

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 39/40 (1902)  
**Heft:** 24

**Artikel:** Résistance et déformations du béton armé sollicité à la flexion  
**Autor:** Schüle, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-23464>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 28.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

geschoss enthalten ausser der eigentlichen Küche alle nötigen Diensträumlichkeiten zur Bedienung von 450 Gästen.

Die Schlussrechnung für diesen Bau, abgeschlossen auf 1. Juli 1901 wurde ebenfalls durch die Gemeindeversammlung vom 14. Dezember 1901 genehmigt. Nach Abzug der Kosten für Landankauf, Expertisen, Verwaltungskosten u. s. w. zeigt sie folgende

Zusammenstellung der Baukosten:

	Fr.
1. Erdarbeiten . . . . .	1 605,32
2. Maurerarbeiten . . . . .	73 855,88
3. Hennebique-Arbeiten . . . . .	11 000,—
4. Stein- und Bildhauerarbeiten . . . . .	58 136,20
5. Zimmerarbeiten . . . . .	28 148,25
6. Parkettarbeiten . . . . .	8 245,10
7. Eisenlieferung und Schlosserarbeiten . . . . .	22 658,25
8. Schreinerarbeiten . . . . .	12 440,45
9. Glaserarbeiten . . . . .	6 638,80
10. Gipsarbeiten . . . . .	16 369,55
11. Dachdecker- und Spenglerarbeiten . . . . .	13 947,90
12. Maler- und Tapeziererarbeiten . . . . .	12 307,40
13. Heizungsanlage und Oefen . . . . .	11 907,66
14. Beleuchtungsanlage und Lüteinrichtungen . . . . .	14 287,75
15. Wasserleitungen und Aborte . . . . .	5 114,48
16. Blitzableitung . . . . .	314,80
17. Verschiedenes und Unvorhergesehenes . . . . .	1 475,85
Total der Baukosten . . . . .	298 453,64
Mobiliaranschaffungen . . . . .	14 513,36
Gesamtkosten . . . . .	312 967,—

Die Baukosten betragen für den  $m^3$ , gerechnet von Kellersohle bis Kehlgebälk Fr. 19,10.

Zum Schlusse sei noch mit einigen Worten der öffentlichen Anlagen beim Museum und Saalbau gedacht, die wie der Rahmen eines Bildes die architektonischen Werke in ihrer Wirkung steigern sollen. Das Areal (Abb. 1 S. 245), das sich auf der Nord- und Ostseite der Stadt, an Stelle der ehemaligen Vaubanschen Schanzen von der Westringstrasse bis zur Baselstrasse erstreckt, hat eine Oberfläche von rund 6 ha. Der richtige Ausbau dieses Stadttheiles mit gärtnerischen Anlagen ist von grösster Bedeutung für die Zukunft; es kann damit ein Stadtbild von grosser Originalität geschaffen werden. Nachdem schon seit dem Jahre 1894 die Landschaftsgärtner Scholer & Falkner sich mit den Entwürfen für diese Anlagen befasst hatten, übertrug der Gemeinderat die endgültige Ausarbeitung eines Planes an Hrn. Jules Allemand, Landschaftsgärtner in Genf. Nach verschiedenen Unterhandlungen mit dem Stadtbauamt kam dann eine Vorlage zustande, die allen gestellten Anforderungen Genüge leistete und namentlich in Bezug auf die vorzügliche, den praktischen Bedürfnissen angepasste Wegführung befriedigte.

Bis auf die östlich der Bastion gelegene Partie mit dem Turnplatz sind die Anlagen heute fertig erstellt, sodass deren Vollendung innert der nächsten zwei Jahre in Aussicht steht.

## Résistance et déformations du béton armé sollicité à la flexion

par F. Schüle, professeur à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich.

(Suite et fin.)

### Conclusions.

Les questions qui se posent dans l'application du béton armé concernent d'une part la valeur de la méthode usuelle servant à fixer les dimensions du fer et du béton dans les poutres sollicitées à la flexion, d'autre part les moyens à employer pour vérifier expérimentalement si une poutre est établie et exécutée dans des conditions satisfaisantes. Les essais qui ont été relatés dans ce rapport ne sauraient suffire pour répondre avec certitude à ces questions; il est nécessaire d'étendre ces essais à des poutres

de dimensions générales identiques, mais où les armatures seraient de sections différentes et où le dosage du béton serait variable; il serait surtout utile d'étudier par des essais l'action fréquemment répétée des mêmes charges afin de déterminer la limite de charge au-dessous de laquelle des fissures ne peuvent être constatées. Il est en effet possible et même probable qu'en essayant les poutres A, B, C autrement que cela a été le cas, par exemple en faisant agir plus souvent et plus longtemps les mêmes charges, les fissures se seraient montrées pour une charge inférieure à celle de 5,5 t où elles ont été constatées en premier lieu.

