

Einige Brückenverstärkungen der Gotthardbahn

Autor(en): **Lubini, Emilio**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **37/38 (1901)**

Heft 3

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-22657>

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: Einige Brückenverstärkungen der Gotthardbahn. — Wettbewerb für das Stadtkasino in Bern. II. — Rückblick auf die deutsche Bauausstellung in Dresden. — Miscellanea: In Zellen zerlegbare transportable Arbeiterhäuser. S. Vitale in Ravenna. Technikum in Burgdorf. Bundesbahnverwaltung. Rhätische Bahn. Der «Dr. Ingenieur» am Münchener Polytechnikum. Das Castell del Buon Consiglio. Elektrische Strassenbahn Bor-

dighera-Ventimiglia. — Konkurrenzen: Central-Museum in Genf. Hauptbahnhof in Hamburg. Entwurf für einen Salon. — Preisausschreiben der Stiftung von Schnyder von Wartensee in Zürich. — Nekrologie: † Arnold Böcklin. — Litteratur: Normalien zu Rohrleitungen für Dampf von hoher Spannung. Eingegangene literarische Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ing. u. Arch.-Verein. G. e. P: Stellenvermittlung.

Einige Brückenverstärkungen der Gotthardbahn.

Von Emilio Lubini, Brückeningenieur der G.-B.

Die Ursachen, welche im allgemeinen die Verstärkung eiserner Brücken verlangen, sind: mangelhafte statische Berechnung, Konstruktions- oder Montagefehler, zufällige Beschädigungen oder Brüche. Viele der in den letzten Jahren ausgeführten und noch auszuführenden Verstärkungen sind aber verursacht worden durch die erhöhten Zugsgeschwindigkeiten, die Zunahme der zufälligen Belastungen und die veränderten Anschauungen bezüglich der zulässigen Beanspruchungen des Materials. Erfolgt nämlich eine Neurechnung der Brücken unter Berücksichtigung dieser neuen Verhältnisse, so findet man, dass selbst relativ neue, den alten Belastungsnormen entsprechend gut dimensionierte Konstruktionen in allen Teilen zu schwach sind.

Die Verstärkung der Fahrbahnträger und der Windstreben bietet im allgemeinen keine Schwierigkeiten. Anders verhält es sich mit der Verstärkung der Gurtungen und Hauptstreben. Auf dem direkten Wege, d. h. durch Auflegen von Lamellen oder Profileisen, erzielt man — hauptsächlich bei den Gurtungen — nicht immer die gewünschten Erfolge, namentlich nicht bei Brücken mit grossen Spannweiten und relativ grossen Ueberschreitungen. Diese Art der Gurtungs- und Hauptstrebenverstärkung birgt zwei gewichtige Nachteile in sich. Um das neue Verstärkungseisen anbringen zu können, müssen jene wichtigen Teile der Brücke teilweise losgenietet werden, was stets einen Verlust an Eigengewichtspannungen im Alteisen auf Kosten anderer Brückenteile zur Folge hat. Das neue Verstärkungseisen hilft das Eigengewicht der Brücke nur mittragen, wenn die Brücke, während der Vernietung desselben gehoben werden kann. Da diese Hebung nur selten gut möglich ist, müssen die Gurtungen, besonders beim einfachen \perp -Querschnitt, um die Ueberschreitung der zulässigen Spannungen zu beseitigen, unverhältnismässig dick angelegt werden, wodurch dann aber die Nietung mangelhaft wird. Diese Nachteile werden vermieden, wenn man die Brücke auf indirektem Weg, d. h. durch Anordnung von dritten Gurtungen, verstärkt. Bei Brücken mit unten liegender Fahrbahn lassen sich dritte Gurtungen immer ausführen. Liegt die Fahr-

bahn oben, so müssen die Verstärkungsgurtungen, infolge der geringen Breite der Brücken, an die untern Gurtungen angebracht werden. Die Ausführung derselben ist daher nur da möglich, wo genügende Lichthöhe vorhanden ist.

