

Die Tramunfallbrücke bei Gmunden

Autor(en): **Emperger, Fritz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **87/88 (1926)**

Heft 15

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-40969>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Die Traunfallbrücke bei Gmunden. — Zwei Einfamilienhäuser am Zürichberg. — Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft. — Schweizerische Maschinen-Industrie im Jahre 1925. — Miscellanea: Rauchgas-Unfall im Rickentunnel. Tiefsee-Taucher. Eigenartige Brückenmontage. Schwimmende Landungsbrücke bei Tilbury.

Elektrische Schnellzuglokomotive für Indien. Der Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine. — Konkurrenzen: Saalbau in Chêne-Bougeries. Mängel bei der Durchführung von Wettbewerben. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizer. Ing.- und Arch.-Verein. Zürcher Ing.- und Arch.-Verein. Maschineningenieur-Gruppe Zürich.

Band 88.

Nachdruck von Text und Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 15

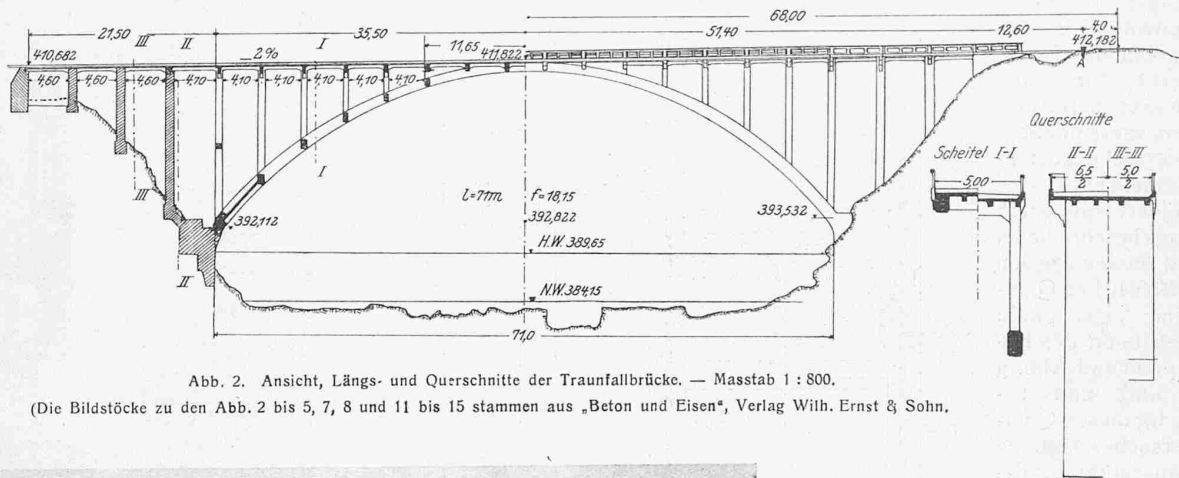


Abb. 2. Ansicht, Längs- und Querschnitte der Traunfallbrücke. — Masstab 1 : 800.

(Die Bildstücke zu den Abb. 2 bis 5, 7, 8 und 11 bis 15 stammen aus „Beton und Eisen“, Verlag Wilh. Ernst & Sohn.

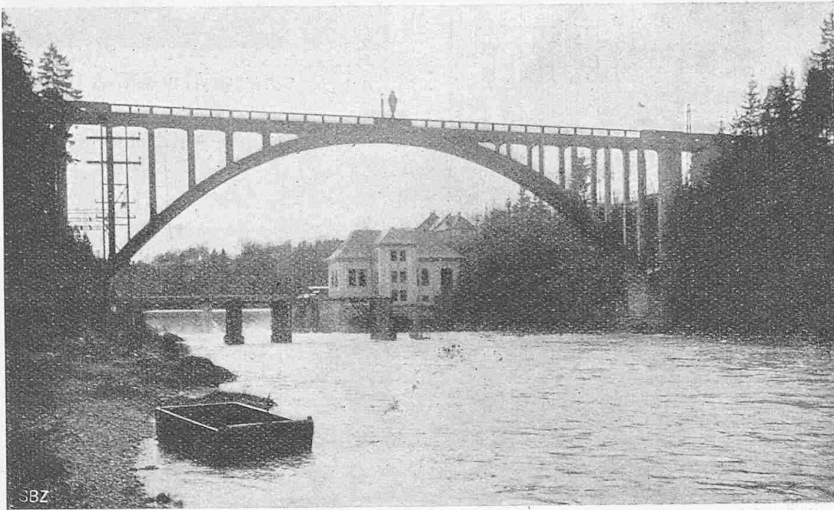


Abb. 1. Ansicht der fertigen Brücke, stromaufwärts gesehen.

Die Traunfallbrücke bei Gmunden.

Von Dr. Ing. FRITZ EMPERGER, Wien.

Im Säulenbau ist man durch die Verwendung von selbsttragenden Gusseisensäulen innerhalb von umschnürtem Beton von den äusseren Abmessungen der Säule unabhängig geworden. Während man bisher der Säule stockwerksweise mit der Zunahme der Lasten zunehmende Abmessungen gegeben hat, ist man jetzt in der Lage, für das ganze Bauwerk ein und dieselbe Säulenform beizubehalten und den Querschnitt ganz unabhängig von den Lasten nur aus konstruktiven, Platz- und Schönheits-Rücksichten zu wählen. Die Rücksichtnahme auf die notwendige Tragfähigkeit geschieht dann in der Weise, dass man die Lasten für den ganzen Säulenstrang bestimmt, die Tragfähigkeit der vorgesehenen Eisenbetonsäule ermittelt und stockwerksweise feststellt, welcher Ueberschuss an Belastung noch in Betracht kommt. Zur Aufnahme dieses Ueberschusses legt man in die umschnürte Eisenbetonsäule eine Gusseisensäule von zunehmender Dicke ein, die diesen Ueberschuss aufzunehmen berufen ist. Die Tragfähigkeit der Säule aus umschnürten Gusseisen bestimmt sich nach dem von mir aufgestellten, durch über 100 Versuche bewiesenen *Gesetz der Addition der Bruchlasten*.