Ce qu'on peut demander d'une méthode de calcul, c'est qu'elle conduise à des dimensions plutôt trop fortes que trop faibles, du moment qu'elle n'est pas en état de donner les tensions effectives agissant, soit dans le fer, soit dans le béton. A cet égard la méthode usitée en Suisse et due à M. le prof. Ritter, peut être regardée comme offrant une sécurité suffisante, puisque, comme les autres méthodes en usages, elle fixe les dimensions du fer en faisant abstraction de la participation du béton tendu et que la hauteur théorique qu'elle donne entre le centre des compressions et le centre des armatures d'une poutre est plus faible que la hauteur effective, au moment où l'écrasement du béton comprimé se produit; cette méthode conduit en outre à calculer les tensions du béton en admettant que le fer est remplacé par onze fois sa section de béton, ce qui donnera pour des faibles charges, des tensions trop faibles, pour des charges plus élevées, des tensions trop fortes dans le béton; dans les poutres essayées la limite se trouve aux environs de 35  $kg/cm^2$  de tension calculée du béton. Il suffira pour augmenter le degré de sécurité de la poutre de viser à empêcher l'apparition de fissures et de mettre une masse suffisante de béton dans la zone tendue pour que le travail calculé du béton reste au-dessous de 50  $kg/cm^2$  environ, chiffre que des essais plus complets pourront modifier. En admettant des tensions calculées plus fortes pour le béton, on doit s'attendre à des fissures dans les parties fatiguées ou escompter le fait que les charges prescrites ne se présenteront pas, ou enfin compter sur la solidarité de l'ensemble de la construction en béton armé, en sorte que les moments fléchissants des forces extérieures sont en un point déterminé plus faibles en réalité que d'après les calculs.

Il serait en outre utile dans l'application de ne pas dimensionner les armatures de poutres d'après une seule limite de travail admissible du métal et de faire varier cette dernière en sens inverse de la portée; on pourrait par exemple fixer entre 0,800 et 1,200  $t/cm^2$  le travail admissible du fer, en réservant ce dernier chiffre pour des hourdis de 2 m de portée et le premier pour des poutres de 10 m de portée; si  $l$  désigne la portée en mètres, le travail admissible  $\sigma$  s'exprimerait par la formule

$$\sigma = 1,300 - 0,05 l \text{ en } t/cm^2.$$

La vérification expérimentale d'une construction ne peut pratiquement s'effectuer qu'au moyen d'essais de charge et de mesures d'inflexions; la difficulté réside dans l'appréciation des résultats observés; la valeur absolue des inflexions n'est jamais dans un rapport facile à déterminer avec les charges, la section de la poutre et sa portée, et il est peu probable qu'on arrive à un calcul satisfaisant des inflexions; la marche des inflexions par contre, soit pendant l'application de la charge, soit pendant et après le déchargement, devrait, sous forme de diagramme, pouvoir montrer, surtout d'après les déformations permanentes constatées, dans quelle phase de fatigue se trouve la poutre. Il convient pour cela, comme nous l'avons vu, de ne pas dépasser les charges prescrites, puis de procéder aux observations des flèches avec des instruments donnant une exactitude de  $1/20$  à  $1/30$  de millimètre et de poursuivre les observations après l'enlèvement de la charge pour laisser à la poutre le temps de reprendre un état stationnaire. Il faudrait en outre établir pour une série de poutres qui seraient chargées jusqu'à rupture, pour diverses charges-limites supérieures, des diagrammes-types des inflexions qui serviraient de base pour la comparaison.

des résultats des essais courants de la pratique. Si les charges d'essai ne dépassent pas la limite effective des charges réelles à supporter par une poutre, elles peuvent néanmoins servir à caractériser la marche des inflexions, si l'on prend soin de faire les observations après l'application de la demi-surcharge, aussitôt après l'application de la surcharge entière, quelques heures plus tard, puis après l'enlèvement de la demi-surcharge, aussitôt après l'enlèvement de la charge complète, quelques heures après le déchargement; ces six observations caractéristiques faites avec soin devraient permettre d'apprécier la fatigue effective de la poutre essayée.

