hydroxyd, das ja ebenfalls, wenn auch in viel geringerer Menge, im Portland-Zement vorhanden ist.

Ferner kamen Tonerde-Hydroxyd und Kieselsäure, die beim Anrühren in kolloidem Zustande abgespalten werden, in Betracht. Aber auch Tonerde-Hydroxyd wirkt auf Eisenoxyd nicht ein, und selbst die Kieselsäure ist eine viel zu schwache Säure, als daß sie Eisenoxyd auflösen könnte.

Kohlensäurehaltiges Wasser löst ferner zwar Eisen-Oxydul, aber nicht Eisenoxyd; dagegen ergaben Versuche, daß saure, kohlen-saure und saure schwefelsaure Salze auf Eisenoxyd einwirken.

Treten zwei der genannten Substanzen, Kalzium-Hydroxyd und Kohlensäure, zusammen, so bildet sich saurer, kohlen-saurer Kalk  $\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2$  oder das Ion  $\text{NCO}_3'$  in größerer Konzentration, das auf Eisenoxyd einwirkt und es auflöst. Diese Reaktion wird ganz wesentlich unterstützt und beschleunigt, wenn zugleich saures, schwefelsaures Natron oder Kalzium-Sulfat, die Ionen  $\text{HSO}_4'$  oder  $\text{SO}_4''$  zugegen sind.

Bringt man verrostete Eisenstäbe in Berührung mit Wasser, das bei Normaldruck mit Kohlensäure gesättigt, und dem solange Kalkwasser zugesetzt ist, bis der entstehende Niederschlag von Kalziumkarbonat noch langsam verschwindet, außerdem eine Spur von saurem Natriumsulfat oder Gips, so ist nach kurzer Zeit schon das Eisenion in der Lösung mit den üblichen Reagentien nachweisbar.

In ähnlicher Weise spielt sich der Vorgang der Auflösung des Eisenoxyds auch beim Zement ab; die Kohlensäure der Luft wird beim Anrühren, Abbinden und in der ersten Periode der Erhärtung vom Wasser, dem kolloidal abgespaltenen Kieselsäure-Tonerde-Eisenoxydhydrat absorbiert; zugleich wird Kalk hydrolytisch abgespalten; es entsteht saurer, kohlen-saurer Kalk oder das  $\text{HCO}_3'$ -Ion in größerer Konzentration. Durch den hierdurch entstehenden Verbrauch an Kohlensäure in der den Zement umgebenden Luftschrift wird das chemische Gleichgewicht zwischen Kalk und Kohlensäure gestört, und es wird Kohlensäure von neuem herangezogen.

Ferner enthalten alle Portland-Zemente Gips bis etwa 3% und etwas Alkali-Sulfat. Es sind demnach auch die Substanzen im Portland-Zement, welche die oben beschriebene Reaktion beschleunigen und unterstützen, vorhanden, nämlich das  $\text{HSO}_4'$ -Ion und das  $\text{SO}_4''$ -Ion.

In diesen Vorgängen ist die Ursache der Entrostung des Eisenbetons zu suchen; sie kann aber nur solange vor sich gehen, als der Zement abbindet und zu erhärten beginnt; ist er erst vollständig erhärtet, dann dürfte ein Verschwinden des Rostes unmöglich sein.

Ich füge noch Folgendes zur Erläuterung über die Bedingungen, unter denen die Oxydation des Eisens eintritt bzw. ausbleibt, hinzu: Eisen oxydiert sich in völlig trockener Luft nicht, andererseits auch nicht unter Wasser, das keinen Sauerstoff absorbiert enthält. Doch ist hier zu bemerken, daß jedes Wasser, das einige Zeit mit der Luft in Berührung gewesen ist, schon hinreichend Sauerstoff zur Oxydation des Eisens enthält. Zwar seine Löslichkeit in Wasser ist nicht sehr groß; 100 Raumteile Wasser lösen unter normalem Druck bei  $0^\circ$  4,1 Raumteile, bei  $15^\circ$  nur 2,9 Raumteile Sauerstoff. Ist aber dieser absorbierte Sauerstoff zur Oxydation des Eisens verbraucht, so kann das Wasser von neuem dieselbe Menge aufnehmen.