Es ergab sich die weitere Aufgabe, die Uebertragung dieses Gesetzes auf exzentrische Lasten zu untersuchen, wie sie im Bogenbrückenbau in Betracht kommen. Ich bin

dabei zu Ergebnissen gelangt, die auch einen, dem eben beschriebenen durchaus analogen Vorgang ermöglichen. Wie durch Versuche ausführlich bewiesen, ergibt sich der Vorgang bei der Konstruktion eines Bogens etwa folgendermassen, wobei es ganz gleichgültig ist, ob es sich um einen Bogen unterhalb der Fahrbahn oder einen mit aufgehängter Fahrbahn handelt. Wir bestimmen neuerdings die Abmessung des Bogens unter Berücksichtigung der architektonischen Gesichtspunkte, sowie seines konstruktiven Zusammenhangs mit der Fahrbahn. Wir bestimmen weiter auf Grund der gegebenen Abmessungen und des damit genügend genau festgestellten Eigengewichtes und der vorgeschriebenen Nutzlasten, die auf den Bogen wirkenden äusseren Kräfte. Dass selbstverständlich die Bogenform diesen angepasst werden muss,

übergehen wir hier, weil nicht in diesen Gedankengang hineingehend. Haben wir nun für die wichtigsten Querschnitte die auf sie wirkenden Momente und Querkräfte bestimmt, so sind wir in der Lage, für diese eine maximale Axialkraft P und eine maximale Exzentrizität e als für die Abmessungen massgebend anzugeben. Wir haben nunmehr nichts anderes zu tun, als jenen Teil von P zu berechnen, den der von uns gewählte Eisenbetonquerschnitt mit der Exzentrizität e aufzunehmen imstande ist, und den Ueberschuss von P durch einen Gusseisenbogen aufnehmen zu lassen, der in den umschnürten Querschnitt einzubetten ist. Zu berücksichtigen ist dabei ferner, dass der Kern des Verbundquerschnittes gross genug sein muss, um auch die Zugspannungen auf das nötige Mass herabzusetzen. Wohl das interessanteste Ergebnis dieser Versuche ist, dass das Gusseisen, das zunächst wegen seiner hohen Druckfestigkeit herangezogen wurde, sich mittelbar als ein einfaches Mittel erwiesen hat, um den Zugspannungen zu begegnen, indem die am Rande angeordneten Gusseisenquerschnitte den Kern des Bogenquerschnittes derart vergrössern, dass die gefährlichen Zugspannungen ihre Bedeutung verlieren.

Diese hier in Kürze mitgeteilten Ergebnisse würden weniger Bedeutung besitzen, wenn sie nur der Ausfluss theoretischer Erwägungen wären. Ich habe deshalb zugewartet, bis ich Gelegenheit hatte, sie anhand einer grösseren Ausführung zu überprüfen, und ich verdanke diesen Umstand einerseits der Vorsicht der Bauverwaltung des

Landes Oberösterreich, die mir für den Bau der Traunfall-Brücke (Abb. 1 und 2) eine Reihe von Versuchen vorgeschrieben hat, um sich von der Richtigkeit meiner Rechnung zu überzeugen, andererseits der Bereitwilligkeit der Bauunternehmung Ferro-Betonwerke, Linz, die sich ihrerseits bereit erklärt haben, diese umfangreichen Versuche kostenlos durchzuführen.

Der Projektvorgang war dereingangs beschriebene. Auf Grund dessen wurden für den gefährlichen Querschnitt die Abmessungen des Bogens entsprechend Abb. 3 bestimmt und nun beschlossen, für diesen Querschnitt Versuche im halben Masstab auszuführen, damit wir mit der 1000 t-Presse in der Technischen Hochschule Wien, bei der eine Ueberschreitung von 600 t Schwierigkeiten bereitet, nicht in Verlegenheit kommen. Auf diese Weise sind die Abmessungen auf die Hälfte, die Flächen und Kräfte auf die Hälfte, die Flächen und Kräfte auf den vierten Teil herabgesetzt worden. Dem entspricht ein Querschnitt 40 x 65 cm mit einer zulässigen nachzuweisenden Last von 74 t im Abstände von 20 cm von der Mitte (Abbildung 4). Die österreichischen Vorschriften verlangen für diese Nach-

weise eine 2,5- bis 3,0-fache Sicherheit. Wir hatten demnach im Maximum eine Last von 220 t nachzuweisen, wenn wir zeigen wollten, dass der Bogen eine dreifache Sicherheit besitzt. Wegen der schwierigen Durchführung sind solche exzentrische Versuche recht selten. Die bezüglichen Versuche von Bach und Graf¹⁾ sind deshalb so wichtig, weil sie einen Vergleich zwischen der Tragfähigkeit von reinem Beton und des Eisenbetonquerschnittes ermöglichen. Nachdem aber jener Bericht selbst nur die Ergebnisse mitteilt, habe ich in seiner Besprechung in „Beton und Eisen“, 1916 (Seite 248) und 1917 (Seite 14) ausführlich die Wirkung der Zugbewehrung nachgewiesen, und dargelegt, dass daraus eine volle Bestätigung der Formel

$$\sigma = \frac{P}{F_i} \pm \frac{F_{ex}}{J_i} \text{ bzw. } P = \sigma F_i \frac{J_b}{J_b \pm F_b ex}$$

nachgewiesen werden kann. Mit Bezug auf die Druckwirkung ist der Einfluss des Eisens natürlich ein geringer, so zwar, dass man in der obigen Formel die Grössen für den Betonquerschnitt einsetzen kann, ohne an dem Ergebnis viel zu ändern.

Die Aufgabe der Umschnürung im vorliegenden Falle besteht darin, der Sprödigkeit des Gusseisens zu begegnen, und die Zusammendrückbarkeit des Betons soweit zu erhöhen, dass man die Festigkeit des Gusseisens ausnützen kann. Wenn ich auch durch Versuche nachgewiesen habe,

¹⁾ Heft 3 der Berichte des österreichischen Eisenbetonausschusses von I. A. Spitzer und Heft 166 der Forscherhefte von Bach und Graf, sowie „Beton und Eisen“, 1917, Seite 17.

