

Der Portland-Cement auf der schweiz. Landesausstellung

Autor(en): **Tetmajer, L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **1/2 (1883)**

Heft 20

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-11136>

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: Der Portland-Cementbéton auf der Schweiz. Landesausstellung. Von Prof. L. Tetmajer in Zürich. Mit 4 Fig. — Concurrrenz für Entwürfe zu einer Wahl- und Tonhalle in St. Gallen. Project

von Architect H. Weinschenk in Hottingen. — Das Ingenieurwesen auf der Schweiz. Landesausstellung (Gruppe 20). Fortsetzung. — Miscellanea: Arlbergtunnel.

Der Portland-Cementbéton auf der Schweiz. Landesausstellung.

Von Prof. L. Tetmajer in Zürich.

Die wenigen, seit Schluss der schweiz. Landesausstellung verflossenen Wochen genügten, um diese prächtige Stätte schweiz. Industrie und Gewerbefleisses zur Ruine zu machen. Noch eine kurze Zeit und auch die noch intacten Reste der Gebäulichkeiten und im Parke zerstreuten Ausstellungsobjecte gehören einer ebenso schönen als lehrreichen Vergangenheit, die mit Recht als ein Fest der Arbeit so oft gefeiert wurde.

In der Reihe jener Ausstellungsobjecte, welche wohl am Schluss der Demolierungsperiode zum Abbruche gelangen, zählen auch jene vielbesprochenen Bauwerke, welche berufen waren, dem grossen Publicum einerseits ein beredtes Zeugnis von der erfreulichen Entwicklung und den nicht zu unterschätzenden Fortschritten der schweiz. Cementindustrie abzugeben, andererseits das Tragvermögen, die erhebliche Festigkeit der in Portland-Cementconcret hergestellten Objecte in handgreiflicher Form vorzuführen.

Es sind die beiden hervorragendsten Portland-Cementfabriken der Schweiz, nämlich die „Fabrique suisse de ciment Portland de St. Sulpice“ und die Fabrik des „Herrn Rob. Vigier in Luterbach“ bei Solothurn gewesen, die sich durch grössere Objecte in sehr anerkennenswerther Weise an der Landesausstellung beteiligten.

Die erst genannte Fabrik hatte schon im Jahre 1879 bei Anlass einer Excursion der Generalversammlung des schweiz. Ingenieur- und Architecten-Vereins eine niedliche Construction, einen Bogen ohne Schluss, vergl. Fig. 1, in St. Sulpice aufgeführt und diesen in Anwesenheit der Festtheilnehmer einer gelungenen Probelastung unterworfen. Seither hat die besagte Construction mehrere strenge Winter schadlos bestanden und trägt heute eine ansehnliche, seit jener Probe wesentlich gesteigerte Belastung.

Ermutigt durch ihre schönen Erfolge, errichtete die Fabrik von St. Sulpice mit nicht unerheblichem Kostenaufwand, zuerst in der Nähe der Keramik, später in gleicher Grösse bei der Maschinenhalle einen mächtigen, einseitig frei schwebenden Porticus nach Schema Fig. 2 und beabsichtigte die Construction am Schlusse der Ausstellung durch Belastung ihrer Plattform zum Bruche zu bringen. Bekanntlich ist diese Absicht nicht erreicht worden, indem das einmal das Object angeblich nach 1 1/2 Stunden seiner Freistellung, das anderemal während der Manipulation der Ausrüstung unter seinem Eigengewichte zusammenbrach.

Neben genanntem Porticus, welcher nach dem zweiten missglückten Versuche untermauert stehen gelassen werden musste, stellte St. Sulpice Modelle desselben in 1/5 seiner ursprünglichen Grösse aus, welche nach 35 tägiger Luft-erhärtung mit je 277 kg gleichmässig auf die Plattformen geschichteten Backsteinen belastet, nach Schluss der Ausstellung mit Zuhülfenahme gusseiserner Barren gebrochen wurden.

