

Der Einsturz der Quebec-Brücke

Autor(en): **Schüle, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **51/52 (1908)**

Heft 18

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-27418>

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.

La cuisine, l'office et l'escalier de service occupent une aile spéciale et ont des dégagements particuliers; chaque pièce a l'emplacement, la forme, les dimensions et l'éclairage qui lui conviennent. La salle à manger et le salon donnent sur une grande terrasse en partie couverte, en partie à ciel ouvert. Les mêmes observations peuvent être faites au sujet du plan du premier étage (fig. 26) qui est occupé par un cabinet de travail, une bibliothèque et une chambre; ici, l'escalier principal s'arrête et la communication avec l'étage des combles (fig. 27) se fait par l'escalier secondaire; au dessus de la cuisine se trouvent les services de toilette.

L'extérieur, quoique d'une silhouette mouvementée, ne manque pas d'unité, grâce à l'uniformité de hauteur d'une puissante corniche qui entoure toute la maison et qui porte un grand toit mansardé rappelant le profil des anciennes maisons du pays (fig. 28, 29 et 30). L'ensemble et le détail, quoique partout d'un esprit moderne, ont le caractère de chaude intimité des anciennes demeures.

(à suivre.)

Der Einsturz der Quebec-Brücke.

Im Monat März ist der Bericht der am 31. August 1907, d. h. zwei Tage nach der Katastrophe, von der kanadischen Regierung eingesetzten Untersuchungskommission bekannt geworden. Die Experten, die Herren *H. Holgate*, *J. G. G. Kerry* und *J. Galbraith* haben in sehr gründlicher Weise, unter Zuziehung amerikanischer Brückeningenieurere, die Geschichte der Brücke, ihr Entstehen in Bureau und Werkstatt, ihre Montierung erforscht, um in einwandfreier Weise

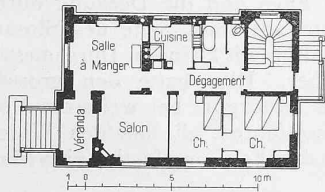


Fig. 19. Plan du rez-de-chaussée de la maison Ballissat. — 1 : 400.

die Ursachen des Einsturzes festzustellen. Der umfangreiche Bericht enthält eine Fülle von Angaben über die in den Vereinigten Staaten üblichen Arbeitsmethoden und kann jedem Ingenieur zum Studium empfohlen werden.

Nach den bereits in dieser Zeitschrift veröffentlichten Mitteilungen¹⁾ wird es genügen, in kurzen Zügen die wesentlichen Ergebnisse der amtlichen Untersuchung zu schildern. Die Vorarbeiten für die Quebecbrücke reichen bis zum Jahre 1898 zurück, wenn auch die Gesellschaft für den Bau dieses Objektes bereits 1887 gegründet wurde; die *Phoenix bridge Co* stand auf Grund ihrer Eingabe seit

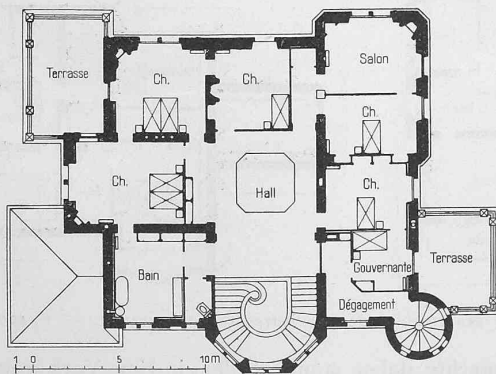


Fig. 24. Plan de l'étage supérieur de la villa Fallot. — Echelle 1 : 400.

dem Jahre 1898 mit der Brückengesellschaft in Unterhandlungen, die jedoch wegen Mangel an finanziellen Mitteln seitens der letzteren nicht gleich zu einem Vertragsabschluss führten; die Vorstudien wurden aus diesem Grunde nicht eingehend betrieben, man begnügte sich mit der Feststellung

¹⁾ Band L, S. 167 und 280, mit Abbildungen.

L'architecture contemporaine dans la Suisse romande.