VERSUCHE MIT EXZENTRISCHEM DRUCK AUF GUSSEISENSÄULEN MIT UMSCHNÜRTEM BETON

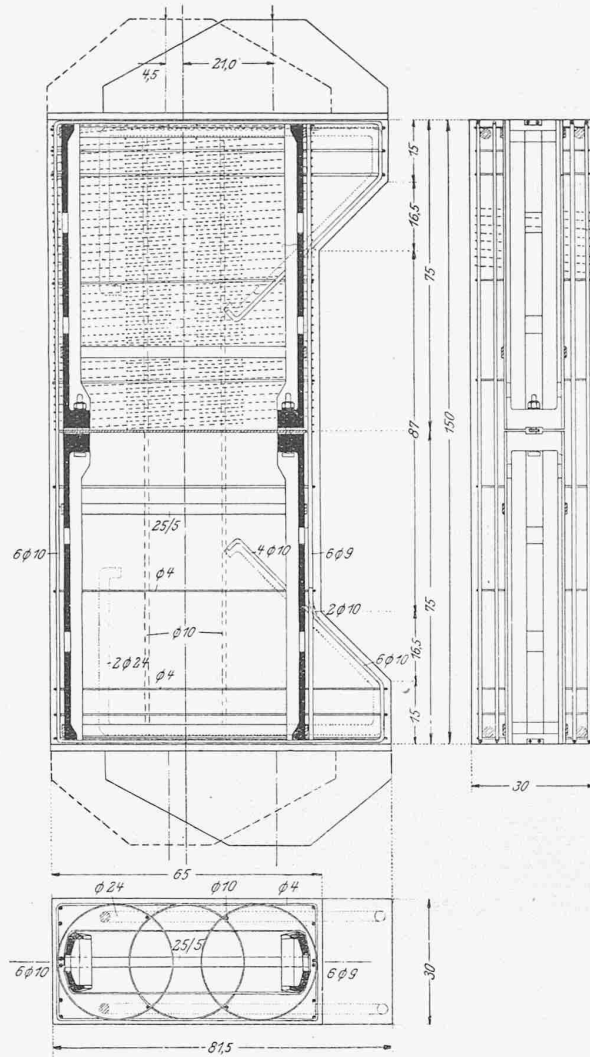


Abb. 4. Versuchkörper, in halbem Masstab, für den Versuch 1.

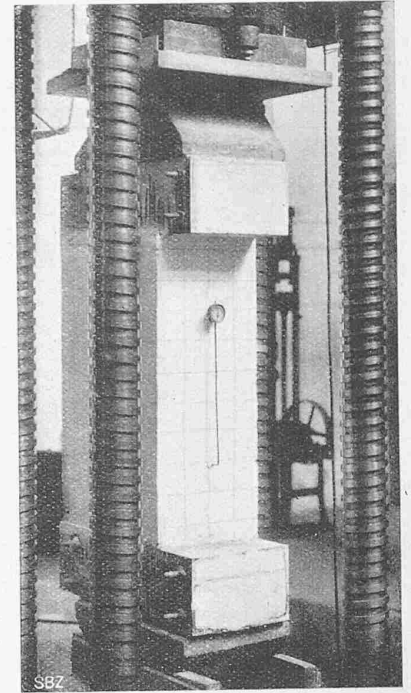


Abb. 6. Versuchkörper IV unter der Presse.

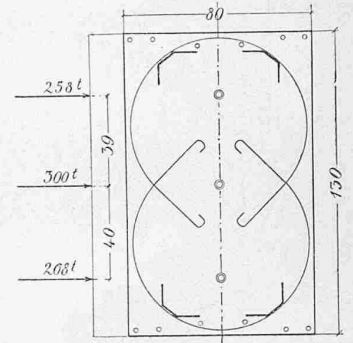


Abb. 3. Gefährlicher Querschnitt aus dem Vorprojekt.

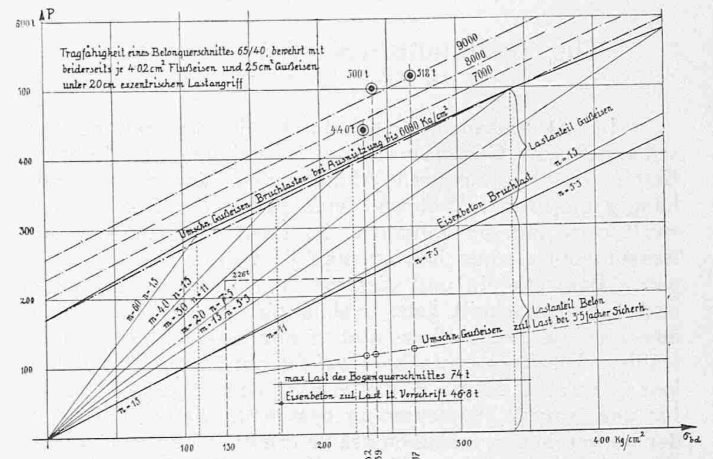


Abb. 5. Abhängigkeit der Bruchlast P von σ_b und σ_s .

dass es möglich ist, die Druckfestigkeit des Gusseisens voll auszunützen, so erscheint dies nicht immer wirtschaftlich und nicht im allgemeinen ausreichend, wenn man mit dieser Ausnützung bis 6000 bis 7000 kg/cm² geht. Die Festigkeit des Verbundkörpers hängt von den beiden auszunützenden Druckfestigkeiten des Beton und des Gusseisens ab. Bei der Verschiedenheit der Druckfestigkeit des Beton ist dieses Verhältnis *m* nur dann ein konstantes, wenn wir einerseits

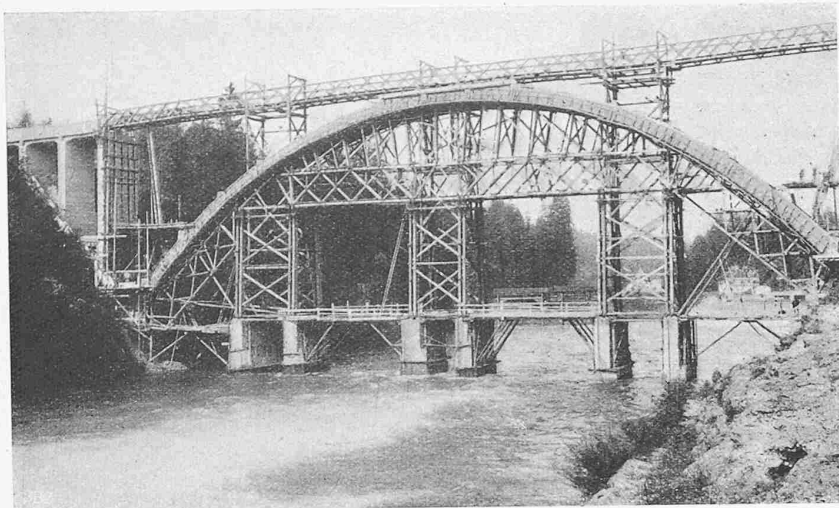


Abb. 9. Lehrgerüst des Bogens.