Die Wahl der Ausstellungsobjecte von St Sulpice war nichts weniger als rationell. Einmal vermissen wir die, den characteristischen Eigenschaften des Materials entsprechende, constructive Durchbildung des Objects; sie hätte unbedingt derart erfolgen müssen, dass die fertiggestellte Construction nicht schon im ersten Momente ihrer Freistellung, sondern nach Massgabe der Erhärtung, allmählig gesteigert, die maximale Inanspruchnahme des gefährlichen Querschnitts erlangt hätte. Dann aber fehlte dem Objecte jede statische Grundlage. Eine vorläufige Berechnung des grossen Porticus hätte unter

allen Umständen Platz greifen müssen; sie würde zur Ueberzeugung geführt haben, dass die muthmasslichen Spannungen des meist beanspruchten Querschnitts, die Stabilität des Objects nach vier- ja nach achtwöchentlicher Erhärtungsdauer in Frage stellen und würde vermieden haben, dass der Credit eines vorzüglichen Baumaterials dem blinden Zufalle Preis gegeben werde. Dass die Qualität des Portlandcementes mit den Misserfolgen des Porticus nichts gemein hat, wird wohl aus nachstehenden Rechnungsergebnissen klar hervorgehen.

Einer durchaus realistischen Richtung verdankt das Ausstellungsobject des Hrn. Rob. Vigier, die in Fig. 3 dargestellte Betonbrücke, seine Entstehung. Leider ist das ursprüngliche Project mit 10 m lichter Weite wegen Platzmangel im Parke der Ausstellung nachträglich auf 6 m reducirt worden. Der dem Objecte zugewiesene Platz befriedigte auch nicht und so kam es, dass schliesslich der Ausführung des Objects, namentlich in den Fundamenten, nicht diejenige Sorgfalt geschenkt wurde, die im Interesse einer eventuellen Erprobung des Tragvermögens und der Feststellung der Brucherscheinungen wünschbar gewesen wäre. Immerhin verdanken wir dem Entgegenkommen der Herrn Rob. Vigier und Brosi eine systematische, bis zum Einsturze der Brücke gesteigerte Probelastung, die eine Reihe interessanter, bautechnisch wichtiger Resultate an den Tag förderte.

Bevor wir auf die Beschreibung dieser Probelastung eintreten, sei gestattet, eine Zusammenstellung der Rechnungsergebnisse voranzusenden, welche unter Zugrundelegung der Grundformeln der zusammengesetzten Festigkeit für die Objecte der Portland-Cementfabrik von St. Sulpice gewonnen wurden. Die Ergebnisse der Rechnung beanspruchen für sich bloss den Werth roher Annäherungen, indem streng genommen die Formeln nur für homogenes Material, gleiche Elasticitätsverhältnisse für Zug und Druck und Inanspruchnahmen innerhalb der Elasticitätsgrenzen gelten. Die neutrale Axe wird jedoch auch für die Bruchbelastung als Antipolare des Angriffspunctes der Mittelkraft der ausserhalb wirkenden Kräfte angenommen und die Grösse der Spannungen und Pressungen der äussersten Fasern des Bruchquerschnitts nach

$$q = \frac{Q}{F} \left[\frac{c + 3q}{c} \right] \text{ berechnet, worin:}$$

Q in tn die genannte Mittelkraft,

q in cm den Abstand ihres Angriffspunctes vom Schwerpuncte des Querschnitts,

F in cm^2 den Inhalt des Bruchquerschnitts,

c in cm den Abstand der äussersten Faser vom Schwerpuncte dieses Querschnitts bedeuten.

1. Bogen ohne Schluss.

Bétonzusammensetzung: für die Fundamente 1:3:6 (in Gew. Th.),
„ Pfeiler u. Bogen 1 1/3:2:3 „

Innere Spannungen während der Probelastung
am 19. VIII. 79.

Alter des Objectes: 26 Tage; Vol.-Gewicht des Bétons: 2,5 tn ;
Belastung eines Bogenarmes: 1,0 tn auf die Mitte, 1,59 tn am freischwebenden Ende.

Lage des Schnittes	Q tn	F cm^2	q cm	ccm	q $druck$	q zug
$a_1 - \beta_1$ am Kämpfer	10,98	12,00	89,0	40,0	-7,02	+5,19
$a_2 - \beta_2$ „ Scheitel	19,14	12,00	51,2	40,0	-7,75	+4,75

Innere Spannungen in gegenwärtigem Belastungszustande.

Alter des Objectes: 4 1/4 Jahre; Vol.-Gewicht des Bétons: 2,2 tn ;
Belastung eines Bogenarmes: 3,5 tn gleichmässig vertheilt; 1,50 tn am freischwebenden Ende.

