

Zum Gerüsteinsturz des Val Mela-Viadukts auf der Linie Bevers-Schuls der Rh.B.

Autor(en): **Weber, R. / Grosjean, S.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **59/60 (1912)**

Heft 21

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-30089>

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.

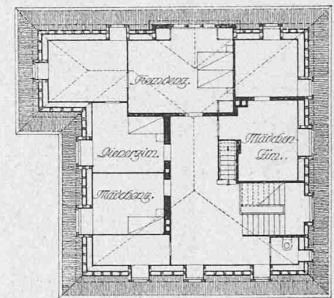
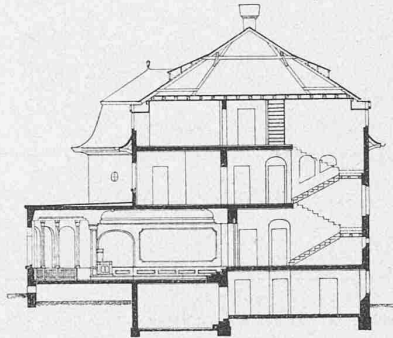
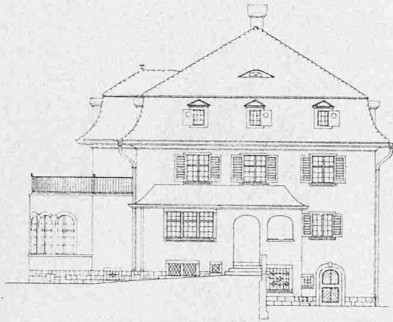
sind zur Aufnahme grosser Bilder bestimmt. Dem Saaleingang gegenüber findet sich noch ein Salon, der als Empfangsraum benützt wird, wenn der Saal nicht frei ist. Die übrige Einteilung des Hauses geht aus den Zeichnungen und Bildern hervor. Das Haus steht in sonniger Lage an einer Privatstrasse, westlich der Bellariastrasse in Zürich-Enge.

Im Anschluss sind auf Tafel 66 noch zwei Wohnräume vorgeführt aus Häusern, die Architekt E. Probst in der Nähe des Hauses Andreae erbaut hat. Das obere Bild zeigt das Esszimmer im Hause des Herrn Ing. L. Kürsteiner, an der Bellariastrasse; seine Täfelung ist poliertes Nussbaumholz, das Fayence-Kamin stammt aus den Karlsruher Keramischen Werkstätten. Im untern Bilde ist die Halle im Erdgeschoss des Hauses an der Bellariastrasse des Herrn Direktor A. Tobler vorgeführt, die keiner weitem Erläuterung bedarf.

Gutachten über die Ursachen des Einsturzes des Lehrgerüstes des Val Mela-Viaduktes.

Die Direktion der Rhät. Bahn hat Anfang Sept. 1911 den Erstunterfertigten mit der Aufgabe betraut, die Ursachen des am 29. August 1911 erfolgten Einsturzes des Lehrgerüstes des in Mauerung begriffenen Val Mela-Viaduktes, wenn immer möglich, zu ermitteln.

Zu diesem Zwecke fand am 10. September ein Lokalaugenschein mit dem Oberingenieur des Baues der Rhätischen Bahn und seinen Organen statt, nach welchem mit dem Aufräumen der Trümmer begonnen werden konnte. Der Experte erhielt gegen Ende September die auf den Einsturz bezüglichen Akten. Inzwischen waren durch die Losbauunternehmung die Trümmer des Lehrgerüstes geeigneten Ortes bestmöglich wieder zusammengesetzt worden, sodass am 1. Oktober 1911 ein zweiter Augenschein, an dem auch der Zweitunterfertigte, Experte der Unternehmerfirma, und die Organe der Rh. B. und der Unternehmung teilnahmen, stattfinden konnte. Die Unternehmerfirma Müller, Zeerleder & Gobat einigte sich mit der



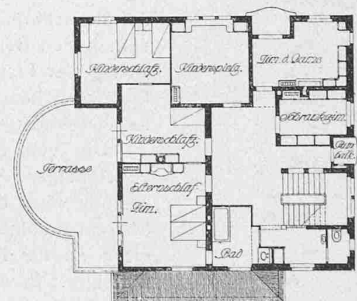
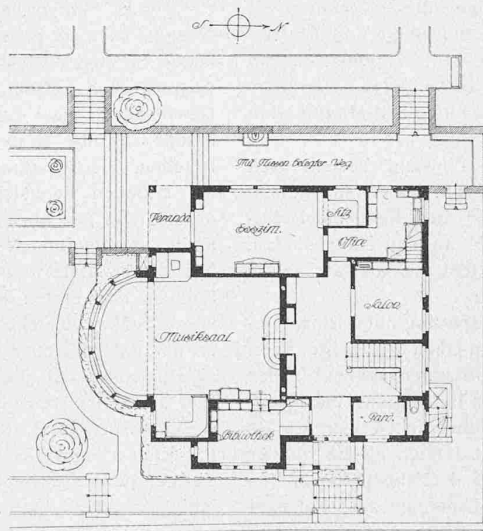
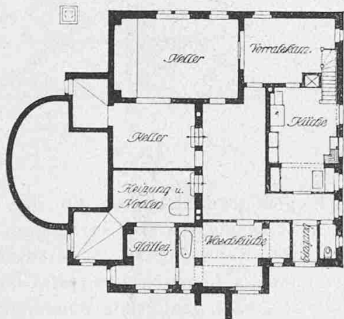
Wohnhaus Dir. V. Andreae.

Architekt Eugen Probst
in Zürich.

Abbildungen 1 bis 6.

Grundrisse, Schnitt und Ostfassade.