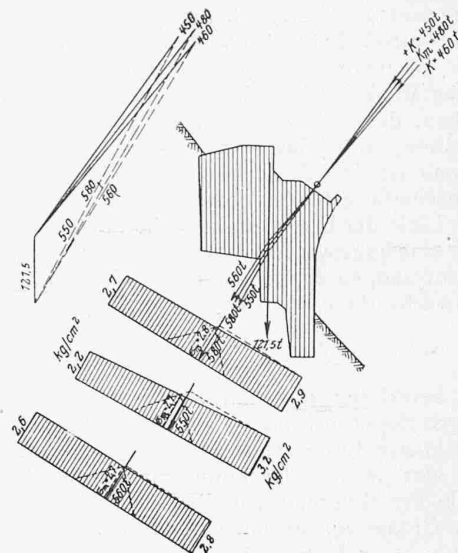


Abb. 8. Kräfte- und Randspannungen im I. Widerlager.

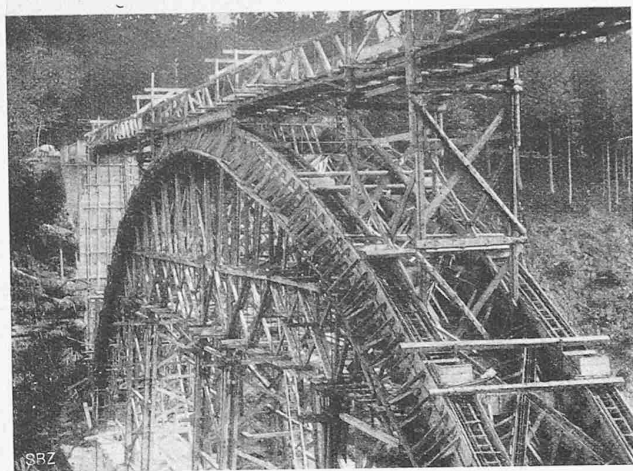


Abb. 10. Der Bogen während der Betonierung.

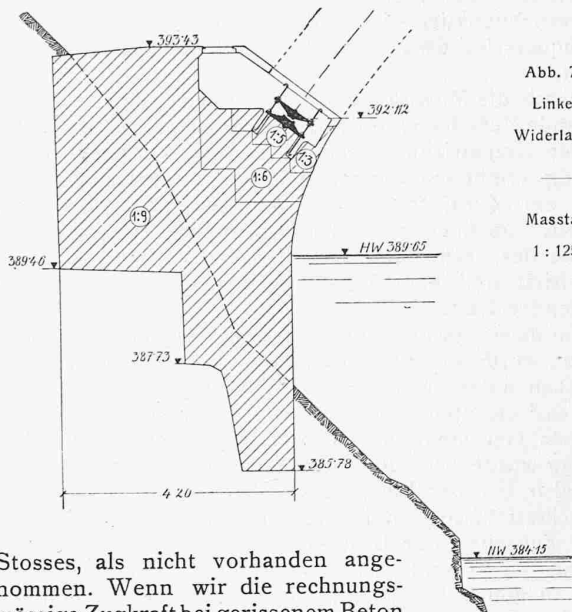


Abb. 7.
Linkes
Widerlager.

Masstab
1 : 125.

von einem bestimmten Alter und Festigkeit des Beton ausgehen, andererseits auch beim Gusseisen eine bestimmte Ziffer festhalten. Bei der in der Folge angenommenen 3,5-fachen Sicherheit, und 1700 bis 2000 kg/cm² im Gusseisen als zulässig, beträgt die auszunützende Festigkeit des Gusseisens 6000 bis 7000. Bei einem Beton von 170 bis 200 kg/cm² am Rand ist dann $m = 40$. Diese Zahl wird unserm Verständnis näher gerückt, wenn man sie dahingehend auffasst, dass durch sie gesagt wird, dass der Betonquerschnitt mit $1/40$ seines Wertes das Gusseisen verstärkt. Nach unserm gewöhnlichen Gedankengang ist der Beton die Hauptsache, und verstärkt ihn das Eisen mit $n = 15$. In unserem Falle aber liegt die Sache umgekehrt. Es entspricht daher ein hohes m einer niedrigen Verstärkung des Gusseisens. Die nebenstehende Tabelle gibt einen Ueberblick über die Hauptwerte des Versuchquerschnittes im Stadium I. Wir finden dort auch den gewöhnlichen Eisenbetonquerschnitt untersucht. Die übrigen Kolonnen geben uns die Zusammenarbeit, mit Gusseisen für $m = 15$ bis 60, unter Zugrundelegung der Formel

$$P = \sigma_{bd} F_i \frac{J_i}{J_i + F_i e x}$$

Nachdem sich darin die Bruchlast als abhängig von der Betonfestigkeit dargestellt vorfindet, ergibt sich mit der Festigkeit des Beton und mit dem Kleinerwerden des m eine steigende Bruchlast, wobei aber die Mitwirkung des Gusseisens eine konstante, vom Betrag des m unabhängige Grösse darstellt.

In der Rechnung wurde auf der Zugseite das Gusseisen, wegen des in der Mitte des Versuchkörpers angeordneten

Stosses, als nicht vorhanden angenommen. Wenn wir die rechnungsmässige Zugkraft bei gerissenem Beton ganz der schwachen Eisenarmatur überweisen, so erhalten wir für diese beim Bruch eine Spannung von etwa 2000 kg/cm². Die Versuche haben bewiesen, dass tatsächlich auch beim Bruch keine Ueberschreitung der Fließgrenze eingetreten ist, während die

	Umschnürtes Gusseisen					Eisenbeton veränderlich
	σ_{bd}	100	150	200	300	
m	60	40	30	20	15	I
n	15	15	11	7,5	5,5	15
F_i	4196	3695	3413	3135	2944	2721
Schwerpunktstand v	23,2	25,5	26,8	28,5	29,9	32,5
$e_0 = h/2 + v = e$	10,7	13,0	14,3	16,0	17,4	20,0
$J_i/1000$	1760	1524	1400	1250	1200	1028
Bruchlast P	292	343	395	495	582	steigend
Randspannungen	σ_{bd}	111	168	224	339	450
	σ_{ed}	1580	2380	2340	2400	2350
	σ_{gd}	6000	6000	6000	6000	6000
	σ_{bz}	5	22	38	74	98
	σ_{ez}	70	202	390	750	1800

Hierin bedeutet
 e_0 die Exzentrizität der Kraft in bezug auf die Mitte des Querschnittes (= 20 cm bei Versuch II bis IV),
 h die Höhe des Querschnittes (= 65 cm bei Versuch II bis IV),
 v den Abstand des sich aus dem Vorstehenden ergebenden neuen Schwerpunktes vom Rand.

