

DEUTSCHE BAUZEITUNG

MITTEILUNGEN ÜBER ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

20. JAHRGANG.

BERLIN, DEN 21. MÄRZ 1923.

No. 5.

Neubau einer Kesselschmiede und Maschinenfabrik im Hamburger Freihafen.

Von Ingenieur Kurt Lerche, Saarbrücken.

Hierzu die Abbildungen S. 34 und 37.



Für die Unterbringung der Kesselschmiede und Maschinenfabrik wurde nach dem Bauprogramm der Werft in Tollerort eine zweischiffige Halle von je 15,75 m Spannweite, 40,5 m Tiefe und 15,60 m Höhe mit einem zweigeschossigen Anbau in Eisen und in Eisenbeton entworfen. Da sich die Ausführung in Eisenbeton erheblich billiger stellte als in Eisen, erhielt die Firma Neugebauer & Schybilski Nachf., Eisenbeton und Industriebau G. m. b. H. in Hamburg den Auftrag, Halle und Anbau als Eisenbetonfachwerkbau auszuführen.

Die Halle ist in Abb. 1 und 2, S. 34 in Grundrissen und Schnitt dargestellt. Die obersten Binderfelder geben die Aufsicht auf die Fundamente, die mittleren auf die Kranträger mit teilweiser Einzeichnung der Steifenstellung, die unteren die Ansicht gegen das Dach. In den Querschnitt der linken Halle (Abb. 3, S. 34) ist die Einrüstung eines Binders sowie die Form der Eisen eingetragen, die in 28 mm Stärke mit $f_e = f'_e = 0,4$ bis 0,5 v. H. verwandt wurden.

Der Anbau enthält die Werkzeugmacherei mit Meisterstuben und Lohnbüros, sowie die Werkzeugausgabe. Der Grundriß ist entsprechend dem der Halle gezeichnet.

1. Statische Berechnung. Der Baugrund besteht aus 6,0 m tief aufgeschüttetem Boden über einer Moorschicht von wechselnder Stärke, unter der sich der tragfähige Sand befindet. Aus Sparsamkeitsgründen sollte nur die Halle auf Pfählen gegründet werden, während für den Anbau Flachfundamente vorgesehen werden mußten. Hierdurch ergab sich die im Querschnitt ersichtliche Konstruktion, die bei der Halle und dem Anbau konstruktiv vollkommen von einander getrennt sind.

Die Binder der großen Halle wurden nach dem Verfahren von Straßner als dreistielige Rahmen mit Fußgelenken berechnet unter Berücksichtigung des veränderlichen Trägheitsmomentes infolge der Vouten. Die Kranträger in 9,0 m Höhe sind für einen 25,0 bzw. 50,0 t-Kran berechnet. Der Wind auf die Seitenwände wird zum größten Teil durch den Anbau aufgenommen, sodaß die Hallen-

binder, da die Halle auf der linken Seite gegen die bestehende Schiffbauhalle stößt, nur im oberen Drittel Windbelastung erhalten. Zur Aufnahme der wagerechten Windkräfte auf die Giebelwände, die ungeschützt quer zur Hauptwindrichtung liegen, sind in der Mittelwand und den Seitenwänden je zwei entgegengesetzt gerichtete Strebenzüge angeordnet, die aus den Aufnahmen (Abb. 4 und 5, S. 37) ersichtlich sind. Die Fachwandstiele werden in Höhe der Kranträger durch den wagerechten Windbalken gestützt, wodurch die Halle in 9,05 m Höhe durch einen geschlossenen Rechteckrahmen wagerecht ausgesteift wird. Die Berechnung der Fachwandstiele wurde bereits in Nr. 8 der „Mitteilungen“, Jahrg. 22, angegeben. Die wagerechten Kräfte aus den Kranen werden wie die Windkräfte aufgenommen und in Schrägpfähle der Neigung 1 : 8 geleitet.

Von der Ausbildung des Anbaues als Stockwerkrahmen wurde mit Rücksicht auf die weniger zuverlässige Gründung Abstand genommen. Durch Anordnung der Fugen in der Längsrichtung sind die Binder nur einfach statisch unbestimmt ausgebildet. Die Berechnung der Zweigelenkbögen mit Kragarm erfolgte nach dem üblichen Verfahren. Die Rahmen stehen auf den in der Längsrichtung durchgehenden Fundamentbalken, die unter jedem Binder durch das einbetonierte Zugband verbunden sind, wodurch ein ungleichmäßiges Setzen des Anbaues nach Möglichkeit vermieden werden soll.

2. Ausführung der Halle. Bei dem sehr schlechten Rammgrund wurden die Eisenbetonpfähle größten Teils mit Ramm-Manschette gerammt. Da diese,



Abb. 6. Vorderansicht des Baues während der Herstellung.

anfangs aus 10 mm-Blech hergestellt, häufig warm nachgerichtet werden mußten, kam später eine aus 20 mm starkem Blech zur Verwendung, die sich bewährte.

Die Einrüstung der Halle wurde aus Kantholzrahmen in Richtung der Binder auf Steifen in drei übereinander liegenden Rüstungshöhen hergestellt. (Vgl.

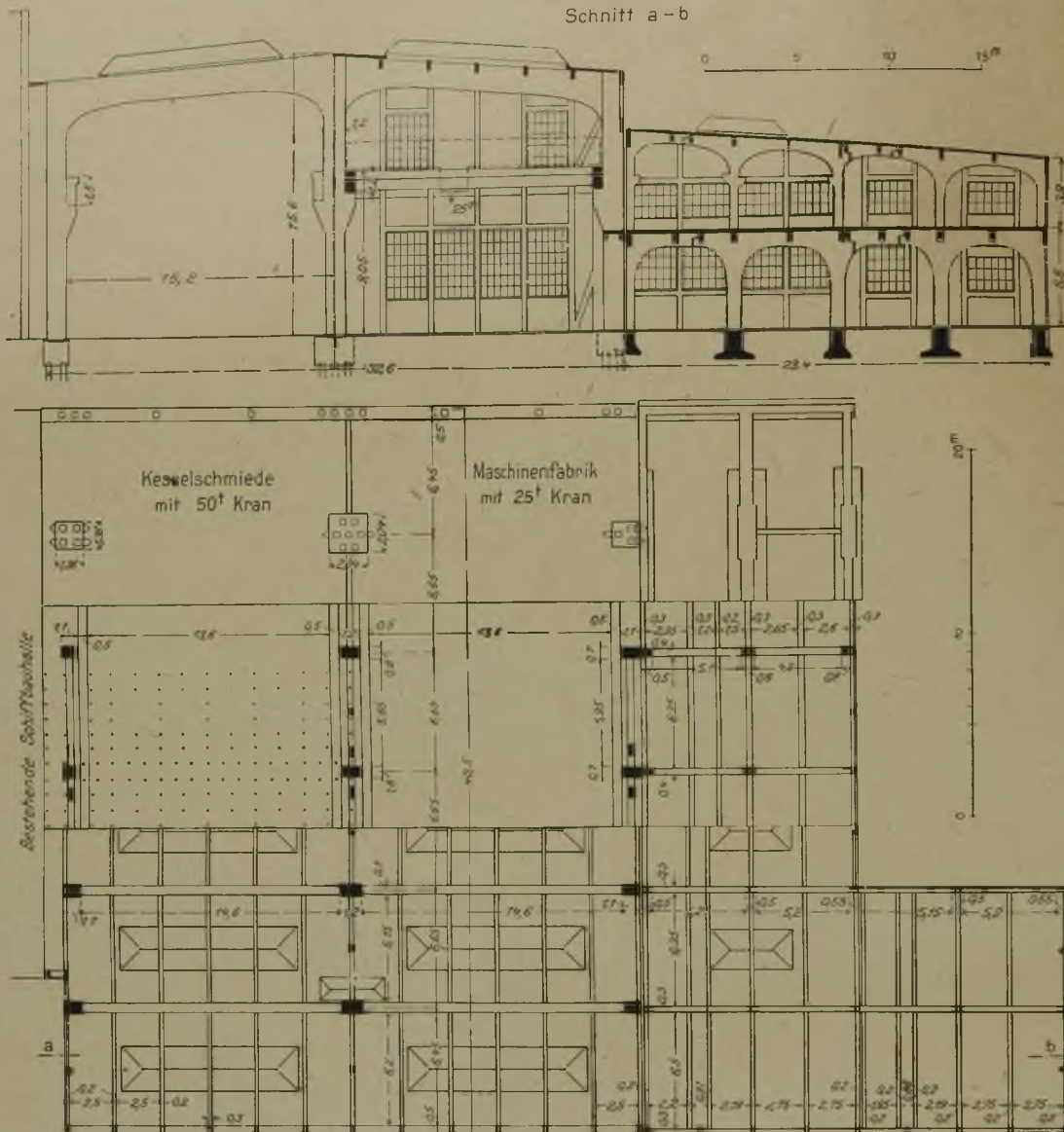


Abb. 1 u 2. Grundrisse und Schnitt der Kesselschmiede usw.