Masstab 1 : 400.



Zum Gerüsteinsturz des Val Mela-Viaduktes auf der Linie Bevers-Schuls der Rh. B.

Im Folgenden bringen wir das Gutachten der Herren Experten Oberingenieur R. Weber und Ingenieur S. Grosjean über diesen Gerüsteinsturz zum Abdruck. Zu dessen besserm Verständnis fügen wir in Abbildungen 1 und 2 den Gerüstplan bei, sowie in Abbildung 3 die Photographie eines seitens der Losbauunternehmung im Massstab 1 : 20 angefertigten Modells des Gerüstes.¹⁾ Diese zeigen gleichzeitig auch den Stand der Gewölbemauerung im Augenblick des Einsturzes, über den wir in Band LVIII, Seite 133 und 174 vorläufig berichtet hatten. Die Abbildungen 4 bis 7 sind Bestandteile des Gutachtens.

Das Expertengutachten hat folgenden Wortlaut:

¹⁾ Vergl. die Gerüste ähnlicher Brücken der Rh. B., z. B. Solisbrücke (42 m) in Band XLIII, S. 32, und Wiesener Viadukt (55 m) in Band LIII Seite 336 u. ff.

Rh. B. in der Folge dahin, dass ein gemeinsamer Bericht der beidseitigen Experten erstattet werden möge, womit sich die Unterfertigten einverstanden erklärten. Am 8. November erhielten die Experten die Aufnahmen der aus den Trümmern bestmöglich wieder zusammengesetzten Gerüstbogen von der Rh. B. zugestellt.

Nachdem nun die Experten so im Besitze des Aktenmaterials waren, studierten sie dasselbe unabhängig voneinander, machten die nötigen statischen Untersuchungen und Berechnungen, worauf sie in einer Konferenz, am 10. Februar 1912, sich auf einen ersten Expertenbericht einigten, welcher mit Datum vom 17. März 1912 der Rhätischen Bahn und der Unternehmung zugestellt wurde.

Mit Zuschrift vom 11. Mai 1912 stellte hierauf die Direktion der Rhätischen Bahn unter Zusendung neuer Akten Nr. 17 bis 19 Brief Schucan vom 14. IV. 1912

- „ Studer „ 19. IV. 1912
- „ Schucan „ 18. IV. 1912
- „ „ „ 25. IV. 1912
- „ „ „ 23. VIII 1911 an die Bauunternehmung
- „ „ „ 25. VIII 1911 „ „ „

Zum Gutachten über die Ursachen des Einsturzes des Val Mela-Viaduktes.

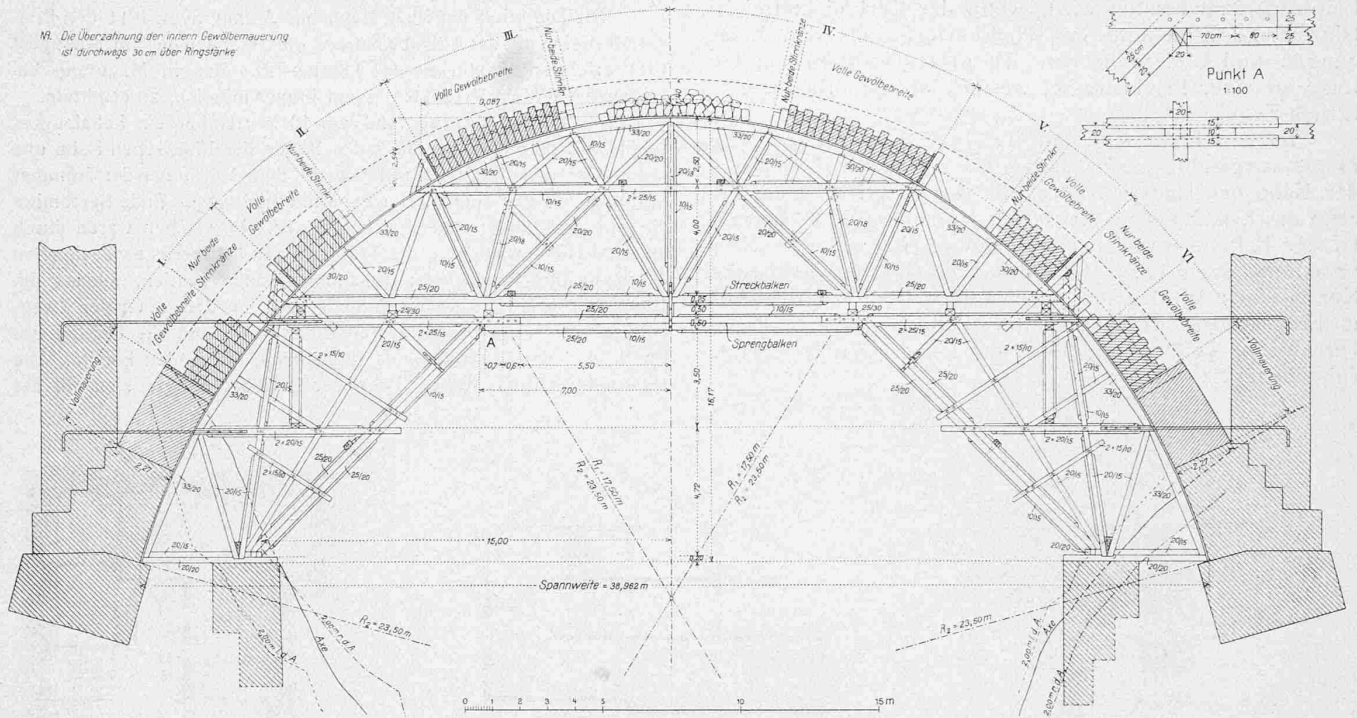


Abb. 1 Ansicht und Abb. 2 Schnitt des eingestürzten Lehrgerüsts, mit Angabe des Standes der Mauerungsarbeiten am Gewölbe zur Zeit des Einsturzes. — Masstab 1 : 250.