Durch diese Verstärkungen werden gleichzeitig die ganzen Tragwände (Gurtungen und Hauptstreben) entlastet. Der Betrieb wird in keiner Weise gestört, und was die Hauptsache ist, eine Gefährdung desselben ist vollständig ausgeschlossen, weil auch nur teilweises Loslösen einzelner Stäbe selten nötig wird. Die Arbeit kann, vom Zugverkehr nicht gehindert, ununterbrochen fortgesetzt werden, was auch in finanzieller Beziehung von Vorteil ist.

Ueber die Aesthetik dieser Verstärkungen kann man gewiss verschiedener Ansicht sein, namentlich weil das Auge an diese neuen Formen nicht gewöhnt ist. „*De gustibus non est disputandum*“. Eins ist indessen sicher, dass in diesem Fall eine in konstruktiver Beziehung zufriedenstellende Lösung, selbst wenn sie etwas ungewohnte Formen zeigt, stets einer weniger guten, dem Auge aber elegant und gefällig erscheinenden Konstruktion vorzuziehen ist.

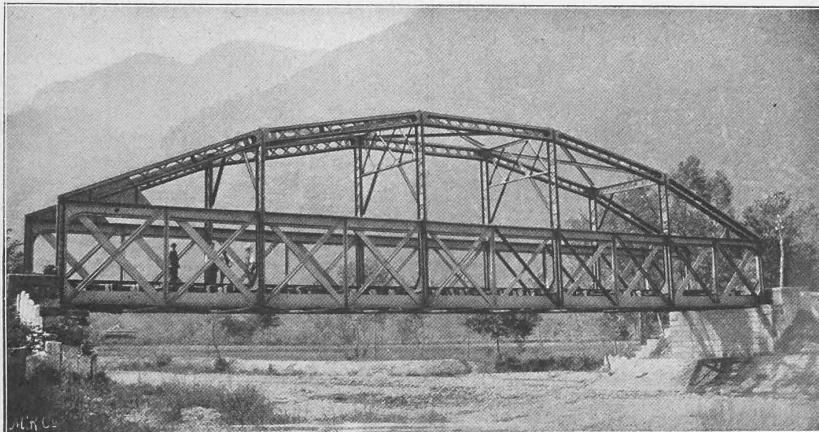


Fig. 1. Verstärkte Trodo-Brücke.

Diese Gedanken lagen den folgenden Brückenverstärkungen der Gotthardbahn zu Grunde.

I. Trodo-Brücke.

Strecke Bellinzona-Luino.

Die Brücke hat Parallelträger mit doppeltem Streben-system mit Pfosten, Fahrbahn unten, und misst 35,00 m Stützweite, 35,50 m Totallänge, 4,90 m Breite und 3,38 m Trägerhöhe. Das Geleis liegt hier in einer Kurve von 600 m Radius.

Die statische Berechnung vor der Verstärkung ergab folgende Beanspruchungen und Ueberschreitungen in den verschiedenen Fachwerkteilen:

	Spannungen:	Zul. Beanspruchungen:	Ueberschreitungen:
Obergurt	1,01 t/cm ²	0,75 t/cm ²	35%
Untergurt	1,11 t/cm ²	0,75 t/cm ²	48%
Zugstreben	0,90 t/cm ²	0,55 t/cm ²	20%
Druckstreben (Knicken)	0,65 t/cm ²	0,55 t/cm ²	18%

Die Brücke wurde im März 1898 mittels eines über die obere Gurtung gespannten, parabolischen Bogens verstärkt (Fig. 1.). Die obere Gurtung wirkt hier als Zugband des Bogens, wodurch ihre Druckbeanspruchung bedeutend vermindert wird.

