

KONSTRUKTION UND AUSFÜHRUNG

MASSIV-, EISENBETON-, EISEN-, HOLZBAU

HERAUSGEBER: REG.-BAUMEISTER FRITZ EISELEN

Alle Rechte vorbehalten. — Für nicht verlangte Beiträge keine Gewähr.

61. JAHRGANG

BERLIN, DEN 2. APRIL 1927

Nr. 7

Bogenbrücken aus Eisen mit tragender Betonumhüllung.

Von Dr. Fritz Emperger, Wien.* (Hierzu insgesamt 23 Abbildungen.)



Die einwandfreie Ausbildung eines Brückenbaues hängt in erster Linie von der konstruktiven Lösung des Tragwerkes und seiner Querschnittausbildung ab und muß so gewählt werden, daß die Brücke mit Bezug auf Lebensdauer und Schönheit und Bezug auf Wirtschaftlichkeit den höchsten Anforderungen

entspricht. Diese konstruktive Lösung des Tragwerkes hängt von der zur Verfügung stehenden Konstruktionshöhe bzw. bei gegebener Spannweite von dem Verhältnis dieser beiden Größen ab. Bei Brücken mit Fahrbahn oben bildet das Verhältnis ein Zehntel, eine Art Grenzscheide zwischen zwei Gruppen, von denen die eine vornehmlich für den Bogen, die andere vornehmlich für den Träger geeignet erscheint. Wird aber die Konstruktionshöhe noch weiterhin erniedrigt, so daß wir das Brückentragwerk über der Fahrbahn anordnen müssen, so haben wir einen freien Spielraum für alle Formen, und wir ersehen daraus, daß der Bogen weitgehende Anwendungsmöglichkeiten besitzt.

Diese Tatsache steht mit seiner bis heute noch immer seltenen Verwendung in um so auffälligerem Widerspruch als er nicht nur in Bezug auf Schönheit, sondern in Bezug auf die ausschlaggebende Wirtschaftlichkeit im Vorteil gegenüber den andern Formen ist. Beim Vergleich mit einem Träger gibt uns der Bogen Gelegenheit, die Kräfte, die beim Träger durch Zuggurt aufgenommen werden müssen, ins Widerlager zu übertragen und so in vielen Fällen eine sparsamere Ausbildung zu ermöglichen. Daß diese Erwägung so wenig beachtet wird, erklärt sich dadurch, daß unsere Kenntnisse der Bodenphysik noch recht mangelhafte sind und wir daher nicht in der Lage sind, die Widerlager so sparsam auszubilden, wie die darauf wirkenden Kräfte es ermöglichen würden. Das Fach steht heute noch vielfach auf einem Standpunkt, der die Ausführung eines Bogens hauptsächlich auf Felsunterlage beschränkt, und die Unkenntnis über die Zusammenrückbarkeit des Bodens veranlaßt, dort den Träger anzuwenden, wo hierzu keine Notwendigkeit ist. Wir finden in Zentraleuropa überall dort, wo ängstliche Beamte einen maßgebenden Einfluß besitzen, ohne zwingenden Grund den Zwei- und Drei-Gelenkbogen unter Vernachlässigung der stofflichen Einheit vor, ohne daß diese, wie z. B. bei der Traunfallbrücke, eine Notwendigkeit wäre.

Ein zweites Hindernis gegen eine Verallgemeinerung des massiven Bogenbrückenbaues besteht in seinen schwerfälligen Formen, an denen die Einführung des Eisenbetons durch Benützung einer Bewehrung von 1 bis 2 v. H. wenig geändert hat. Tatsächlich hat der Eisenbetonbau die bisherigen Spannweiten des Betonbaues nur wenig übertroffen. Mangels einer versuchstechnischen Durchbildung finden wir, im Gegensatz

zum Säulenbau, Beton und Eisenbeton fast gleichwertig angewendet vor. Man begnügt sich im Betonbau mit geringeren Sicherheiten oder, richtiger gesagt, man rechnet sich die Sicherheiten einfach heraus ohne Rücksicht darauf, ob sie tatsächlich vorhanden sind. So kommt es, daß die althergebrachten plumpen Formen des Bogenbrückenbaues das größte Hindernis für seine Entwicklung bilden, bei der die Aufgabe des Bogenbrückenbaues darauf hinausläuft, die Abmessungen zu finden, die sich selbst tragen. Die Nutzlast spielt neben dem riesigen Eigengewicht eine nebensächliche Rolle. Diese beiden Umstände machen die Verwendung des Bogens bei größerer Spannweite unmöglich und zeigen uns auch den Weg an, den die weitere Entwicklung des Bogenbaues einzuschlagen hat.

Nun ist aber das hohe Eigengewicht ein unleugbarer Vorteil des massiven Bogens. Wir wollen daher zunächst die Frage erörtern, wie weit man mit dem Eigengewicht herabgehen kann, ohne dieses wichtigen Vorteiles verlustig zu gehen. Wir fassen zu

* Vortrag gehalten am 20. September 1926 auf dem „Internationalen Brückenbaukongreß, Zürich.“

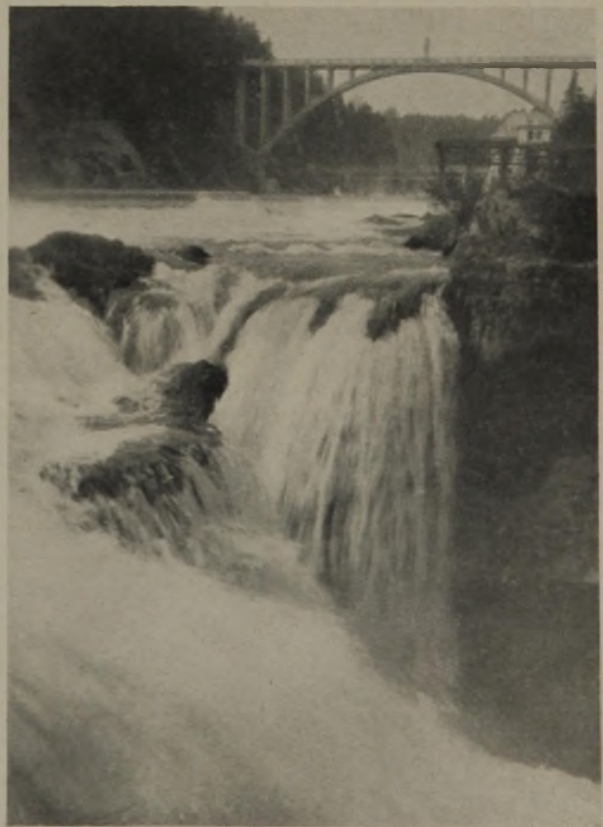


Abb. 1. Traunfallbrücke bei Gmunden.