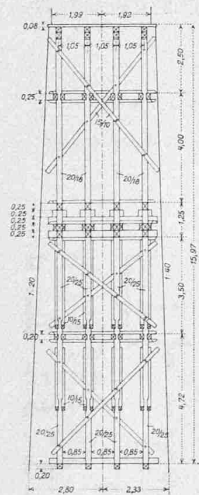


Abb. 2.

den Experten die Frage, ob sie, gestützt auf nachstehenden, die Schlussfolgerung des Gutachtens vom 17. März 1912 erheblich beeinflussenden Einwand, in der Lage seien, dasselbe einer Wiedererwägung und Modifikation zu unterziehen.

Der wesentliche Einwand bezieht sich auf die Rektifikation der in den Akten (Nr. 11 a) enthaltenen Bemerkung betreffend die Befestigung der Eisenbügel an den Hängesäulen. Es wird geltend gemacht und als tatsächlich folgendes festgestellt:

Die von den Experten auf Grund unvollständiger Aktenangaben gemachte Festsetzung über das Vorhandensein nur eines Schraubenbolzens zur Befestigung der Hängesäulen an der Hängesäule in Gerüstmittle ist unrichtig. Es sind tatsächlich bei Beginn der Gewölbemauerung zwei Befestigungsbolzen

an jedem Bügel angebracht gewesen. Dem Umstand, dass für zwei Bolzen die Hängebügel zu kurz waren, ist durch Anbringung von Verlängerungslaschen, gleichen Querschnitts wie die Bügel, nachgeholfen worden. Die Entfernung des untersten Bolzenloches vom Ende der Hängesäule hat bei drei aufgefundenen Bügelhälften wenigstens 17 cm (17 bis 21 cm) betragen.

In Würdigung der durch die Ergänzung der Akten durch die Rhätische Bahn und übereinstimmende Feststellungen der Bauunternehmung Müller, Zeerleder & Gobat geschaffenen, die Schlussfolgerungen des Expertenberichtes vom 17. März 1912 wesentlich beeinflussenden, neuen Grundlagen standen die Experten nicht an, genannten Bericht einer Revision und neuer Bearbeitung zu unterziehen. Es wurde dieses der Rhätischen Bahn unterm 25. Mai 1912 mitgeteilt, und der neue Bericht gelangte als „II. Expertengutachten“, datiert vom 17. August 1912, Ende August 1912 in den Besitz der Parteien.

Da das „II. Expertengutachten“ wiederholt Bezug auf den ersten „Expertenbericht“ nimmt und infolgedessen die Klarheit und Uebersichtlichkeit Schaden leidet, einigte sich die Rhätische Bahn mit den Experten in der Folge dahin, dass diese nunmehr ein beide Berichte zusammenfassendes, abschliessendes Gutachten verfassten, was hiermit geschieht.

Das Lehrgerüst ist als ein kombiniertes Sprengwerk- und Hängwerksystem konstruiert und zwar derart, dass auf einem untern festen Sprengwerksystem ein oberes bewegliches Sprengwerk mit Gegenstreben aufricht. Das Lehrgerüst ist berechnet auf die halbe Gewölbelast, was zulässig ist, da das Gewölbe in zwei konzentrischen, gleich starken Ringen zu erstellen beabsichtigt war, deren erster geschlossen werden sollte vor Beginn des zweiten. Bei dieser Belastung sind bei Schluss des ersten Ringes gewisse Stäbe bezüglich Knicken an der untern Grenze des Zulässigen, jedoch ist diesbezüglich genügend Sicherheit für den zur Zeit des Einsturzes bestehenden Belastungszustand vorhanden gewesen. Auch lässt sich sagen, dass, wenn das Sprengwerksystem mit dem Hängwerksystem zusammen solidarisch gearbeitet hätte, das Lehrgerüst rechnungsmässig eine noch genügende Widerstandsfähigkeit gehabt hätte.

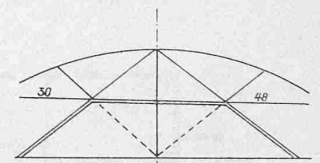


Abb. 4.

Was die Experten nicht befriedigt, ist die vielfache Verwendung von Rundholz im eigentlichen Lehrgerüst, wodurch die Verbindungen der Hölzer erschwert wurden, und sodann die Ausbildung der Knoten. Nach Ansicht der Experten hätten, namentlich wenn man nur die Hälfte der totalen Gewölbelast der Berechnung des Lehrgerüsts zugrunde legen wollte, für wichtigere Gerüsteile vollkantiges Holz und Knotenbleche verwendet werden sollen.

Von der durch den Augenschein und die Akten (Brief von Sekt.-Ing. Studer an Obering. Saluz vom 19. IV. 12) erwiesenen Tatsache ausgehend, dass von den vier Hängesäulen deren drei am untern Ende ausgeschlitzt und eine gespalten war, muss die Frage untersucht werden, welcher Vorgang das Ausschlitzen hat bewirken können und wann sich dasselbe wohl ereignet haben mag.

Entweder

1. hat sich dasselbe unmittelbar vor dem Einsturz geltend gemacht und war die direkte Ursache desselben, oder
2. das Ausschlitzen hat erst beim Zusammenbruch des Gerüsts während des Fallens oder beim Aufschlagen auf den Boden stattgefunden.