Die Rechnungsweise ist kurz folgende: Nach Müller-Breslau ist für die obere Gurtung: $M_{0x} = M_x - H(y_1 + b)$, für die untere Gurtung: $M_{ux} = M_x - Hy_2$. Hierbei bedeutet (Fig. 2): M_{0x} bzw. M_{ux} das Moment in einem beliebigen Schnitt x der oberen, bzw. unteren Gurtung und zwar nach Anbringung des Verstärkungsbogens, M_x das dem nämlichen Schnitt x entsprechende Moment des einfachen, frei aufliegenden Parallelträgers, H den Horizontalschub des Bogens und y_1 und y_2 die von der oberen Gurtung aus gemessenen Ordinaten der Parabel.

Für die Querkraft ergibt sich: $Q = Q_0 - Htg\alpha$. Q_0 ist die im Schnitt x der nicht armierten Brücke wirkende Querkraft, α ist der Neigungswinkel der Parabel.

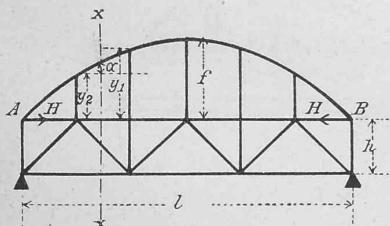


Fig. 2.

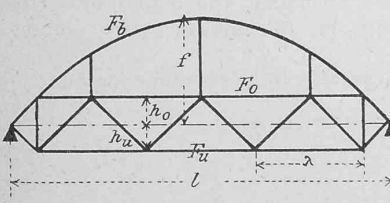


Fig. 3.

Die Verstärkung der Gurtungen und Hauptstreben. Auf dem direkten Wege, d. h. durch Auflegen von Lamellen oder Profileisen, erzielt man — hauptsächlich bei den Gurtungen — nicht immer die gewünschten Erfolge, namentlich nicht bei Brücken mit grossen Spannweiten und relativ grossen Ueberschreitungen. Diese Art der Gurtungs- und Hauptstrebenverstärkung birgt zwei gewichtige Nachteile in sich. Um das neue Verstärkungseisen anbringen zu können, müssen jene wichtigen Teile der Brücke teilweise losgenietet werden, was stets einen Verlust an Eigengewichtspannungen im Alteisen auf Kosten anderer Brückenteile zur Folge hat. Das neue Verstärkungseisen hilft das Eigengewicht der Brücke nur mittragen, wenn die Brücke, während der Vernietung desselben gehoben werden kann. Da diese Hebung nur selten gut möglich ist, müssen die Gurtungen, besonders beim einfachen \perp -Querschnitt, um die Ueberschreitung der zulässigen Spannungen zu beseitigen, unverhältnismässig dick angelegt werden, wodurch dann aber die Nietung mangelhaft wird. Diese Nachteile werden vermieden, wenn man die Brücke auf indirektem Weg, d. h. durch Anordnung von dritten Gurtungen, verstärkt. Bei Brücken mit unten liegender Fahrbahn lassen sich dritte Gurtungen immer ausführen. Liegt die Fahr-

Die einzige Unbekannte in den Gleichungen für die Momente und die Querkkräfte ist der Horizontal-Schub H . Die genaue Bestimmung von H kann mit Hilfe der allgemeinen Elasticitätsgleichung erfolgen. Müller-Breslau giebt ein Näherungsverfahren an — in den meisten Fällen genau genug — in dem er die H -Linie durch eine Parabel ersetzt. Der Parabelpfeil $Z = \frac{3Pl}{16f} v$ ist so bestimmt, dass die Parabel mit der Nulllinie die gleiche Fläche einschliesst, wie die genaue H -Linie. Es ist hierbei:

$$v = \frac{f(F_u + F_o) + 1,25(h_u F_u - h_o F_o)}{f(F_u + F_o) + 2,5(h_u F_u - h_o F_o) + \frac{15}{8f}(h_u^2 F_u + h_o^2 F_o) + \frac{15h^2}{8f}\left(1 + \frac{16f^2}{3l^2}\right) \frac{F_u \cdot F_o E_s}{F_b E_f} + 8o \frac{h^2 \lambda f^2}{l^4} \cdot \frac{F_u F_o E_s}{F_z E_f}}$$