Auch trockene Kohlensäure wirkt auf Eisen nicht ein. Die wesentlichsten Bestandteile der Luft im einzelnen und im völlig trockenen Zustande können also eine Oxydation des Eisens nicht herbeiführen. Es müssen vielmehr Sauerstoff und mindestens Spuren von Wasser oder Wasserdampf vorhanden sein, damit das Rosten des Eisens eintreten kann; und Kohlensäure befördert das Rosten. Ueberhaupt beschleunigt die Anwesenheit von Wasserstoffionen in Säuren, sauren Salzen, wie Chlor-Ammonium, Glaubersalz, die infolge Spaltung durch das Wasser solche enthalten und die durch blaues Lackmuspapier leicht nachweisbar sind, die Oxydation. Die gleiche Wirkung üben Chloride aus, die ja in allen unseren Wässern, besonders im Meerwasser ent-

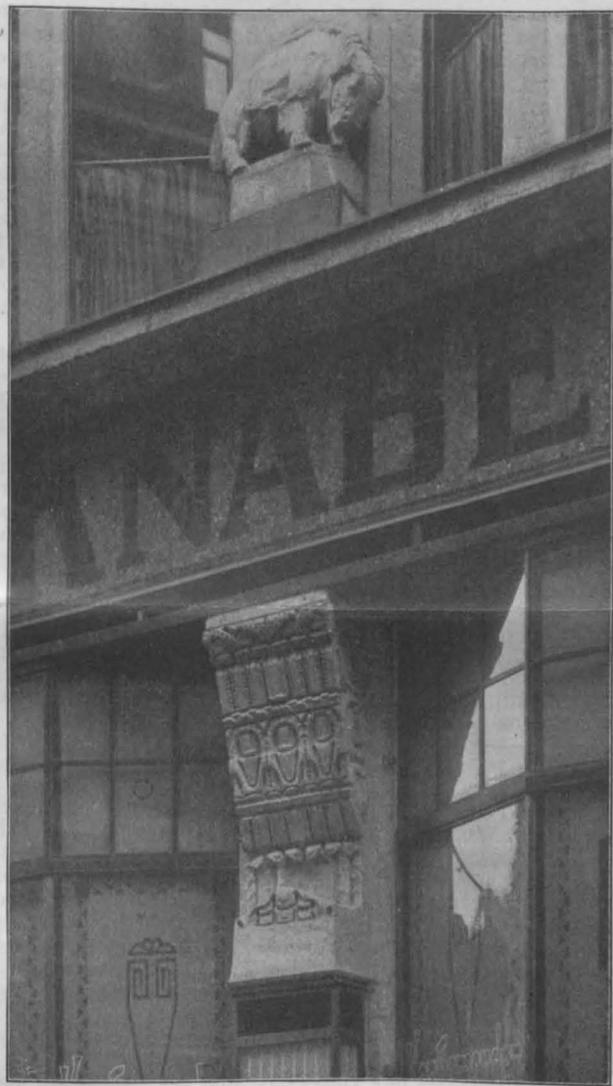


Abbildung 5. Einzelheiten der Fassade. Kaufhaus-Neubau der Firma Heinrich Esders in Dresden.

Abbruch und Aufräumen fand sich nun, daß das vorher ganz rostige Eisen blank geworden war.

Ich konnte das durch Versuche im kleinen bestätigen. Mit Eisenoxyd überzogene Eisenstäbe wurden, nachdem sie längere Zeit mit abbindendem und erhärtetem Zement in Berührung gestanden hatten, rostfrei aus diesem herausgeschlagen. Auch vom Hrn. Ing. Haberer von der Materialprüfungs-Anstalt des Hrn. Baudir. Prof. Dr. v. Bach an der Technischen Hochschule Stuttgart ist mir ein ähnlicher Fall mitgeteilt worden. Vielleicht können die Leser der „Deutschen Bauzeitung“ noch andere derartige Vorkommnisse mitteilen; da diese Angelegenheit von großem wissenschaftlichen Interesse und auch praktischer Bedeutung ist, so wären mir solche Mitteilungen sehr erwünscht.

