Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 139 (2013)
Heft: 48: Tragende Werte

Artikel: Ein Tragwerk wirbt für sich
Autor: Brühwiler, Eugen
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-389559

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: 18.07.2025

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

EIN TRAGWERK WIRBT FÜR SICH

Ein Tragwerk sondergleichen hat das Manoir Hauteroche in Le Pont am Lac de Joux. Seit hundert Jahren steht das bis anhin privat genutzte Herrenhaus mit seiner bizarren Architektur am bewaldeten Nordhang leicht abgesetzt vom Dorf. Sein Tragwerk, das das Erscheinungsbild des Hauses prägt, ist im Originalzustand erhalten und von hohem ästhetischem und kulturellem Wert. Ebenso wertvoll sind die bautechnischen Aspekte: Die Tragkonstruktion aus Eisenbeton stammt von François Hennebique und ist eine regelrechte Innovation ihrer Zeit.

Das Manoir Hauteroche liegt am Fuss des Mont Vaulion über dem Dorf Le Pont im Vallée de Joux des waadtländischen Juras. Diese Lage bietet eine einmalige Aussicht auf den Lac de Joux. Maurice Buneau-Varilla (1856–1944), ein reicher Zeitungsverleger aus Paris, war Bauherr und Bewohner dieses Herrenhauses mit dem Namen einer französischen Gemeinde im Burgund. Hier verbrachte er seine Wochenenden und Ferien und empfing weit weg von Paris wichtige Persönlichkeiten der französischen Politik und Wirtschaft. Das Haus ist seit vielen Jahren unbewohnt, und sein Eigentümer möchte es verkaufen. Es bleibt zu wünschen, dass die neue Besitzerschaft ihm mit einer erneuten Nutzung, die die Qualitäten und Werte dieses einmaligen Eisenbetonbaus respektvoll integriert, wieder Leben einhaucht.

TRAGWERK UND ENTWURF VON FRANÇOIS HENNEBIQUE

Das Herrenhaus wurde im Jahre 1913 vom französischen Ingenieur François Hennebique (1842–1921) in Eisenbeton gebaut. Hennebique gilt als wichtigster Entwickler und Baumeister der damals neuen Eisenbetonbauweise im französischsprachigen Raum Europas. Er entwarf und bemass das Haus und liess dabei seiner Fantasie und Kreativität freien Lauf. Er wollte vor allem eins: das Tragwerk von aussen offensichtlich zeigen.
Hennebique hat nur wenige Bauwerke, die nach seinem System gebaut wurden (vgl. Kasten S. 24), selbst entworfen. Eines war die Villa in Bourg-la-Reine südlich von Paris – sein wohl bekanntestes Werk. Um die konstruktiven und formalen Möglichkeiten des Eisenbetons zu demonstrieren, hatte er es 1903 in einem neuen, expressiven Stil gestaltet. Das Manoir Hauteroche, das erstaunlicherweise in der Literatur kaum erwähnt wird, ist von der Architektur dieser Villa beeinflusst.

01 Das Manoir Hauteroche am nördlichen Hang von Le Pont. (Foto: Clementine van Rooden)

MONOLITHISCHE KONSTRUKTION AUS EISENBETON

Beim Tragwerk des Manoir Hauteroche handelt es sich um ein räumliches Rahmensystem, das vom damaligen Eisenbau inspiriert gewesen sein könnte. Die Fassadengestaltung mit den weit ausladenden Balkonen verleiht dem Haus eine expressive und lebendige Formensprache. Das Bauwerk ist einzigartig, ein Unikat, das wie eine Plastik in der sanft hügeligen Landschaft des Vallée de Joux erscheint.
Das Tragwerk basiert auf den Grundideen des Hennebique'schen Systems (vgl. Kasten S. 24). Es besteht aus Plattendecken auf vier Niveaus, die sich auf den Süd- und Ostseiten zu weit auskragenden Balkonen verlängern (Abb. 02). Die Decken haben eine Stärke von 10 cm; feine, 10 cm dünne Unterzüge verstärken sie. Diese Sekundärträger enthalten einzelne, präzis bemessene Bewehrungsstäbe. Die gerippte Platte trägt hauptsächlich entlang der Achse des Unterzugs und ist an ihren Enden in Primärträger, Stützen oder der Aussenwand aus Eisenbeton eingespannt. (Zur Berücksichtigung dieser Einspannung hat Hennebique