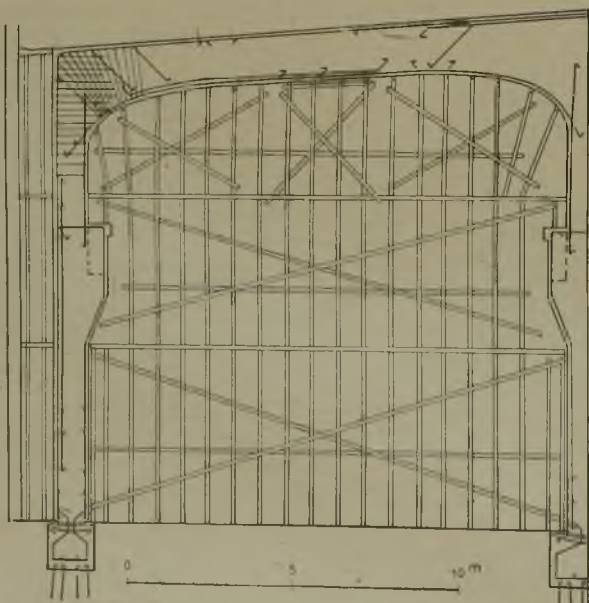


Abb. 3. Binder und Einrüstung der großen Halle.

Abb 3.) Die Verteilung der Lasten auf den Boden erfolgte wie üblich durch Bohlen. Zur Herstellung des Verbandes waren die Steifen gehörig verschwert und gegen Ausknicken in halber Höhe durch wagerechte Bretter gesichert. Um ein seitliches Ausbiegen der 1,50 m hohen Kranträger beim Schütten zu vermeiden, wurden diese in 2,0 m Abstand mit der Rüstung durch wagerechte Schwerter verbunden. Die Seitenplatten der Binderriegel erhielten in der Mitte einen Stoß, um ein Aufrichten von der Hand ohne besondere Hebevorrichtungen zu ermöglichen. Die als Unterstützung beim Aufrichten in der Mitte erforderlichen Böcke blieben bis zum Ausschalen als Absteifung bestehen. Die Säulen und Stützen wurden entsprechend der Einrüstung in drei Teilen eingeschalt und geschüttet. Durch die Verwendung durchgehender Stützeisen war die Herstellung der Säulenschalung aus einzelnen Platten, die erst nach dem Aufstellen mit einander verbunden wurden, bedingt.

Das Einbringen der 13,0 m langen Eisen in die Seitenstützen ging ohne Schwierigkeiten von statten. An der rechten Außenseite wurden die Eisen mit Hilfe eines Bockes verlegt, während an der linken Seite die Eisen vom Dach der Schiffbauhalle hochgezogen und in die Stützen hinunter gelassen wurden. Kleinere Nach-

biegungen an den 28 mm starken Eisen ließen sich auch nach dem Verlegen mit einer Zwinne aus 50 mm-Eisen leicht ausführen.

Beim Betonieren des Daches wurden zunächst die Stützen des Binders geschüttet, am folgenden Tag der Riegel von rechts und von links und dann erst das zurück liegende Deckenfeld, da ein geringes Setzen der Binder von vornherein zu erwarten war. Die Streben wurden in ganzer Länge von oben gegossen und brauch-

ten bei sorgfältiger Arbeit der Einschaler nicht abgebunden zu werden. Der Bau wurde Sommer 1922 ausgeführt. Die Abb. 4 und 5, S. 37 und 6, S. 33, zeigen verschiedene Stadien der Herstellung. Das Fortschreiten der Arbeiten hatte öfter zu leiden unter dem Mangel an gelernten Arbeitern, politischen Kundgebungen und Arbeitseinstellungen infolge der Unmöglichkeit, für die Zahltage die erforderlichen Geldscheine von der Reichsbank zu erhalten. —

Gründung mit Abeg-Beton-Bohrpfählen.



In dieser Sache erhalten wir noch die nachstehenden Zuschriften:

I.

In Nr. 3 der „Mitteilungen“ setzt sich der Direktor der Allg. Bau-A.-G., Lorenz, mit der Kritik auseinander, die ein unbefangener Sachkundiger, Professor Dr. Dörr in Karlsruhe, an seinen auf die Abeg-Beton-Bohrpfähle bezüglichen früheren Darlegungen geübt hat. Eine Einmischung in die Bemühungen des Direktors der Abeg, diese Kritik als fehlerhaft hinzustellen, entspricht nicht unserer Neigung. Dagegen müssen wir eine den Tatsachen nicht entsprechende Behauptung richtig stellen, die von dem Direktor der Abeg hinsichtlich des Beton-Wulstpfahles, System „Michaelis-Mast“, aufgestellt ist. Es ist unzutreffend, daß der Beton-Wulstpfahl „Michaelis-Mast“ in einem Dampfkaminfundament um etwa 190 mm sich gesenkt habe. Auf die Klageandrohung unseres Rechtsbeistandes hat der Direktor der Abeg angegeben, es handle sich um einen Druckfehler: er habe nicht von einem Dampfkaminfundament, sondern von einem Dampfhammerfundament sprechen wollen. Wir stellen also fest, daß der Direktor der Abeg zu der hinsichtlich des Beton-Wulstpfahles, System „Michaelis-Mast“, aufgestellten unzutreffenden Behauptung des vorerwähnten Aufsatzes nicht mehr steht. Es liegt auf der Hand, daß, während die Senkung eines Dampfkaminfundamentes auf einen Fehler des verwendeten Pfahles zurückgeführt werden müßte, bei einem Dampfhammerfundament eine Senkung bei jedem Pfahlsystem vorkommt, da das Fundament dauernd unter den ständigen Erschütterungen des arbeitenden Dampfhammers steht und dadurch eine ständige Rammwirkung hervorgerufen wird.

Wir stellen fest, daß bisher bei der außerordentlich großen Zahl von zum Teil unter schwierigsten Verhältnissen erfolgten Ausführungen mit Beton-Wulstpfählen, System „Michaelis-Mast“, keinerlei Beanstandungen wegen schädlicher Setzungen an uns gelangt sind.

Berlin, den 21. Februar 1923.

gez. Beton- und Tiefbaugesellschaft Mast mit beschränkter Haftung, gez. Mast.

II.

Der Zweck meiner Untersuchungen über die Tragfähigkeit der Pfähle war der, in der Frage der zulässigen Pfahlbelastung aus der reinen Empirie einen Ausweg zu finden. Daß hierbei auch manches Vorurteil beseitigt werden muß, liegt in der Natur der Sache. Die Aufgabe ist auf theoretischem Wege mindestens mit derselben Sicherheit lösbar wie auf dem der Belastungsproben, selbstverständlich nur innerhalb der Genauigkeitsgrenzen, die bei einem Problem des Erddruckes überhaupt erreichbar sind. Ich bin überzeugt, daß auch Hr. Direktor Lorenz, wenn er sich erst einmal die Mühe hat nehmen können, meine Abhandlung zu lesen, seine Ansicht etwas ändern wird. Er wird finden, daß ich meine Beurteilungen nicht allein auf die theoretische Untersuchung stütze, die der Nur-Praktiker verdächtigen müßte.

Ich habe meinerseits keine Veranlassung, irgendeinem Pfahlsystem das Wort zu reden. Wenn ich in meiner Erwiderung die Strauß-Pfähle genannt habe, so geschah dies nur beispielsweise, allerdings auch deshalb, weil ich in jahrelanger Tätigkeit eine große Zahl von Strauß-Pfahlgründungen ausgeführt habe, dieses System also sehr genau kenne. Aber für mangelhafte Gründungen habe ich keine Lanze zu brechen.