La sécurité effective offerte par une construction en béton armé dépendra non-seulement du résultat des essais de charge, mais surtout des soins apportés à l'établissement du projet et à l'exécution; ces soins sont en relation directe avec le contrôle des travaux et ce dernier est d'autant plus nécessaire que les inspections ultérieures ne sont pas en mesure de révéler les malfaçons. C'est à la condition d'un contrôle régulier que le béton armé pourra maintenir la position privilégiée qu'il a acquise et même faire encore de durables conquêtes.

### Das schweizerische Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen.

Nachdem mit dem 14. Oktober 1902 die gesetzliche Referendumsfrist für das von dem schweizerischen Ständerat am 23. Juni und vom schweizerischen Nationalrat am 24. Juni d. J. endgültig beschlossene Gesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen unbenutzt abgelaufen ist, hat der schweizerische Bundesrat dasselbe auf den 1. Februar 1903 in Kraft erklärt und auch bereits die im Art. 19 des Gesetzes vorgesehene fachmännische Kommission ernannt.<sup>1)</sup> Bei der Bedeutung, die dem Gesetze für die wirtschaftliche Ausnutzung der elektrischen Energie und für die freie Entfaltung der bezüglichen Anlagen zukommt, halten wir es für gerechtfertigt, dasselbe in seinem ganzen Wortlaut wiederzugeben, nachdem wir bereits während seiner Beratung in den letzten Bänden u. Z.<sup>2)</sup> Anlass hatten, uns einlässlich mit der wichtigen Angelegenheit zu befassen.

Das Gesetz lautet wie folgt:

#### Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen.

##### I. Allgemeine Bestimmungen.

Art. 1. Die Erstellung und der Betrieb der in Art. 4 und 13 bezeichneten elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen wird der Oberaufsicht des Bundes unterstellt, und es sind für dieselben die vom Bundesrat erlassenen Vorschriften massgebend.

Art. 2. Als Schwachstromanlagen werden solche angesehen, bei welchen normalerweise keine Ströme auftreten können, die für Personen oder Sachen gefährlich sind. Als Starkstromanlagen werden solche angesehen, bei welchen Ströme benützt werden oder auftreten, die unter Umständen für Personen oder Sachen gefährlich sind. Wenn Zweifel bestehen, ob eine elektrische Anlage als Starkstrom- oder als Schwachstromanlage im Sinne dieses Gesetzes anzusehen sei, so entscheidet darüber der Bundesrat endgültig.

Art. 3. Der Bundesrat wird die erforderlichen Vorschriften aufstellen zu tunlichster Vermeidung derjenigen Gefahren und Schädigungen, welche aus dem Bestande der Starkstromanlagen überhaupt und aus deren Zusammentreffen mit Schwachstromanlagen entstehen.

Diese Vorschriften haben zu regeln:

- a) Die Erstellung und Instandhaltung sowohl der Schwachstrom- als der Starkstromanlagen;
- b) die Massnahmen, die bei der Parallelführung und bei der Kreuzung elektrischer Leitungen unter sich, und bei der Parallelführung und der Kreuzung elektrischer Leitungen mit Eisenbahnen zu treffen sind;
- c) die Erstellung und Instandhaltung elektrischer Bahnen.

<sup>1)</sup> Bd. XL S. 231.

<sup>2)</sup> Bd. XXXVII S. 14 u. ff., Bd. XXXVIII S. 239, Bd. XXXIX S. 94.

Der Bundesrat hat bei Aufstellung und Ausführung dieser Vorschriften auf Wahrung des Fabrikgeheimnisses Bedacht zu nehmen.

Diese Vorschriften sind bei der Erstellung neuer elektrischer Anlagen im ganzen Umfange zur Anwendung zu bringen. Für die Durchführung derselben gegenüber bereits bestehenden Anlagen kann der Bundesrat angemessene Fristen bestimmen und Modifikationen bewilligen.

##### II. Schwachstromanlagen.

Art. 4. Unter die Bestimmungen dieses Gesetzes fallen alle Schwachstromanlagen, welche öffentlichen Grund und Boden oder Eisenbahngebiet benützen oder zufolge der Nähe von Starkstromanlagen zu Betriebsstörungen oder Gefährdungen Veranlassung geben können. Die Schwachstromanlagen dürfen die Erde als Leitung benutzen, mit Ausnahme der öffentlichen Telephonleitungen, sofern zufolge Vorhandenseins von Starkstromanlagen Störungen des Telephonbetriebes oder Gefährdungen eintreten können.