02

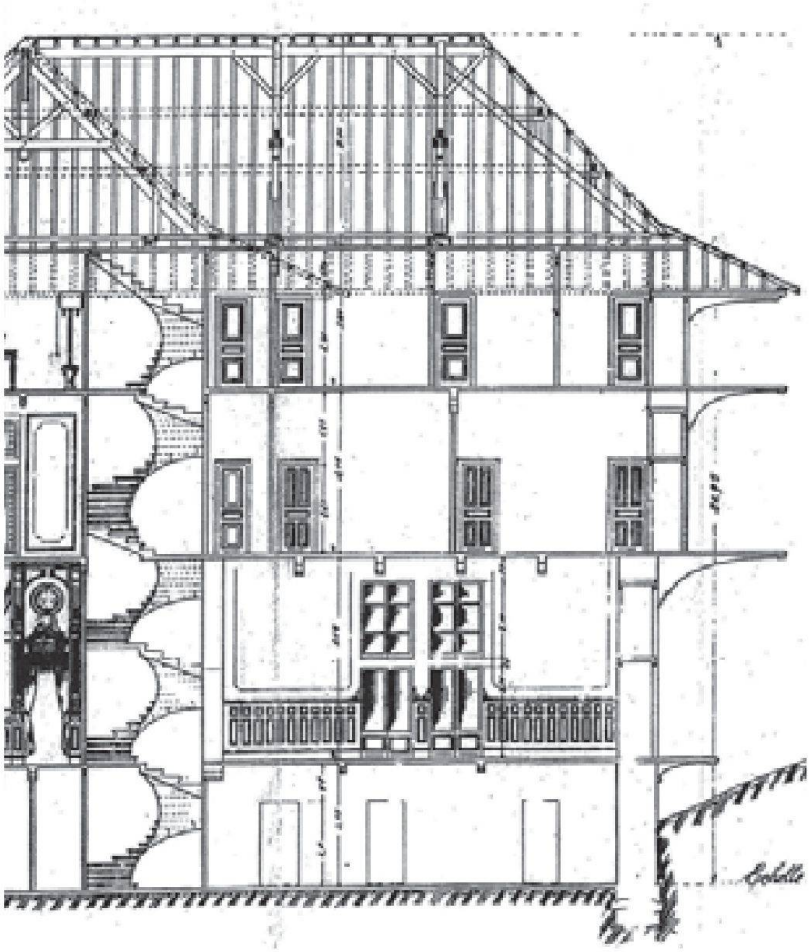
02 Die von den Protagonisten der damals noch jungen Eisenbetonbauweise propagierte freie Formbarkeit des Eisenbetons übertrug Hennebique in einer spielerischen Art und Selbstverständlichkeit. Das Ergebnis ist originell. Die einzigartige Formensprache und die konstruktive Ausbildung des monolithischen Tragwerks machen das Bauwerk zu einem der wertvollsten Vertreter der Eisenbetonbauweise.
(Fotos 02, 05–07: Clementine van Rooden)

das maximale Feldmoment nach der Formel $M = q \cdot l^2/10$ ermittelt.) Im Gebäudeinnern sind die primären Tragbalken auf Pfosten abgestützt. Dieses System ermöglicht auch grosse Räume. So weist der grosse Salon stützenfreie Abmessungen von 10 × 12 m auf (Abb. 05). Im Salon und im Speisesaal (Abb. 06) des Hochparterres sind die Primär- und Sekundärträger gut sichtbar und tragen zum architektonischen Charakter dieser beiden Repräsentationssäle bei. Im ersten und zweiten Geschoss sind die Pfosten in die Trennwände integriert. Pfosten und Trennwände sind über die Stockwerke unterschiedlich angeordnet, was auf eine gewisse Anpassbarkeit des Tragwerks hinsichtlich der Raumaufteilung hindeutet. Hennebique scheint gerade deshalb nicht gewollt zu haben, dass das Tragwerk auch das Innere der Stockwerke charakterisiert.