$a_1 - \beta_1$ am Kämpfer	12,44	12,00	100,0	40,0	-8,79	+6,72
$a_2 - \beta_2$ „ Scheitel	19,62	12,00	63,4	40,0	-9,41	+6,14

2. Modelle des Porticus.

Innere Spannungen bei den Bruchbelastungen.

No.	Beton-zusammensetzung des Objectes	Alter	Vol.-Gewicht des Bétons	Belastung der Plattform
1	1 G.Th.Cem.: 3 G.Th.Sand+Kies	6 Monate	$\gamma = 2,2 \text{ tn. pro cm}^3$	$b = 1,37 \text{ tn.}$
2	1 " : 5 "	6 "	$\gamma = 2,2$ "	$b = 1,00$ "
3	1 " : 6 "	5 "	$\gamma = 2,2$ "	$b = 0,54$ "

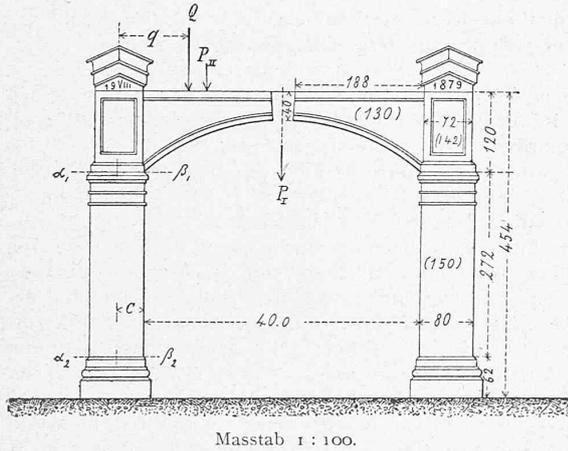
No.	Lage der Bruchstelle	Qtn.	Fcm ²	qcm	c cm	Qdruck	Qzug
1	⊥ zur Pfeileraxe, 55 cm unter der Plattform	1,63	640	32,0	8,0	-33,1	+28,0
2	⊥ zur Pfeileraxe, 51 cm unter der Plattform	1,26	640	32,0	8,0	-25,6	+21,7
3	⊥ zur Pfeileraxe, 53 cm unter der Plattform	0,778	640	32,0	8,0	-16,0	+13,6

gleichm. vertheilt
kg. pro cm²

	Qtn	Fcm ²	qcm	c cm	Qdruck	Qzug
No. I.	40,49	16 000	150	40,0	-31,0	+25,97 kg p. cm ² .
" II.	45,30	18 000	151	45,0	-28,2	+23,1 " " "

Zu vorstehenden Zahlen bedarf es keines Commentars um zu erklären, wesshalb der Bogen ohne Schluss in St. Sulpice hält und die grossen Porticuse der Ausstellung brechen mussten! Auch geht aus dieser Zusammenstellung klar hervor, dass die missglückten Versuche mit der Cementqualität nichts gemein haben. Im Gegentheil machen diese Zahlen den Eindruck, es könnte in den meisten Fällen der Anwendung mit dem Portland-Cement viel ökonomischer verfahren werden, als dies thatsächlich geschieht.

Fig. 1. Bogen ohne Schluss der Portlandcement-Fabrik in St. Sulpice.



Masstab 1 : 100.

Fig. 4. Perspektivische Ansicht der zertrümmerten Bétonbrücke.

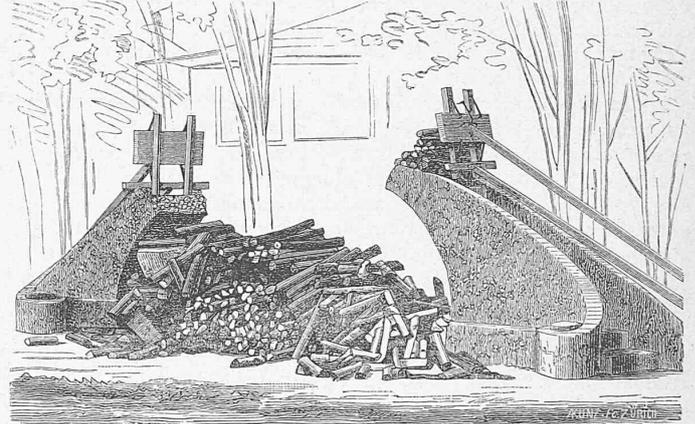
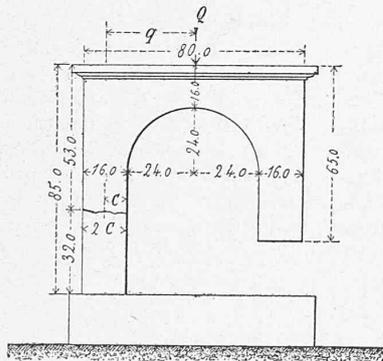