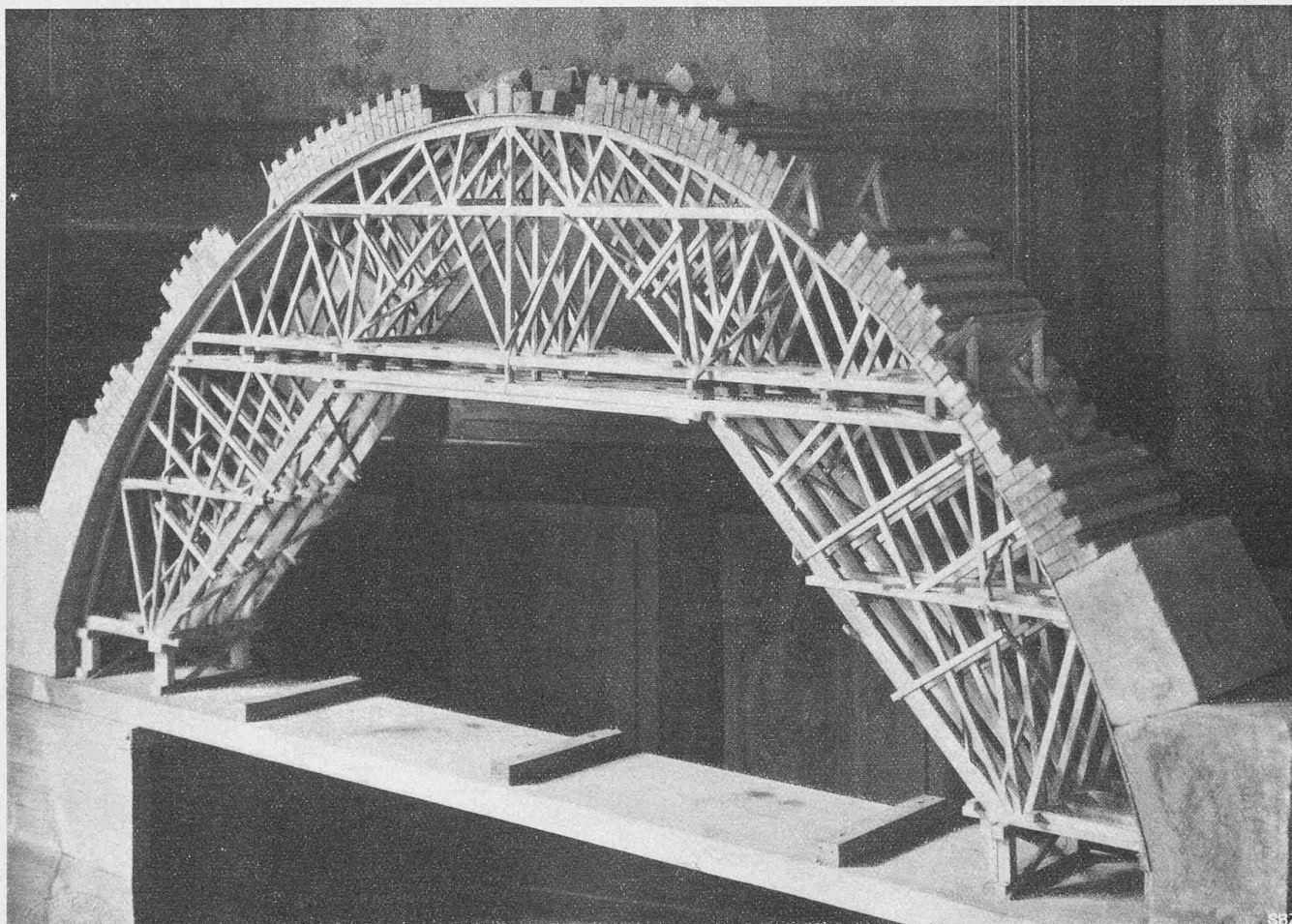


Abb. 3. Belastung des Gerüsts zur Zeit des Einsturzes. — Nach dem nachträglich im Masstab 1:20 angefertigten Holzmodell.

Ad. 1. Die Druckstreben, die vom festen Gerüst gegen die Gerüstmitte (Hängesäule) ansteigen, bilden mit der horizontalen Doppelzange (30, 48, siehe Gerüstplan 2) theoretisch ein Sprengwerk, praktisch dann, wenn die betreffenden Knotenpunkte fachgemäss durchkonstruiert sind.

Aus den Akten geht hervor (Nr. 16), dass sowohl die Sprengwerkstreben als die horizontale Doppelzange 2 1/2 bis 3 cm eingeschnitten und angeblattet waren. Die Streben von 3 Bindern waren laut Holzliste kantig beschlagen mit Querschnitten von 21/19, 20/19, 20/20, 22/19, 21/18 cm, im oberen Teil in Rundholz übergehend, wie es die natürliche Form des betr. Stammes ergab. Bei Binder 3, dem stärksten, war eine Strebe Nr. 29/37 (siehe Aktenstück 2 und 11 a) Rundholz von 21 cm Durchmesser. Die Zangen hatten Dimensionen von 21/16 bis 24/15 cm und waren mit den Streben durch je einen Schraubenbolzen verbunden.

Bei Annahme, dass das genannte Sprengwerk die ganze von der Peripherie des Gerüsts herkommende Belastung aufnehme, arbeiten für den Belastungsfall beim Einsturz

die Streben mit 11 t

die Doppelzange mit . . . 6,6 t

und einer Sicherheit der Streben gegen Knicken normal zur Binderenebene von 3 bis 4, je nach Annahme der Knicklänge.