Zugarmatur des Eisenbeton-Querschnittes eine sehr kräftige sein muss. In der Abbildung 5 finden sich die Ergebnisse der Rechnung zusammengestellt vor. Wir finden dort die Tragfähigkeit des Eisenbetonkörpers eingezeichnet, und sehen, dass wir von der genauen Abstufung des n absehen können, d. h. dass die gerade Linie $n = 15$ hinreichend genau ist. Der Zuwachs an Festigkeit, der sich durch die Einschaltung des Gusseisens ergibt, kann durch eine Parallele zur Linie der Eisenbetonfestigkeit dargestellt werden. Wenn wir eine konstante Festigkeit des Gusseisens z. B. 6000 kg/cm² ausnützen, so ergibt sich die Möglichkeit, diesen bleibenden Zuwachs für $\sigma_b = 0$ durch die Formel

$$P_g = \sigma_g F_g \frac{J_g}{J_g + F_g e \left(\frac{h}{b} - a \right)}$$

zu berechnen und ihn zu der Festigkeit des Eisenbeton durch Superposition zu addieren. Die so gewonnene strichpunktierte Linie zeigt eine hinreichende Uebereinstimmung mit der genauen Rechnung, um diesen Weg für die generelle Projektierung von Bögen als brauchbar zu erweisen. Die Grösse m , die mir von besorgten Kollegen, die einmal auf $n = 15$ festgelegt sind, immer wieder als fraglich vorgehalten wurde, spielt für das Ergebnis so gut wie gar keine Rolle. Wir finden in der Abbildung 5 noch eine zweite strichpunktierte Linie, die die zulässige Last unseres Versuchquerschnittes auf Grund dreieinhalbfacher Sicherheit darstellt.

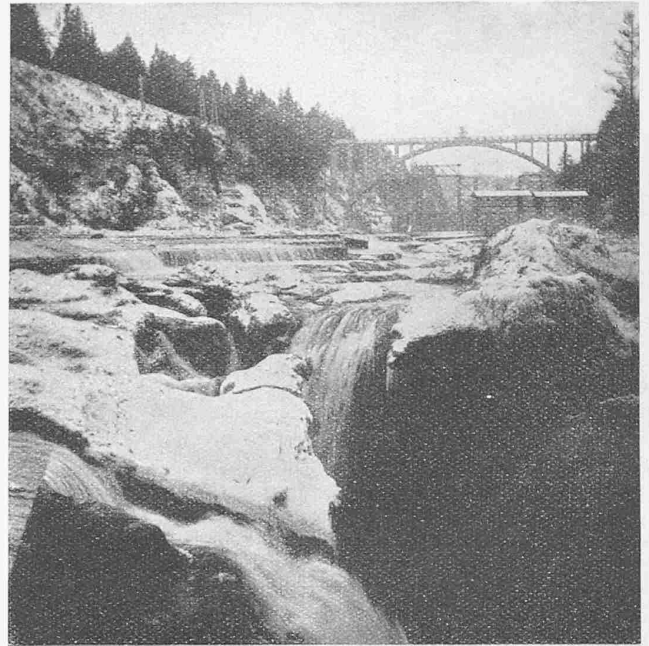
Durch die Mitwirkung des Gusseisens ergibt sich eine bedeutende Verschiebung der Schwerpunktaxe in der Richtung der Exzentrizität. Der tatsächliche Verlauf bei der Belastung ergibt ein Vorwalten des Gusseisens, und demgemäss ein Zurücktreten der Betonfestigkeit, darstellbar durch ein zunehmendes m . Dieser Zunahme entspricht eine Zunahme des Kernhalbmessers und eine Verminderung der Exzentrizität und eine Abnahme der Zugspannungen bei zunehmender Last.

Um diese Erscheinungen auf dem Versuchswege nachzuweisen, wurde ein neun Tage alter Versuchkörper einem Vorversuch unterzogen. Seine Würfelfestigkeit wurde zu 130 kg/cm² ermittelt, und es dürfte dabei seine Zugfestigkeit kaum viel mehr als 13 kg/cm² betragen haben. Die Belastung wurde bei 226 t abgebrochen. Bei Ablesung von 220 t, also bei der Last, die nach der Vorschrift bereits die Bruchlast hätte sein können, ergab sich ein Haarriss auf der Zugseite. Zur Beurteilung der statischen Verhältnisse soll die folgende Zusammenstellung dienen, die uns für ein m von 1 bis 50 eine Uebersicht der Spannungen unter einer Last von $P = 100 t$ gibt

n	15	15	15	15	15	15
m	1	10	20	30	40	50
σ_{bz}	26,5	14,3	13,4	9,6	6,5	5,0
σ_{bd}	100,5	80,6	66,4	55,4	48,9	43,0
σ_g	0	743	1178	1508	1747	1926

Wir ersehen aus dieser Zusammenstellung, dass bei $m = 40$ eine Zugspannung von 6,5 kg/cm² eintritt, dass also bei 200 t die Zugfestigkeit des Beton mit 13 kg/cm² erschöpft gewesen wäre, und können somit mittelbar auf die unter dieser Last auftretende Mitwirkung des Gusseisens schliessen, sowie auf die durch das Gusseisen hervorgerufene Vermehrung des Kernhalbmessers. Noch überzeugender wirkt ein Vergleich beim Bruch, wobei unter 500 t eine kaum nennenswerte Zugwirkung aufgetreten ist. Die durch die Versuche von Bach und Graf bestätigte Wirkung der exzentrischen Last wird im Vergleich zum Eisenbeton auf den siebenten Teil herabgesetzt. Es ist demnach auch nicht nötig, eine stärkere Zugarmierung anzuordnen.