diesem Zweck die künftige Entwicklung des Fahrparks, die Stoßwirkung der Fahrzeuge und alle sonstigen ungünstigen Einflüsse in einer Erhöhung der tatsächlich wirkenden Nutzlast um 50 v. H. zusammen. Wir stellen die weitere Forderung auf, daß diese Erhöhung nur eine Vermehrung der zulässigen Spannung um 10 v. H. zur Folge haben soll, unter der Voraussetzung, daß diese Vermehrung ohne einen Umbau des Brückentragwerkes denkbar ist. Wir stellen diese Forderung, um so eine Brücke von unabsehbarer Lebensdauer zu schaffen. Diese Forderung ergibt bei voller Ausnützung der zulässigen Spannungen ein bestimmtes Verhältnis zwischen Nutzlast und Eigengewicht, wie eine einfache Rechnung zeigt. Wenn wir das Eigengewicht mit g , die Nutzlast mit p bezeichnen und die Gesamtlast $q = g + p$, so müßte die Brücke einer Erhöhung der Gesamtlast auf $q' = g + 1,5 p = 1,1 q$ ohne Umbau gewachsen sein, wenn die Last den Spannungen als direkt proportional anzusehen ist. Das Verhältnis von g/p beträgt bei Eisenbrücken etwa 1,5, bei Eisenbetonbrücken je nach ihrer Spannweite das Dreifache und mehr und bei reinen Betonbogen häufig das Zehnfache. Unter Voraussetzung einer Überschreitung der zulässigen Spannungen um 10 v. H. entspricht dem, nach der obigen Gleichung, eine Brücke mit einem Eigengewicht von wenigstens der vierfachen Nutzlast. Wenn wir daher einem Eisenbogen den gewollten permanenten Charakter geben wollen, so müssen wir entweder sein Eigengewicht künstlich auf die vierfache Nutzlast erhöhen oder die zulässigen Spannungen nicht voll ausnützen. Um einen derartigen Bogen gleichwertig mit einem Bogen aus Eisenbeton herzustellen, geht es nicht an, in beiden Fällen nur die volle Ausnützung der zulässigen Spannung zu fordern, sondern man müßte den leichteren Eisenbogen mit einer größeren Sicherheit herstellen, um seine unbeschränkte Lebensdauer und Unabhängigkeit von dem Fahrpark sicherzustellen. Wenn dies der Fall ist, so unterscheiden sich die beiden Bauweisen nur mit Bezug auf die Unterhaltungskosten. Gerade in dieser Hinsicht haben wir während des Krieges, wo alle Brückenbauten mit Bezug auf die sorgfältige Unterhaltung eine Pause zu verzeichnen hatten, die beste Gelegenheit zu Vergleichen gehabt, deren Erfahrungen noch nicht zur Genüge bekannt sind.

Wollen wir nun dem Eisenbetonbau das überflüssige Gewicht abnehmen, so müssen wir einen Teil der Kräfte auf Eisen übertragen und gelangen so von selbst auf den hier erörterten Mittelweg zwischen dem reinen Eisenbau und dem Eisenbeton mit schwacher Bewehrung zu einem Bogendruckglied mit einer solchen von 5 bis 20 v. H., dessen Tragfähigkeit sich in erster Linie auf der Festigkeit des eisernen Kernes aufbaut, der in einen mittragenden Betonkörper eingeschlossen wird. Wir bezeichnen diese Bauweise als umschnürtes Gußeisen bzw. als umschnürten Stahl. Die Anwendung des Stahls kommt nur dort in Betracht, wo ein von vornherein hergestellter Stahlbogen zugleich als Bewehrung und als Ersatz für das Gerüst dient.

Dieser von mir vor 14 Jahren vorgeschlagene Verbundstoff des umschnürten Gußeisens hat, trotzdem sich das Fach erst neuerlich an die Verwendung des Gußeisens im Brückenbau gewöhnen mußte, eine große Reihe von Anwendungen gefunden¹⁾, deren erste die Schwarzenbergbrücke in Leipzig war, erbaut 1913 über die Schnellzuglinie Leipzig—Berlin (Abb. 3, S. 43), deren größte die Hindenburgbrücke in Breslau ist (Abb. 4, S. 43)²⁾, während die größten Spannweiten ein Bogen von 76 m über die Spree bei Treptow und ein Bogen von 71 m über den Traunfall in Gmunden aufweisen (Abb. 1 u. 2, S. 41 u. 43).

Bevor wir zu dieser Konzentration der Kräfte gekommen sind, sei auch der älteren Bestrebungen zur Verminderung des Eigengewichtes des Bogens gedacht.

¹⁾ Anmerkung der Schriftleitung. Vgl. den Aufsatz „Bogenbrücken aus umschnürtem Gußeisen“ von Dr.-Ing. Nitzsche, nach Vortrag Empergers auf dem Internat. Ing.-Kongreß in San Francisco in Dtsch. Bztg., Beton-Mittlg. 1916, S. 33 ff. —

²⁾ Anmerkung der Schriftleitung. Vgl. die ausführliche Darstellung über diese Brücke Dtsch. Bauztg. 1916, Beton-Mittlg. S. 145 ff. —

Die alte Bogenbrücke der Römer, wie sie sich in den Bauten im Süden Europas in dieser Form bis in die neueste Zeit erhalten hat, besteht aus einem vollen Gewölbe, abgeschlossen durch Zwickelmauern und einer Hinterfüllung, die die Fahrbahn trägt. Man hat zunächst diese Hinterfüllung beseitigt und ist dann nach dem Beispiel von Séjourné (Brücke in Luxemburg, 1900, von 72 m, Abb. 6, S. 44)³⁾ zum Zwillingsbogen übergegangen. Damit war das Minimum an Fahrbahn-gewicht erreicht. Nun ging man daran, den Bogen selbst möglichst leicht herzustellen, indem man ihn in Rippen aufgelöst hat. Beispiele dieser Art sind so häufig, daß ich von ihrer Vorführung absehe. Einen weiteren Fortschritt erzielten zwei französische Ingenieure, die ihre Methoden in zwei Bauten dargelegt haben. Ingenieur Lossier hat beim Bogen von Aubigny (1920) von 30 m Spur die Rippe aus einem Unter- und Obergurt zusammengesetzt (Abb. 5, S. 43), die er nur mit einem Fachwerk verbunden hat. Ingenieur Freyssinet hat im Bogen von 131 m Spur zu St. Pierre einen hohlen Querschnitt gewählt (Abb. 7, S. 45). In der Abb. 8, S. 45, wird die Verbindung der beiden Gedanken des Bogens in aufgelöster Bauweise und der Verwendung druckfester Kerne in einem Beispiel dargestellt, das Ingenieur Lossier und der Verfasser zu dem Zwecke entworfen haben, um zu zeigen, daß mit diesen Hilfsmitteln selbst die größten Brückenhauwerke hergestellt werden können. Abb. 8, S. 45, zeigt den Druckgurt der Firth-of-Forth-Brücke und ist eine Gegenüberstellung der wirklichen Ausführung in Stahl zu einer solchen aus umschnürtem Gußeisen.

Für die Erhöhung der Tragfähigkeit eines Druckgliedes stehen uns drei Hilfsmittel zur Verfügung. Erstens die Festigkeit des Betons, zweitens die Umschnürung und drittens die Längsbewehrung. Bezüglich der Festigkeit des Betons wollen wir in den üblichen Grenzen bleiben, die durch die jeweilige Mindestfestigkeit deshalb gekennzeichnet ist, weil die schwächste Stelle für die Festigkeit des ganzen Bauwerkes maßgebend erscheint. Bei der Bauführung ist die Einhaltung einer gewissen Mindestfestigkeit eine wichtige und schwierige Aufgabe. Will man aber eine außerordentliche Festigkeit erzielen, so ist die Frage mit der Vorschreibung eines hochwertigen Zementes nicht abgetan, es bedarf außerdem der Feststellung des Wassergehalts, der Temperatur und insbesondere sorgfältige Auswahl der Zuschlagsstoffe sowie einer gründlichen Betonkontrolle, wie es unserem Bauwesen leider wenig behagt. Die Herstellung solcher Qualitätsware ist jedenfalls kostspielig, sofern man es mit den zugesagten hohen Festigkeiten ernst nimmt, und führt zur Erwägung, ob nicht andere Hilfsmittel billiger und verlässlicher sind. Jedenfalls bleibt es offen, ob die hier dargelegten Verstärkungen außerdem noch mit hochwertigem Beton zu verwenden und so das Druckglied zur Aufnahme von Kräften zu befähigen, wie in Abb. 8.