Die Doppelzange ist mehr als genügend stark.

Für den ungünstigsten Fall, d. h. bei Binder 3 mit der Rundholzstrebe und der Ueberblattung

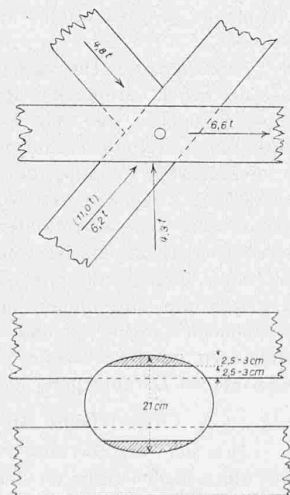


Abb. 5.

von 2,5 cm wird der Druck auf die tragende Fläche

$$\frac{4300}{2 \cdot (1,3 \times 20 \times 2,5)} = 65 \text{ kg/cm}^2,$$

was noch parallel zur Faser zulässig ist, nicht aber senkrecht zur Faser. Dabei ist Voraussetzung, dass die Ueberblattung tadellos ausgeführt und die Zangen scharfkantig sind; sobald dies nicht der Fall ist, wenn an der Kante nur 1 cm fehlt, so gestalten sich die Verhältnisse noch wesentlich ungünstiger, nicht nur bei der in Betracht gezogenen Rundholzstrebe, sondern auch bei denjenigen aus Kantholz. Holzverbindungen in Rundholz und waldkantigem Kantholz sind, wie bereits gesagt, schwierig genau auszuführen; es darf daher auch die Vermutung ausgesprochen werden, dass diese Sprengwerksknotenpunkte wohl nicht so beschaffen waren, wie sie für die Rechnung angenommen worden sind. Unter diesen Verhältnissen und mit Berücksichtigung des Umstandes, dass beim Nachgeben der Verbindung der Schraubenbolzen auf Biegung beansprucht wurde, der er nicht gewachsen war, und dass infolge der langen Trockenheit die Verbindungen gelockert waren, darf angenommen werden, dass ein Nachgeben der Verbindungen in den Sprengwerksknotenpunkten stattgefunden haben wird. Dadurch sind dann auch die Gegenstreben (Nr. 39 und 45) in Funktion gekommen.

Nachdem nun aber diese Verhältnisse nicht genügend durch Beweismaterial erhärtet werden können, muss angenommen werden, dass ein Teil der auf dieses Sprengwerk entfallenden Last durch dasselbe aufgenommen wurde, wieviel, entzieht sich der Berechnung; es kann wenig, aber auch ein grösserer Betrag gewesen sein.

Aus der zu den Akten gegebenen Korrespondenz der Organe der Rhätischen Bahn ergibt sich, dass nach drei aufgefundenen Bügelhälften die Entfernung des untersten Schraubenbolzens der Hängesäule von deren Ende 17 bis 21 cm gewesen ist. Wie diese Bügelteile zusammengehören, kann nicht sicher eruiert werden; es ist nicht sicher, ob sie zu zwei oder drei Hängesäulen gehört haben. Die an einer Hängesäule anlässlich des Augenscheines gemachte Konstatierung eines Abstandes von bloss 6 cm zwischen Bolzenloch und Ende der Hängesäule bleibt bestehen.

Bei Aufstellung des Gerüsts war nur ein Bolzen eingezogen worden, und zwar der untere; der obere mit Verbindungsflasche würde in der Zeit vom 18. bis 25. August angebracht.

Bei genauer Montierung des Bügels an der Hängesäule darf eine gleichmässige Verteilung der Last auf beide Befestigungsschrauben angenommen werden. Wie sorgfältig beim nachträglichen Einziehen des zweiten Bolzens verfahren wurde, entzieht sich unserer Kenntnis, immerhin wird es von Interesse sein, den Fall, da die Schraubenbolzen nicht gleichmässig getragen hätten, zu untersuchen.

Die aufgefundenen Bügelteile weisen Schraubenlöcher von 26 mm auf, mithin muss der Schraubenbolzen 24 oder 25 mm stark gewesen sein.

Bei 17 cm Abstand des untern Bolzens vom Ende der Hängesäule wird die Beanspruchung auf Abscheren durch das Eigengewicht (Zustand vor dem 18. August)

$$\frac{1200 + 200}{2 \times 17 \times 21} = 2,0 \text{ kg/cm}^2.$$

Für einen Abstand von 6 cm erhalten wir noch

$$\frac{1200 + 200}{2 \times 6 \times 21} = 5,5 \text{ kg/cm}^2,$$

d. h. immer noch 7,2fache Sicherheit.

Die Belastung durch das Eigengewicht war demnach ganz ungefährlich.

Nehmen wir den Belastungsfall vor dem Einsturz und machen wir die wenig wahrscheinliche Annahme, es habe das Sprengwerk gar nicht getragen, und es habe nur der untere Schraubenbolzen in Abstand 17 cm vom Ende der Hängesäule die Last aufgenommen, so erhalten wir den vom Bolzen auf die Hängesäule ausgeübten spezifischen Druck parallel zur Faser zu

$$\frac{9500}{21 \times 2,4} = 188 \text{ kg/cm}^2.$$

Da die Druckfestigkeit parallel zur Faser 250 kg/cm² beträgt, besteht somit bloss eine 1,33fache Sicherheit, welche sich für die äusseren Fasern selbst unter einfache reduziert, da zu berücksichtigen ist, dass infolge der Durchbiegung des Bolzens die äusseren Fasern weit mehr gedrückt werden, als obige Durchschnittsziffer angibt, welche einen starren Bolzen voraussetzt. Es könnten somit die äusseren Fasern nicht widerstehen und würden zerdrückt. Die Beanspruchung auf Ausschlitzen wird

$$\frac{9500}{2 \times 17 \times 21} = 13,3 \text{ kg/cm}^2,$$

somit bestünde noch dreifache Sicherheit, gegen zulässige fünf- bis zehnfache, dabei ein starrer Bolzen vorausgesetzt.