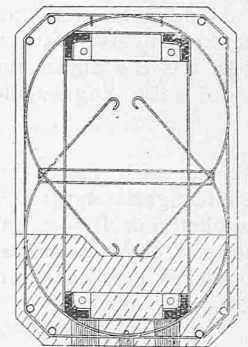
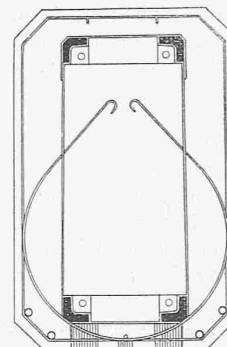
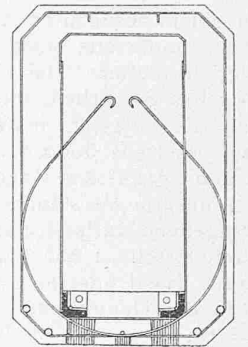
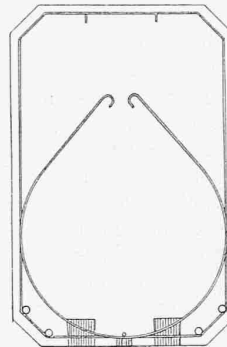
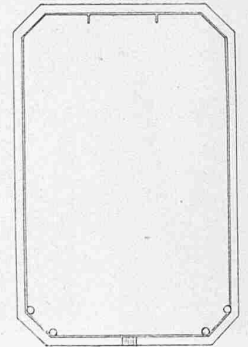
Es wurden an der Technischen Hochschule in Wien von Prof. Dr. Rinagl im ganzen vier grosse Versuche ausgeführt; die Ergebnisse von dreien davon finden wir in der Abbildung 5 eingetragen vor. Die Festigkeit des Gusseisens wurde an kleinen Würfeln zu etwa 10000 kg/cm² ermittelt. Bei grösseren Versuchen zeigt sich bereits bei 7000 eine sehr beträchtliche Stauchung, so zwar, dass das



DIE NEUE TRAUNFALLBRÜCKE
BEI GMUNDEN.

Abb. 15 (oben).
Blick auf den Traunfall
und die neue Brücke.

Abb. 14. Arbeitsvorgang
bei der Bewehrung und
der Betonierung des Bogens.



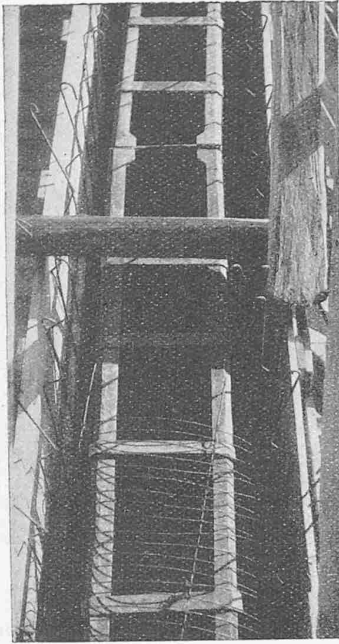


Abb. 11. Armatur in der Schalung.

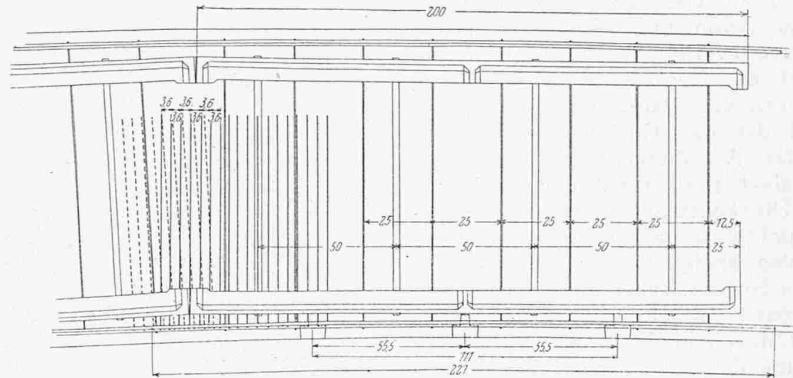


Abb. 13. Längsverband der Gusseisen- und der Umschnürungs-Röhren. — Masstab 1 : 25.

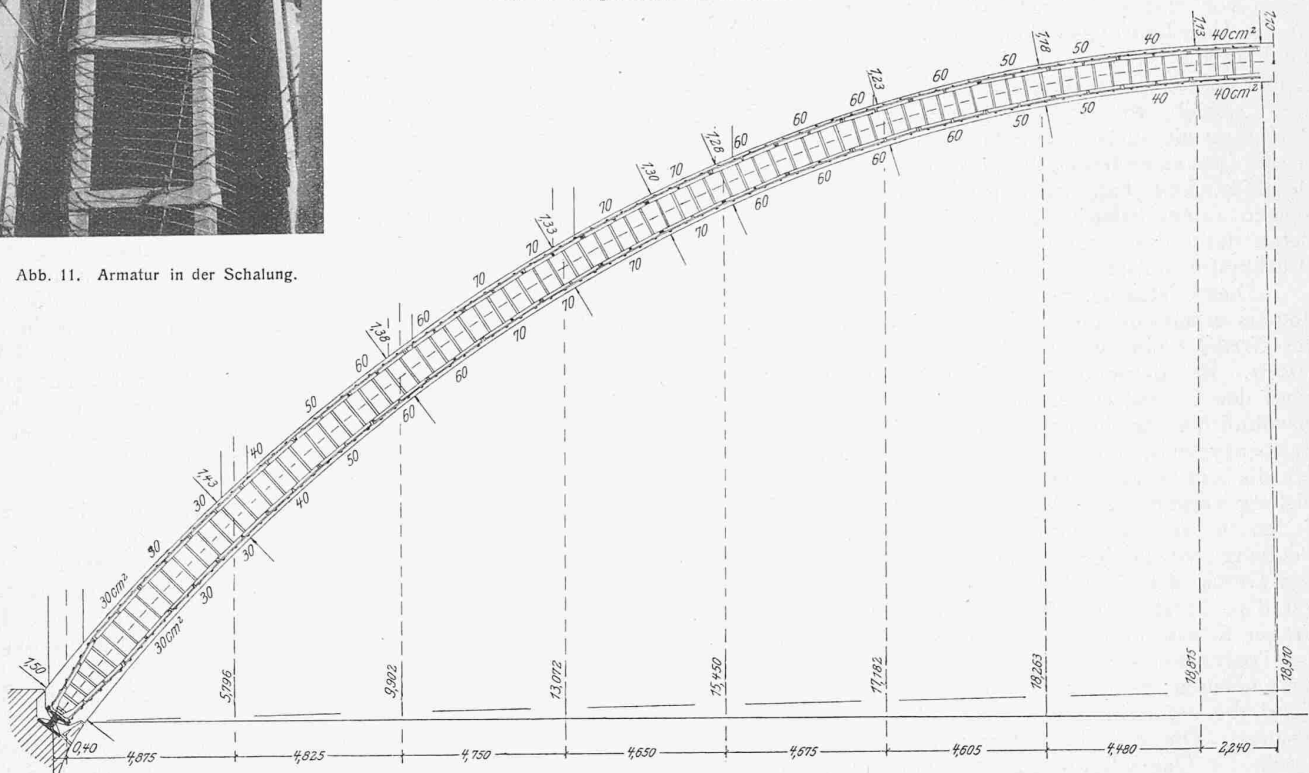


Abb. 12. Armierungsplan des grossen Bogens der Traunfallbrücke. — Masstab 1 : 200.

