Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 25/26 (1895)
Heft: 5

Artikel: Einiges über den "Béton armé" nach dem System Hennebique
Autor: Favre, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-19226

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: 28.07.2025

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

Einiges über den „Béton armé“ nach dem System Hennebique.

Dieses vom französischen Ingenieur Hennebique vor wenigen Jahren erfundene System beruht, wie dasjenige von Monier, auf einer Kombination von Eisen und Beton, bietet aber diesem gegenüber wichtige Vorteile, welche wir hier darzustellen versuchen wollen.

Vor allem ist als wichtiger Punkt hervorzuheben, dass Konstruktionen nach dem System Hennebique ziemlich genau zu berechnen sind, während dies mit dem System Monier nicht der Fall ist.

Die Idee zu diesem Verfahren erhielt Herr Hennebique, als er von einem Freund beauftragt wurde, eine Villa zu bauen, deren Konstruktion Feuersgefahr ausschliessen sollte.

Fig. 1.

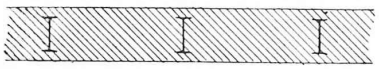
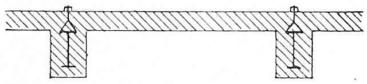


Fig. 2.

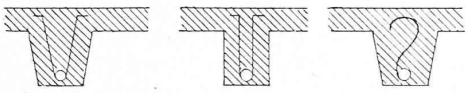


Er projektierte anfänglich sämtliche Böden mit gewöhnlichen Betonbögen zwischen I-Balken, verwarf aber diese Methode, als er kurz darauf Zeuge des Brandes eines sogenannten feuersicheren Magazins wurde, das ganz aus Eisen und Backsteinen konstruiert, dennoch zusammenstürzte, weil die eisernen Balken, wie in allen ähnlichen Bauten, dem Feuer direkt ausgesetzt waren.

Nun wollte er seine I-Balken ganz im Beton einlassen (Fig. 1), musste aber davon abstehen, weil sich das Gewicht der Böden zu stark vermehrt und die Auslagen zu hoch gestellt hätten. Um dies zu vermeiden, entschloss sich Herr Hennebique, den Beton nur auf Druck und das Eisen nur auf Zug arbeiten zu lassen, und erreichte dies durch solide Verankerung der I-Balken mit dem obern Teil der Hourdis oder der eigentlichen Betondecke, welcher dann kleinere Dimensionen gegeben werden konnten (Fig. 2).

Um die Konstruktion feuerfest zu machen, wurden die I-Balken mit Beton umhüllt, und das Ganze erhielt dadurch eine absolute Einheitlichkeit des Systems. So wurde das

Fig. 3.

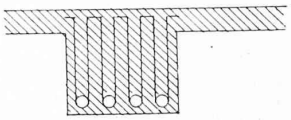


Prinzip des armierten Cementbetons gefunden, das darin besteht, den Cementbeton nur auf Druck zu beanspruchen, welchem er bekanntlich sehr gut widersteht, das Eisen jedoch nur auf Zug, was der Haupteigenschaft dieses Materials ebenfalls entspricht. Es zeigte sich allerdings gleich, dass die I-Balken für dieses System nicht vorteilhaft sind, da sie sich wegen ihrer Profilform schlecht mit dem Cement verbinden, und dieses ungünstige Profil für die zu verrichtende Arbeit nutzlos grosse Auslagen verursachen würde.

Herr Hennebique ersetzte deshalb die I-Balken durch eine oder mehrere Stangen aus Rundeisen, welche im untern Teile des Balkens angebracht werden und ausschliesslich Zugspannungen aufzunehmen haben, während der obere Teil des Gebälkes aus Portlandcementbeton besteht und nur auf Druck beansprucht wird. Zur Verbindung beider Balkenteile und zur Uebertragung der Spannungen auf die Eisenstangen dient ebenfalls der Beton. Da derselbe jedoch nicht genügen würde, um der Wirkung der scherenden Kräfte zu widerstehen, wurde eine Reihe von Bügeleisen zu Hülfe genommen, welche längs des Balkens verteilt sind und die Zugstangen mit dem oberen gedrückten Teil desselben unzertrennlich verbinden. Beizufügen ist noch, dass die Rundstangen und Bügel, leicht mit Cementbrühe angestrichen, sich ausgezeichnet mit dem Beton verbinden.