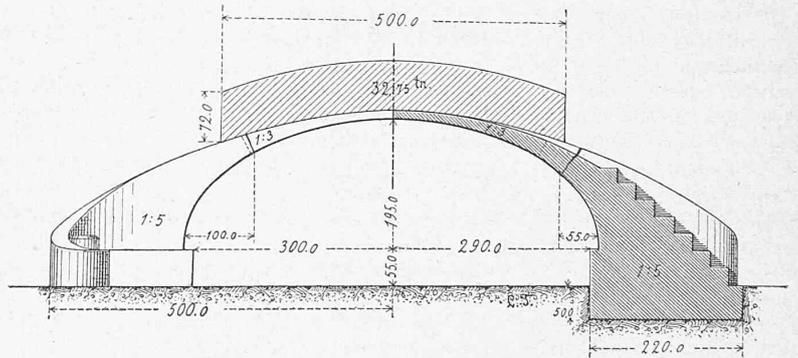
Fig. 2. Schema des Porticus der Portlandcement-Fabrik St. Sulpice.



Masstab 1 : 25.

Nota: Bei Fig. 1 und 3 sind die Maasse in Millimetern, bei Fig. 2 in Centimetern angegeben. Bei Fig. 3 sollte der Hacken an der Kämpferlinie anstatt am Sockel links angegeben sein.

Fig. 3. Bétonbrücke der Portlandcement-Fabrik von R. Vigier in Luterbach.



Masstab 1 : 100. Spannweite 6 m; Scheitelstärke 12 cm.

3. Grosser Porticus.

No. I erstellt in der Nähe der Keramik; No. II erstellt bei der Maschinenhalle.

	Beton-zusammensetzung	Alter bei Freistellung	Vol.-Gewicht des Bétons
No. I Fundamente	1 : 12 in Gew. Th.	18 Tage	$\gamma = 2,5 \text{ tn pro cm}^3$
Pfeiler u. Bogen	1 : 6 Sand + Kies		
" II Fundamente	1 : 8 in Gew. Th.	30 "	$\gamma = 2,5$ "
Pfeiler u. Bogen	1 : 5 (bis 0,9 m über Boden; sonst 1 : 4 1/3).		

Bei der Freistellung sind beide Objecte ziemlich \perp zur Pfeileraxe u. z. bei No. I 1,30 m, bei No. II ca. 90 cm über Boden, im letzten Falle im Béton 1 : 5, gebrochen.

Die innern Spannungen, welchen Bogen I circa 1 1/2 Stunden lange zu widerstehen vermochte, welchen Bogen II hätte Widerstand leisten sollen, betragen:

4. Betonbrücke des Herrn Rob. Vigier in Luterbach.

Béton-Zusammensetzung 1 : 5 (Sand + Kies) für die Fundamente, 1 : 3 (Schlackensand) für das Gewölbe von der angenommenen Kämpferfuge. Die Verticale durch die Mitte derselben liegt ca. 80 cm von der verticalen Widerlagerinnenkante. Die Fundamente mit Rostconstruction liegen ca. 0,5 m unter der Terrainoberfläche. Der Boden unter dem rechten Widerlager ist als ein mittelmässiger, unter dem linksseitigen Widerlager als schlechter Baugrund bezeichnet worden. Widerlager und Bogen blieben unverputzt; sie waren ohne Unterbruch der Bétonage, in einem Zuge hergestellt worden. Die Rammarbeit in den Widerlagern war correct, im Gewölbe dagegen weniger sorgfältig durchgeführt. Hier erfolgte das Dichten der Masse durch Schlagen mit leichten Brettstücken. Das Einbringen des

Bétons geschah im Widerlager in horizontalen, im Bogen in radialen Schichten. Die Stärke der Widerlager war durch die Gangbarmachung des Objects übermässig ausgefallen; die Scheitelstärke des Bogens betrug 12 cm. Die