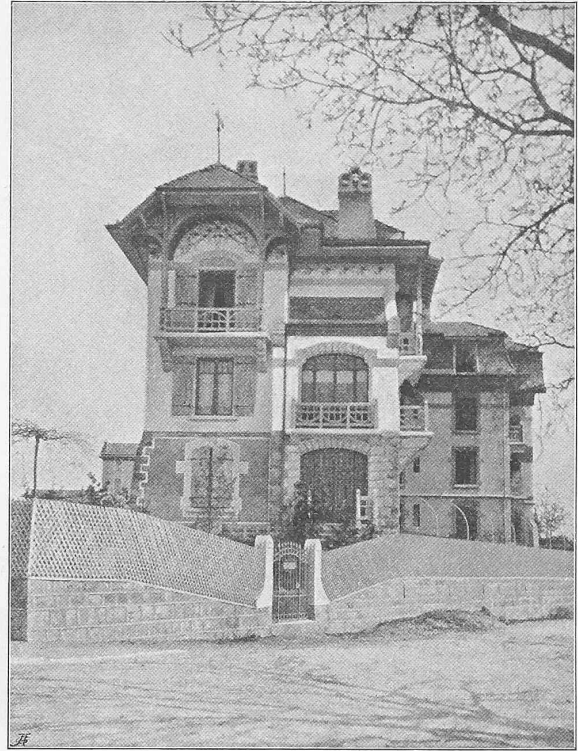


Fig. 20. La maison Ballissat à Lausanne. Architectes MM. Verrey & Heydel, Lausanne.

der Hauptverhältnisse der Oeffnungen und Detailstudien; der Abstand der Hauptpfeiler, ursprünglich zu 487,7 m angenommen, wurde definitiv auf 548,6 m vergrößert. Im Jahre 1903 nahm die kanadische Regierung Interesse an der Brücke und gab den Anstoss zur Ausführung der-

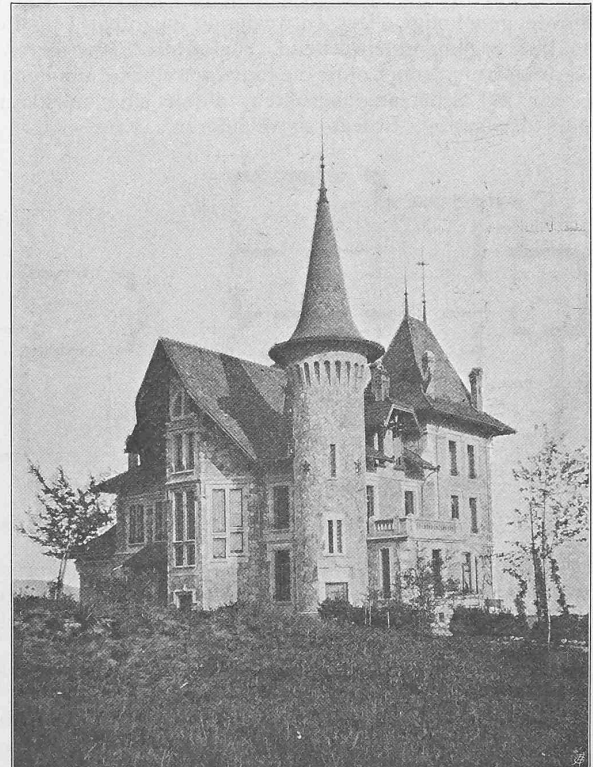


Fig. 22. La villa Fallot. — Architectes MM. Verrey & Heydel.

L'architecture contemporaine dans la Suisse romande.



Fig. 28. La «Sauvagère» à Lausanne, propriété de M. le prof. Stilling.
Architectes MM. Monod & Laverrière, Lausanne.

selben, in der Hoffnung, die Eröffnung des Betriebes über die Brücke werde bis 1908 möglich sein.

Diese plötzliche Wendung der Dinge erforderte seitens der Phoenix bridge C^o die Aufstellung der Ausführungspläne in kürzester Frist, um in der Werkstatt die Arbeiten beginnen zu können. Gleichzeitig wurden die mehrmals veränderten Grundlagen für die zufällige Belastung der Brücke und für die Beanspruchung des Materials von der Behörde genehmigt. Der entwerfende Ingenieur beendigte, dem Bauvorgang entsprechend, zuerst die Pläne der Verankerungsarme, jedoch ohne die Eigengewichtsbestimmungen, die nur auf Schätzung beruhten, durch eine vollständige Studie der ganzen Brücke zu revidieren. Erst später, an-

Im festen Vertrauen auf die Zulässigkeit der Annahmen für die erlaubten Spannungen wurde dieser Ueberschreitung des Eigengewichtes keine weitere Bedeutung beigemessen.