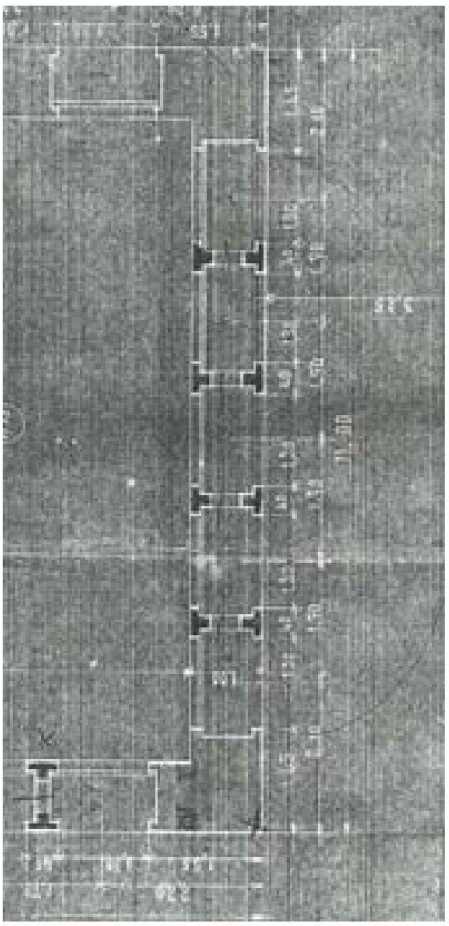
Die Balkonplatten werden von entsprechend dem Kraftverlauf gevouteten Konsolen getragen, die in den als Doppelstützen ausgebildeten Wandelementen eingespannt sind (Abb. 03 und 04). Diese durchbrochenen Wandelemente von 1 m Stärke stellen ein originelles Bauteil dar, das die Architektur des Bauwerks sowohl innen als auch aussen stark beeinflusst – innen verwandelt sich dieser Raum in Nischen oder Schränke, aussen funktioniert er als Windfang oder Unterstand (Abb. 07 und 10). Ausserdem kragt das Tragwerk in den Obergeschossen und im Dach aus (Abb. 03), was eine weitere Eigenheit dieses Eisenbetonbaus darstellt. Gerade diese Auskragung zeigt zusammen mit den nicht übereinander stehenden Pfosten die Flexibilität und die Möglichkeiten des neuen Konstruktionsmaterials. Die Eisenbetonkonstruktion ist Ausdruck eines äusserst kreativen und freien Gestaltungsprozesses.

EIN BIJOU UND EINE BAUTECHNISCHE PIONIERLEISTUNG ZUGLEICH

Das Manoir Hauteroche ist Ausdruck der Persönlichkeit von Hennebique und seiner Hingabe als Ingenieur und Unternehmer für die Entwicklung und Anwendung des Eisenbetons, der ab den 1950er-Jahren zum wichtigsten Baustoff werden sollte. Charakter und Ausdruck des Bauwerks mit den weit ausladenden Balkonen waren damals neu und nur dank der



03



04

03 Ausschnitt aus dem historischen Plan (Schnitt); rechts sind die Konsolen ersichtlich, die in Doppelstützen eingespannt sind – Aussenstützen auf Druck, Innenstützen auf Zug. (Plan: Bauwerksakten zum Manoir Hauteroche)
04 Ausschnitt aus dem historischen Plan (Grundriss): Die Aussenhaut des Gebäudes ist 1 m breit. Die T-förmigen Doppelstützen (vgl. Abb. 03 und 10) spannen diesen Raum auf. (Plan: Bauwerksakten zum Manoir Hauteroche)
05 Salon im Hochparterre: In jedem Geschoss sind die Tragbalken an den Decken ersichtlich; sie ermöglichen es, die raumeinteilenden Wände flexibel anzuordnen und grosse Spannweiten umzusetzen. Der stützenlose Saal misst im Grundriss 10×12 m.
06 Speisesaal im Hochparterre mit den Tragbalken an der Decke. Fenster und Türöffnungen konnten von der Tragkonstruktion unabhängig und flexibel angeordnet werden.
07 Östliches Eckzimmer im 1. Obergeschoss.

05

06

07

Eisenbetonbauweise möglich. Dieses einzigartige Objekt feinster Ingenieurbaukunst ist eine Demonstration der technischen Möglichkeiten und der Effizienz des Materials – beides wurde bis aufs Äusserste ausgenutzt.