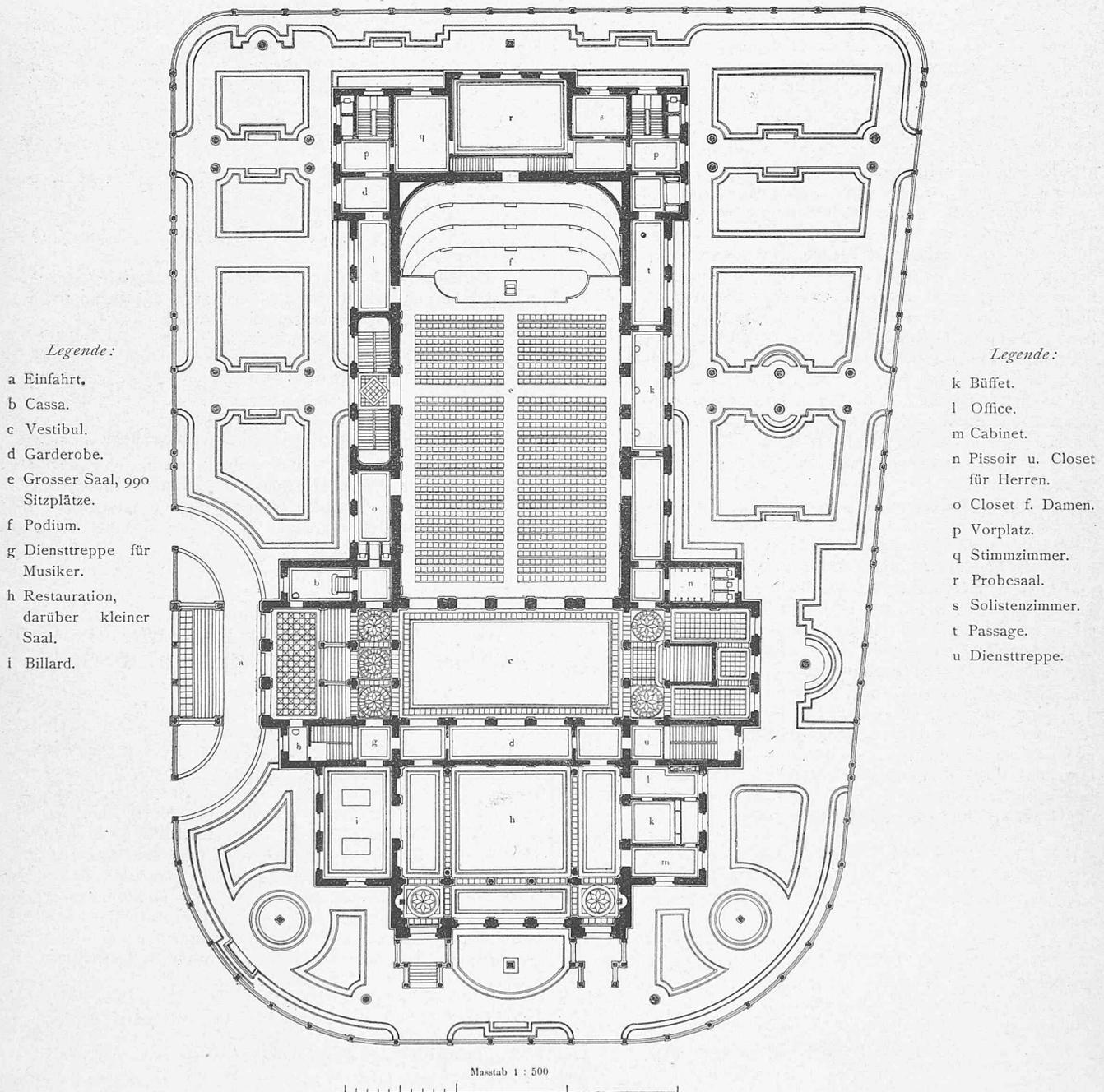
Gewichte von à 45 bis 70 kg Gewicht durchgeführt. Auf eine Länge von 5 m sind Masseln symmetrisch zur Brückenaxe, möglichst gleichmässig vertheilt, aufgespeichert worden.

Bei einer Belastung von $22,5 \text{ tn} = 4,5 \text{ tn pro l. m.} = 3,75 \text{ tn}$

Concurrenz für Entwürfe zu einer Wahl- und Tonhalle in St. Gallen.

Project von Architect H. Weinschenk in Hottingen bei Zürich.

Motto: Vivat Semper.



Grundriss vom Erdgeschoss.