Art. 5. Der Bund ist berechtigt, für die Erstellung von oberirdischen und unterirdischen Telegraphen- und Telephonlinien öffentliche Plätze, Strassen, Fahr- und Fusswege, sowie auch öffentliche Kanäle, Flüsse, Seen und deren Ufer, soweit diese dem öffentlichen Gebrauche dienen, unentgeltlich in Anspruch zu nehmen, immerhin unter Wahrung der Zwecke, für welche das in Anspruch genommene öffentliche Gut bestimmt ist, und gegen Ersatz des durch den Bau und Unterhalt allfällig entstehenden Schadens.

Art. 6. In gleicher Weise ist der Bund berechtigt, auch über Privateigentum den Luftraum durch Ziehen von Telegraphen- und Telephondrähten ohne Entschädigungsleistung in Anspruch zu nehmen, insofern dadurch die zweckentsprechende Benützung der betreffenden Grundstücke oder Gebäude nicht beeinträchtigt wird.

Art. 7. Die eidgenössische Verwaltung ist verpflichtet, sich vor dem Bau derartiger Linien (Art. 5 und 6) mit den betreffenden Behörden oder Privaten über alle für sie in Betracht kommenden Verhältnisse ins Einvernehmen zu setzen und ihren Begehren so weit entgegenzukommen, als die zweckentsprechende Ausführung der Linien es erlaubt. Auf bestehende unterirdische Kanäle und Leitungen ist möglichst Rücksicht zu nehmen. Kann eine Verständigung über die Art der Ausführung der Linie nicht erzielt werden, so entscheidet innert der in den Artikeln 5 und 6 gezogenen Schranken der Bundesrat.

Art. 8. Sofern der Eigentümer über das gemäss Art. 5 und 6 in Anspruch genommene Eigentum eine Verfügung treffen will, die eine Aenderung oder Beseitigung der errichteten Linie nötig macht, so hat er die Aufforderung hierzu schriftlich an die eidgenössische Verwaltung zu richten, welche die Aenderung oder Beseitigung der Linie vorzunehmen hat. Wird die angekündigte Verfügung des Eigentümers nicht binnen eines Jahres, von der Aenderung oder Beseitigung der Linie an gerechnet, ins Werk gesetzt, so bleibt der eidgenössischen Verwaltung das Recht auf Ersatz der veranlassten Ausgaben vorbehalten.

Art. 9. Der Bund ist berechtigt, auf dem zu Bahnzwecken verwendeten Gebiete der Bahngesellschaften unentgeltlich Telegraphen- und Telephonlinien zu erstellen oder an bestehenden staatlichen Telegraphenlinien Telephondrähte anzubringen, insoweit dies ohne Beeinträchtigung des Bahnbetriebes und der sonstigen Benützung des Bahngebietes geschehen kann. Der Bund trägt den Schaden, welcher einer Bahngesellschaft durch den Bau oder Unterhalt einer öffentlichen Telegraphen- oder Telephonanlage erwächst.

Art. 10. Sobald die öffentlichen Telegraphen- oder Telephonanlagen sich der Erstellung neuer oder der Veränderung bestehender bahndienstlicher Einrichtungen hinderlich erweisen, so hat die eidgenössische Verwaltung die nötige Verlegung ihrer Anlagen in eigenen Kosten vorzunehmen.

Art. 11. Streitigkeiten, welche bei Anwendung der Art. 5 bis und mit 10 dieses Gesetzes entstehen, sind, soweit diese Artikel die Erledigung nicht einer andern Behörde übertragen, nach Massgabe des Bundesgesetzes über die Organisation der Bundesrechtspflege, vom 22. März 1893 (Art. 50, Ziffer 15), durch das Bundesgericht erst- und letztinstanzlich zu entscheiden.

Art. 12. Werden vom Bund für die Erstellung von Telegraphen- und Telephonlinien weitere als die in dem vorliegenden Gesetze bezeichneten Rechte in Anspruch genommen, so finden die Bestimmungen der Bundesgesetzgebung über die Expropriation Anwendung.

##### III. Starkstromanlagen.

Art. 13. Unter die Bestimmungen dieses Gesetzes fallen alle Starkstromanlagen. Einzelanlagen auf eigenem Grund und Boden, welche die für Hausinstallationen zulässige Maximalspannung nicht überschreiten und die nicht zufolge der Nähe anderer elektrischer Anlagen Betriebsstörungen oder Gefährdungen veranlassen können, werden den Hausinstallationen (Art. 15, 16, 17, 26 und 41) gleichgehalten.