Die Umschnürung ist in ihrer Wirkung von der Qualität des Betons abhängig. Der in Vorschriften übliche Koeffizient in Deutschland, $\alpha = 45$, ist nicht konstant, sondern er trifft nur für einen Beton von etwa 150 kg/cm² Würfelfestigkeit zu. Die Längsbewehrung beträgt im gewöhnlichen Eisenbeton höchstens 2 v. H. Ihr Einfluß auf die Gesamtfestigkeit ist also ein viel zu geringer, so daß die Umschnürung und Längsbewehrung die Gesamtfestigkeit höchstens verdoppeln können. Selbst diese Verdopplung ist nur sehr schwer erreichbar und stellt eine Bewehrung aus einem druckfesten Materialkern, wie Gußeisen oder Stahl, den einzigen, einfachsten und verlässlichsten Weg dar, um auch noch höhere Tragfähigkeiten zu erzielen. Nachdem die Zusammenarbeit von Beton mit druckfesten Kernen, wie meine Versuche bewiesen haben, durch eine leichte Umschnürung verlässlich sichergestellt werden kann, wollen wir uns hier mit diesen Druckgliedern aus gewöhnlichem Beton mit einem gußeisernen Kern, zusammengehalten mit einer leichten

³⁾ Anmerkung der Schriftleitung. Vgl. die ausführliche Darstellung Dtsch. Bauztg. 1902, S. 521 ff. —



Abb. 2. Traunfall-Brücke bei Gmunden.



Abb. 3. Schwarzenberg-Brücke in Leipzig.



Abb. 4. Hindenburgbrücke über die Oder in Breslau.

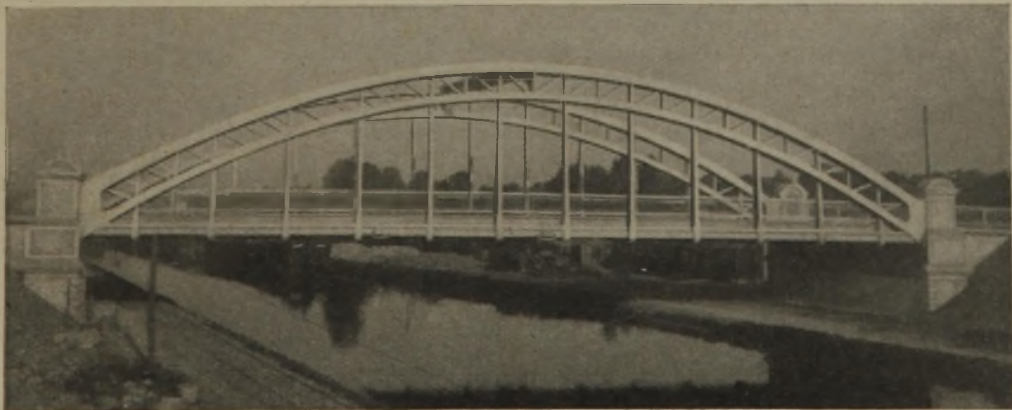


Abb. 5. Bogenbrücke bei Aubigny von H. Lossier.

Umschnürung, befassen. Die Tragfähigkeit und Zusammenarbeit von umschnürtem Beton mit einem druckfesten Kern wurde durch eine große Anzahl von Versuchen erprobt. Diese Versuche haben das von mir aufgestellte Gesetz der Addition erwiesen.

In Abb. 9, S. 45, findet sich das Ergebnis der Stauchung bis zum Bruch bei verschiedenen Formen von Druckgliedern dargestellt. Wir sind in der Lage, daraus für eine bestimmte Stauchung den Aufwand an Belastung nachzuweisen, der sich bei dem einzelnen Baustoff bzw. bei dem Verbundglied einstellt. In der Abb. 9 werden auf der rechten Seite folgende Stauchkurven von Verbundstoffen dargestellt:

1. Umschnürter Beton; 2. umschnürter Beton mit 1 v. H. Längeseisen; 3. derselbe Querschnitt mit 9 v. H. Flußeisen, also Umfang 10 v. H. und derselbe Querschnitt mit 9 v. H. Gußeisen. Auf der linken Seite der Abb. 9 sind die Stauchungskurven der drei Materialien: Für Beton (P_0); zwei für Flußeisen mit 1 und 10 v. H. (P_1 und P_2) und für Gußeisen von 9 v. H. (P_3) dargestellt. Wir können somit aus der Abb. 9 jene Größen der Belastung ermitteln, die bei Erreichung einer bestimmten Stauchungsgröße eintreten. Wenn wir nun

diese zulässige Last entsprechend weit von allen Erscheinungen ist, die wir als die ersten Anzeichen eines Bruches zu bezeichnen gewohnt sind. So insbesondere das Abfallen der Schale oder Eintreten von Zugrissen. Eine fortschreitende Materialerkenntnis hat in den letzten Jahren zu einer weitgehenden Verminderung der vorgeschriebenen Sicherheiten geführt. Ich glaube sogar, daß man da ein wenig zu weit gegangen ist. Jedenfalls habe ich bei meinen Entwürfen eine viel größere Sicherheit eingehalten, und zwar, daß diese Mindestsicherheit zwischen der zulässigen Last und den ersten Anzeichen einer Überlastung vorhanden ist, der Bruch erst viel später auftritt.

Die Kerneisen haben noch eine zweite Aufgabe neben einer Erhöhung der Druckfestigkeit: sie dienen zur Vergrößerung des Trägheitsradius und somit zur Hintanhaltung und Verkleinerung der Zugkräfte. Erst durch diesen Umstand sind wir in den Stand gesetzt, schlanke Bogen herzustellen und mit einem statischen Kern, der groß genug ist, um die Schwankungen der Drucklinie aufzunehmen.

Bei Berechnung solcher Bogenbrücken tauchten naturgemäß Schwierigkeiten auf. Diese werden nun