Form des Bogens war rationell und schien der Drucklinie des Eigengewichts angepasst. Das Object blieb bis zur gewaltsamen Zerstörung vollkommen rissfrei. Die Probebelastung wurde mittelst gusseiserner Barren (Masseln) im

pro m^2 der Brückentafel, also bei einer Belastung nahezu gleich dem 9,4 fachen Menschengedrange (letzteres mit $0,40 \text{ tn pro } m^2$ angenommen) ist von der obern Gewölbleibung ausgehend, genau an dem vorangehend bestimmten, linksseitigen

Brechungspunct der erste Riss des Bogens eingetreten. Die Richtung des Risses war angenähert normal zur Bogenachse und drang circa auf halbe Gewölbstärke in das Gewölbmaterial (Mörtel 1:3) ein. Die Belastung ist für diesen Tag eingestellt worden. Ueber Nacht entstanden zwei weitere Risse, nämlich von der innern Gewölbleibung ausgehend im Scheitel, ferner circa 0,5 m unterhalb des Bruchfugpunctes, also in unmittelbarer Nähe der rechtsseitigen Kämpferfläche, im Beton 1:5. Der letztere der genannten Risse ging ebenfalls von der obern Gewölbleibung aus und möchte circa auf halbe Gewölbstärke gedungen sein. Die Richtung des Risses entsprach befriedigend der Normalen zur Bogenaxe an dieser Stelle.

Aller Wahrscheinlichkeit gemäss ist schon vor der Belastung von 22,5 tn eine kleine Bewegung des linksseitigen Widerlagers eingetreten, denn bei einer, auf 24,0 tn gesteigerten Belastung des Gewölbrückens, war unter dem Gewölbe, längs des Fundamentes ein Bodenriss beobachtet worden, der sich mit wachsender Belastung stetig erweiterte. Der Scheitel senkte sich von da ab allmählig, während sich gleichzeitig die seitlichen Risse nach der oberen Gewölbleibung hin erweiterten. Bei eintretender Dunkelheit, die zur Einstellung der weitem Belastung zwang, trug die Brücke Total 35,75 tn = 6,55 tn pro l. m. = 5,46 tn pro m² d. h. ein 13,7 faches Menschengedrange. Der Bodenriss betrug circa 1,5 mm; die Gewölbrisse zeigten kaum merkliche Aenderungen. Sie erreichen scheinbar an keiner Stelle die ganze Gewölbdicke. Der druckfähige, noch intacte Theil der Querschnittsflächen konnte nicht genau bestimmt werden, mochte aber ca. 20—25 % der vollen Q.-Flächen betragen haben. Im Scheitel der Brücke war schliesslich eine merkliche Einsenkung eingetreten und es konnte nur mehr eine Frage der Zeit sein, wann durch Pfetzen oder allmähliche Ueberwindung der Druckfestigkeit des Gewölbmaterials im Scheitel, der Bruch des Objects erfolgen werde.

Circa 14 Stunden nach Einstellung der Belastung ist in Folge Pfetzens im Scheitel, d. h. Ablösung schalenförmiger Stücke von der obern Gewölbleibung der Einsturz des Objects erfolgt. Im Momente der Zertrümmerung musste sich, und zwar genau am theoretischen, rechtsseitigen Brechungspuncte, also ca. 45 cm oberhalb der Rissstelle im Béton 1:5 ein neuer Riss gebildet haben, denn während das zwischen den Brechungsfugen befindliche Gewölbestück mit seiner Belastung offenbar nach einer Drehung um die untern Kanten dieser Fugen abwärts sank, ist das Gewölbestück zwischen dem ursprünglichen Riss und der rechtsseitigen Brechungsfuge mit der unmittelbar darauf liegenden Last später nachgestürzt und wie Fig. 4 zeigt, auf dem Gros der gusseisernen Masseln gefunden worden. Der Bodenriss am linksseitigen Widerlager hatte sich auf 6 mm geöffnet und der Boden hinter dem Widerlager aufgeschopt.

Die Bewegung des Widerlagers ist Ursache des vorzeitigen Einsturzes der Brücke, welche unter normalen Verhältnissen das 3 bis 4fache der an und für sich sehr ansehnlichen Belastung von 5,46 t pro m² getragen haben würde.

Aus vorstehender Belastungsprobe geht nun hervor:
Dass von einer Balkenwirkung des gebogenen, zwischen

starre Widerlager gespannten Bétonmonolits, keine Rede sein könne;

Form, Lage und Stellung der Bruchfläche zur Axe der Construction sprechen für die Bogenwirkung derselben; man wird daher zur Formgebung und Dimensionirung von Bétongewölben die Drucklinie zu benützen haben.