Meine Behauptung, daß ein den fertigen Pfahl umschließender Blechmantel die Tragfähigkeit nicht erhöhen kann, daß er sogar die Reibungskraft verringern kann, halte ich aufrecht. Zugeben muß ich natürlich, daß der Blechmantel für die Herstellung des Pfahles Vorzüge hat. Wenn ein Mantelrohr verwendet wird, aus dem beim Hochziehen der Beton nach unten herausgestampft wird, so besteht bei lässiger Arbeitsweise und unaufmerksamen oder ungeschulten Gerätführern allerdings die Gefahr, daß die Betonmasse abreißt oder eingeschnürt wird. Diese

Gefahr besteht bei den Abeg-Pfählen nicht. Die Erfahrung hat aber längst bewiesen, daß geübte Arbeiter mit Sicherheit die Pfähle so betonieren können, daß unter dem hochgezogenen Mantelrohr überall mindestens der Durchmesser des Schneidenkranzes am Betonpfahl vorhanden ist. Bei nachgiebigem Boden werden unter der Stampfwirkung die Pfähle noch erheblich dicker. Wo in weichem Boden dieses Zurückdrängen durch die Stampfenergie nicht erreicht worden ist, kann es sich allemal nur um grobe Ausführungfehler handeln. Über derartig verunglückte Herstellungen habe ich hier nicht zu sprechen, da es sich um eine grundsätzliche Aussprache über die Tragfähigkeit vollkommener Pfähle handelt.

Ich bleibe bei dieser Feststellung: Zwei gleich lange, im selben Boden stehende Betonpfähle gleichen Durchmessers, von denen der eine einen Blechmantel hat, der andere nicht, müssen dieselbe Tragfähigkeit zeigen, wenn die Reibungsziffer zwischen Boden und Eisenblech die nämliche ist, wie zwischen Boden und Beton. Ist jene Reibungsziffer kleiner als diese, so wird unter derselben Last der Pfahl ohne Mantel eine kleinere Einsenkung zeigen, als der mit einem Eisenmantel. Hat aber beim Pfahl ohne Mantel durch die Stampfung eine Verspannung zwischen Boden und Beton stattgefunden, oder haben sich gar Wulste bilden können, so muß der Pfahl ohne Mantel eine höhere Tragfähigkeit erreichen. Die geringen Setzungen bei Pfählen mit Blechmantel, die sich in den von Hrn. Direktor Lorenz besprochenen Fällen gezeigt haben, sind einzig und allein dadurch zu erklären, daß ein übergroßes Maß von Sicherheit in der Länge der Pfähle steckt. Mit anderen Worten: die Pfähle sind, vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt aus betrachtet, viel zu tief in die festen Bodenschichten hineingeführt worden. Wenn man die Meinung verfiel, daß man nur stehende Gründungen ausführen dürfe, und bei diesen noch den Pfahlfuß mehrere Meter in den festgelagerten Baugrund einzuführen habe, dann darf man sich nicht darüber wundern, daß diese Pfähle so wenig einsinken. Die Praxis und die Theorie lehren aber, daß auch weiche, zum Fließen neigende Bodenschichten, deren Widerstandskraft für eine gewöhnliche Flachgründung zu klein ist, einem Pfahl längs seiner Mantelfläche sehr erhebliche Kräfte abnehmen. Wenn diese Entlastung durch Reibung nicht vorhanden wäre, so wäre jede schwebende Gründung eine Unmöglichkeit. Ich glaube nicht, daß Jemand eine solche Behauptung ernst nehmen wird.

Zu allen übrigen Punkten der letzten Entgegnung habe ich mich in meiner genannten Schrift geäußert. Willkürliche Annahmen habe ich nirgends gemacht.

Wer den Weg der rechnerischen Vorausbestimmung der Pfahltragfähigkeit für immer zu meiden für richtig findet, das von ihm zu verteidigende „System“ für das beste hält, und nach wie vor nur die teuren und unständlichen Probelastungen gelten lassen will, der wird sich auf diesem Pfad bald allein finden.

Zum Schluß will ich noch aus einem praktischen Falle folgendes anführen: Im vergangenen Jahre mußte ein Fabrikbau in Karlsruhe auf Betonpfählen gegründet werden, weil der fest gelagerte Kiessand für eine Flachgründung zu tief lag. Über dem Kiessand wurde eine Schicht wasserhaltigen feinen Sandes festgestellt und darüber eine Lage alter Auffüllung aus Schlacken, Ziegelstücken usw. Ich habe nach dem neuen Verfahren die Tragfähigkeit der Pfähle berechnet, insbesondere also ermittelt, wie tief die Pfähle in den festen Kiessand eingreifen mußten. Die Mitwirkung der oberen Schichten wurde aber dabei voll in die Rechnung eingesetzt. Der Bau ist längst fertig; Setzungen sind bis heute nicht beobachtet worden. Dr.-Ing. H. Dörr, Karlsruhe.

Nachschrift der Schriftleitung. Mit diesen Ausführungen glauben wir beiden Seiten den nötigen Raum zur Begründung ihrer Ansichten gewährt zu haben. Neue Gesichtspunkte dürfte eine weitere Erörterung kaum bringen. Wir möchten daher hiermit die Auseinandersetzung schließen. —

Verdrehungsversuche zur Klärung der Schubfestigkeit von Eisenbeton*).



In dem kürzlich erschienenen Heft 258 der „Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens“ werden Mitteilungen über die Wirkungsweise von Eiseneinlagen verschiedener Art gegen Verdrehung gebracht und diese verdienen schon in Anbetracht der wohlbekannten Namen der Verfasser besondere Beachtung. Die Versuchsdurchführung und die Versuchsergebnisse sind von O. Graf, der Versuchsplan und die statische

Eisenbeton“ angegeben ist, worin frühere Drehversuche mitgeteilt sind, und so kann das vorliegende Heft als wertvolle Fortsetzung dieser früheren Veröffentlichung gelten. Die Versuche sind sehr ausführlich beschrieben, das Heft enthält eine große Anzahl Abbildungen und umfangreiches Zahlenmaterial, sodaß über alles Aufschluß gegeben wird. Die zahlreichen Fußnoten, die das gesamte naheliegende Gebiet streifen, erleichtern dem Forscher, bei jeder Einzelfrage die einschlägige Literatur aufzufinden.

Es wurden zunächst unbewehrte Voll- und Hohlkreisylinder aus Beton mit 40 cm äußerem Durchmesser untersucht. Zur Ermittlung der Wirksamkeit verschiedener Bewehrungen erhielt dann der Vollzylinder unter Beibehaltung der Beton-Abmessungen folgende Eiseneinlagen:

1. Nur Längsstäbe, und zwar 10 Stück zu 10 mm Dm., parallel zur Stabachse nahe zur Mantelfläche verteilt;
2. nur Ringe, und zwar aus Eisen von 10 mm Dm. in Abständen von 10,8 cm folgend, wie die Bügel von Eisenbetonstützen, ohne Längsstäbe; die Ringenden autogen geschweißt;
3. Längsstäbe und Ringe, entstanden aus der Verbindung der unter 1 und 2 genannten Bewehrungen (Abb. 1);
4. Spiralen, und zwar 7 Stück aus Eisen von 10 mm Dm., gleichmäßig unter der Mantelfläche verteilt, in der Hauptzugrichtung des Betons unter 45° verlegt (Abb. 2).

Es wurden außerdem Beton-Würfel und -Prismen für Druck-, Zug- und Scherversuche und zur Ermittlung der Formänderungen hergestellt.

Die Würfelfestigkeit des Betons betrug i. M. 151 kg/cm², die Prismenfestigkeit 125 kg/cm², die Zugfestigkeit 11,5 kg/cm², die Biegezugfestigkeit 30,7 kg/cm² und die Scherfestigkeit 30,7 kg/cm².

Die auf Verdrehung beanspruchten unbewehrten Zylinder zeigen die schon bei früheren Versuchen beobachteten unter 45° (senkrecht zur Hauptzugrichtung) verlaufenden Risse (Abb. 3), die sich sofort zu Bruchfugen erweitert haben. Das Bruchmoment betrug bei den Körpern mit Kreisring-Querschnitt i. M. 145 833 kgcm, bei den Vollkreiszylindern i. M. 233 333 kgcm. Die daraus errechneten Drehfestigkeiten ergeben 13,8 kg/cm² bzw. 18,6 kg/cm². Die rechnerische Drehfestigkeit (Schubspannung am Außenrand beim Bruch) ist somit beim Vollkreiszylinder höher als beim Kreisringkörper.