In sehr eingehender und zweckmässiger Weise wurden die Werkpläne und Montierungsarbeiten studiert und die Experten haben in dieser Hinsicht die Tüchtigkeit der Brückenbaufirma anerkannt. Mit Rücksicht auf die beträchtlichen Abmessungen der Eisenkonstruktion sind hingegen beim Entwerfen Annahmen bezüglich der Festigkeit der Druckglieder gemacht worden, die auf ungenügende Grundlagen sich stützten; die Druckgurtungen in Verankerungs- und Konsolarm waren gegen Ausknicken im Querschnitt ungünstig angeordnet und zu schwach. Die Brückenbauanstalt, die über eine starke Festigkeitsmaschine verfügte, hat wohl Versuche an ganzen Augenstäben von Zuggliedern vorgenommen, sie unterliess jedoch an kleinern Druckstäben, ähnlich angeordnet wie die projektierten, die Zulässigkeit der vorgesehenen hohen Spannungen zu prüfen; der Consulting Engineer *H. Th. Cooper* hatte auch in dieser Hinsicht keine Bedenken geäußert.

Ein weiterer Umstand veranlasste eine Schwächung der Druckgurtungen beim Montieren: die ungenügende Deckung eines Stosses in jedem Felde. Die Posten und Streben waren an den Druckgurt durch Bolzen angeschlossen, der Druckgurt lief jedoch bei jedem Knotenpunkt kontinuierlich durch, wie bei allen neuern amerikanischen Brücken. Es war daher notwendig, einen Stoss des Druckgurts in jedem Felde beim Montieren zu verlaschen. Um die nachträgliche Senkung des Gerüsts im Verankerungsarm zu berücksichtigen, wurden die Gurtungen mit Ueberhöhung montiert und die freien zu deckenden Stösse konnten infolgedessen nicht satt aufeinander liegen; es gab eine nach oben sich erweiternde Fuge und die Deckung durch Laschen und Bolzen erlaubte auf einer Seite des Stosses nur das Durchstecken von Bolzen mit kleinerm Durchmesser wie die vorgesehenen Löcher. Dies hatte den grossen Nachteil, eine Lockerung im Druckgurt bei weiterem Vortwärtsschreiten des Baues einzuführen, die auf den Widerstand gegen seitliches Ausknicken ungünstig einwirken musste.

Wenige Tage vor dem Unglück traten auch verschiedene kleinere Verbiegungen in der Nähe der ungenügend gedeckten Stösse und in Druckgurtungen auf, welche die Ingenieure auf dem Bauplatz zu Diskussionen über die Bedeutung solcher Erscheinungen veranlassten. Die Vertreter der Brückenbaufirma hatten keinen Augenblick die Ahnung, dass ein grosser Fehler im Entwurfe der Brücke vorliegen konnte, der Vertreter der Gesellschaft, *H. Mac*