(Für die Bedeutung der Buchstaben siehe Fig. 3. E_s und E_f = Elasticitätsmodul für Schweisseisen bzw. Flusseisen.) In unserm speciellen Fall ist der Bogen über die obere Gurtung gespannt und es ist deshalb $h_u = h$ und $h_o = 0$. Es ist ferner $F_o = F_u = F$ = mittlerer Bruttoquerschnitt der Gurtungen. Die Gleichung für v nimmt somit folgende Form an:

$$v = \frac{2f + 1,25h}{2f + 2,5h + \frac{15}{8} \frac{h^2 E_s}{f E_f} \left[1 + \left(1 + \frac{16f^2}{3l^2}\right) \frac{F}{F_b} \right] + \frac{8o h^2 \lambda f^2}{l^4} \cdot \frac{F}{F_z} \cdot \frac{E_s}{E_f}}$$

Das letzte Glied im Nenner hängt von den Längenänderungen der Hängstangen ab, und kann meistens vernachlässigt werden. Die Parabel ist die Einflusslinie des Horizontalschubes H für eine bestimmte Last P . Mittels

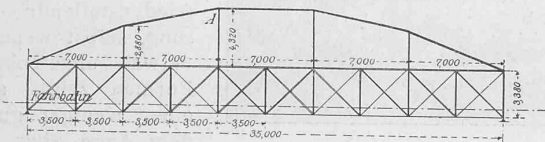


Fig. 4.

derselben kann man für jeden beliebigen Lastzug den entsprechenden Wert von H bestimmen.

Der Bogen (siehe Fig. 4—8) ist zusammengesetzt aus vier Z-Eisen N. P. 20. Die Zugstangen sind aus vier L-Eisen 80. 80. 10 gebildet. Sie gehen bis zur untern Gurtung ununterbrochen durch und umfassen so die ganze Tragwand. Die Knotenpunkte des Bogens sind durch Querriegel und Windstreben untereinander verbunden.

Um zu erreichen, dass der Bogen und der Parallel-

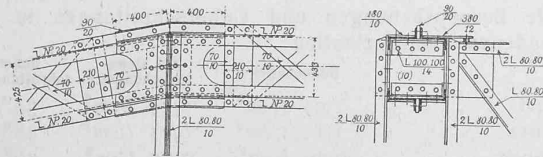


Fig. 5.

träger gut zusammenwirken, musste dem ersteren ein Teil des Eigengewichtes überbunden werden. Zu diesem Zwecke wurden zunächst die Zugstangen erstellt und der Bogen sorgfältig an dieselben angeschlossen. In den vier Auflagerpunkten A, B (siehe Fig. 2.) wurden vor-

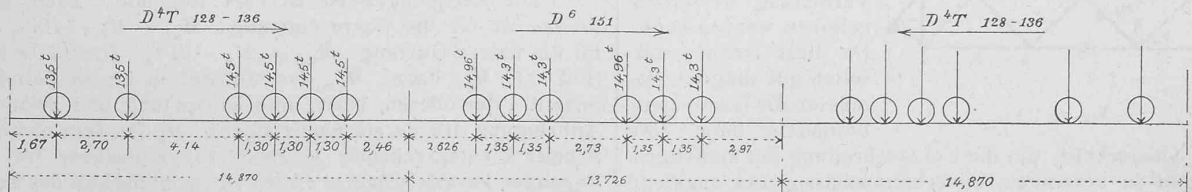


Fig. 9.

läufig die Bogen frei gelassen und nicht mit dem Obergurt verbunden. Da die lichte Höhe zwischen Flussbett und Brücke nur 3,5 m beträgt, so konnte unter der