TRAGSICHER WIE EH UND JE

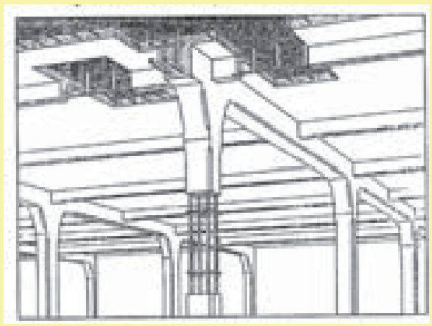
Die Zustandsaufnahmen und zerstörungsfreie Untersuchungen bescheinigen dem noch originalen Eisenbetonbau einen befriedigenden bis guten Zustand, obwohl während der 100-jährigen Existenz nie Unterhaltsarbeiten ausgeführt wurden. Einzig die dem Wetter besonders exponierten Kanten der Balkone zeigen Schäden infolge Bewehrungskorrosion. Diese Schäden können jedoch ohne grossen Aufwand behoben werden.
Der Beton weist eine Druckfestigkeit von mehr als 35 N/mm² auf, und es gibt keine Anzeichen einer Überbeanspruchung des Tragwerks. Aufgrund einer überschlägigen Ermittlung von aktualisierten Auswirkungen und Tragwiderständen gemäss den heute gültigen Normen konnte eine genügende Tragsicherheit des Tragwerks mit Erfüllungsgraden von 1.30 bis 1.40 nachgewiesen werden.

SYSTEM HENNEBIQUE

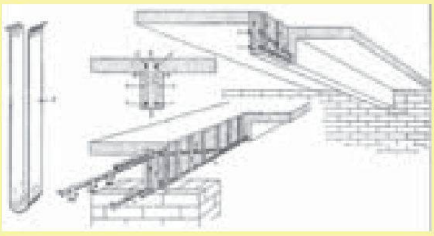
Die Grundidee seiner Bauweise liess der französische Ingenieur François Hennebique (1842–1921) im Jahr 1892 patentieren. Sie bestand darin, standardisierte Bauteile wie Rippendecken, Stützen, Wände und Balkone zu einem monolithischen Bauwerk zusammenzugiessen.
Joseph Monier gilt zwar als Erfinder des Eisenbetons. Er hat ein formbildendes Drahtgeflecht als Bewehrung mit Beton umschlossen und unterscheidet sich somit vom System Hennebique, der gezielte einzelne «Einlagen in Form von Eisenstäben» in die Zugzonen eines monolithischen feingliedrigen Betontragwerks einlegte. Doch Hennebique war mit seiner Vision dem heutigen Stahlbeton viel näher als Monier. Trotz dieser unterschiedlichen Bauweisen erklärte man 1903 das Hennebique'sche Patent von 1892 für ungültig, um dem älteren Patent von Joseph Monier von 1878 den Vorzug zu geben.
Die Hennebique'sche Bauweise mit Eisenbeton wird wie folgt treffend wiedergegeben: «Aucune innovation dans l'art de construire n'a soulevé de problèmes plus complexes que l'emploi simultané du fer et du béton de ciment, et il fallait être libre de tout préjugé académique pour oser lancer un composé si hétérogène.»[2] Dieser Eisenbeton von Hennebique wurde für maximal zulässige Spannungen im Gebrauchszustand von 100 N/mm² im Eisenstab und 3 N/mm² im Beton bemessen. Jedoch war die von ihm verwendete Bemessungsmethode nicht korrekt, was den damaligen ETH-Professor Wilhelm Ritter veranlasste, einen auch aus heutiger Sicht bemerkenswerten, grundlegenden Aufsatz über den Eisenbeton zu verfassen[4], in dem auch die Methode zur Ermittlung des Schubwiderstands von Balken mit Hilfe der Fachwerkanalogie beschrieben wird.
Hennebique erfand die gerippte Plattendecke und eroberte den Hochbau, indem er mit einer Organisation von Lizenznehmern in einem eigentlichen «Feldzug» seine Technologie vor allem im französischsprachigen Raum Europas, aber auch in Italien oder England rapide verbreitete.[5] In der Westschweiz weisen viele Hochbauten aus der Zeit von 1900 bis 1920 Hennebique-Decken auf. Das monolithische Tragwerkskonzept war innovativ und vermag weiterhin die Betonbauweise unter dem Begriff «integrale Tragwerke» zu beleben. Der Eisenbeton von Hennebique (und anderer grosser Eisenbetonbauer vor allem in Deutschland) unterscheidet sich von der Stahlbetonbauweise ab den 1950er-Jahren vor allem durch die Bewehrungsanordnung und die Bauteilabmessungen.