Bei nur 6 cm wäre natürlich kein irgendwie genügender Sicherheitsgrad vorhanden gewesen. Fände Ausschlitzen des untern Bolzens statt, so würde der obere auf Biegung beansprucht und müsste derselbe, weil hierzu zu schwach, brechen.

Nun haben wir aber den schlechtesten Fall angenommen, d. h. Verhältnisse, wie sie nach den über die Wirkung des Sprengwerks gemachten Erörterungen als unwahrscheinliche bezeichnet werden müssen, eine Sicherheit darüber besteht jedenfalls nicht.

Ad. 2. Das Ausschlitzen der Hängesäule beim Sturz des Gerüsts in der Luft oder beim Aufschlagen auf den Boden ist denkbar bei der Annahme des Bruches eines Hängeeisens zwischen dem untern und obern Befestigungsbolzen bei gleichzeitigem Reissen des erstern, ein Vorgang, wie in Abbildung angedeutet.

Der Zeuge Chiappini Battista will gesehen haben, dass sich das Gerüst bei beginnendem Sturz bergwärts neigte. Der in Abbildung skizzierte Vorgang wäre möglich, besonders beim Aufschlagen auf den Boden.

Hierüber hätte nur eine Konstatierung der Verhältnisse an den im Tobel liegenden Trümmern beim Aufräumen einige Klarheit verschaffen können.

Aus vorstehenden Untersuchungen geht hervor, dass über die Frage, wie und wann die Ausschlitzen der Hängesäulen stattgefunden hat, eine sichere Antwort nicht gegeben werden kann.

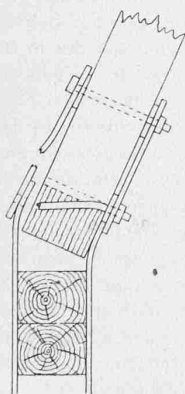


Abb. 6.

Differenz in der Senkung des Gerüstscheitels und des Streckbaumes.

Am 18. August war die Vollmauerung an den Kämpfern begonnen und der Scheitel des Gerüsts etwas belastet worden. Durch Nivellement wurden die Höhenverhältnisse am Gerüst festgelegt. Darnach erlitt der Streckbalken des Lehrgerüsts und mit ihm der Spannriegel des stützenden Sprengwerkes vom Beginn der Gewölbmauerung, 18. August, an bis zum Tage des Einsturzes, 29. August, eine Durchbiegung von 28 mm beim talseitigen und von 55 mm beim bergseitigen Binder. Der Gewölbescheitel zeigte gegenüber den Fixpunkten 1 und 3 (den Auflagern der Streckbalken) eine Mehrsenkung von 5 1/2 mm beim talseitigen und von 20 mm beim bergseitigen Binder. Es zeigte sich also nicht nur das erwartete Senken des Gerüsts infolge der Belastung durch Mauerwerk, sondern es zeigten sich bedeutende relative Senkungen der Streckbaummitte, gegenüber dem Gerüstscheitel, besonders bei den bergseitigen Bindern. Diese betragen bei dem bergseitigen Randbinder 35 mm; die Tatsache liess vermuten, dass an den beiden Enden der Hängesäule etwas nicht in Ordnung sei. Die Mehrsenkung von 35 mm der Streckbaummitte gegenüber Gewölbescheitel ist nur erklärlich durch relatives Aufwärtsrutschen der obern Strebenenden, auf denen die Kranzhölzer liegen, sowie durch Uebertragung eines Teiles der Last auf die Hängesäule am untern Ende, d. h. die Gegenstreben 39 und 45 sind zur Wirkung gekommen, und es wurde eben ein Teil der Last auf die Hängesäule übertragen, der dort eine Deformation, Senkung von 35 mm, erzeugte.

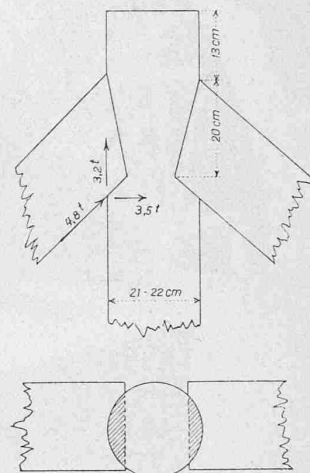


Abb. 7.

Bewegung der sog. Pass-Stücke der Kranzhölzer.

Am 28. August nachmittags war zum erstenmal ein Krachen des Gerüsts gehört und konstatiert worden, dass sich auf Seite Bevers die Pass-Stücke (Verbindungskranzhölzer zwischen dem festen und dem beweglichen Gerüstteil) nach aufwärts verschoben hatten, und zwar bergseits 5 cm, talseits 3 cm. Auch auf Zernerseite war das Heraustreten der Pass-Stücke konstatiert worden, aber in geringerer Masse. (Rapport Braun vom 20. September, Aktenstück Nr. 8.)

Die am 25. August festgestellte, relative Senkung des Fixpunktes 2 (siehe Gerüstplan 2) gegenüber 1 und 3 von 14,5 mm hatte bis am 29. mittags beim bergseitigen Binder bis 55 mm zugenommen, die Talseite des Gerüsts hatte die Bewegung in geringerer Masse mitgemacht.