Material als ein sehr guter aber sonst normaler Säulenguss anzusprechen ist, dessen höhere Festigkeit vom Kohlenstoff abhängt, also ohne weitere Mehrkosten zu erreichen ist. Zu vermeiden ist der in Deutschland allgemein übliche weiche Maschinenguss, der nur die halben Festigkeiten zeigt.

Wegen der Einzelheiten der Versuche Abbildung 5 verweisen wir auf eine ausführliche Beschreibung derselben in „Beton und Eisen“ (1926, Hefte 3 und 4). Bei einem der Versuche ist, wie erwähnt, der nach neun Tagen bei 226 t unterbrochene Versuch fortgesetzt worden; er hat 440 t mit 0,3 % Umschnürung und die beiden andern 500 bzw. 518 t mit 0,45 % Umschnürung gezeigt. Ausserdem wurde noch ein vierter Versuch mit kleineren Abmessungen vorgenommen (Abbildung 6), der ebenfalls eine volle Ausnutzung des Gusseisens brachte. Wir sehen demnach, dass die als zulässig angesehenen Lasten das, was wir erwartet haben, weit übertreffen und wir demnach in der Lage gewesen wären, die Abmessungen wesentlich herabzumindern. Es wurden indessen nur die Gusseisenquerschnitte etwas herabgesetzt, sonst aber die äusseren Abmessungen wie in Versuch Abbildung 4 beibehalten. Es verdient dies eine umso grössere Anerkennung, als der niedrige Offertpreis der Unternehmung keinerlei Spielraum liess. Die Gesamtkosten der Brücke betragen etwa 170 000 Schilling.

Dieser niedrige Preis war dadurch möglich, dass, abgesehen vom Tragwerk, sowohl Gerüst wie Fundament mit

Rücksicht auf die geringe Last des Bogens sehr leicht hergestellt werden konnte. Die Abbildungen 7 und 8 zeigen uns das linke Widerlager und die darauf wirkenden Kräfte und Randspannungen, deren maximale $3,2 \text{ kg/cm}^2$ erreichte. Mit Rücksicht auf die ungemein verlässliche Unterlage aus festem Schotter bestand keine Notwendigkeit für die Anordnung von Gelenken; sie waren in dem ursprünglichen Projekt auch nicht vorgesehen und wurden nur auf den Wunsch der Landesregierung eingeschaltet. Ihre spätere Einbetonierung ist in Aussicht genommen. Die Nutzlast der nach der Vorschrift vollbelasteten Brücke beträgt im Maximum 218 t. Das Eigengewicht des Zweigelenkbogens von 71 m Spannweite und 18,5 m Pfeil beträgt trotz seiner Schlankheit (Abbildung 2) einschliesslich der Fahrbahn 1300 t. Das Verhältnis der Nutzlast zum Eigengewicht ist demnach 1 : 6. Die Brücke kann somit als von der Aenderung der Nutzlasten praktisch unabhängig bezeichnet werden; bei der Verdoppelung der Nutzlasten ergeben sich in den zulässigen Spannungen nur 12 % Erhöhung. Die geringen Eigengewichte der Eisenbrücken machen sich durch starke Schwankungen, durch andauernde Reparaturen, sowie einen binnen kurzem unvermeidlichen Umbau fühlbar. Dagegen verteuert ein zu hohes Eigengewicht die Kosten der Herstellung und ist daher ein Grund, weswegen massive Brücken so selten ausgeführt worden sind. Der Vorteil des geringeren Eigengewichtes von Bögen aus um-

schnürtem Gusseisen im Vergleich zu solchen aus Beton und Eisenbeton macht sich sowohl beim Fundament, als insbesondere bei der Gerüstausbildung geltend, wobei noch die Dauer massgebend ist, während der das Gerüst diese Last zu tragen hat. Aus diesem Grunde muss Gewicht gelegt werden auf den Nachweis, dass ein Druckglied aus umschnürtem Gusseisen unmittelbar nach dem Abbinden des Beton, also wenige Stunden nach Vollendung des Bogens, selbsttragend wird und des Gerüsts entbehren kann, so zwar, dass der Bogen in der Folge die weitere Herstellung des Ueberbaues selbst zu tragen im Stande ist. Bereits bei frischem Beton von erst 40 kg/cm^2 Druckfestigkeit ist die Umschnürungswirkung im Stande, die Tragfähigkeit des Gusseisens sicher zu stellen. Es ist ganz unrichtig, zu glauben, dass deshalb, weil wir 60 kg/cm^2 in der Rechnung als zulässig annehmen, die zulässige Last einen Beton, der erst 40 kg/cm^2 Druckfestigkeit hat, irgendwie schädigt.

Wegen seiner Stauchungsfähigkeit ist ein derartig junger Beton durch das Gusseisen gegen die Uebertragung grosser Druckkräfte vollständig geschützt.

Diese Tatsache, rasche Tragfähigkeit eines derartigen Bogens erlaubt bei dieser Unabhängigkeit von der Solidität des Gerüsts eine wesentlich geänderte Durchbildung desselben. Bei Betonbögen und auch bei Eisenbetonbögen, muss das Gerüst ein statisch einheitliches Ganzes bilden; gewöhnlich geschieht dies durch Anordnung eines zentralen Strebensystems, oder eines sonstigen Zusammenhanges, der die Kräfte zwischen Bogen und Gerüst bis zur Ausrüstung verteilt. Der Wald von Holz, den wir in solchen Fällen zu sehen gewohnt sind, kann hier, wo der Zusammenhang auf wenige Stunden beschränkt ist, entfallen. Das Gerüst der Traunfallbrücke war nach den Abbildungen 9 und 10 durch eine Zahl von Türmen unterteilt, die durch Träger-Konstruktionen verbunden sind. Die Ausbildung der Träger muss auf eine allfällige Durchbiegung Rücksicht nehmen; es ist aber möglich, eine dafür nötige provisorische Versteifung erst während der Betonierung vorzusehen. Die hier in Betracht kommenden Lasten, die durch die Querschnitte in Abbildung 11 gekennzeichnet sind, würden bei den normalen Ausführungen zwei Tonnen pro laufenden Meter und Rippe betragen haben. Selbst bei der hier in Betracht gezogenen Vergrösserung des Querschnittes wäre die Last kaum eine nennenswerte, wenn nicht auch noch der ungemein massive Windverband hinzugekommen wäre, der ebenfalls nur mit Rücksicht auf die Gelenke ausgeführt werden musste. Bei dem Eisenbetonbogen steigert sich dieses Bogengewicht auf das doppelte, indem die zwei Rippen zu einem Bogen vereint werden.