Mitte der Brücke ein einfacher Holzbock aufgestellt werden, auf welchen unter jeder Tragwand je eine hydraulische Hebewinde installiert wurde. Während einer Zugpause wurde dann die Brücke um 8 mm, entsprechend der durch das Eigengewicht der Brücke und der Bogen bedingten Einsenkung gehoben. In dieser Lage hat man die Bogen in den vier Punkten A, B auf einmal mit dem Obergurt vernietet. Nach Wegnahme der Winden konstatierte man eine Einsenkung der Brücke um 3 1/2 mm. Die übrigen 4 1/2 mm sind durch die Wirkung der Bogen aufgehoben worden. Die mittels eines Fränkel'schen Spannungsmessers in Bogenmitte konstatierte Druckspannung betrug 0,13 t/cm².

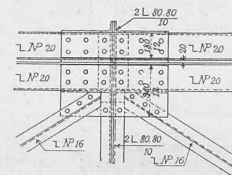


Fig. 6.

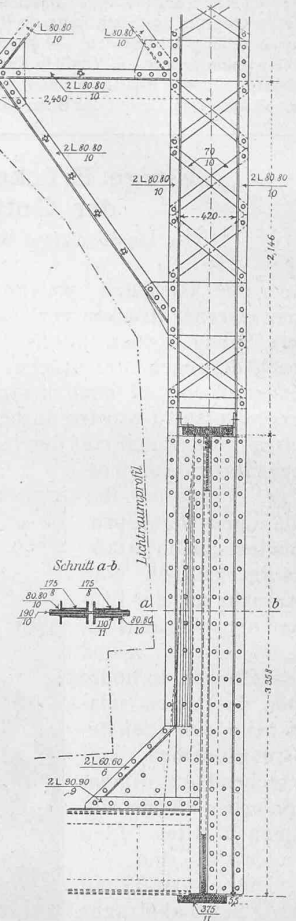


Fig. 8.

Die anlässlich der Belastungsprobe vom 3. August 1898 mittels zwei Fränkel'scher Spannungsmesser und eines Instrumentes Rabut-Mantel erfolgten Messungen er-

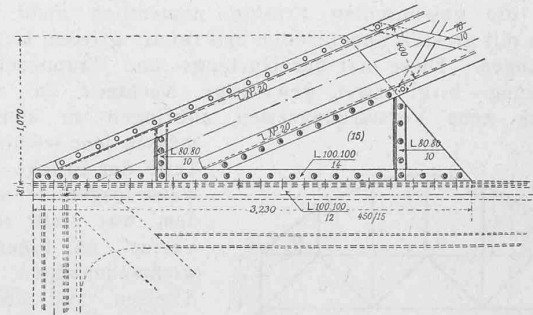


Fig. 7.

gaben in Bogenmitte eine maximale Spannung von 0,31 t/cm² und eine achsiale Spannung von 0,30 t/cm². Die maximale Gesamtspannung in Bogenmitte wäre somit: 0,13 + 0,31 = 0,44 t/cm²

Der Belastungszug war wie folgt zusammengesetzt:

Spannungsmessungen an den Gurtungen ergaben, unter dem nämlichen Belastungszug ausgeführt, die folgenden Resultate:

Max. Spannungen: Achsialspannungen:

Obergurt: 0,120 t/cm² 0,108 t/cm²
 Untergurt: 0,212 t/cm² 0,200 t/cm²

Die elastische Durchbiegung der Trägermitten reduzierte sich, bei langsamer Fahrt des Belastungszuges über die Brücke, von 22 mm auf 10 mm.

Zur Verstärkung der Brücke wurden im ganzen etwa 28 t Flusseisen verwendet; davon entfallen etwa 22 t auf den Bogen und die Zugstangen und der Rest auf die Fahrbahnträger und Windstreben. Die Gesamtkosten des Eisens, der Transporte, der Arbeitslöhne, Gehalte des Aufsichtspersonals etc. betragen 19400 Fr., also etwa 693 Fr. pro Tonne.