Nach meinen Untersuchungen sind die Ursachen dieser Entrostung die folgenden\*). Sie gestalteten sich ziemlich

\*) Vergl. P. Rohland. Stahl und Eisen, No. 11, 1909: Die Entrostung des Eisens im Eisenbeton.

halten sind, wie Kochsalz, Chlorkalium, Chlorkalzium, Magnesium-Chlorid. Unter kochsalzhaltigem Wasser z. B. oxydiert sich Eisen ganz bedeutend rascher als unter solchem, das davon frei ist. Schon in kurzer Zeit bildet sich grünschwarzes Eisenoxydul, das bald in braunes Eisenoxyd übergeht.

Alle Stoffe dagegen, die Hydroxylionen enthalten, alle Laugen, Natronlauge, Ammoniakwasser, auch basische Salze, wie Soda, Pottasche, Wasserglaslösung, Borax üben auf das Eisen eine Schutzwirkung aus und verzögern bzw. verhindern die Oxydation. Diese Lösungen müssen allerdings nicht zu verdünnt sein; es gibt eine Grenze, jenseits welcher diese Schutzwirkung außer Kraft bleibt.  $\frac{1}{20}$  molare Lösung von Kalium-Hydroxyd reicht allerdings vollständig aus, um das Eisen vor der Oxydation zu schützen; dieselbe Wirkung erzielen auch noch 17,2 g Kristallsoda in 1 Liter gelöst; aber schon eine Lösung, die nur etwa 15,7 g Soda in 1 Liter enthält, ist unwirksam.

Auch rostet Eisen nicht in einem feuchten Gemisch von Sauerstoff und Ammoniak. Außer den Laugen sind es noch die chromsauren Salze, Kalichromat, Natronchromat, Kalidichromat und Chromchlorid, unter deren Lösungen die erwartete Oxydation des Eisens ausbleibt oder sich stark verlangsamt. Diese Schutzwirkung der Laugen aber ist in bautechnischer Hinsicht von der allergrößten Bedeutung; denn durch diese einerseits, und andererseits dadurch, daß der Zement bzw. Beton während des Abbindens eine starke alkalische Reaktion infolge des durch das Wasser abgespaltenen Kalkhydrates aufweist, ist eine rostfreie Verbindung des Eisens mit Zement bzw. Beton als Eisenbeton möglich.

Alle anderen unedlen Metalle, wie Blei, Kupfer, Zinn usw. versagen, und fallen in Verbindung mit Beton der raschen Oxydation anheim; aus dem einfachen Grunde, weil sie überhaupt von Alkalien und alkalischen Flüssigkeiten angegriffen und gelöst werden.

In Bezug auf das Zink sind die Versuche bisher nicht eindeutig ausgefallen; nach meinen Versuchen verhält sich Zink teils wie Eisen, teils wie Kupfer, Blei usw., während die Ränder des Zinkstückes, das mit Zementmörtel ein halbes Jahr in Berührung gewesen war, stark oxydiert waren, war die Mitte derselben vollständig blank geblieben. Zink wird in sauren und alkalischen Lösungen oxydiert, nur in neutralen verbindet es sich nicht mit dem Sauerstoff. Jedenfalls ist die Verbindung des Betons mit Zink nach den bisherigen Ergebnissen nicht ohne weiteres zu empfehlen.

Auch die Kombinationen von Eisen, Beton mit Blei oder Zinn sind nicht widerstandsfähig gegen den Angriff der Luft bzw. des Sauerstoffs.

Allein das System Eisen, Kupfer, Beton ist vor der Oxydation sicher, da werkwürdigerweise, wenn Eisen mit Kupfer verbunden wird, letzteres vor dem Rosten schützt.

Man hat angenommen, daß die Nichtoxydation des Eisens in Berührung mit Beton dadurch hervorgerufen wird, daß die Luft bzw. der Sauerstoff vollständig dabei ausge-

schlossen ist; diese Annahme ist indessen unrichtig, denn tatsächlich ist in jedem Anmachewasser auch absorbiertes Sauerstoff vorhanden.