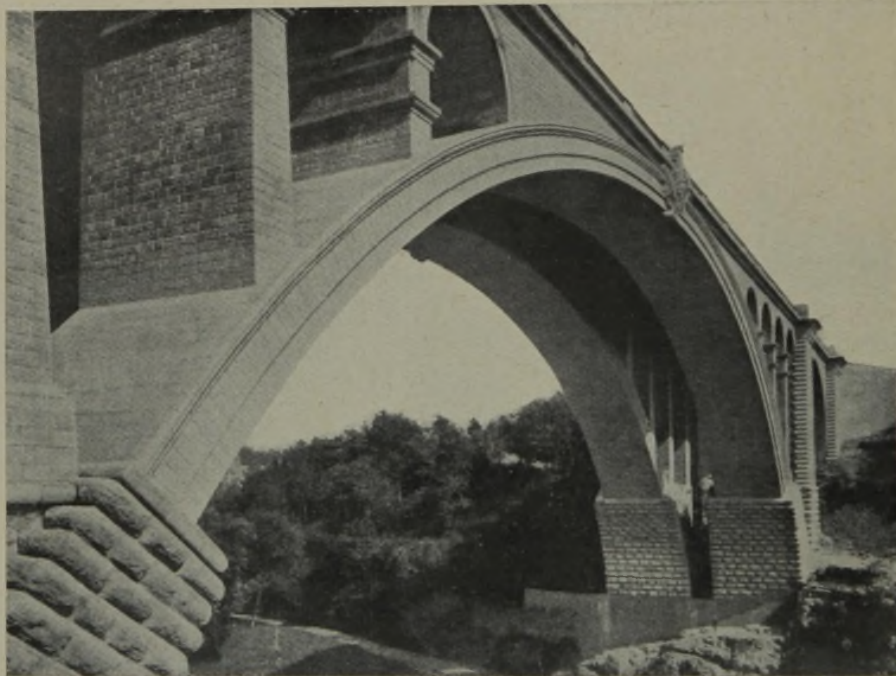


Abb. 6. Zwillingsbrücke in Luxemburg von Ing. Séjourné.

dieselbe Stauchung bei einer Verbundsäule vornehmen, so finden wir, daß bei einer umschnürten Säule mit Längeseisen eine Belastung nötig ist. $P_I = + P_0 + P_1$, bei einer ebensolchen Säule, die auch noch eine Flußeisensäule einschließt, $P_{II} = P_0 + P_2$ und schließlich für umschnürtes Gußeisen $P_{III} = P_0 + P_3$.

Dieses Gesetz der Addition erstreckt sich über den ganzen Verlauf der Stauchung, sofern die Umschnürung die Stauchungsfähigkeit des Betons so weit vermehrt, daß die Druckfähigkeit des Kernes ausgenützt werden kann. In diesem letzten Falle erstreckt sich das Gesetz auch auf die Bruchlasten selbst mit der bei Bruch erreichbaren Genauigkeit. Die Bruchlast eines solchen Verbundkörpers ist die Summe der Druckfestigkeiten der einzelnen Teilquerschnitte, die zulässige Belastung ein aliquoter Teil der Bruchlast.

In der Rechnung sind wir gezwungen, alle Bruchspannungen der Summe durch diese Sicherheit zu dividieren, um zu jenen zulässigen Spannungen zu gelangen, die uns die richtige zulässige Last für eine bestimmte Sicherheit der Verbundkörper ergibt. Tatsächlich tritt aber unter dieser zulässigen Last eine andere Spannungsverteilung ein. Auf diese Frage hier einzugehen, würde zu weit führen. Ich habe bei Versuchen immer Gewicht darauf gelegt, festzustellen, daß

erst dann zu beseitigen sein, wenn man sich auf ähnliche Faustregeln einigt, wie sie im Eisenbeton allgemeine Gültigkeit erlangt haben. Nachdem ich vorläufig für meine Berechnungen keine allgemeine Anerkennung erwarten kann, habe ich mich an jene oberste Instanz gewendet, die solche Fragen einwandfrei zu beantworten in der Lage ist, das ist der baumechanische Versuch.

Zu diesem Behufe wurde von dem nach meiner Methode berechneten Bogen der gefährliche Querschnitt herausgegriffen, der die größte Last und die größte Exzentrizität zeigt, und dieser Querschnitt einer exzentrischen Belastung unterzogen, um auf diese Weise die Sicherheit festzustellen, welche diese Anordnung besitzt. Die Abb. 10, S. 45, zeigt die Versuchskörper für meine ersten, an der Technischen Hochschule in Wien ausgeführten exzentrischen Versuche vom Jahre 1914. Bei den meisten späteren Brückenbauten wurden so die Abmessungen der Brücke selbst untersucht. Die Abb. 13, S. 45, zeigt den gefährlichen Querschnitt der Traunfallbrücke; in Abb. 12, S. 45, ist das ganze Bewehrungsgerüst aus Gußeisen dargestellt; auf Abb. 11, die die Bodenpressungen unter den Fundamenten dieser Brücke darstellt, kommen wir noch später zurück. — (Schluß folgt.)

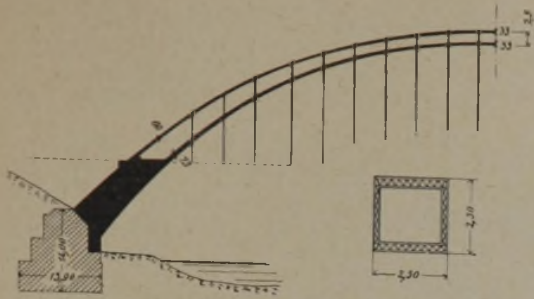


Abb. 7. Bogenbrücke bei St. Pierre von Freyssinet.

Abb. 8 (rechts). Das Druckglied der Firth of Forth Brücke (oben aus umschnürtem Gußeisen unten wirkliche Ausführung in Stahl.)

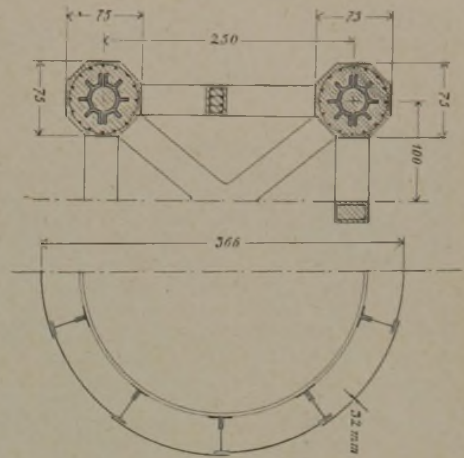


Abb. 9 (hierunter). Die Addition der Baustoffe in einem umschnürten Querschnitt.

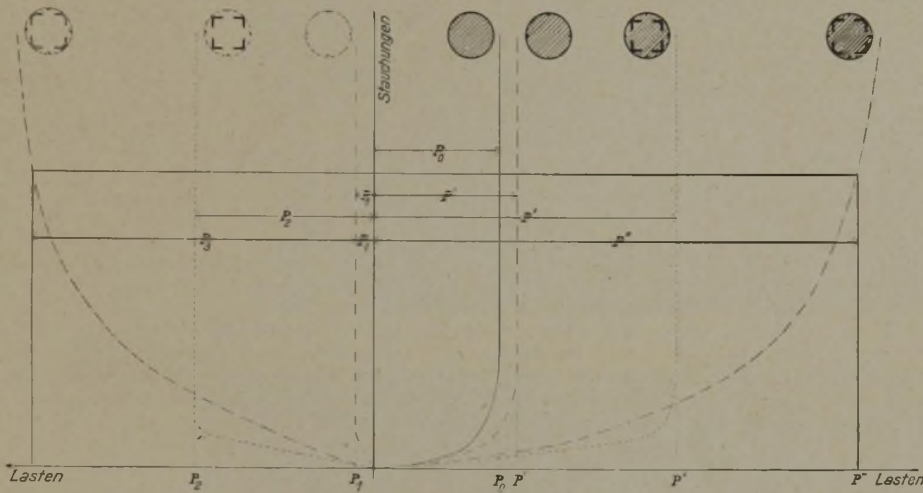


Abb. 10 Probekörper für exzentrischen Versuch mit umschnürtem Gußeisen.

Abb. 11. Fundament-Pressungen der Traunfall-Brücke.