Von den verschiedenen Bewehrungsarten blieben Längsstäbe allein und Ringe allein (Anordnungen 1 und 2) ohne merkbaren Einfluß auf den Drehwiderstand, wie auch zu erwarten war. Auch erfolgt der Bruch — wie beim unbewehrten Körper — gleich nach Auftreten der ersten Risse. Als wirksame Torsionsbewehrung erwiesen sich nur die Anordnungen 3 und 4, also Längsstäbe mit Ringen und Spiralbewehrung. Die ersten Risse erweitern sich hier nicht zu Bruchfugen, durch Vergrößerung der Belastung wird vielmehr die ganze Mantelfläche durch feine Risse, die alle unter 45° verlaufen, durchzogen (Abb. 4). Es ergaben sich bei den Körpern:

	Rißbildungs- moment kgcm	Bruchmoment kgcm
mit Längseisen und Ringen	246 667	378 333
„ Spiralen	270 000	700 000

Die Bewehrungen waren so gewählt, daß in den beiden Körpern bei gleich großen Drehmomenten gleich große Eisenspannungen auftreten mußten, sie waren also gleich stark. Die Spiralbewehrung erwies sich daher bei weitem wirksamer, worauf wir noch weiter unten zurückkommen.

Die statische Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgt in der bei Prof. Dr.-Ing. Mörsch gewohnten klaren und sorgfältigen Weise. Es sind zuerst die unbewehrten Hohl- und Vollzylinder besprochen, wobei die Ursachen der höheren Drehfestigkeit des letzteren ausführlich erläutert werden. Z. T. erklärt sich dieser Unterschied dadurch, daß — wie auch bei Biegung — wegen des mit zunehmender Spannung abnehmenden Elastizitätsmoduls der Kern des Querschnitts verhältnismäßig

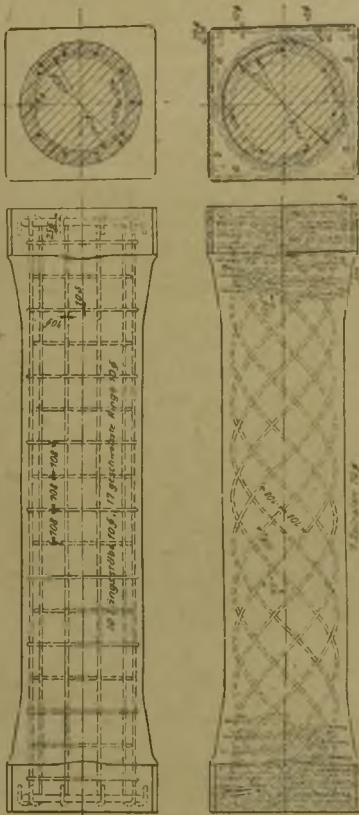


Abb. 1.

Abb. 2.



Abb. 3.



Abb. 5.

Abb. 4 (links)

Abb. 1 u. 2 (verkleinert)

Abb. 3 u. 4 in gleicher Größe aus der Veröffentlichung.

Auswertung der Ergebnisse von E. Mörsch behandelt. Die Versuche wurden in der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart ausgeführt. Die Versuchsdurchführung geschah auf dieselbe Weise, wie im Heft 16 des „Deutschen Ausschusses für

* Verdrehungsversuche zur Klärung der Schubfestigkeit von Eisenbeton. Von Otto Graf und E. Mörsch. Heft 258 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens. Verlag des Vereins deutscher Ingenieure. Für den Buchhandel: Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin, 1922. Preis Grundzahl 15. —

mehr an der Momentenübertragung teilnimmt, als es die benutzte Formel voraussetzt, wodurch die äußeren Teile gegenüber der Rechnungsannahme entlastet werden. Da der große Unterschied in den Drehfestigkeiten ($13,8 \text{ kg/cm}^2$ gegen $18,6 \text{ kg/cm}^2$) allein durch diesen Umstand nicht genügend gerechtfertigt werden kann, so sind als zweite Ursache Nebenspannungen und deren Einfluß auf die Drehfestigkeit erläutert. Es sind dies Druckspannungen am Umfang in achsialer und tangentialer Richtung, die beim Vollkreiszyylinder höher als beim Hohlkörper ausfallen, und daher die Drehfestigkeit zu Gunsten des Vollzylinders beeinflussen.

Daß von den bewehrten Körpern die vorne unter 1 und 2 genannten keine nennenswerte Erhöhung des Drehwiderstandes bewirken konnten, wird bei den Körpern, die nur mit Längsstäben bewehrt sind, dadurch erklärt, daß im Beton senkrecht zur Schubrichtung steckende Eisen unmöglich mit ihrer Scherfestigkeit gegen Schub mitwirken können, bei Körpern mit ausschließlicher Ringbewehrung dadurch, daß die Ringe an den statischen Bedingungen für die Querschnitte zwischen den Ringen nichts ändern. Wie wenig Längsstäbe allein und Ringe allein gegen Verdrehung wirken können, zeigt auch unsere Abb. 5, die einer früheren Abhandlung des Unterzeichneten entnommen wurde, („Torsionsbewehrung“, Zentralblatt d. Bauverwaltung 1921, S. 525) und gleichzeitig die Wirkungsweise der 3. Bewehrungsart zeigt, die durch die Verbindung von Längsstäben mit Ringen entsteht. Der Betonzyylinder ist hierbei mit Schubrisen durchzogen gedacht, die von links oben nach rechts unten verlaufen und spiralförmige Druckstreifen bilden. In diesem gerissenen Zustande kann der Beton nur durch die eben genannten Druckspiralen wirken, diese müssen aber mit Ringen gegen Ausbauchen zusammengehalten und mit Längsstäben gegen das Aufdrehen des Zylinders verankert werden. Die Anwendung nur einer Maßnahme kann den Drehwiderstand nicht erhöhen, beide zusammen müssen jedoch eine wirksame Bewehrung ergeben. Noch wirksamer als diese ist fraglos die Spiralbewehrung, weil hierbei die Stäbe unmittelbar in den Hauptzugrichtungen des Betons wirken, wie die Schrägstäbe des gebogenen Balkens.

Die oben angeführten Bruchmomente der nach 3 und 4 bewehrten Körper (mit Ringen verbundene Längseisen und Spiralbewehrung) zeigen einen sehr großen Unterschied zu Gunsten der Spiralbewehrung. Die im Bruchstadium auftretenden Eisen- spannungen wurden in den Längseisen und Ringen zu $\sigma_e = 2870 \text{ kg/cm}^2$, in den Spiralen dagegen zu $\sigma_e = 5300 \text{ kg/cm}^2$ ermittelt, die Eisen- einlagen des ersten Körpers konnten also nicht gut ausgenutzt werden. Als Ursache der früheren Zerstörung ist die größere Dehnbarkeit der erstgenannten Bewehrungsart angegeben; das ungünstige Verhalten dieser Probekörper ist aber m. E. auch dadurch begünstigt worden, daß die Ringe abwechselnd auf der Außen- und der Innenseite der Längsstäbe angeordnet waren (vergl. „Torsionsbewehrung“, Deutsche Bauzeitung, Mitteilungen über Zement-Beton und Eisenbeton, 1922, S. 156. Nachtrag). Die Ringe können ihren Zweck am besten erfüllen, wenn sie die Beton-Druck-

spiralen von außen umfassen (vgl. Abb. 5) und so ist es wahrscheinlich, daß die auf die Innenseite verlegten Ringe nicht voll zur Wirkung gelangten. Ferner hat möglicherweise die starke Kopfausbildung des spiralbewehrten Körpers — die beim anderen nicht vorgesehen war — zu dessen Widerstandsfähigkeit beigetragen und dadurch den Vergleich der beiden Bewehrungsarten zu Gunsten der Spiralbewehrung beeinflusst.

Unter Berücksichtigung dieser Umstände wird man



Abb. 4 u. 5. Blicke in die Halle im Bau.