GESCHICHTLICHER ÜBERBLICK

Der Hennebique'sche Eisenbeton begann mit dem Bau eines Wohnhauses in Belgien im Jahre 1879, wo Hennebique zur Verbesserung des Brandschutzes die Deckentragbalken aus Eisen mit Beton ummantelte. Dabei entdeckte er, dass dieses Deckensystem wirtschaftlicher wäre, wenn der Stahl einzig in den Zugzonen eingesetzt und in den Druckzonen ausschliesslich auf die Festigkeit des Betons gesetzt würde.
Im Jahr 1892 baute Hennebique das erste Wohnhaus aus Eisenbeton in Paris, in das er zusammen mit seinem Planungsbüro unter dem Slogan: «Nie mehr Brandkatastrophen» einzog. Er hatte die Vision, seine innovative Technologie mithilfe von gezielter Information, Fotografien und Ausstellungen systematisch zu verbreiten und die Anwendung durch eine Organisation von regionalen Baufirmen als Lizenznehmer seines Patents von 1892 zu multiplizieren. Auf diese Weise realisierte er zwischen 1892 und 1902 mehr als 7000 Bauwerke in Eisenbeton nach seinem System, darunter Hochbauten, Wassertürme und Brücken. Die meisten dieser Bauwerke wurden von den lizenznehmenden Baufirmen gebaut. Hennebique selbst hatte nur wenige Bauwerke selbst entworfen und gebaut. Mit dem System Hennebique wurde erstmals ein ingenieurmässiges Vorgehen eingeführt, das eine breite industrielle Produktion von Bauwerken ermöglichte.
Während in Deutschland und Österreich das Bausystem Monier angewendet wurde, fand in der Schweiz – herkommend von Frankreich und Belgien – das System Hennebique seine Anwendung. Die ersten sieben Bauwerke in Hennebique'scher Bauweise in der Schweiz datieren von 1894. Danach nahm die Anzahl schnell zu und erreichte 85 im Jahr 1898 (26 Wohnhäuser, 15 öffentliche Bauwerke, 36 Industriebauten und acht Brücken und Reservoirs). Sie wurden von Samuel de Mollins, Lausanner Ingenieur, Unternehmer und Generalvertreter des Hennebique'schen Patents für die Schweiz, gebaut.
Die in den Jahren 1894–95 gebauten Lagerhallen im Stadtteil Flon in Lausanne waren damals die grössten Hochbauten in der Schweiz. Die beiden ersten Eisenbetonbrücken in der Schweiz waren Bahnbrücken: ein 1894 gebauter Bachdurchlass in Wiggen im luzernischen Entlebuch als 2 m gespannte Platte und der 4.1 m gespannte Plattenbalken der 1896 gebauten Strassenunterführung Creux-du-Mas in Rolle VD.