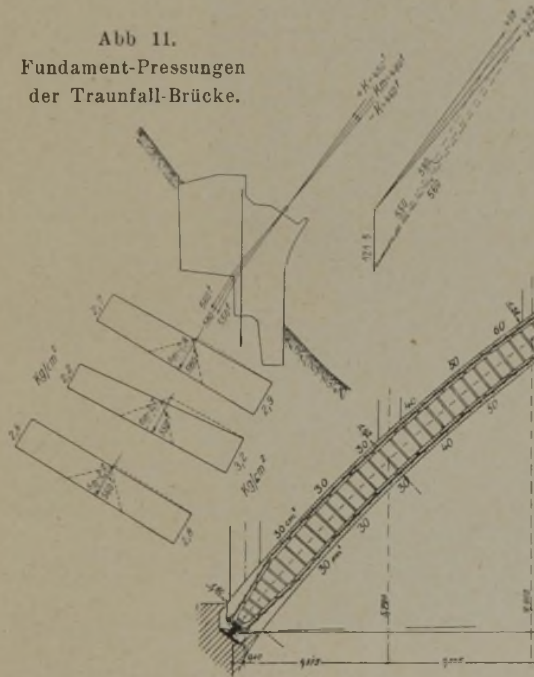


Abb. 12. Bewehrung der Traunfall-Brücke.

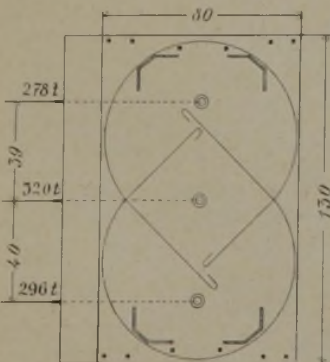
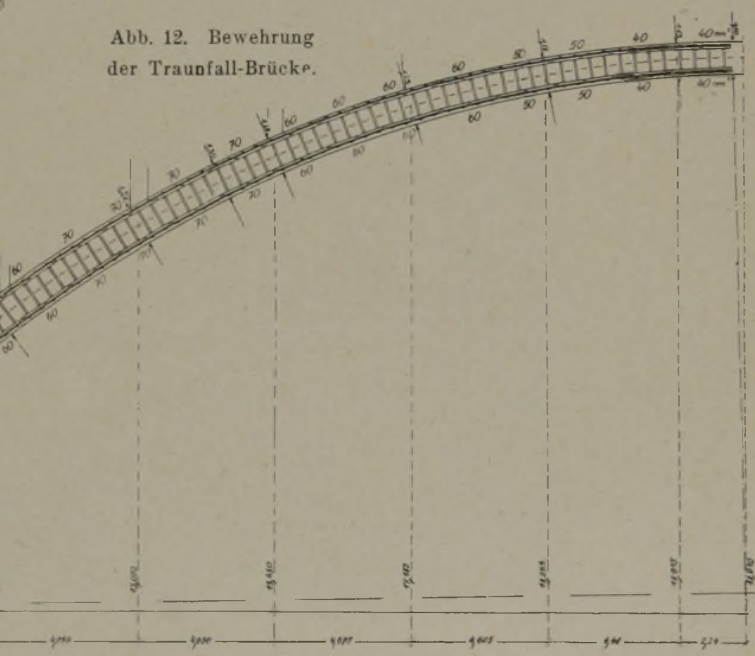


Abb. 13 (links). Gefährlicher Querschnitt der Traunfall-Brücke.

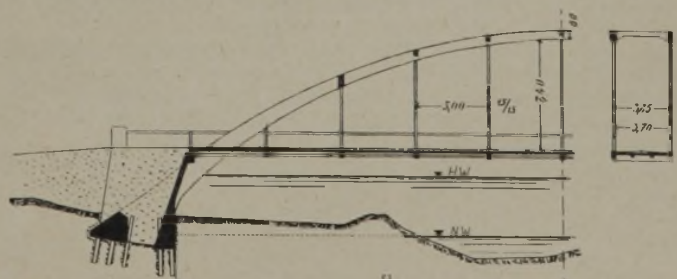


Abb. 14. Brücke über den Main bei Unterleiterbach.

Über einen Fall von Sandsteinverwitterung.

Von Prof. Dr. H. Seipp, Erfurt.



Die Besonderheit im Aufbau der Sandsteine ist ihr Bestand aus Quarzkörnern, die durch ein Bindemittel verkittet sind. Dazu treten noch Füllstoffe in wechselnder Menge. (Beim Bindemittel oder Zement wird dann weiterhin noch „Kontaktzement“, „Porenzement“ und „Basaltzement“ unterschieden.) Durch diese Art des Sandsteinaufbaues bedingt ist auch die nicht seltene Neigung mancher Sandsteine zum „Absanden“, d. h. zur Ablösung von Quarz- oder Sandkörnern bei Lockerung der Bindung. Auch das „Ab- und Ausbröckeln“ des Steins gehört größtenteils hierher. Jene Sandsteinnatur ist endlich mittelbar auch noch mit einer Ursache gewisser anderer Verwitterungsvorgänge, denen Sandsteine unterworfen sein können, nämlich des „Abspaltens“ und des „Abblätterns“, das eine auf dünnere und kleinere Trennungsmasse beschränkte Art des Abspaltens darstellt. Beide unliebsamen Veränderungen des Steinbestandes setzen aber Schichtigkeit, eben Leichtspaltigkeit des Materials voraus. Außer und neben diesen Hauptverwitterungsformen der Sandsteine gibt es noch eine ganze Reihe von anderen, von Besonderheiten der Sandsteinsorten abhängige Verwitterungsäußerungen. Auch die verschiedenen Bedingungen, unter denen der Angriff der verändernd auf den Stein wirkenden Luftstoffe sowie der Angriff des Frostes erfolgen können, sind natürlich mitbestimmend für den Erfolg des Angriffs und den Charakter des Verwitterungsbildes. Ohne auf die hierfür bestehenden verschiedenen Möglichkeiten einzugehen, soll hier nur ein besonderer Verwitterungsfall mitgeteilt und erörtert werden, der in ähnlicher Weise zwar gewiß häufiger vorkommt, aber, wie es scheint, seither nicht sonderlich beachtet wurde.

