

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 91 (1973)
Heft: 41: SIA-Heft, Nr. 9/1973: Brücken

Artikel: La création de Robert Maillart dans le domaine du béton armé
Autor: Tremblet, Pierre
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-72020>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

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

Der Versuchsparameter *Schraubenzahl* bestätigte die ungleichmässige Lastverteilung auf 5 Schrauben; die Sicherheitswerte lagen aber nur geringfügig tiefer als im Versuch mit einer Schraube.

Der Hauptparameter *Lochspiel* führte (wie auf Grund praktischer Erfahrungen im Stahlbau erwartet) zu keinen feststellbaren Unterschieden in den Versuchsergebnissen.

Aus diesen Ergebnissen darf geschlossen werden, dass unter nachstehenden Bedingungen Lochspiele bis 4 mm die Tragfähigkeit der Schraubenverbindungen nicht einschränken.

3. Anwendungsbereich

Die Anwendung soll sich auf vorwiegend statisch belastete Stösse mit Lasten im Ursprungs-, besser Schwellbereich (ohne Vorzeichenwechsel) beschränken, da jeder Richtungswechsel der Last grosse Formänderungen lokal im Pressungsbereich und global im Tragwerk, entsprechend dem Lochspiel und plastischer Anpassung, hervorruft. Aus diesem Grunde ist z.B. die Anwendung von Lochspielen grösser als 2 mm bei Windverbandstäben nicht zu empfehlen. Bei üblichen Verbindungen des Stahlhochbaues wird mit einem Lochspiel von + 2 mm gearbeitet, da dadurch erfahrungsgemäss noch keine unerwünschten Formänderungen im Tragwerk auftreten.

Falls aus Toleranzgründen Lochspiele von + 4 mm gewählt werden, sind konstruktiv folgende Massnahmen zu treffen: Die Schrauben sollen satt angezogen sein, einschnittige Verbindungen sind zu vermeiden, und die Anzahl der Schnitte ist zu begrenzen. Das Tragvermögen von Schrauben kleiner als M 16 und vergrössertem Lochspiel wurde nicht überprüft. Lochspiele von + 2 mm mit Schrauben M 10 und M 12 haben sich aber in der Praxis ebenfalls bewährt.

Den Werkstoffeigenschaften der höherfesten Schrauben Güte 5.8, wie sie heute für die Dimensionen bis M 16 üblich sind, ist Rechnung getragen, indem die vorgeschlagenen konstruktiven Massnahmen die lokalen Deformationen und Pressungen begrenzen und so die verminderte Bruchdehnung berücksichtigen.

4. Kontrollen

Durch Kontrollen an den Tragwerken müssen die Auswirkungen der vergrösserten Lochspiele überprüft werden.