Diese Verbindungsorgane oder Bügel werden gewöhnlich aus Flacheisen konstruiert, können aber auch andere Profile und verschiedene Formen haben (Fig. 3). Ihre hauptsächliche Aufgabe ist es, die auf sie wirkenden Zugspannungen in den obern Teil des Balkens zu übertragen, wo sie sich dann als Druckspannungen in der Betonmasse verteilen; sie bilden in der That den wichtigsten und interessantesten Teil des Patentes Hennebique.

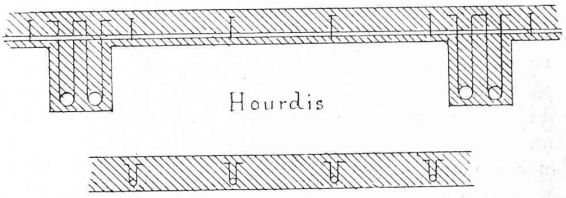
Fig. 4.



Auf diese Weise konstruiert der Erfinder einen homogenen Balken, welcher aus verschiedenen, unzertrennbar mit einander verbundenen Elementen zusammengesetzt ist, und welcher den auf ihn wirkenden Spannungen sehr gut widersteht. Die unterhalb liegenden Zugstangen und die Betonmasse werden berechnet, um dem Biegungsmoment entgegenzutreten, während die Bügel der Wirkung der scherenden Kräfte widerstehen sollen.

Dieser Balken arbeitet also ganz ähnlich wie gewöhnliche auf zwei Stützen freitragende Holz- oder Eisenbalken und ergiebt, auf dieselbe Art belastet, gleiche Kräfte und Seilpolygone. Es ist allerdings zu bemerken, dass die absolut richtige Berechnung der Spannungen, welche solche zusammengesetzte Balken beanspruchen, die Kenntnis des Elasti-

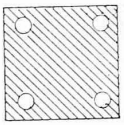
Fig. 5 und 6.



zitätskoefficienten des Betons voraussetzt, welcher bis jetzt noch nicht genau ermittelt werden konnte. Die jetzigen Berechnungsmethoden genügen jedoch vollständig für die in der Praxis nötigen Resultate, und es schlägt z. B. Herr A. Vautier, Ingenieur in Lausanne, auf Grund mehrerer günstig ausgefallener Experimente mit solchen Balken, eine sehr einfache und praktische Formel vor, welche im Bulletin de la Société Vaudoise des Ingénieurs et Architectes, 20ème année, Nr. 8 erläutert ist. Der Balken Hennebique kann verschieden konstruiert werden:

1. Als Hauptbalken mit mehreren Zugstangen (Fig. 4) für Lasten von 5 000 bis 10 000 *kg* auf den lfd. *m*.
2. Als sekundärer Balken oder Querträger (Fig. 5 u. 6) mit zwei bis drei Zugstangen für Lasten von 2 000 bis 5 000 *kg* auf den lfd. *m*, und
3. als Hourdis oder Cementbetonplatten (Fig. 5 u. 6), welche in Verbindung mit den Balken stehend, den eigentlichen Boden bilden (wie Bohlenbelag und Zorèsbelag bei Holz- und Eisenkonstruktionen) und welche auf relativ grosse Spannweiten von Querträger zu Querträger, Lasten von 200 bis 3000 *kg* auf den m^2 tragen können.

Fig. 7.