Der Kirchhof der Laurentius-Kirche zu Erfurt stößt an die Schloßerstraße und an die „Pils“ und ist durch eine Umwehrungsmauer mit je einer Zugangspforte, s. Abb. 1 u. 2, gegen jene beiden Straßen abgeschlossen. Die Pforten zeigen barocke Formgebung. Gewände und Sturz nebst dem Verdachungsaufbau hierüber sind aus Seeberg-Sandstein gearbeitet und mit einem alten, kräftigen, aber vielfach schadhaftem Ölfarbanstrich versehen*). Die Beschädigung und das stellenweise Verschwinden dieses Anstrichs, der den Stein gegen den Wetterangriff schützen sollte, sind nun hier geradezu die Ursache des Gegenteils, d. h. der mit der Zeit eingetretenen mehrfachen Wetterschäden des Steins geworden. An manchen Stellen des Aufbaues und des Sturzes, wo nicht bereits Zerstörungen am Stein zu beobachten sind, bemerkt man nämlich starke Aufblähungen und Aufkrümmungen der alten Ölfarbschicht, unter der sich an solchen Stellen mithin ein entsprechender Hohlraum befindet. Eine solche, besonders bezeichnende Stelle befindet sich z. B. rechts dicht neben dem kartuschenartigen Wappenschild in der Mitte des Aufbaues über der westlichen Türöffnung (s. Abb. 1 bei a). Diese Art der Veränderung des, wahrscheinlich mehrfachen, Ölfarbanstrichs, ebenso auch die Ribbildung bei solchen Anstrichen, können durch den Unterschied der Wärmeausdehnungskoeffizienten von Ölfarbschicht und Stein bedingt sein. Die bei scharfen Temperaturen und besonders bei Temperaturwechseln stark sich ausdehnenden oder zusammenziehenden beiden Stoffe können dabei nicht gleichen Schritt miteinander halten, und es kommt entweder zur Stülpung und Aufkrümmung oder zur Ribbildung. Blasenbildung und zuletzt Aufkrümmungen bei Ölfarbanstrichen können aber auch durch das Aufbringen eines zweiten Anstrichs auf den noch nicht völlig getrockneten und erhärteten ersten oder auch schon durch Auftragen des ersten Anstrichs auf den nassen Stein verursacht sein. Und noch andere Anlässe können möglicherweise mitwirken. Was im vorliegenden Falle etwa alles im Spiel gewesen war, läßt sich schwerlich noch feststellen und erscheint auch nebensächlich. Entscheidend ist die Tatsache des Vorhandenseins der unter normalen Umständen ausbleibenden Aufkrümmungen der Ölfarbschicht. Denn diese Aufkrümmungen haben hier an jenen Stellen, und nur an ihnen, den Wasserzutritt zum Stein ermöglicht, während die Wiederabdunstung der vom Stein aufgesogenen,

auch unter intakten Anstrichstellen sich ausbreitenden Feuchtigkeit erschwert war. Es kam also unter dem Ölfarbanstrich zu einer Ansammlung und Versackung der atmosphärischen Feuchtigkeit, die im Falle wiederholter Eisbildung zu Abspaltungen der lederzähnen Ölfarbschicht unter Mitreibung der an ihr haftenden Steinteilchen führen konnte und geführt hat. Besonders günstige Umstände für die Eisbildung liegen jedenfalls z. B. vor an den lotrechten, zweiseitig-freien Mauerkanten (u. U. auch Stoßfügen), für die Wasserzutritt in entstandene Anstrichlücken und somit eben auch Frostgefahr am bedrohlichsten sind. Ebenso an den Kanten von Gesimsen, besonders den unteren, wo sich bekanntlich die von oberher zutretende Feuchtigkeit mit Vorliebe versackt. Dazu liefern beide Portale an den Türverdachungen entsprechende Beispiele (s. Abb. 1 und 2 bei b). Auf der planen Mauerfläche werden für das Ablösen und Mitgerissenwerden von Sandsteinteilchen bei den Aufkrümmungen Stellen von geringerer Kohärenz sowie stärkerer Wassersaugung und Erweichungsfähigkeit als die der Umgebung besonders empfänglich sein usw. (S. hierzu in Abb. 2 des nördlichen Pfortchens den linksseitigen Gewändeteil bei c und den rechtsseitigen bei d.) Hier sind Stellen von der beschriebenen Steinbeschaffenheit vorhanden, die also entschieden angreifbarer als ihre Umgebung sich erwiesen. Sie verateten sich durch ihre von gehäufter Eisenoxydhydratgehalt herrührende gelbe Farbe. Die Verwitterungsschäden an den Konsolen der westlichen Tür gehören teils der einen, teils der anderen geschilderten Art an. Wo, wie besonders am Sturzprofil und anderen Stellen der nördlichen Pforte (s. Abb. 2 bei e) die Ölfarbschicht auf größere Strecken hin unter starker Aufkrümmung (ähnlich einer abblätternen Kleisterhaut) derart sich abgelöst hatte, daß das an den Stein gelangte Wasser ungehindert wieder abdunsten konnte: dort sind Verwitterungsschäden ausgeblieben. Übrigens mögen die vorhandenen Verwitterungserscheinungen, besonders am westlichen Portal, vielleicht auch durch die ungewöhnliche Ansammlung von Straßenstaub in etwas begünstigt worden sein. Bemerkenswert sei noch, daß auch ohne Beteiligung des Frostes die an der freien Abdunstung behinderte Feuchtigkeit beim schließlichen Entweichen u. U. auf Ablösung von Teilchen des Anstrichs dürfte hinwirken können.

Nach dem Vorstehenden kann man also tatsächlich sagen, daß der Ölfarbanstrich des in Erfurt und sonst als trefflich bewährten Seeberg-Sandsteins im Falle der beiden Portale zwar anfangs längere Zeit, wie überall, einen kräftigen Schutzanstrich gebildet, späterhin jedoch gerade die gegensätzliche Wirkung geübt hat. Sicher ist, daß Ölfarbanstrich auf Stein (übrigens auch auf Putz), wenn er sich nicht als zweischneidiges Schwert erweisen soll, unter allen Umständen größte Vorsicht und Sorgfalt bei Verwendung und Ausführung verlangt. Ähnliches wie das vorher Geschilderte gilt auch, jedoch nur in ganz geringem Maße, von vereinzelt Stellen des Ölfarbanstrichs auf Sandsteinteilen der Fassade des ehemaligen Gymnasialgebäudes, gleichfalls an der Schloßerstraße in Erfurt gelegen. Erheblichere Schäden waren an Sandsteinteilen der Fassade des Erfurter Museums, Ecke „Anger“ und Bahnhofstraße, aufgetreten. An dem hier z. T. von Haus aus minderwertigen (Berkaer, genauer Tondorfer) Buntsandstein sind der Ölfarbanstrich und die Schäden im Erdgeschoß nunmehr beseitigt.

Bei den Portalen des Laurentius-Kirchhofs müssen besonderer Umstände obgewaltet haben, um jene Aufkrümmungen in so besonders starkem Maße herbeizuführen.

Jene Ölfarbanstriche auf Stein entstammen einer Zeit, da in Erfurt anscheinend dieses Wetterschutzmittel, vielleicht gleichzeitig zum Zwecke angeblicher Verschönerung, beliebt gewesen zu sein scheint, wie das neuerdings wieder einmal der Fall ist. Gegenwärtig spielt jedoch noch die Farbgebung eine abschreckende Rolle, indem möglichst verschiedenartige und möglichst grelle und materialfarbenferne Töne besonders beliebt sind. (Hinzuweisen ist unter zahlreichen Beispielen nur auf die tiefblaue Farbe der Eckquader an der „Hohen Lilie“ am Friedrich-Wilhelm-Platz oder auf die grüne Farbe dieser Quader am „Vaterland“ in der Regierungsstraße!!) Eine bau- und materialästhetische Verirrung sondergleichen! Eine Barbarei, die auch zu den Zeichen der Zeit gehört, und die unter völliger Verbergung und

*) Die Sandsteinbrüche des Großen Seebergs bei Gotha lieferten zum allergrößten Teil den, dem Oberen Keuper oder Rhät angehörigen, schönen Sandstein für die Erfurter Bauten. —

Aufhebung des Steincharakters das edlere Material des Sandsteins durch das unedlere, lederige des Ölfarbanstriches äußerlich ersetzt! Dazu kommt dann noch die Möglichkeit der geschilderten Gefahr, die Ölfarbanstrich auf Sandstein unter Umständen im Gefolge haben kann. Zum Wetterschutz

von Sandstein ist man durchaus nicht etwa auf den hierfür verwerflichen Ölfarbanstrich angewiesen. Es gibt bekanntlich heute eine ganze Anzahl anderer, den Steincharakter und die natürliche Steinfarbe nicht verdeckender wirkungsvoller Steinschutzmittel. —

Abb. 1 (rechts).
Westliches
Pfortchen
in der
Friedhofs-Mauer.