Die Herstellung nahm den folgenden Verlauf. Die Landpfeiler wurden mit der zugehörigen Fahrbahn und der Eingerüstung bis 5. August 1925 fertiggestellt (Abbildung 10). Die Erstellung des Gerüsts geschah in der Weise, dass in den Schotter des Flussbettes Schienen eingerammt wurden und man um diese Anker herum Betonmauern bis über Hochwasserhöhe aufgeführt, die dann zur Unterlage und zur Windverankerung des Gerüsts gedient haben. In der Folge ergab sich eine lange Verzögerung wegen der Genehmigung der Pläne, sodass die Armierung des Bogens und der Windverbände erst vom 1. bis 10. September durchgeführt werden konnte. Die Betonierung geschah vom 14. bis 16. September; sie hat $3\frac{1}{2}$ Tage entsprechend 28 Arbeitsstunden in Anspruch genommen. Durch Verwendung von zwei Arbeitsschichten wäre sie also ohne weiteres innerhalb eines Tages möglich gewesen, und es hätte die Ausschalung am nächsten Tage stattfinden können.

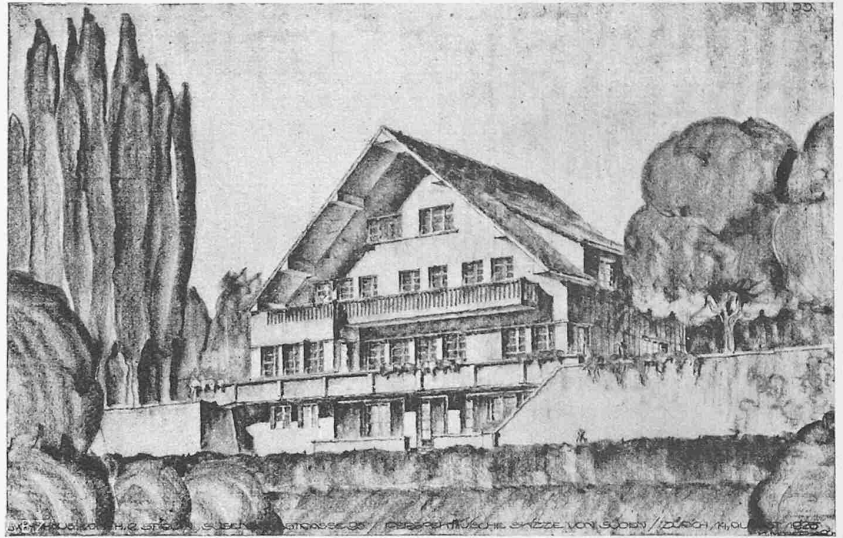


Abb. 1. Ansicht von Süden des Hauses Stirlin am Heubeeerweg in Zürich.

Die Konstruktion des Gerüsts unterscheidet sich von den Bogen in Treptow¹⁾ bei Berlin, die etwa die gleiche Spannweite (76 m) haben, dadurch, dass man diesmal die Pfeilerkonstruktion in Holz ausgeführt hat. Für die Verbindung der Pfeiler dienten Howesche Träger, die in der Mitte durch Streben, an den Seiten unmittelbar die Schalung trugen; das ganze Bogengerüst ruhte auf Sandtöpfen. Unabhängig davon baute sich die Unterstützung des obren Transportgerüsts auf; dieses war zwischen den beiden Rippen angeordnet, und reichte bis in die Höhe der obren Fahrbahn hinauf.

Bei der Betonierung zeigte sich eine hinreichend gleichmässige Zusammendrückung des ganzen Bogens um 50 mm. Die Abbildung 12 gibt uns eine Uebersicht über die Armatur des Bogens, in Abbildung 13 ist die Ausbildung eines einzelnen Bogenstückes herausgezeichnet. Die Gusseisenarmatur ist innerhalb des Bogens als ein Polygon von 2 m Seitenlänge angeordnet. Jedes der Stücke hat ein vertikal geschliffenes Ende und wird durch einen Keil fixiert und durch eine Schraube zusammengehalten. Abbildung 14 zeigt den Arbeitsvorgang durch die Reihenfolge, wie zuerst die Armatur mit der untern Umschnürung aufgebracht und wie dann der obere Teil der Umschnürung verwendet wird, die, einseitig offen, die Herstellung erleichtert. Der gleiche Vorgang wurde auch bei den Versuchen eingehalten und hat gezeigt, dass diese Art der Umschnürung ein vollwertiger Ersatz der durchgehenden Röhren aus Umschnürungsdrähten ist. Abbildung 10 zeigt den Bogen während der Betonierung.

Durch den Bau dieser Brücke hat der Traunfall, diese Perle des Salzkammergutes, eine weitere Verschönerung erfahren, was man sonst bei Ingenieurbauwerken nicht immer sagen kann. Das Gesamtbild der Brücke (Abbildung 15) zeigt, wie schön sie sich in den landschaftlichen Rahmen einpasst; sie ist, nach der durchgeführten Belastungsprobe, am 13. Dezember 1925 dem Verkehr übergeben worden.

*

Anmerkung der Redaktion. Am Brückenbau-Kongress in Zürich sprach der Verfasser vorstehenden Aufsatzes über „Versuche mit Säulen aus umschnürtem Beton und umschnürtem Gusseisen“ und über „Bogentragwerke aus Eisen mit einem tragenden Betonquerschnitt“. Er bezog sich dabei auf seine hier erörterten Versuche wie auch auf das Beispiel der Traunfallbrücke, sodass wir vorstehenden Aufsatz wohl anstelle besonderer Wiedergabe seiner Vorträge bringen dürfen.

¹⁾ „Zeitschrift d. Oesterreichischen Ingenieur- u. Architekten-Vereins“, 1918, Heft 31, Abbildung 16.