So ist denn von allen unedlen Metallen das Eisen allein zugleich das technisch brauchbarste, am leichtesten zugängliche und billigste Metall, das eine immer rostfrei Verbindung mit dem Zement bzw. Beton liefert; würde es, so wie die anderen unedlen Metalle, von Alkalien und alkalischen Flüssigkeiten angegriffen und gelöst, so würde die Technik des Eisenbetonbaues unmöglich sein.

Mit diesen Beobachtungen steht die Frage im Zusammenhang, ob Meerwasser zum Mörtelanmachen in Verbindung mit Eisen angewendet werden darf. Bitsirg & Schumann \*\*) teilen einen Fall mit, in dem die Bildung großer, knollenförmiger Klumpen von Eisenoxyd stattgefunden hatte. Das Meerwasser enthält nun allerdings Chloride und Sulfate, die das Rosten befördern: 10000 Teile enthalten 2,7 g Kochsalz, 0,07 g Chlorkalium, 0,36 g Magnesium-Chlorid, 0,23 g Magnesium-Sulfat, 0,14 g Gips. Rührt man indessen Portland-Zement mit konzentrierten Lösungen von Kochsalz, Chlorkalium an und bringt ihn mit Eisen in Verbindung, so erhält man das überraschende Ergebnis, daß es blank geblieben ist, abgesehen von ganz vereinzelt, sehr kleinen Stellen, an denen sich Eisenoxyd gebildet hatte und zwar an solchen, an denen offenbar das Eisen zufällig nicht in Berührung mit dem alkalisch reagierenden Zement, sondern unmittelbar in Berührung mit den Chloriden oder Sulfaten gekommen war. Es ist daraus zu schließen, daß die alkalische Reaktion, die beim Anrühren des Zements infolge des abgespaltenen Kalkes entsteht, den schädlichen Einfluß der Chloride und Sulfate fast vollständig überwindet. Die alkalische Reaktion übt demnach eine starke Schutzwirkung aus; wo diese aber zufällig fehlt, tritt der Rostprozeß ein.

In dem von Büsing & Schumann erwähnten Falle ist, wahrscheinlich infolge schlechter Betonierung, die schützende alkalische Reaktion nicht in unmittelbare Berührung mit dem Eisen getreten, so daß die schädigende Wirkung der Chloride und Sulfate zur Geltung kommen mußte.

Von diesen Gesichtspunkten aus muß zu der oben erwähnten Frage, ob Meerwasser als Anmachewasser verwendet werden darf, Stellung genommen werden. Jedenfalls muß, wenn es sich nicht vermeiden läßt, solches zu verwenden, die Eisenbetonierung mit der allergrößten Sorgfalt vorgenommen werden.

Zwar „Rost frißt weiter“, d. h. auch das einmal gebildete Eisenoxyd befördert autokatalytisch den weiteren Rostprozeß; aber das blank eisen ist im Beton vor Oxydation sicher, und auch angestostes Eisen wird bei sorgfältiger Betonierung entrostet; nach dieser Richtung ist der Eisenbeton ganz vorzüglich geschützt. —

\*\*) Der Portland-Zement und seine Anwendungen im Bauwesen.