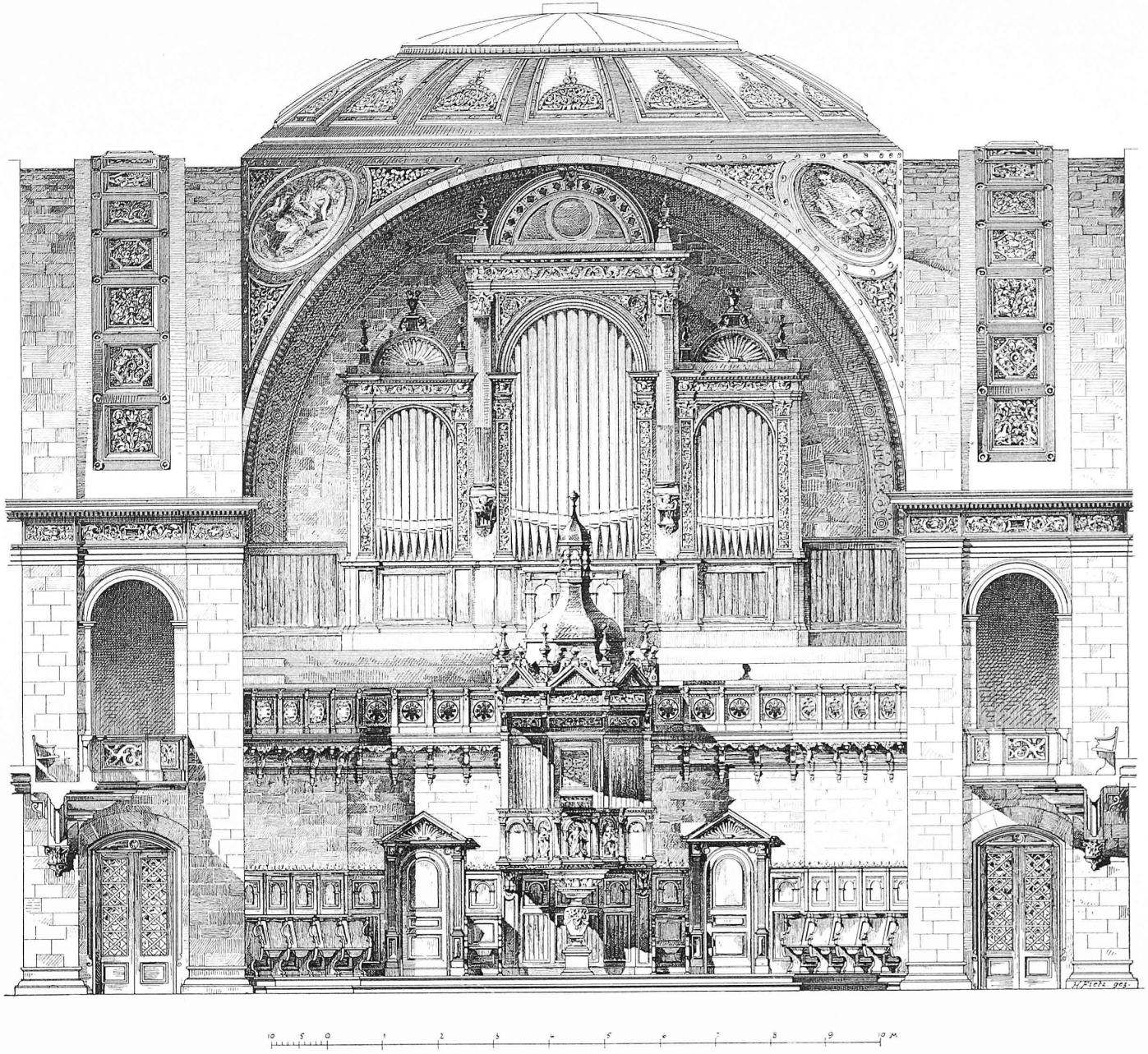


Die Betonplatten (Hourdis) sind ähnlich wie der Balken zusammengesetzt, ihr oberer Teil widersteht den Druck-, ihr unterer den Zug-Spannungen, sie sind gleichfalls mit kleinen Rundeisenstangen und Bügeln armiert, welche für die zu ertragenden Spannungen berechnet sind.

Nach demselben Prinzip lassen sich auch Pfeiler oder Säulen konstruieren (Fig. 7), welche besser als Gussäulen den Seitenstössen widerstehen und gegenüber Eisenpfeilern, von der Knickgefahr ausgeschlossen sind.

NEUE KIRCHE
IN
ENGE-ZÜRICH.

ARCHITEKT:
PROF. F. BLUNTSCHLI.



QUERSCHNITT
MIT
ANSICHT
VON
KANZEL UND ORGEL.

1 : 100.