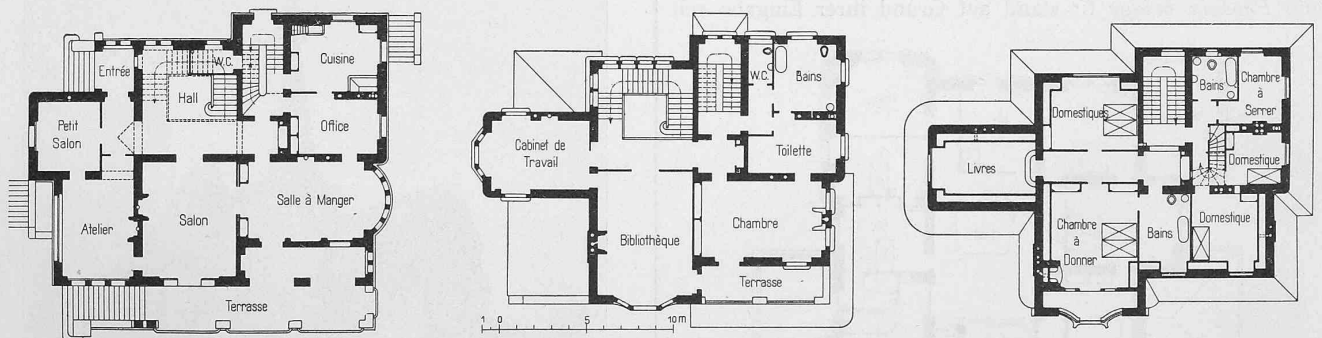


Fig. 25, 26 et 27. Plans du rez-de-chaussée, du premier étage et de l'étage des combles de la «Sauvagère» à Lausanne. — 1:400.

fangs 1906, als die Montierung des einen Verankerungsarmes fertig war, stellte es sich heraus, dass die Schätzung des Eigengewichtes wesentlich von der Wirklichkeit abwich; die entsprechenden Zahlen sind:

| | Vorgesehen | In Wirklichkeit |
|---|------------|-----------------|
| Für die Hälfte der aufgehängten Mittelöffnung | 2 180 t | 2 570 t |
| Für den Konsolträger | 5 970 " | 7 160 " |
| Für den Verankerungsarm | 6 030 " | 7 830 " |
| Summe für die halbe Brücke | 14 180 t | 17 560 t |

Lure, machte daher mündlich dem in New-York wohnenden Consulting Engineer *Th. Cooper* von den Wahrnehmungen Mitteilung. Herr *Cooper* hatte sofort die Ueberzeugung, dass die Brücke gefährdet war; er telegraphierte am 29. August an die Phoenix bridge C^o, es dürfe keine weitere Belastung vor Untersuchung der Verhältnisse aufgebracht werden und sandte den Ingenieur *Mac Lure* nach Phoenixville. Das Telegramm kam um 1 Uhr 15 an, *H. Mac Lure* um 5 Uhr; nach kurzer Diskussion wurde ein Beschluss auf den folgenden Tag verschoben; im selben Momente

stürzte die Brücke ein und zwar erfolgte der Einsturz so plötzlich, dass dessen Dauer eine Viertelsminute nicht überschritten haben soll.

Die Schlussfolgerungen der Experten sind in der Hauptsache die folgenden:

Der Einsturz ist durch das Versagen der untern Gurtungen im Verankerungsarme nahe am Hauptpfeiler entstanden und zwar infolge fehlerhaften Entwurfes dieser Gurtungen. Diese auf Druck beanspruchten Teile waren seitlich nicht genügend durch das Gitterwerk versteift, ausserdem war in jedem Felde ein am Bauplatze zu vernietender Stoss, der infolge der Ueberhöhung der Brücke zuerst nur provisorisch durch Laschen und Bolzen befestigt wurde, sodass an dieser Stelle eine Verschwächung der an sich schon zu schwachen Gurtung eintrat.

Die Spannungen, die den Einsturz hervorriefen, waren solche, wie sie im regelmässigen Gang der Montierung auftreten mussten.

Die Vorschriften für den Bau dieser

Brücke halten die Experten für ungenügend; die zulässigen Spannungen waren höher vorgesehen als diejenigen der bisherigen Praxis; sie waren jedoch von allen am Bau Interessierten ohne Einspruch angenommen worden.

Ein schwerer Fehler bestand darin, dass das Eigengewicht zu schwach ermittelt und nachträglich nicht recht-

Mit Rücksicht auf die Gefahr für die Arbeiter wäre jeder Versuch, die Konstruktion zu verstärken oder abzutragen, unmöglich gewesen.

Es fehlte seitens der Quebecbrückengesellschaft an der Anstellung eines erfahrenen Brückeningenieurs; dadurch wurde eine ungenügende Kontrolle ausgeübt.

Keiner der mit dem Generalentwurf betrauten Ingenieure erfasste in richtiger Weise die Grösse des Werkes

und die Unzulänglichkeit der Grundlagen, von denen dasselbe abhing. Die speziellen experimentellen Untersuchungen und Studien, die nötig gewesen wären, um das Urteil der entwerfenden Ingenieure zu bestätigen, wurden unterlassen.