Ferner geht aus der Belastungsprobe klar hervor:

Dass das Portland-Cementconcret sich für Gewölbeconstructionen im Brücken- wie im Civilaufache vorzüglich eignet; dass

einzelne Risse sich scheinbar wie Gewölbefugen verhalten und an und für sich keine Bruchgefahr involviren; schliesslich dass

sich die *Baufälligkeit* ähnlich wie bei steinernen Brücken kund gibt. Unter zu Grundelegung der Gewölbe Theorie berechnen sich nun die Pressungen der äussersten Fasern der Scheitelfuge der Brücke des Herrn R. Vigier wie folgt:

Belastungsart	Horiz. Schub	Quersch.-Fläche	Pressung a. d. ob. Bogenleibung
Eigengewicht	$Q_1 = 1,36t$	$F = 1440\text{ cm}^2$	$q = 1,9\text{ kg pro cm}^2$
Eigengewicht + einfache Menschenbelastung	$Q_1 = 3,19t$	$F = 1440\text{ cm}^2$	$q = 4,4\text{ kg pro cm}^2$
Eigengewicht + 9,4 fache Menschenbelastung	$Q_1 = 18,69t$	$F = 1440\text{ cm}^2$	$q = 26,0\text{ kg pro cm}^2$

Directe Versuche an aus dem eingestürzten Gewölbmaterial herausgearbeiteten Probekörpern ergaben nach ca. 6 monatlicher Erhärtungsdauer des Mörtels (1:3):

	Druckfestigkeit	Zugfestigkeit
Durchschnittlich:	247,2 kg pro cm ² ;	26,6 kg pro cm ² ;
im Maximum:	261,0 kg pro cm ² ;	29,2 kg pro cm ² ;
im Minimum:	230,0 kg pro cm ² ;	24,5 kg pro cm ² .

Man sieht daraus, dass zur Zermalmung des Materials im Scheitel des Gewölbes bei absolut starren Widerlagern wesentlich grössere Belastungen gehören, als vorliegender Fall ergab. Welches Verhältniss aber zwischen theoretischer und thatsächlicher Bruchbelastung bei Bétongewölben besteht, müssen weitere Versuche an grösseren, sorgfältig ausgeführten Objecten ergeben.

Concurrenz für Entwürfe zu einer Wahl- und Tonhalle in St. Gallen.

Als Fortsetzung unserer Mittheilungen über diese Concurrenz veröffentlichen wir heute auf Seite 129 vorläufig einen Grundriss des Projectes von Architect Hermann Weinschenk in Hottingen, uns vorbehaltend, später den zweiten Grundriss, nämlich denjenigen des ersten Stockes folgen zu lassen. Der Weinschenk'sche Entwurf wurde bekanntlich von dem Preisgericht mit demjenigen der Architekten Walser & Friedrich auf die gleiche Linie gestellt und mit einem zweiten Preise von 1400 Fr. ausgezeichnet. Zu unserem grossen Bedauern ist es uns nicht möglich, in dieser Nummer das Gutachten des Preisgerichtes zu veröffentlichen, indem uns dasselbe immer noch nicht zugekommen ist.

Das Ingenieurwesen auf der Schweizerischen Landesausstellung.

(Gruppe 20.)

(Fortsetzung des Artikels in Nr. 17.)

II. Der Eisenbahnbau.

Die Schweiz ist im Vergleich mit ihren Nachbarstaaten ziemlich spät zu einem Eisenbahnnetz gelangt. Zwar reichen die Bestrebungen zur Erstellung einer Bahnlinie bis in's Jahr 1838 zurück, in welchem sich eine Gesellschaft zum Zweck, eine Eisenbahn von Zürich nach Basel zu bauen, constituirte; indessen war das Vertrauen in dieses neue Verkehrsmittel

damals noch so gering, dass kaum ein Drittheil der benötigten Actien gezeichnet wurde und sich die Gesellschaft desshalb 1841 wieder auflöste. Etwas bessern Erfolg hatte eine neue Gesellschaft, die sich 1845 bildete und gleichfalls eine Bahn von Zürich nach Basel, sowie nach Aarau, anstrebte, und es auch wirklich so weit brachte, dass die 22,5 km lange Linie Zürich-Baden ausgeführt und am