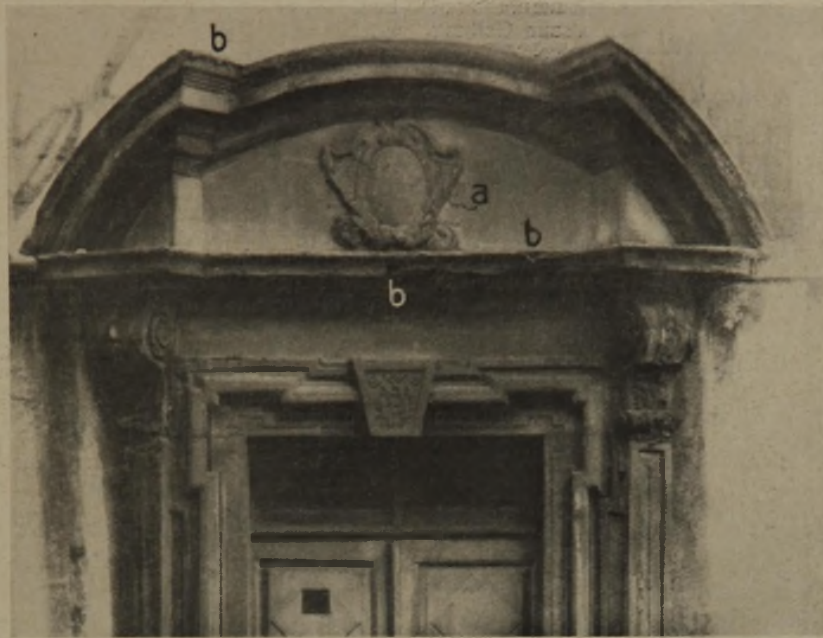


Abb. 2 (unten).
Nördliche Pforte
in der
Umwehrungsmauer
des Friedhofes
der
Laurentius-Kirche
zu Erfurt.



30. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins in Berlin.



om 17. bis 19. März d. J. hielt der „Deutsche Beton-Verein“ seine 30. Hauptversammlung zu Berlin ab. Das reichhaltige — mit 20 Vorträgen und Mitteilungen fast zu reichhaltige — Programm hatte neben den Mitgliedern eine überaus große Zahl von Vertretern der Reichs-, Staats- und städtischen Behörden, der Techn. Hochschulen und der freien Berufe angezogen, so daß der Beethovensaal in der Philharmonie andauernd stark besetzt war, ein Beweis für das große Interesse, das den Verhandlungen des Deutschen Beton-Vereins entgegengebracht wird. Wir möchten aber doch einer Beschränkung

des Programms in Zukunft das Wort reden. Denn einerseits wird dem Besucher fast Unmögliches an Auffassungsvermögen zugemutet, während andererseits die Redner bei einzelnen, ohnehin schwer verständlichen Materien zu einem „Telegrammstil“ (wie sich ein Redner ausdrückte) gezwungen werden, der es noch mehr erschwert, ihren Ausführungen mit Nutzen zu folgen.

Die Vorträge und Mitteilungen gliederten sich in solche, die Materialeigenschaften betreffen, solche, die allgemeine Fragen der Konstruktion von Bauwerken in Beton und Eisenbeton behandelten, solche, die neue Bauausführungs-

methoden und dazugehörige Geräte zum Gegenstand hatten und schließlich solche, die einzelne Bauwerke mit ihren technischen Einzelheiten darstellen. Fast alle waren von Lichtbildern begleitet, vielen folgte eine kurze Aussprache, soweit dazu Zeit zur Verfügung stand. Wir halten gerade diese Aussprachen, in denen zustimmende oder abweichende Anschauungen von Fachmännern, die auf dem gleichen Gebiete Erfahrungen besitzen, zur Geltung kommen, für besonders wertvoll für die Fachwelt. Durch vorherige Zusendung von gedruckten kurzen Auszügen aus den Vorträgen war sehr erfreulicherweise Gelegenheit gegeben, sich auf Gegenrede vorzubereiten, doch war dazu leider die Zeit reichlich knapp bemessen. Zu den Vorträgen selbst möchten wir uns die Anregung erlauben, daß die Redner sich bemühen, die allgemeinen Gesichtspunkte vorzuschicken ohne Lichtbilder und im verdunkelten Saal, dann die Lichtbilder mit kurzen Erläuterungen geschlossen folgen zu lassen. Das ist eine Methode, die den Hörer aufnahmefähiger erhält, als wenn er stundenlang mit ganz kurzen Lichtblicken im verdunkelten Saal sitzt. Auch für die fachliche Berichterstattung, die nicht nur Waschzettel benutzt, wäre das vorteilhafter. —

Zu den Vorträgen der ersten Gruppe gehörten diejenigen der Herren Prof. O. Graf, Stuttgart, über „Das Verhalten von Mörtel und Beton bei tiefen Temperaturen“, von Prof. Dr.-Ing. W. Gehler, Dresden, über „Würfelfestigkeit und Säulenfestigkeit des Betons“, vom Geschäftsführer des Vereins, Dr.-Ing. W. Petry, Oberkassel, über „Baukontrollversuche des Deutschen Beton-Vereins“ (von dem wir allerdings nicht aus eigener Anschauung wissen, ob er schließlich noch gehalten worden ist, da er verschoben werden mußte), von Reg.-Baurat Gaye, Wesermünde, dem Vorkämpfer für die Anwendung des Gußbetons, über „Die Bedeutung des Zementsteines im Gußbeton“. Hierher kann man auch den Vortrag von Mag.-Baurat Orthaus, Hannover, über „Der Tonerdeschmelzement und seine Anwendung bei Eisenbetonausführungen und Putzarbeiten“ rechnen. Alle brachten sehr interessante, zum Teil neue Aufschlüsse. —

Die Ausführungen von Graf, die auf Versuchen der Materialprüfungsanstalt Stuttgart beruhen und während des Krieges teils als Aufgabe der Industrie teils als Forschungsarbeiten durchgeführt wurden, zeigen, daß die verschiedenen Zemente unter niederer Temperatur beim Erhärten (Anmachen bei 0°, längeres Verbleiben in dieser Temperatur) sehr verschieden beeinflusst werden, daß aber die weit verbreitete Ansicht, daß hochwertige Zemente bei niedriger Temperatur verhältnismäßig weniger leisten als gewöhnliche Zemente bei den Versuchen keine Bestätigung gefunden hatten. Bei einzelnen Zementen fanden sich dauernde Beeinträchtigungen. Im allgemeinen zeigten die