Die Experten sprechen die Ansicht aus, dass die heutigen Kenntnisse über das Verhalten von Stahlsäulen gegen Knicken nicht genügen, um solche Konstruktionen wie die Quebecbrücke mit Sparsamkeit entwerfen zu können.

Welche Schritte getan worden sind zum Wiederbeginn der Arbeiten, ist zur

Zeit nicht bekannt. Das Material für die nördliche Brückenhälfte liegt bereit, jedoch in den gleichen Abmessungen, wie dasjenige des eingestürzten südlichen Teiles. Dass der Entwurf in bezug auf Brückenbreite zu schweren Bedenken Anlass gibt, scheint von den Experten nicht berücksichtigt worden zu sein.

F. Schüle

L'architecture contemporaine dans la Suisse romande.

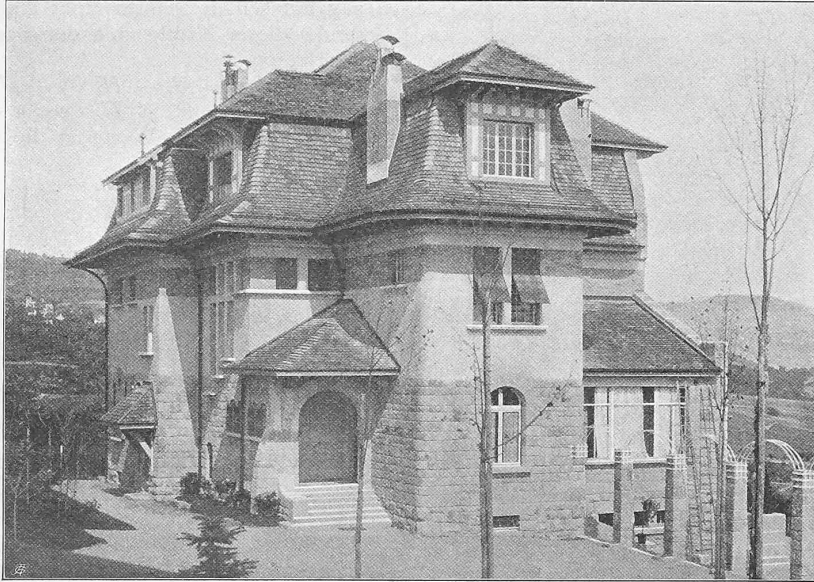


Fig. 29. La «Sauvagère» à Lausanne. — Architectes MM. Monod & Laverrière.



Fig. 30. La «Sauvagère» à Lausanne.

zeitig kontrolliert wurde. Dieser Fehler hat den Einsturz beschleunigt.

Der Einsturz hätte nach Ansicht der Experten durch irgendwelche Massregel, welche nach Wahrnehmung der ersten Anzeichen von Ueberanstrengung am 27. August getroffen worden wären, nicht vermieden werden können.

Berechnung kreisförmiger Gewölbe gegen Wasserdruck.

Von Professor Emil Mörsch in Zürich.

Die nachfolgende Berechnung bezieht sich auf horizontal liegende kreisförmige Gewölbe, die einem Wasserdruck ausgesetzt sind. Dieser Fall kommt z. B. bei Talsperren vor, die als Abschluss enger Schluchten in Form horizontal liegender Gewölbe ausgeführt werden.¹⁾ Es wirkt dann in jeder Zone ein konstanter Wasserdruck normal auf den Gewölberücken. Unter der Voraussetzung, dass das Gewölbe nach einem Kreisbogen gekrümmt ist und eine konstante Dicke erhält, ist seine Mittellinie eine Stützlinienform für die konzentrische Belastung durch Wasserdruck. Der Druck ist bei dieser Stützlinie, die aber nicht die tatsächliche ist, für alle Fugen konstant und werde gleich R_s gesetzt.

Nehmen wir in Abbildung 1 (S. 234) das linke Auflager weg und bringen im Kämpferquerschnitt dort die Reaktion R_s an, die der mit der Bogenmittellinie zusammenfallenden Stützlinie für den Wasserdruck entspricht, so fällt die Mittelkraftslinie mit der Bogenmitte zusammen und das Gewölbe wird

¹⁾ Eine derartige Talsperre kommt demnächst am Fallenbach bei Amden zur Ausführung.