Diese Erscheinung war eine anormale und deutete darauf hin, dass die Sprengwerkwirkung im beweglichen Gerüstteil nicht sehr ausgesprochen sein konnte, sondern dass eher die Gegenstreben in Funktion getreten waren, in welchem Betrage, ist natürlich unbestimmt.

Die Folge des Durchhanges des Streckbaumes und damit, infolge der festen Verbindung, des Spannriegels mit der obern Doppelzange desselben, war eine Verkürzung dieser Konstruktionsteile. Durch den von dieser Formänderung ausgehenden Impuls und durch die exzentrische Wirkung der auf die unter rund 45° geneigten Pass-Stücke wirkenden Last wurden diese hinausgedrückt. Der Vorgang musste sich akzentuieren durch das Lösen eines Teiles der Ankereisen. Diese letztern waren unnötig, solange die Spannriegel des festen Sprengwerks ihre anfängliche Lage beibehielten; sobald diese sich aber einschlugen, übten sie einen Zug auf die mit ihnen verbundenen Zangen aus und wurden die Anker beansprucht. Das Ausstossen der Pass-Stücke war demnach lediglich die Folge der eingetretenen Durchbiegung des Gerüsts.

Exzentrische Belastung des Gerüsts.

Aus dem Rapport des Ingenieurs Braun (Akt 8) geht hervor, dass die Gewölbestirne im Scheitel über den bergseitigen Binder 30 bis 35 cm vorragte, während sie talseits in die Binderebene fiel. Eine von der Rhätischen Bahn nachträglich zu den Akten gegebene

Skizze (Aktenstück 17) zeigt die Lage der Binder nach einer Aufnahme der Gerüstansätze. Darnach war die Gewölbemitte um 24,5 cm gegenüber der Gerüsttaxe bergwärts verschoben, die Stirnseite überlagte daher die Binderebene des bergseitigen Randbinders im Scheitel um 22 cm, bei Gewölbeattacke 3 betrug dieser verhältnismässig weniger.

Bei beginnender Ringmauerung und Scheitelbelastung hatten sich die bergseitigen Binder mehr gesenkt als die talseitigen. Die Niveaudifferenz zwischen den Randbindern betrug vor dem Einsturz 8,6 cm im Scheitel.

Der Maurer Ghielmetti (Aktenstück 14) hatte eine Senkung bergwärts ebenfalls bemerkt (er arbeitete an Attacke 3, Schuls).

Aus der exzentrischen Belastung des Gerüsts resultierte ein Kippmoment gegen Berg, dessen ungünstiger Einfluss durch die bergseitige Neigung nicht unerheblich vergrössert wurde. Diese Verhältnisse müssen bei Bewertung der ursächlichen Faktoren der Katastrophe mitberücksichtigt werden. Laut Zeugenaussage Chiappini (Akt 15) hat sich das Gerüst bei beginnendem Einsturz tatsächlich zuerst bergwärts geneigt.

Auf Grund der vorstehenden Untersuchungen und Erwägungen kommen die Experten zu folgender Ansicht über die Ursache des Einsturzes:

Eine durchaus sichere Feststellung der direkten Ursache des Gerüsteinsturzes ist ausgeschlossen.

Der folgende Vorgang dürfte als wahrscheinlich angenommen werden:

Infolge der langen Trockenheit des Sommers 1911 waren die Gerüsthölzer wohl ziemlich geschwunden und die Knotenpunktverbindungen gelockert, das ganze Gerüst war infolge davon lotterig geworden. Ob ein Nachziehen der Verbindungsschrauben, dessen Effekt übrigens nicht von ausschlaggebendem Einfluss hätte sein können, stattgefunden hat, ist den Experten nicht bekannt. Der in der zweiten Hälfte August eingetretene Regen machte wohl das Gerüst vorübergehend etwas steifer (Akt 12); eine nachhaltige Wirkung konnte aber diese Befuchtung unmöglich zur Folge haben, zwei bis drei schöne Tage haben sie wieder aufgehoben.

Bei beginnender Ringmauerung trat, wie bei jedem Lehrgerüst, eine Senkung des Gerüsts ein. Der Betrag derselben wäre an und für sich nicht sehr beunruhigend gewesen, wenn nicht die besprochenen, auffälligen Begleiterscheinungen eingetreten wären.

Ob das Ausschlitzen der Befestigungsschrauben der Hängebügel den direkten Anstoss zum Einsturz gegeben hat, lässt sich nicht nachweisen, wäre aber immerhin nicht unmöglich, besonders wenn man bedenkt, dass die trockene, warme Witterung die Rissbildung in den Hirnholzenden der Gerüstteile befördern musste.

Infolge der Senkung der Gerüstmittle wurden die Spannriegel der festen Sprengwerke, die schon auf Knicken beansprucht waren, auch auf Biegung belastet. Für letztere Beanspruchung waren sie aber nicht bestimmt, mussten daher immer mehr nachgeben und schliesslich brechen, um so mehr, als noch der Impuls des Kippmomentes durch die exzentrische Belastung des Gerüsts, verbunden mit der Querneigung bergwärts, dazu trat.

Der Einsturz stellt sich dar als die Folge einer Reihe ungünstiger Zustände, von denen jedoch keiner sicher genug als derjenige bezeichnet werden kann, der den Zusammenbruch veranlasst hat.

St. Gallen und Aarau, den 15. Sept. 1912.

Die Experten:

R. Weber. S. Grosjean.

Miscellanea.

Gegen das Schmiergelderunwesen im Baugewerbe. Im Saale der Handelskammer zu Berlin fand am 19. Oktober d. J. eine Versammlung statt, zu welcher der Verein gegen das Bestechungswesen und der Bund Deutscher Architekten eingeladen hatten. Gegenstand der Beratungen war die Bekämpfung des Schmiergelderunwesens im Baugewerbe.