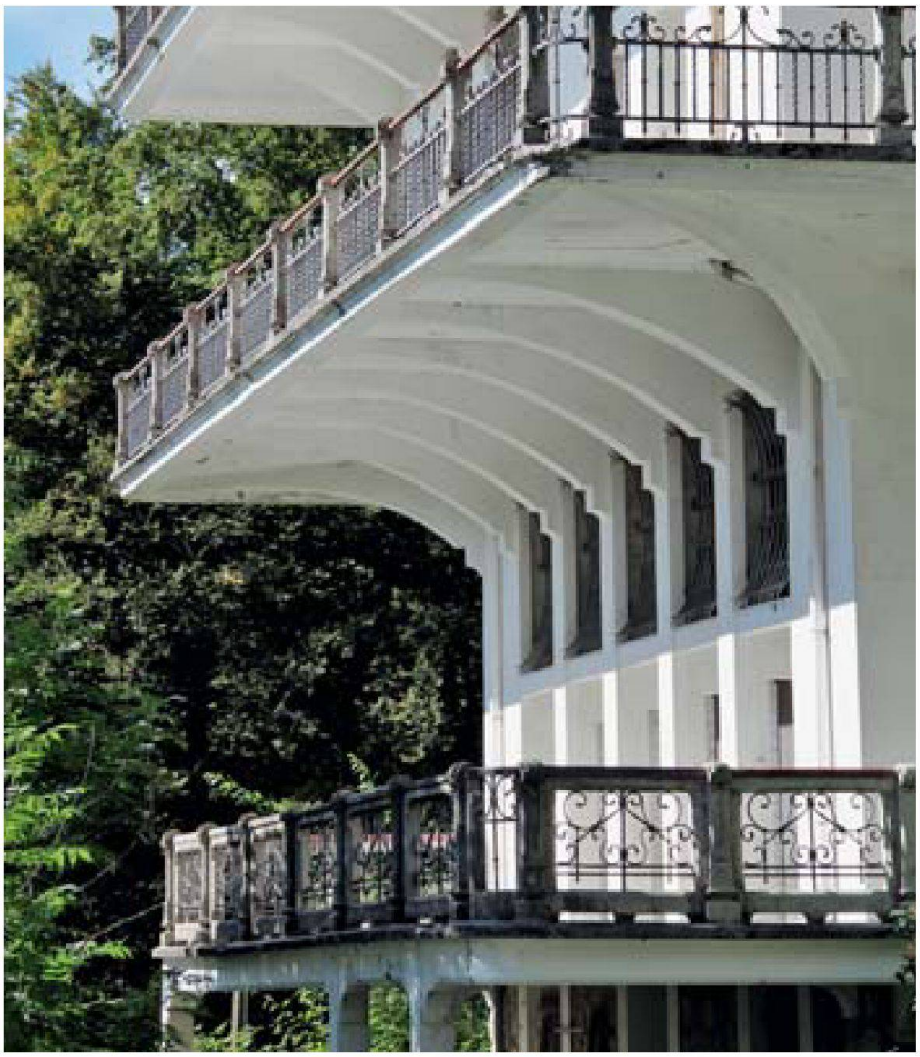


08



09

08 Konstruktive Grundidee der Hennebique'schen Bauweise.
09 Auszug aus der Patentschrift von 1892 zum System Hennebique: Plattendecke mit Unterzügen, die 2 mm dünne, U-förmig abgebogene Blechstreifen als Schubbewehrung enthalten. (Pläne aus: siehe Anm. 3)



10

Dieses bisher wenig bekannte und veröffentlichte Bauwerk kann also weiterhin nach seinem ursprünglichen Zweck genutzt werden. Es ist im Inventar der Schweizer Kulturgüter von nationaler Bedeutung. Hoffentlich wird es auch als Objekt von internationaler Bedeutung für die Betonbauweise erhalten bleiben und so einige innovative Elemente der späteren Stahlbetonbauweise bewahren, die auch den heutigen Stahlbetonbau weiterhin prägen. Schliesslich kann die schlanke Hennebique'sche Bauweise hier als Inspirationsquelle für wiederum neue Materialien wie beispielsweise die ultrahochfesten Faserbetone dienen – im Hinblick auf neuartige, ressourcenschonende und dauerhafte filigrane Tragwerke.

Eugen Brühwiler, Prof., Dr. dipl. Ing. ETH/SIA/IVBH, Professur für Erhaltung und Sicherheit von Bauwerken, ETH Lausanne (EPFL), Vorstandsmitglied (Vize-Präsident) der Gesellschaft für Ingenieurbaukunst (www.ingbaukunst.ch), eugen.bruehwiler@epfl.ch

Anmerkungen

1 C. Raffaele, «Le Manoir de Hauteroche au Pont», in: matières, 5 (2002), S. 110–114.
2 G. Delhumeau, J. Gubler, R. Legault, C. Simonnet, Le béton en représentation – la mémoire photographique de l'entreprise Hennebique 1890–1930, Institut Français d'Architecture, Editions Hazan, Paris 1993.
3 G. Delhumeau, L'invention du béton armé – Hennebique 1890–1914, Institut français d'architecture, Norma Editions, Paris, 1999.
4 W. Ritter, «Die Bauweise Hennebique», Schweizerische Bauzeitung, 33/34 (1899), S. 41–43. Nr. 5–7.
5 A. Hellebois, Theoretical and experimental studies on early reinforced concrete structures. Contribution to the analysis of the bearing capacity of the Hennebique system, Doctoral Thesis, Ecole polytechnique de Bruxelles, Belgien, 2013.

10 Die Balkone werden von den gevouteten Konsolen getragen. Sie spannen 2.5 m bei den beiden Obergeschossen und sogar 3.3 m im Hochparterre aus.
(Foto: Clementine van Rooden)