Diese Verstärkung wurde von Hrn. Ing. Bonzanigo, damals Brückeningenieur der Gotthardbahn, projektiert und unter Leitung des Verfassers in Regie ausgeführt.

(Forts. folgt.)

Wettbewerb für das Stadtkasino in Bern.

II.

Auf den Seiten 25, 26 u. 27 dieser Nummer finden sich Darstellungen der mit einem dritten und vierten Preise (ex aequo) bedachten Entwürfe: „Gaudemus“ von Architekt Oskar Weber und „Der Bundesstadt“ von Hodler & Jooss, Architekten in Bern. Bezüglich der Beurteilung derselben verweisen wir auf das in unserer letzten Nummer erschienene preisgerichtliche Gutachten. (Schluss folgt.)

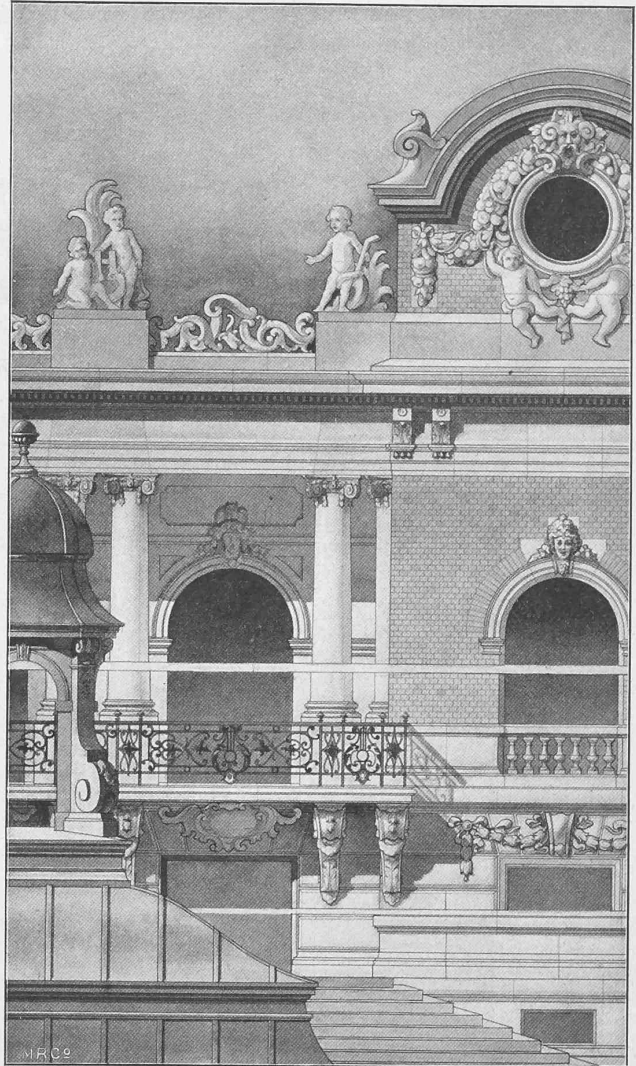
Rückblick auf die deutsche Bauausstellung in Dresden.