Neubau einer Kesselschmiede und Maschinenfabrik im Hamburger Freihafen.

wohl ein besseres Verhalten der mit Ringen verbundenen Längsbewehrung annehmen können, als es die hier mitgeteilten Versuche zeigen. Wenn trotzdem die Spiralbewehrung in ihrer Wirkungsweise der vorigen überlegen ist, so wird man in der Praxis m. E. doch eher auf die erste Bewehrungsart zurückgreifen müssen: einmal, weil das Verlegen der Spiralbewehrung sehr umständlich ist und genauer Kontrolle bedarf, damit die Ansteigungsrichtung der Spiralen nicht verwechselt wird, ferner weil sie nur in einem Drehsinne wirken kann, wogegen die mit Ringen verbundene Längsbewehrung auch entgegengesetzte Momente aufzunehmen imstande ist.

Die Beanspruchung auf Drehung wird im Eisenbetonbau nicht immer vermieden werden können (Tischplatten von Turbinenfundamenten, räumliche Gebilde), das be-

sprochene Heft bildet daher auch einen wertvollen Beitrag zur Klärung der Konstruktions-Grundlagen des Eisenbetons.
Dr.-Ing. E. Rausch.

Über die Wirkung von Traß in Mischung mit Portlandzement.

Von Mag.-Oberbaurat Dr. P. Herrmann, Leiter des technischen Untersuchungsamtes bei der Tiefbaudeputation der Stadt Berlin.



Portlandzement scheidet bekanntlich beim Abbinden aus kalkreichen Silikaten unter Bildung kalkärmerer Silikate eine große Menge an Kalkhydrat aus, sie beträgt im abgeordneten Portlandzement annähernd 30 v. H. Dieses Kalkhydrat ist in Gestalt hexagonaler

Kristalle im erstarrten Zementbrei oder Zementmörtel enthalten, teilweise ver wandelt es sich, besonders in den äußeren, der Luft zugekehrten Zonen, unter schwacher Gewichts- und Raumvermehrung und Dichtung des Zementes bzw. Mörtels in kohlen sauren Kalk, zum weitaus größeren Teil bleibt es im Zement bzw. Mörtel als solches bestehen. Dies ist für den Zementmörtel und Beton von Nachteil, denn einmal kann das Kalkhydrat als relativ leicht in Wasser löslicher Körper bei der Durchsickerung von Wasser durch den Beton allmählich aus dem die Festigkeit von Mörtel und Beton bedingenden abgeordneten Zement heausgelauget werden, dadurch häßliche Ausblühungen liefern oder bei Unterwasserbauten und besonders bei Bauten mit einseitigem Wasserdruck (Kanälen usw.) durch Hinterlassung des ausgewaschenen und dadurch stark porös gewordenen Zementskelettes gefährliche Festigkeitsabnahmen des Mörtels oder Betons herbeiführen; zweitens aber veranlaßt das Kalkhydrat des abgeordneten Zementes, was noch schwerer ins Gewicht fällt, arge Zerstörungen durch Auftreibungen des Zementes, sobald dieser mit reichlichen Mengen schwefelhaltiger Stoffe, besonders mit schwefelsauren Salzen, in Berührung kommt. Das gefährliche, den Zement auseinander treibende Calciumaluminiumsulfat (Zementbazillus) vermag sich nämlich abschließend nur dann zu bilden, wenn außer dem in jedem abgeordneten feuchten Zement enthaltenen Calciumaluminat noch reichlich Kalkhydrat vorhanden ist; bereits gebildetes Calciumaluminiumsulfat (Zementbazillus) zersetzt sich sogar, sobald es innerhalb einer Lösung sich befindet, die nicht mit Kalkhydrat gesättigt ist. Mit abnehmendem Kalkhydratgehalt des abgeordneten Zementes nimmt im allgemeinen auch die Neigung des Zementes ab, mit Sulfaten die verheerenden Neubildungen von Calciumaluminiumsulfat zu erzeugen, und es wächst der Widerstand gegen die die Neubildungen begleitenden Raumvergrößerungen und Zerstörungen um so mehr, je weniger Kalkhydrat beim Abbinden eines Zementes abgespalten wird. Schon kalkarme Portlandzemente, dann auch die Eisenportlandzemente besitzen aus diesem Grunde, wenn auch im allgemeinen nur im geringen Maße, einen etwas erhöhten Widerstand gegen die Sulfateinwirkungen; bei auffallend kalkarmen Portland- und Eisenportlandzementen hat sich dieser Widerstand sogar als sehr bedeutend erwiesen. Ausgesprochen stark erhöht ist der Widerstand zweifellos bei den meisten Hochofenzementen und bei Portlandzement-Traß-Mischungen. Diese Wirkung des Traßzusatzes zu Portlandzement ist also ohne weiteres erklärlich, denn da sich Kalkhydrat und Traßbestandteile unter der Einwirkung von Wasser verbinden, so folgt daraus, daß das Kalkhydrat als solches verschwindet, seine schädlichen Wirkungen also nicht mehr ausüben kann.

Die beiden besprochenen Nachteile, die der hohe Kalkhydratgehalt dem abgeordneten Portlandzement verleiht, nämlich die Auslaugbarkeit und die Treibfähigkeit in Verbindung mit Sulfaten, können also durch Traßzusatz beseitigt, zum mindesten sehr stark zurückgedrängt werden, ja durch die Umsetzungen zwischen Kalkhydrat und Traß wird eine höhere Erhärtungsfähigkeit in Wasser erzielt, denn die 30 v. H. an sonst für die Erhärtung unter Wasser wertlosem Kalkhydrat erhärten durch Traß unter Wasser nun ebenfalls.

Alle diese Verhältnisse sind zur Genüge bekannt, und aus diesem Grund ist die Verwendung von Traß mit vollem Recht im besonderen als Zuschlag zu Zementmörtel und Beton eine stetig wachsende.

Da tritt nun eine ganze Anzahl von immer wiederkehrenden Fragen auf, entweder über die nötige Menge des Traßzuschlages, über die Festigkeitserhöhungen durch Traß, über Ersatz von Zement durch Traß oder über die Traßwirkung hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit.

Einige solcher Fragen sind durch Versuche im staatlichen Materialprüfungsamt zu Dahlem klarge stellt worden. Wegen des allgemeinen Interesses soll nachstehend über die bisherigen Ergebnisse berichtet werden.

Wieviel Traß zum Portlandzement zugeschlagen werden muß, sollte sich eigentlich berechnen lassen; leider weiß man nur nicht, wieviel von den im rheinischen Traß vorhandenen 58 v. H. Kieselsäure mit Kalkhydrat verbindungsfähig sind. Würde z. B. die gesamte Traß-Kieselsäure allmählich vom Kalk des Zementes gebunden, so wären auf 1 Gew.-Teil Portlandzement normaler Zusammensetzung 0,5 Gew.-Teile rheinischen Trasses normaler Zusammensetzung erforderlich, um Kalkhydrat und Kieselsäure in Monocalciumsilikat umzusetzen.

Würde dagegen nur die Kieselsäure im Traß als verbindungsfähig angesehen, die durch sechs Stunden langes Erhitzen mit 10proz. Natronlauge in Lösung geht, d. h. etwa die Hälfte der Traß-Kieselsäure, so wäre für die restlose Beseitigung des Kalkhydrats für 1 Gew.-Teil Portlandzement auch 1 Gew.-Teil rheinischer Traß erforderlich. Auf Grund von Versuchen wird als zweckmäßigste diejenige Mischung angesprochen werden müssen, die die höchsten Festigkeiten ergibt.

In der nachstehenden Zahlentafel 1) sind als solche günstigsten Mischungen 1 Gew.-Teil Zement : 0,5 rhein. Traß bis höchstens 1 : 0,8 Traß anzusehen; wird weniger Traß zugesetzt, so bleibt zweifellos Kalkhydrat ungebunden, bei mehr Traß tritt eine Magerung durch nicht mehr wirkende Traß ein. In beiden Fällen wird nicht das höchstmögliche an Festigkeit erzielt. Für die Praxis dürfte die Mischung 1 Gew.-Teil Portlandzement : 0,5 Gew.-Teilen Traß am bequemsten und ratsamsten sein, d. h. ein Raumteil Zement : 0,7 Raumteilen Traß. In dem festgestellten günstigsten Mischungsbereich ist das Verhältnis zwischen Kalkhydrat und Traß annähernd das Gleiche wie bei der in der Praxis üblichsten und bewährtesten Mischung für Kalk-Traß-Mörtel von 1 Raumteil Kalkteig : 1,5 Raumteilen Traß, die etwa 0,7 Gew.-Teile Kalkhydrat auf 1,5 Gew.-Teile Traß enthält.