Versuche, daß es nicht genügt, die Erhärtungsdauer bis zum Ausschalen nur um die Dauer einer eingetretenen Frostperiode zu verlängern. Der Einfluß reicht vielfach wesentlich weiter. Untersucht wurde ferner der Einfluß des Gefrierens auf Beton, der bei gewöhnlicher Temperatur hergestellt war (wichtig im Schachtbau). Der Einfluß ist bedeutend. Die Versuche erstreckten sich ferner auf den Einfluß von Frostschutzmitteln, namentlich Chlorkalzium, sowie auf die Frage, welche Festigkeit Beton aufweisen muß, wenn durch wiederholtes Gefrieren und Auftauen unter Wasser Abbröckelungen und Risse nicht entstehen sollen. Ein Beton, der vor Einfluß der Frostwirkung schon über 100 kg/cm² Druckfestigkeit besitzt, erlitt durch 25maliges Gefrieren und Wiederauftauen i. d. R. keine Festigkeitseinbuße. Bei Auftauen ohne Wasserzufuhr verringert sich die Zerstörungsgefahr ganz wesentlich. Lufttrockener Beton widersteht dem Gefrieren und Auftauen an der Luft auch bei sehr geringer Festigkeit. —

Die sehr wertvollen Ausführungen von Prof. Gehler sind in kurzen Worten schwer wiederzugeben. Bei den Würfelversuchen wurde angestrebt, die Endflächenreibung zu beseitigen, die die Ergebnisse der Würfel Festigkeit verschleiert. Vergleiche mit Biegeversuchen und Benutzung von Untersuchungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton ermöglichten die Aufstellung der Mohr'schen Grenzlinien für Beton (des üblichen Eisenbetonmörtels) und zeigen, daß die wirkliche Würfel Druckfestigkeit (unter Ausschaltung der Endflächenreibung) die gleiche ist wie die Biegedruckfestigkeit. Neu hinzugezogen wurde bei den Versuchen auch die Plastizitäts-Theorie. Mit der Mohr'schen Grenzlinie läßt sich nun die Sicherheit des Betons im Bauwerk im Druckbereich bestimmt angeben, allerdings nur für ebene Spannungszustände. Aus den Plastizitätsbedingungen lassen sich aber alle Spannungen beurteilen. Aus ihnen ist eine neue Grenzlinie zu bestimmen, die wieder als festes Kennzeichen des Betons gilt und zur Bestimmung der Sicherheit verwendbar ist. Durch weitere Versuche soll die Frage geklärt werden, ob statt der Würfelprobe die Säulenprobe ($h=2d$) eingeführt werden soll, da hier der Einfluß der Endflächenreibung wesentlich zurücktritt. —

Der Petry'sche Vortrag betraf die Versuche des Ausschusses des Vereins, der ein einfaches Prüfungsverfahren ausfindig machen sollte, um eine Baukontrolle des Betons mit einfachsten Mitteln auf der Baustelle durchzuführen. Die Versuche erstreckten sich auf die Balkenprobe, für die eine sehr einfache Prüfungsmaschine gebaut wurde, die auch auf Baustellen Anwendung finden kann. Andere Versuche erstrebten ein einfaches Verfahren zur Bestimmung der Zugfestigkeit des Betons auf der Baustelle. Die Spätherbst 1926 in Angriff genommenen Arbeiten sind zu einem gewissen Abschluß gelangt. — (Schluß folgt.)

Briefkasten.

Antworten aus dem Leserkreis.

Antwort auf Frage: L. K. in D. in Nr. 5. (Vollständige Verhinderung von Maschinenlärm nach außen.)

Das Aufführen der Wände mit Luftschichten und das Einziehen einer besonderen Decke ist zwar durchaus zu empfehlen, aber eine unbedingte Sicherheit bietet dieses Verfahren noch nicht, denn die Geräusche werden ja nicht nur durch Wände und Decken, sondern ebenso auch durch Luft, Fundamente, Fußböden, Fenster, Türen, Rohrleitungen usw. übertragen. Je wasserhaltiger der Baugrund ist, um so leichter überträgt er die von den Maschinen ausgehenden Erschütterungen und Geräusche. Hierauf ist bei der Anlage gebührend Rücksicht zu nehmen, indem man bereits vorher entspr. Maßnahmen trifft. Bei der Anordnung eines Zwischenraumes in der massiven Mauer gilt es, die innere Wand vollständig für sich, also unabhängig von der Außenwand, aufzuführen, und zwar derart, daß auf der Innenwand nur die Deckenkonstruktion lagert, wobei die Balkenköpfe entsprechende Isolierungen aufweisen sollen. Überall da, wo eine Berührung der Innenwand mit der Außenwand unvermeidlich erscheint, also an den Ecken, lege man einen Isolierstoff dazwischen. Wer noch etwas mehr tun will, fülle den Zwischenraum zwischen beiden Wänden mit einem Isolierstoff, wie Kieselgur, Bimssand, Schlacke, Kies, Asche, Korkmehl, Torfmoos oder dgl. aus, wobei auf gut trockenes Einbringen der Stoffe zu achten ist, denn die Feuchtigkeit hebt einen Teil des Isolierwiderstandes auf. Das aufgehende Mauerwerk versee man im gesamten Querschnitt mit einem erprobten Schalldämpfungsmittel, wie z. B. Asphaltkorsil, der zugleich auch infolge seiner Elastizität und Schmiegsamkeit die Stöße auffängt. — Als weitere Schutzmittel wären das Bekleiden der inneren Wand- und Deckenflächen mit Awonsplatten, Korkplatten, Absorbierplatten, Torfoleum usw. zu nennen. Die meisten Platten lassen sich ohne weiteres mit Kalkmörtel putzen. Ganz besonders wichtig aber erscheint eine Isolierung der die Erschütterungen und Geräusche erzeugenden Maschinen, indem man zunächst einmal eine unmittelbare Verbindung derselben mit dem Fußboden

oder dem Fundament verhindert. Die Maschinenisolierung geschieht entweder durch besondere Schwingungsdämpfer, die man unter die Maschinenfüße legt, oder durch besondere auf das Fundament zu verlegende Platten, bestehend aus Korfund, Kautschuk, Gummi usw.

Einen vollen Erfolg werden Sie allerdings erst dann zu erwarten haben, wenn Sie die Arbeit sachgemäß und einwandfrei unter Hinzuziehung einer Sonderfirma zur Ausführung bringen. — II.

Anfragen an den Leserkreis.

K. J. in A. (Weinkeller im Wohnhaus.) Bei dem Neubau eines herrschaftlichen Wohnhauses baue ich unter anderem auch einen Weinkeller ein. Es gibt alle möglichen Konstruktionsarten für die Lagerung des Weines, die gleich mit eingebaut werden können. Ich wäre sehr dankbar, wenn mir einer der Herren Kollegen irgendeine originelle Ausführungsart, mit der er gute Erfahrung gemacht hat, mitteilen würde. —

Arch. W. P. in W. (Instandsetzung alter Fassaden.) Eine aus den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts stammende Fassade der Semperschule, die in verschiedenen Materialien (Sandstein, Terrakotta, Putz- und Gipsornamentik) ausgeführt ist, soll, da der künstlerische Wert der Formen auf besonderer Höhe steht, in diesen ausgebessert werden. Hierbei werden die Gipsgliederungen durch Natur- oder Kunststein ersetzt und das Ganze, das jetzt mit einer dicken Ölfarbkruete versehen ist, nach Entfernung derselben, mit Mineralfarbe gestrichen. Bestehen hierüber besondere Erfahrungen und welche Vorbereitungen sind für die einzelnen Materialien, auf denen die Farbe verschieden aufzutrocknet, nötig? —

Inhalt: Bogenbrücken aus Eisen mit tragender Betonumhüllung. — Über einen Fall von Sandsteinverwitterung. — 30 Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins in Berlin. — Briefkasten. —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H. in Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Fritz Eiselen in Berlin.
Druck: W. Büxenstein, Berlin SW 48.