I. Bauindustrie.

Im Anschluss an die Berichte, welche wir im letzten Jahrgang über die Bauausstellung in Dresden gebracht haben, lassen wir einige weitere Kapitel über diese für den Bautechniker so inhaltsreiche Schauausstellung folgen und beginnen mit dem Bericht über die Bauindustrie. Unter den Baumaterialien sind zunächst die Bausteine zur Herstellung von leichten Zwischenwänden zu erwähnen, die von der Dresdener Patentsteinfabrik Joh. Paul Meyfarth ausgestellten *de Bruynschen* Steine (D. R. P. 88549) mit Eisenstäben zur Verspannung und die *Leichtsteine* von Cordes & Co. in Hannover, deren Gewicht auf 29 kg für den m² bei 10 cm Stärke angegeben wird. Hier sei auch der *Drabtziegel* von Stauss & Ruff in Kottbus, D. R. P. Nr. 51158, gedacht, welche zur Herstellung dünner Wände (namentlich bei Ausstellungsbauten und ähnlichem) zu Ummantelungen, als Deckenputzträger und zur Herstellung von Scheingewölben vielfach Verwendung finden. Dieselben bestehen, wie unsern Lesern bereits bekannt sein dürfte, aus Drahtgewebe mit aufgespressten, ziegelhart gebrannten Thonkörperchen, welche in Form eines Kreuzes die Kreuzungsstellen der Drähte umhüllen (vgl. Fig. 1 Seite 28). Wenn auch hie und da einzelne Thonkörperchen abbröckeln, so bewähren sich die Drahtziegelgewebe doch recht gut als Putzträger, auch in gebogenen Flächen.

Die *Isoliermaterialien* namentlich zum Schutz eiserner Säulen und Träger haben in letzter Zeit, infolge der bei den grossen Speicherbränden in Berlin und Hamburg gemachten Erfahrungen erhöhte Beachtung gefunden. Neben dem älteren und bekannten *Asbestcement-Kühlewein* und den *Kunststeinplatten* von Hch. J. N. Kröger in Hamburg brachten Rheinhold & Co. in Hannover ihre „*Feuertrotz*“-Materialien in verschiedener Form, die nach den Berichten über die damit angestellten Brandproben sich gut bewährt haben. Die Ummantelung mit diesem Material besteht aus einer Schicht Kieselguhr direkt auf dem zu schützenden Körper, darüber einer Schicht leicht verbrennlicher Stoffe, wie Sägespäne, Wollstaub, Häcksel u. dgl. und zuletzt einer Thonschicht. Infolge der Hitze wird bei einem Brande die Zwischenschicht in Asche verwandelt und die äussere Thonschicht versintert. Durch beide Vorgänge wird ein Teil der Glut verzehrt,

Wettbewerb für ein Stadtkasino in Bern.



Entwurf von Architekt Oskar Weber in Bern.

Travée I : 100.

ausserdem bildet die Aschenschicht eine wirksame Isolierung.

Zum Schutze gegen Feuchtigkeit empfiehlt P. Krause in Berlin die von ihm fabrizierten *Korkcementplatten*. Auch seitens anderer Firmen waren Korksteine und Platten zu Isolierzwecken in verschiedener Art ausgestellt, so von R. Stumpf in Leipzig-Plagwitz, dem Dresdener Isolierwerk (Inh. Gebr. Grosse), der Sächs. Korkstein- und Isoliermittel-fabrik in Einsiedel bei Chemnitz.

Eine Verbesserung der schon früher zu Isolierungen und leichten Zwischenwänden verwendeten, aber wegen ihrer geringen Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit und Feuer nicht besonders bewährten Torfsteine stellen die *Torgamentorfssteine* von Franz Lehmann & Co. in Leipzig dar. Die Torfsteine werden mit Torgament überzogen und dadurch hart, undurchlässig und unverbrennlich gemacht. Sie werden mit Torgamentmörtel vermauert und eventuell mit demselben verputzt; dieser kann durchgefärbt aufgetragen werden und bedarf somit keines besonderen Anstriches. Torgamentorfsstein-Wände können schon in Stärke von 7 cm völlig freitragend ohne Holzgerüst aufgeführt werden. 1 m² Wand ohne Putz wiegt etwa 12 kg.

Beachtung verdient ferner das von den deutschen Amphibolin-Werken von Robert Murjahn in Ober-Ramstadt fabrizierte *Anstrichpulver*, welches nur mit Wasser (zu gleichen Gewichtsteilen) angerührt und mit Erdfarbe beliebig abgetönt, einen völlig gleichmässigen, wetterfesten und waschbaren Anstrich für Kalk- und Cementputz, sowie für Holz