Zahlentafel 1. Einfluß der Höhe des Traßzusatzes auf die Druckfestigkeit.
(Lagerung der Körper: 1 Tag feuchter Kästen, dann dauernd unter Wasser.)

Mischungsverhältnis	Festigkeit nach		
	28 Tg. kg/cm ²	45 Tg. kg/cm ²	61 Tg. kg/cm ²
1 Gew.-Tl. Zement : 3 Gew.-Tl. Normalsand ohne Traß	396,5	416	424
1 Gew.-Tl. Zement : 0,1 Gew.-Tl. Traß : 3 Gew.-Tl. Normalsand	458	462	484,5
1 " " : 0,2 " " : 3 " "	482,5	488	525
1 " " : 0,3 " " : 3 " "	501	508	584
1 " " : 0,4 " " : 3 " "	505	533,5	540,5
1 " " : 0,5 " " : 3 " "	509	552	562,5
1 " " : 0,6 " " : 3 " "	504	507	546
1 " " : 0,7 " " : 3 " "	472	568,5	584
1 " " : 0,8 " " : 3 " "	461	521,5	576,5
1 " " : 0,9 " " : 3 " "	423	469	494
1 " " : 1,0 " " : 3 " "	47	468	495

Die Werte stellen das Mittel von 4 Versuchskörpern dar.

Zahlentafel 2. Einfluß des gleichen Traßzusatzes in verschiedenen Altersstufen auf die Festigkeit.

(Lagerung der Körper: 1 Tag feuchter Kästen, dann dauernd Wasser.)

Alter der Betonkörper	1 Gewicht-Teil Zement + 3 Gew.-Teile Normal Sand		1 Gew.-Teil Zement + 0,7 Gewicht-Teile Traß + 3 Gew.-Teile Normal-Sand	
	Druckfestigk. in kg/cm ²	Zugfestigkeit in kg/cm ²	Druckfestigk. in kg/cm ²	Zugfestigkeit in kg/cm ²
nach 2 Tagen	91,7	12,9	70,3	11,73
" 4 "	157	20,4	127,4	13,85
" 6 "	187	17,99	140	16,58
" 8 "	218	21,63	161	18,99
" 10 "	240,5	22,92	202	22,97
" 12 "	253	24,21	213,5	22,99
" 14 "	252	24,44	228	24,31
" 16 "	254	27,00	227	26,85
" 18 "	265,5	24,55	270	24,56
" 20 "	264	26,30	274	28,05
" 22 "	261,5	27,17	295	30,68
" 24 "	261,5	25,70	300	34,55
" 26 "	265	26,35	285	32,05
" 28 "	266	26,77	289	33,54
" 30 "	265	29,35	287	36,27
" 45 "	268	29,47	354,5	34,47
" 60 "	309,5	31,91	425	36,95

Abbind.-Anfg.: 2 1/4 Stunden Abbind.-Anfg.: 6 3/4 Stunden

Nachdem man durch den Versuch die günstigsten Mischungen zwischen Zement und Traß ermittelt hat (1 : 0,5 bis 1 : 0,8 nach Gew.-Teilen), ist, die theoretischen Betrachtungen oben aufnehmend, daraus zu schließen, daß über die Hälfte der im Traß enthaltenen Kieselsäure zur Umsetzung mit Kalkhydrat befähigt sein muß, denn auf etwa 0,3 Gew.-Teile Kalkhydrat vom Portlandzement kommen 0,5—0,8 Gew.-Teile Traß mit etwa 0,3—0,5 Gesamtkieselsäure. Der Aufschluß der Traßkieselsäure durch Kalk erstreckt sich auf Monate und es ist wahrscheinlich, daß zunächst leichter und schneller wirkende freie Kieselsäure und dann die sauren Silikate im Traß in die Reaktion eintreten. Bei dieser Betrachtung ist von einer Beteiligung der Traß-Tonerde abgesehen worden, sie ist aber möglich, worauf bereits Michaelis verwiesen hat.

Die vorstehenden Versuchsreihen, Zahlentafel 2, geben über die zweite wichtige Frage Aufschluß, wann die Wirkung des Trasses in einer der günstigsten Mischungen mit Zement so weit gediehen ist, daß die zunächst durch die Traßuntermischung erzeugte Magerung des Zementes und dadurch bewirkte Herabsetzung der Festigkeiten ausgeglichen wird. Es erfolgt dies nach etwa 18 Tagen. Zugleich ist natürlich ersichtlich, daß vom 18. Tage ab mit Festigkeitserhöhungen durch den Traßzusatz zu rechnen ist und wie groß diese Festigkeitserhöhungen im Vergleich zum traßfreien Zement nach 28, 45 und 60 Tagen sind. Sie betragen für Druck rd. 37 v. H. für Zug rd. 16 v. H. nach 60 Tagen.

Wirkt nun aber auch der Traß in Portlandzement-Mörtel und Beton, wenn diese nicht im Wasser, sondern dauernd an der Luft liegen oder zunächst nur kurze Zeit, etwa 2 Tage, dem Wasser ausgesetzt sind?

Wie die Zahlentafel 3 zeigt, ist eine die Festigkeit erhöhende Wirkung durch reinen Traß bei dauernder Luftlagerung überhaupt nicht vorhanden, auch nicht, falls die Körper vor der dauernden Luftlagerung 2 Tage im Wasser lagerten, zum mindesten ist sie in diesem Falle nur gering zu nennen. Nach den Eingangs gegebenen Erklärungen über die Wirkung des Traß kann dies Ergebnis nicht verwundern; es war voraussehen und der Versuch nur angestellt, um die Bestätigung durch den Versuch zu haben. Das Anmachwasser wird nämlich voll von dem sehr energisch mit Wasser sich umsetzenden Zement in Anspruch genommen, für die schwerfällige Kalkhydrat-Traß-Umsetzung, die wie fast alle ehemischen Prozesse nur bei Gegenwart von Wasser verläuft, bleibt Wasser so gut wie nicht verfügbar. Daher setzt diese Umsetzung solange aus, als nicht durch Wasserzufuhr von außen die chemisch notwendigen Bedingungen dafür geschaffen werden.

Auf Grund dieser Tatsache könnte man nunmehr der Ansicht sein, Traß bei Beton-Hochbauten vollkommen in Fortfall kommen zu lassen, ihn nur im Wasserbau und Tiefbau zu verwenden, wo er zum mindesten durch die mit Feuchtigkeit gesättigte Bodenluft und den feuchten Boden selbst die zur Reaktion in den ersten Wochen nötige Wassermenge zur Verfügung hat. Ein solches Ausschalten von Traßzuschlag im Hochbau ist meiner Ansicht nach nicht empfehlenswert; die Betonaußenschichten bei Stützmauern, Brücken usw. haben durch Regenfälle häufig Gelegenheit, Wasser aufzusaugen, jede solche Periode der Nässe bringt dem traßhaltigen Zementmörtel Festigkeitssteigerungen, dem traßfreien Zement im Vergleich hierzu aber nicht. Allmählich schwindet auch im so an der Luft befindlichen Beton durch Absättigung mit Traß das Kalkhydrat, Auswaschungen und Ausblühungen werden erschwert, desgl. Auftreibungen bei etwaiger Berührung mit Sulfatwässern oder schwefelhaltigen Gasen. Nicht zu unterschätzen ist auch, daß die Traßzugabe sozusagen eine Festigkeitsaufspeicherung darstellt, durch die der Zementbeton noch in sehr verstärktem Maße die Neigung erhält, immer größeren Festigkeiten zuzustreben, als bei Freisein von Traß. Ein Ersatz eines Teiles des Zementes durch Traß darf bei Hochbauten wegen des Mangels an dem unbedingt nötigen Reaktionswasser natürlich nicht vorgenommen werden, sondern nur ein Zuschlag zu der ursprünglich geplanten Zement-Kies- oder -Sandmischung.