Seite / page

31(3)

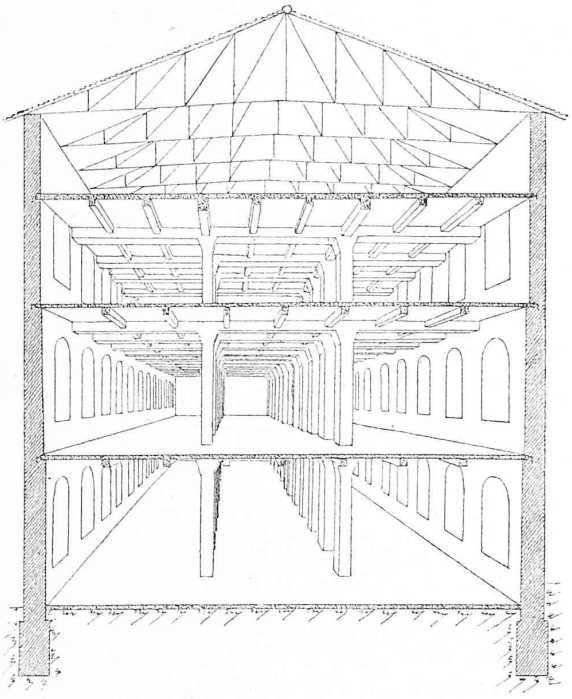
leer / vide / blank

Wir wollen die Hauptvorteile des Systems Hennebique kurz hervorheben.

1. *Feuersicherheit.* Als Beweis hiefür citieren wir die Proben, welche die belgische Regierung im Zeughaus von Malines in letzter Zeit anordnete. Ein Balken wurde unter Last rotglühend erhitzt, die beobachteten Ausdehnungen von Eisen und Portlandcement waren ziemlich gleich; der Balken senkte sich regelmässig, ohne dass man den Augenblick bestimmen konnte, in welchem die Ausdehnung des Eisens diejenige des Cements übertraf. Trotz der hohen Hitze ging die gemessene Biegung nicht unter 4 *cm*. Der Balken wurde entlastet und in rotglühendem Zustande mit kaltem Wasser stark bespritzt; nur an der Oberfläche des Balkens bemerkte man kleine Abblätterungen, der innere Teil blieb unversehrt. Am folgenden Tag hatte der Balken seine ursprüngliche Lage wieder aufgenommen und wurde von neuem belastet, ohne das geringste Zeichen von Abschwächung zu zeigen.

2. *Die Schnelligkeit und Einfachheit der Ausführung* werden dadurch bedingt, dass die zu verwendenden Materialien

Fig. 8. Anlage der Société d'electrochimie zu Prémont.



sehr leicht zu erhalten und zu handhaben sind; in der That sind Rund- und Flacheisen überall ohne Schwierigkeit erhältlich und man bedarf keiner speciellen Bestellungen wie für grosse I-Balken; das geringe Gewicht der Stangen schliesst die Hebevorrichtungen, welche für schwere Eisenbalken nötig sind, aus; ebenso kommen die Einrichtungen zum Nieten in Wegfall. Ausführungen nach dem System Hennebique können an Orten stattfinden, wo gewöhnliche Eisenkonstruktionen nur schwer und mit grossen Kosten ausgeführt werden können.

3. *Unterhaltung und Haltbarkeit.* Die erste fällt weg, weil das im Beton eingeschlossene Eisen dem Einfluss der äusseren Zerstörung nicht ausgesetzt ist, und die Haltbarkeit ist ausser Zweifel, indem der Portlandcementbeton durch die Atmosphärilien und die meisten chemischen Agentien nicht angegriffen wird, so wenig wie von den höchsten Temperaturen.

4. *Ersparnis.* Neben diesen Vorteilen ist die Ersparnis gegenüber gewöhnlichen Eisenbalkenkonstruktionen eine nicht geringe, und dieselbe wächst von 10 bis 40 % mit dem Grösserwerden der Spannweiten. Sie erhellt auch daraus, dass der Durchschnitt der Zugstangen immer kleiner ist als der Teil des I-Balkens, welchen sie ersetzen.

Die Vorzüge des „Béton armé" Hennebique sind bereits zur Genüge dargethan durch die vielen in den letzten Jahren in Belgien, Frankreich und der Westschweiz ausgeführten grossen Konstruktionen, welche sich besonders für Warenmagazine, Mühlen und Fabriken aller Art eignen und ausgezeichnet haben.