### Vermischtes.

**Betonbau-Berufsgenossenschaft.** In den Reihen der Betonbau-Industriellen sind seit einiger Zeit Bestrebungen im Gange, die darauf hinzielen, für diese Industrie die Errichtung einer besonderen Betonbau-Berufsgenossenschaft nachzusuchen. Zu diesem Zwecke fand kürzlich eine Sitzung von Vertretern des Reichs-Versicherungs-Amtes und der Betonbau-Industrie unter dem Vorsitz des Präsidenten des Reichs-Versicherungs-Amtes im Dienstgebäude zu Berlin statt. An dieser Konferenz, die von Hrn. Präs. Dr. Kaufmann geleitet wurde, nahmen noch teil die Hrn. Geheimräte Beserer, Graef, Hartmann u. Schultz vom Reichsversicherungs-Amt. Namhafte deutsche Betonfirmen waren vertreten durch die Hrn. Dir. Trosset, Düsseldorf; Wolle, Leipzig; Langelott, Dresden; Promnitz, Düsseldorf; Kommerz.-Rat Toepfer, Stettin; Weidert, Berlin; Dir. Saalwächter, Berlin; Moeller, Dresden; Becher, Berlin und Syndikus Dr. Kubatz, Düsseldorf. — Es wurden die Gründe dargelegt, die für solche Bestrebungen sprechen und insbesondere hervorgehoben, daß einmal für die Betonbau-Industrie der Zwang sehr mißlich sei, verschiedenen Berufsgenossenschaften, einer Baugewerks-Berufsgenossenschaft und dann auch noch der Tiefbau- und Steinbruchs-Berufsgenossenschaft, anzugehören, und zum anderen die Betonbau-Industrie insofern ungünstig gestellt wäre, als bei den meisten Baugewerks-Berufsgenossenschaften besondere Gefahren-Tarife für Betonbauten nicht bestehen.

Von seiten des Hrn. Präs. Dr. Kaufmann wurde darauf hingewiesen, daß der Zeitpunkt für die Errichtung einer besonderen Betonbau-Berufsgenossenschaft vielleicht noch zu früh und mit Rücksicht auf den Entwurf der neuen Reichsversicherungsordnung auch nicht ganz zweckmäßig gewählt sei. Immerhin sei der Wunsch der Betonbau-Industriellen, daß sie für sich besondere Gefahrenklassen bei den einzelnen Baugewerks-Berufsgenossenschaften wünschen, gerecht-

fertigt, und das Reichsversicherungsamt sei bereit, seinerseits diesen Wunsch nach Möglichkeit zu unterstützen. Auch sei es erwünscht, daß in den einzelnen Baugewerks-Berufsgenossenschaften die Betonbau-Industriellen im stärkeren Maße als bisher in dem Vorstand vertreten seien, und wisse gerade das Amt die Bedeutung der Betonbau-Industrie, die sich nach überschläglicher Feststellung in 20 Jahren von rd. 8 zu 100 Millionen M. Jahreslohnleistungen emporgeschwungen habe, zu würdigen. — Die Betonbau-Industriellen werden voraussichtlich dementsprechend ihre auf die Errichtung einer besonderen Betonbau-Berufsgenossenschaft zielenden Bestrebungen weiter verfolgen. —

**Druckfestigkeit und Druckelastizität des Betons mit zunehmendem Alter.** Prof. v. Bach veröffentlicht in der „Zeitschrift d. Ver. deutsch. Ing.“ soeben einige Schlußfolgerungen aus seinen Versuchen mit Betonkörpern mit verschiedenem Wasserzusatz, die jetzt bis auf 6 Jahre ausgedehnt sind. Danach zeigt die Zunahme der Druckfestigkeit des Betons mit dem Alter ein gesetzmäßiges, auch nach 6 Jahren noch deutlich erkennbares Fortschreiten. Die Dehnungs-Koeffizienten (der Federung) nehmen erheblich ab mit dem Alter, auch die bleibenden Zusammendrückungen nehmen mit wachsendem Alter stark ab. Die Untersuchungen werden demnächst in Sonderchrift veröffentlicht.

**Die Verbreiterung der Wilhelmsbrücke in Frankfurt a. M.** Zu dem Artikel in No. 9 ist noch nachzutragen, daß das Mischungsverhältnis der Konsolen und Entlastungsträger in Eisenbeton 1 Zement zu 2 Rheinsand zu 2 Rheinkies, für den Vorsatzbeton der Konsolköpfe und für die Randeinfassung der Fußsteigplatten 1 Zement zu 2 Rheinsand zu 1 Muschelkalkmehl betrug. —

Inhalt: Kaufhaus-Neubau der Firma Heinrich Eaders in Dresden. — Ueber das Rosten des Eisens und den Eisenbeton. — 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.