Über die Wirkung des Traß auf die Wasserdurchlässigkeit liegen nur wenige Versuche des hiesigen Amtes vor. Nachstehende Zahlentafeln 4 und 5 darüber zeigen, daß die an Sand ärmeren, also fetten Traß-Kalk-Mörtel außerordentlich hohen Widerstand gegen die Durchdringung von Wasser besitzen und der Traßzusatz zu Zementmörtel gleichfalls dessen Widerstand gegen

Zahlentafel 3 Einwirkung des Traßzusatzes bei ausschließlicher oder vorwiegender Luftlagerung.

Alter der Probekörper	Mischung und Lagerung:			
	1 Raumteil Zement + 3 Raumteile Normalsand		1 Raumteil Zement + 0,7 Raumteile Traß + 3 Raumteile Normalsand	
	reine Luft- lagerung	1 Tg Luft, 2 Tage Wasser, dann Luft- lagerung	reine Luft- lagerung	1 Tg Luft, 2 Tage Wasser, dann Luft- lagerung
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
Druckfestigkeit nach 7 Tagen:	139,3	121,5	129,7	112,6
" " 21 "	166,3	219,7	178,3	218
" " 28 "	183,5	261	199,3	253,3
" " 45 "	205,7	275,3	220,3	293,3
" " 60 "	209,5	241,7	203,5	250,3

Wasserdurchlaß erheblich erhöht. Wie beim Kalk-Traß-Mörtel verstärkt sich sicherlich auch beim Zement-Traß-Mörtel dieser Widerstand mit zunehmendem Alter, da ja bei beiden die gleichen Umsetzungen dafür maßgebend sind. Die Gefahr des Auslaugens und Ausblühens von Zementmörtel wird selbstverständlich außer durch die chemischen Umsetzungen, im besonderen also durch die Beseitigung des Kalkhydrats, auch durch die bessere Wasserdurchlässigkeit der Zement-Traß-Mischungen herabgesetzt.

Zahlentafel 4 Wasserdurchlässigkeit von Kalk-Traß-Normalsand-Mörtel.

(Lagerung 3 Tage im feuchten Kasten und 25 Tage unter Wasser. Geprüft wurden 2 cm hohe Platten erdfencht eingestampft.)

Mischung	1 Raumtl. N-Kalk 1 Raumteil Traß 1 Raumteil Normalsand		1 Raumtl. N-Kalk 1 Raumteil Traß 2 Raumteile Normalsand		1 Raumtl. N-Kalk 1 Raumteil Traß 3 Raumteile Normalsand	
	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
	je 1 Stunde unter					
0,3 Atm.	0	0	0	0	sofort große Mengen	sofort nach 5 Min. 183 g
1 "	0	0	9,3 g	0		
2 "	0	0		2,0 g		
3 "	0	0				
4 "	2,4 g	0				

Zahlentafel 5 Wasserdurchlässigkeit von Zement-Traß-Sand-Mörtel verglichen mit Zement-Sand-Mörtel.

(Lagerung 7 Tage im feuchten Kasten. Geprüft wurden 2 cm hohe Platten erdfencht eingeschlagen. Der Sand bestand aus einer Mischung von 30 v. H. Korngröße I und 70 v. H. Korngröße II.)

je 2 Stunden unter	nach Raumteilen 1 Zement : 3 Sand	nach Raumteilen 1 Zement : 0,5 Traß : 3 Sand
	0,3 Atm.	0 g
1 "	37,8 g	0 g
2 "		5,2 g

Eine der wichtigsten und häufigsten Fragen bei der Verwendung von Traß in Mischung mit Zement ist die, wieviel Zement durch Verwendung von Traß gespart werden kann. Man will also z. B. statt 1 Gew.-Teil Zement und 3 Teilen Sand nur 0,75 Gew.-Teile Zement verwenden und durch Zuschlag von Traß doch dieselbe Festigkeit erreichen, die man mit 1 Gew.-Teil Zement erhalten haben würde (wohlgemerkt aber nur bei Wasser- nicht bei reiner Luftlagerung und ferner bei Verwendung der richtigen Mischung zwischen Zement und Traß).

Einen Anhaltspunkt über die mögliche Ersparnis an Zement geben bereits die Zahlentafeln 1 und 2, indem man entsprechend der erhöhten Festigkeit der Traß als Zuschlag enthaltenden Mischungen berechtigt ist anzunehmen, daß zum mindesten rd. 25 v. H. Zement gespart werden, wenn dafür die dem zur Verwendung kommenden Restteil an Zement entsprechende günstigste Menge an Traß untermischt wird. Man wird also auf Grund dieser Betrachtungen an Hand der Zahlentafeln 1 und 2 etwa gleiche Festigkeiten erzielen mit den Mischungen, z. B.:

1 Gew.-Teil Zement	: 8 Gew.-Teilen Kiessand
und 0,75 "	: 0,375—0,525 Gew.-Teilen Traß :
	8 Gew.-Teilen Kiessand
oder 1 "	: 0,5—0,7 Gew.-Teilen Traß :
	10 1/2 Gew.-Teilen Kiessand.

Die Zahlentafel 6 f. S. soll nun eine Bestätigung dieser Maßnahme durch den Versuch ergeben. Es ist aus ihr zu ersehen, daß tatsächlich 25 v. H. des Zementes durch Traßzuschlag ersetzbar sind, denn die Mischungen I und IV

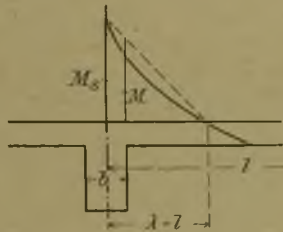
haben etwa gleiche Anfangs- und fast gleiche Endfestigkeiten. Besonders letztere werden bei der Traß enthaltenden Mischung immer stärker steigen und nach mehr als 60 Tagen die traßfreie Mischung I noch übertreffen.

Die Werte für Mischung V lassen erkennen, daß man nicht wesentlich mehr als 25 v. H. des Zementes durch Traß ersetzen darf, weil man dann Gefahr läuft, erheblich niedrigere Festigkeiten als bei Verwendung der vollen Zementmenge zu erhalten.

Es muß zugegeben werden, daß ein Ersatz von rd. 25 v. H. Zement vielleicht noch nicht das äußerst Mögliche an Zementersparnis durch Untermischung von Traß bedeutet, man kann vermutlich auch auf 30 v. H. gehen. Um diese Grenze genau festzulegen, sind zahlreichere Versuche nötig, sie dürfte im übrigen mit der chemischen Zusammensetzung der Zemente schwanken. Im Interesse der Sicherheit und Zuverlässigkeit des Verfahrens dürfte es liegen, nur 25 v. H. als Höchstgrenze für den Zementersatz zu wählen. Mischungen, die an Stelle des gesparten Zementes die gleiche Menge davon als Traß enthalten, z. B. 0,75 Gew.-Teile Zement : 0,25 Gew.-Teile Traß : 8 Gew.-Teile Kiessand, sind hiesiger Ansicht nach nicht völlig richtig zusammengesetzt, denn auf 1 Gew.-Teil Zement kommen in dieser Mischung nur 0,33 Gew.-Teile Traß, ein Mischungsverhältnis, das nach Zahlentafel 1

Vermischtes.

Tabelle zur angenäherten Bestimmung der Abminderung der Stützmomente. In vielen Fällen ist es bei Dimensionierung von Eisenbeton-Platten und Balken aus wirtschaftlichen Rücksichten wünschenswert, außer dem theoretischen Stützmoment M_s das Moment M zu kennen, das bei Platten über der Außenflucht der Rippe, bei Balken über Außenkante Unterzug oder Ständer wirkt. Eine angenäherte, für Vorentwürfe durchaus genügende Berücksichtigung erlaubt das folgende Verfahren: Der Momentennullpunkt und damit auch sein Abstand $\lambda \cdot l$ vom theoretischen Auflager ist entweder bekannt oder zu schätzen. Ersetzt man dann das in der Strecke $\lambda \cdot l$ gelegene Stück der maßgebenden Momentenlinie durch eine Gerade und nennt $b = \beta \cdot l$, so erhält man (etwas zu groß)



$$M = \left(1 - \frac{\beta^2}{2\lambda}\right) M_s$$

wie sich leicht aus der Abbildung ablesen läßt. Für gebräuchliche Verhältnisse s und λ ist der Klammerwert in folgender Tafel zusammengestellt. Man sieht, daß auch bei weitab liegendem Momentennullpunkt

($\lambda = 0,25$) die Abminderung bei normalen Unterzügen etwa 20 v. H. beträgt.