An der interessanten Debatte beteiligten sich die meisten der Vertreter der anwesenden Verbände, so vor allem Angehörige des Verbandes Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, der Deutschen Freien Architektenschaft, des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, des Verbandes Deutscher Zentralheizungs-Industrieller, des Verbandes der Baugeschäfte Gross-Berlins

u. a. m. Am Schluss der sehr gut besuchten Versammlung wurde die Rechtslage dahin gekennzeichnet:

„Wird zwischen dem Lieferanten oder Unternehmer und dem angestellten oder beauftragten Architekten oder Ingenieur die Zahlung von Provisionen oder Rabatten zur Zuwendung von Aufträgen vereinbart, so machen sich beide Teile nach dem § 12 des Wettbewerbsgesetzes (Schmiergelder-Paragrafen) strafbar. Solche Provisionsversprechen sind auch zivilrechtlich ungültig, weil sie gegen die guten Sitten verstossen und zwar nach der geltenden Rechtsprechung *auch dann*, wenn der Architekt oder Ingenieur sich die Provision versprechen lässt, um sie dem Bauherrn ohne Wissen des Lieferanten als Preisnachlass zu verschaffen. Werden hinter dem Rücken des Bauherrn solche Provisionen vereinbart, so kann der Bauherr den Werkvertrag mit dem Unternehmer anfechten.“

Auf Grund dieser Rechtslage bezeichneten die einberufenen Verbände die Erreichung folgenden Zieles als notwendig:

„Die Bestimmung des § 1 Ziffer 15 der Gebührenordnung der Architekten und Ingenieure, wonach Provisionen oder Rabatte, die der Lieferant oder Unternehmer dem beauftragten Architekten oder Ingenieur gewährt, dem Bauherrn zufallen, ist zu beseitigen, weil aus dieser Bestimmung die Zulässigkeit solcher Provisionen gefolgert werden kann. Es wird den Verbänden der Architekten und Ingenieure empfohlen, ihre Mitglieder entsprechend dem geplanten Vorgehen des Bundes Deutscher Architekten zu verpflichten, mit Firmen nicht mehr zu arbeiten, die dem beauftragten Architekten oder Ingenieur Zuwendungen irgendwelcher Art versprechen oder geben, um Aufträge zu erlangen. Offerten dürfen Aufschläge für solche Zwecke nicht enthalten.“

Der gleiche Gegenstand war bekanntlich auch Mitveranlassung zu der Tagung, die im Dez. 1907 von schweizerischen akademischen Technikern in Olten abgehalten wurde, und die zur Neuregulierung der Statuten des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins geführt hat. Den darin niedergelegten, das Provisionsunwesen bekämpfenden Grundsätzen, haben sich dann jüngere verwandte Vereinigungen unseres Landes ebenfalls angeschlossen.

Ueber Regulierschaltungen für elektromotorische Antriebe, die bei besondern Schwierigkeiten an den Motoren oder an deren Nebenapparaten im Falle abnormaler Anforderungen an das Anlassen, Regeln und Abstellen der Antriebe notwendig werden und zur Aufstellung besonderer „Regelmaschinen“ oder „Regelsätze“ führen, hat kürzlich Professor Dr. W. Kummer im „Bulletin“ des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins eine übersichtliche Darstellung gegeben.

Unter den *Regulierschaltungen für Gleichstrommotoren* sind die praktisch bedeutungsvollsten diejenigen nach Ward Leonard, bei denen zur Regelung von Gleichstrommotoren mit besonderem Anker- und Erregerstromkreis ohne Aenderung des von einer besondern Quelle erzeugten Erregerstroms nur der Ankerstrom geändert wird. Je nachdem also die dabei erforderliche Umformung für den Ankerstrom ein Gleichstromnetz oder ein Wechselstromnetz als primäre Energiequelle verwendet, entstehen Anwendungen der Ward-Leonard-Schaltung auf Gleichstromnetze oder auf Wechselstromnetze, von denen die letztern die grössere praktische Bedeutung haben und für den Antrieb von Papiermaschinen, sowie namentlich für den Antrieb von Fördermaschinen und Walzwerkmotoren sehr verbreitet sind. Neuerdings pflegt man auch solche Regulierschaltungen von Gleichstrommotoren etwa als „Leonard-Schaltungen“ zu bezeichnen, die richtiger nur als sogen. „indirekte elektrische Antriebe“ aufzufassen sind und bei besonders erzeugtem Anker- und Erregerstrom zur Speisung von Gleichstrommotoren für den Antrieb von Fördermaschinen, Eisenbahnfahrzeugen und Schiffen bei Verwendung unmittelbar kraftspendender aber nur mittelbar antreibender Dampfturbinen, Explosionsmotoren und Verbrennungsmotoren zur Anwendung kommen.

Bei den *Regulierschaltungen für Wechselstrommotoren* handelt es sich in der Praxis stets um Antriebe mittels Drehstroms, wobei zwei Arten der Regelung vorkommen: erstens eine Regelung der dem Stator der Motoren zugeführten Frequenz, also ein Antrieb bei variabler Periodenzahl des dem Motor zugeführten Stromes, ein Verfahren, das für sogen. indirekte elektrische Antriebe von Bedeutung ist und im Schiffsantrieb (vergl. „Elektromechanische Arbeitsübertragung im Schiffsantrieb“, Band LX, Seite 219) bereits angewendet wird; zweitens eine Regelung der im Antriebsmotor selbst erzeugten Rotorfrequenz, welches Verfahren auf eine Nutz-