Der Erfinder und sein Vertreter für die Schweiz, Herr S. de Mollins, Ingenieur in Lausanne, welchem es in kurzer Zeit gelungen ist, das System schon in grossem Masstabe in der Westschweiz einzuführen, suchen immer noch weitere Verwendungen für dieses Verfahren, und haben es bereits dahin gebracht, dasselbe für Brückenbelege zu benützen. So wurde bei dem Pont de l'Ile in Genf, welcher einem sehr starken Verkehr zu genügen hat, die alte, schon an manchen Orten eingesenkte Fahrbahn aus Eisenplatten mit Betondecke durch Platten nach dem System Hennebique ersetzt. Es haben sich dieselben bis jetzt ausgezeichnet bewährt und zeigen auch nicht die geringste Spur von Ermüdung. Ebenso wurde am 18. Oktober 1894 in Viggen auf der Jura-Simplon-Bahn eine interessante Belastungsprobe mit einer Cementdeckplatte nach dem System Hennebique vorgenommen. Dieselbe überspannt einen Bahndurchlass von 2 *m* Oeffnung und hat eine Dicke von 25 *cm*. Sie wurde mit einer 65 *t* schweren Lokomotive mit Treibradachsengewicht von 15 *t* belastet, und zwar im Ruhezustand und bei einer Geschwindigkeit von 30 *km*. Bei diesen Proben zeigte sich eine Einbiegung von nur 0,15 *mm* = 1 : 16 000, und keine Seitenschwingungen. Nach Entfernung der Last wurde keine Einbiegung mehr konstatiert. Der bezügliche Bericht wurde u. a. auch von den Brücken-Kontrolingenieuren Schülé (für das Eisenbahndepartement) und Elskes (für die J.-S.-B.) bestätigt.

Weitere Experimente mit Balken Hennebique in der Form von Belastungs- und Bruchproben bei einer sechsfachen Belastung der zulässigen, wurden mit gleichem Erfolg kurz vor Neujahr in Gegenwart von Prof. Ritter, Ing. Elskes und Andern vorgenommen. Eigentümlich ist die Thatsache, dass nach dem Bruch und bei der jedenfalls starken Erstreckung der Eisenstangen, welche nicht brachen und einfach an den Enden im Betonbalken selbst verankert sind, die beiden Balkenstücke links und rechts vom Bruch vollständig rissfrei blieben, was Schreiber dieser Zeilen bei einem jüngsten Besuch des neuen Entrepôt in Lausanne selbst konstatierte.

Das Entrepôt oder Warenhaus von der Cie. Lausanne-Ouchy wird unter Aufsicht des Hrn. Ing. de Mollins errichtet und ist, mit Ausnahme der Aussenmauern, ganz nach dem System Hennebique konstruiert; es enthält also kein Holzgebälk und keine Holzböden, und ist vollkommen feuersicher. Es besteht der Hauptsache nach aus grossen Kellern und Sälen in sechs Stockwerken von zusammen etwa 25 *m* Höhe, welche von Betonsäulen und Balken getragen sind. Einzelne Säulen werden Lasten von 150 *t* zu tragen haben, während die Platten oder Böden von mehr als 2 *m* Spannweite von Tragbalken zu Tragbalken und nur 10 *cm* Dicke, für Lasten von 2000 *kg* auf den m^2 berechnet und garantiert sind. Auf einer der Plattformen werden sogar belastete Eisenbahnwagen ein- und ausgeführt. Dieser Neubau macht auf den Besucher den Eindruck grosser Sicherheit und Dauerhaftigkeit. Die unteren Hallen, mit ihren zahlreichen Säulen, erinnern an alte Werke der griechischen und römischen Baukunst; die Raumwirkung ist eine vortreffliche.

Ein Besuch dieses Neubaues, sowie die Besichtigung der neuen Ausführungen nach dem beschriebenen System, darf jedem Fachmann und Industriellen, den der Weg nach Lausanne führt, dringend empfohlen werden.

Zürich, 15. Januar 1895. *A. Favre*, Ing.

Notice sur le déblaiement des neiges et les moyens employés à cet effet.*)

Par *Am. Gremaud*, Ing.

I.

Nous pensons intéresser la plupart des lecteurs de la

*) Les renseignements concernant la France, ont été puisés dans les *Annales des Ponts et Chaussées*.