	$\lambda = 0,15$	$\lambda = 0,18$	$\lambda = 0,20$	$\lambda = 0,22$	$= 0,25$
$\beta = 0,03$	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94
$\beta = 0,05$	0,83	0,86	0,88	0,89	0,90
$\beta = 0,07$	0,77	0,81	0,83	0,84	0,86
$\beta = 0,08$	0,73	0,78	0,80	0,82	0,84
$\beta = 0,09$	0,70	0,75	0,78	0,80	0,82
$\beta = 0,10$	0,67	0,72	0,75	0,77	0,80
$\beta = 0,11$	0,63	0,69	0,73	0,75	0,78
$\beta = 0,12$	0,60	0,67	0,70	0,73	0,76
$\beta = 0,13$	0,57	0,64	0,68	0,70	0,74
$\beta = 0,14$	0,53	0,61	0,65	0,68	0,72
$\beta = 0,15$	0,50	0,58	0,63	0,66	0,70
$\beta = 0,17$	0,43	0,53	0,58	0,61	0,66
$\beta = 0,20$	0,33	0,44	0,50	0,55	0,60

Dipl.-Ing. Herm. Craemer der A. G. Phil. Holzmann-Düsseldorf.

Badewannen und Waschtisch-Einrichtungen in Eisenbeton. Zu dieser Frage erhalten wir von der Ambi-Gesellschaft, Berlin, die nachstehende Zuschrift:

„Die Wiederaufnahme der Herstellung von Badewannen und Waschtisch-Einrichtungen aus Eisenbeton ist in der jetzigen Zeit in wirtschaftlicher und technischer Beziehung zu begrüßen. Steht doch der Preis dieser Erzeugnisse ganz bedeutend unter dem der Feuertonnen und um 50 v. H. unter dem von gußeisernen, emaillierten Wannen. Eine wirkliche Ersparnis ist aber nur dann gegeben, wenn das Erzeugnis in seinen Eigenschaften mindestens auf derselben Höhe steht, wie das Erzeugnis mit höherem Anschaffungs- und Gebrauchspreis. Es bedurfte für die Ambi-Bade-, Wasch- und Toilette-Einrichtungen jahrelanger Vorbereitungen, um hier ein Erzeugnis zu schaffen,

das nicht nur äußerlich auch verwöhnten Ansprüchen Rechnung trägt, sondern auch gegen alle Einflüsse widerstandsfähig ist, die die Haltbarkeit und das Aussehen gefährden könnten. Hierzu gehört vor allen Dingen, daß eingelassenes heißes Wasser sich möglichst lange warm hält, daß rascher Wechsel von heißem und kaltem Wasser, Erwärmung und Abkühlung der Wandungen keine schädigenden Einflüsse ausübt, daß selbst lange im Behälter stehendes Seifenwasser keine erheblichen Rückstände hinterläßt, daß Rostbildungen ausgeschlossen sind, daß sich das Material einfach reinigen läßt und im Gewicht niedrig ist. Das trifft zu auf die Ambi-Badewanne, das Ambi-Waschbecken, den Ambi-Spültisch. Die Herstellung dieser Wannen, Wasch- und Spültische, die patentgesetzlich geschützt ist, erfolgt aus Hartbeton und Marmor-Terrazzo. Durch die besonders sorgfältige Auswahl der Zuschlagstoffe wird ein Erzeugnis erreicht, das trotz der geringen Wandstärke von nur 1 cm allen Anforderungen entspricht. Bei einer Länge von 165 bis 180 cm, Breite von 75 cm und Höhe von 65 cm beträgt das Gewicht der Wanne nur 70 bis 90 kg. Die Plastizität des Betons läßt jede Formgebung zu. Der Marmor-Terrazzo-Belag, der infolge seiner festen Verbindung mit dem Hartzement nicht abspringen kann, ist einfach zu reinigen. Rostbildung ist ausgeschlossen, ebenso die bei der Aufstellung von Emaillewannen unvermeidlichen kleinen Beschädigungen. Auswaschen mit klarem Wasser und Nachreiben mit einem trockenen Tuch genügen; Seifenschichten entfernt man leicht mit einem Wollappen. Die geringe Wandstärke hat den Vorzug, daß sie dem Wasser keine Wärme entzieht. Die Gleichmäßigkeit der Wandstärke schließt ein Springen infolge wechselnden Einlaufs von kaltem und heißem Wasser aus. Da zudem der Hartbeton und Marmor-Terrazzo-Belag eine einheitliche, fugen- und schichtenlose Masse bilden, ist ein Verschleiß unmöglich, die Politur wird vielmehr mit der Zeit immer besser. Die zu wählenden Farbtöne stehen im Belieben des Verbrauchers. Auch für medizinische Bäder haben die Beton-Wannen sich bewährt.

Neben der freistehenden, normalen Wanne, die besonders für Siedlungshäuser geeignet ist, werden von den Ambi-Werken für bessere Wohnungen Wannen mit dreiseitiger Ummantelung, Eckwannen mit zweiseitiger Ummantelung und Sitzbadewannen hergestellt. Ferner Fußbadewannen, ein- und zweiseitige Waschtische und Spülbecken.

Zahlentafel 6. Einfluß des Ersatzes eines Teils des Zements durch Traß auf die Druckfestigkeit. (Lagerung der Körper: 1 Tag feuchter Kasten, dann dauernd unter Wasser.)

Mischungsverhältnis	Druckfestigkeit nach		
	28 Tg. kg/cm ²	45 Tg. kg/cm ²	60 Tg. kg/cm ²
I. 1 Gew.-Tl. Zement : 3 Gew.-Tl. Normalsand	407,5	433	436,2
II. 1 Gew.-Tl. Zement : 0,5 Gew.-Tl. Traß : 3 Gew.-Tl. Normalsand	474,2	518	520
III. 0,9 „ „ : 0,45 „ „ : 3 „ „	474,5	494,2	507,8
IV. 0,75 „ „ : 0,375 „ „ : 3 „ „	477	405,7	417
V. 0,65 „ „ : 0,325 „ „ : 3 „ „	275,5	327,5	335,5

Gleichfalls zu verwerfen ist nach hiesiger Ansicht, was besonders aus dem einleitend Gesagten hervorgeht, Kalkhydrat in Gestalt von Weißkalk oder Sackkalk ohne Traß dem Mörtel zuzusetzen, im besondern sobald er zu Wasserbauten Verwendung finden soll; denn gerade das Kalkhydrat muß in solchen Fällen wegen seiner Wasserlöslichkeit beseitigt werden. Bei magerem, undichtem Zementmörtel sollte zur Dichtung und besseren Haftfähigkeit der Zusatz von Kalk nur außerhalb des Grundwassers, vornehmlich beim Hochbau, geübt werden.

Neben der freistehenden, normalen Wanne, die besonders für Siedlungshäuser geeignet ist, werden von den Ambi-Werken für bessere Wohnungen Wannen mit dreiseitiger Ummantelung, Eckwannen mit zweiseitiger Ummantelung und Sitzbadewannen hergestellt. Ferner Fußbadewannen, ein- und zweiseitige Waschtische und Spülbecken.

Urteile und Zeugnisse aus allen Kreisen lassen erkennen, daß sich die Ambi-Wannen sowohl im gewöhnlichen Wohnhausbau wie in großen industriellen Anlagen aufs beste bewährt haben. In jüngster Zeit haben sich aus Gründen der Ersparnis auch Reichs-Neubauämter im besetzten rheinischen Gebiet für die Besatzungs-Bauten zu umfangreichen Anschaffungen solcher Wannen entschlossen.

Inhalt: Neubau einer Kesselschmiede und Maschinenfabrik im Hamburger Freihafen. — Gründung mit Abeg-Beton-Bohrpfählen. — Verdrehungsversuche zur Klärung der Schubfestigkeit von Eisenbeton. — Über die Wirkung von Traß in Mischung mit Portlandzement. — Vermischtes.

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H. in Berlin. Für die Redaktion verantwortlich: Fritz Eiselen in Berlin. W. Büxenstein Druckereigesellschaft, Berlin SW.