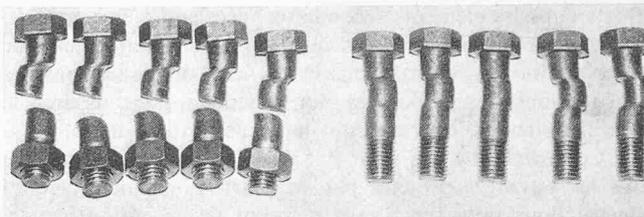


Bild 2. Versagen der Verbindung mit 2 x 5 Schrauben M 24 auf Abscheren

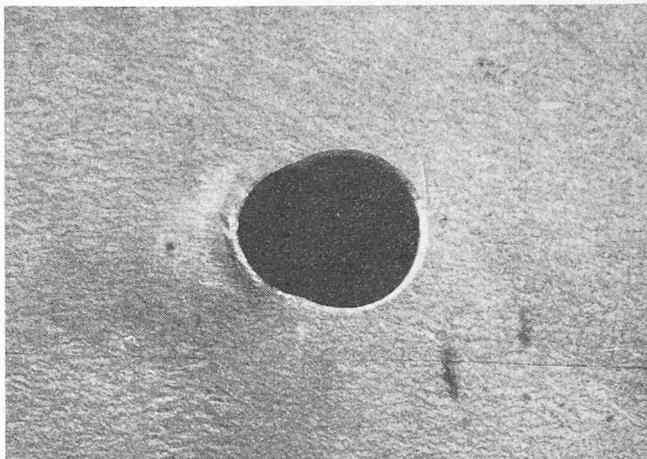


Bild 3. Charakteristisches Lochbild bei externer Lochleibungspressung

Literatur

- [1] Proceed. ASCE Struct. div. ST 6, Juni 1970
- [2] Ergänzungen zu den vorläufigen Richtlinien für HV-Verbindungen im Anwendungsgebiet des Stahlbaus mit vorläufig ruhender Belastung, Ausgabe März 1967.

Adressen der Verfasser: *M. Bona*, dipl. Bauing. ETH, Ingenieurbüro, Wülfliingerstrasse 2, 8400 Winterthur, und *U. Morf*, dipl. Bauing. ETH, Abt. Vorsteher, Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt, 8600 Dübendorf.

La création de Robert Maillart dans le domaine du béton armé

DK 92

Par **Pierre Tremblet**, Genève

Le 6 février 1872, Robert Maillart naissait à Berne. Ingénieur diplômé de l'école polytechnique fédérale de Zurich en 1894, il a eu une activité créatrice très importante qui le place, parmi les grands noms de la découverte et de l'emploi du béton armé, aux côtés de Monnier, Hennebique, Wayss, Emperger, Ritter, Considère, Freyssinet, Nervi.

La ligne directrice de sa carrière technique a été une recherche permanente de l'adaptation de formes nouvelles et les mieux adaptées à ce nouveau matériau de l'époque: le béton armé.

Au début de sa carrière, il a travaillé dans plusieurs entreprises dont Maillart et Cie à Zurich dès 1902. Cette activité pratique et dynamique, convenait à son tempérament énergique, audacieux et pragmatique. La dure loi de l'exécution du travail lui a évité de tomber dans le travers de subordonner la réalisation à la théorie.

Son imagination créatrice, son expérience pratique et ses connaissances théoriques synthétisées dans son esprit inventif et optimiste, lui permirent de créer des formes nouvelles de

dalles champignons, de ponts à trois articulations et d'arcs raidis.

Il mit au point des formules empiriques pour le calcul de ces types d'ouvrages, grâce à des essais sur des modèles grandeur nature, en particulier pour les dalles champignons. Avant 1930, les théories pour le calcul de ces dalles étaient peu exactes. Les formules expérimentales de Robert Maillart donnaient un dimensionnement du béton et de l'acier de ces dalles qui représentait une solution économique et acceptable pour l'époque.

Dans le même esprit, R. Maillart créa une forme nouvelle de ponts en tenant compte du monolithisme du béton qui répartit les charges sur l'ensemble de l'ouvrage. Pour diminuer le poids mort des constructions, il affina les formes en les adaptant aux efforts principaux et secondaires. Bien avant que la photoélasticité et les essais sur maquette viennent confirmer l'exactitude de ses conceptions, il projetait les ouvrages en béton armé avec des sections progressivement variables pour éviter les concentrations de tensions. Les

efforts dans les éléments secondaires n'étaient, à son époque, pas calculables, mais Maillart qui avait une intuition juste de la répartition des efforts dans la matière, disposait dans ses constructions des armatures non calculées pour assurer le monolithisme de l'ouvrage et éviter la fissuration du béton.

Cet article n'a pas pour but de faire la nomenclature de tous les ouvrages projetés par Maillart. Pourtant, quelques constructions faites en Suisse méritent une mention rapide, par exemple:

le pont de Tavanasa	1905 GR
le pont de Val Tschief	1925 GR
le pont de Salginatobel	1929 GR
le pont de Klosters	1930 GR
le pont de Traubach	1932 BE
le pont de Rossgraben	1932 BE
le pont de Felsegg	1933 SG
le pont de Garstatt	1939 BE
le pont de Lachen	1940 SZ

Il est regrettable que ses ouvrages soient souvent sur des voies secondaires et peu visibles. Cette remarque atteste que l'esthétique de Maillart était d'avant-garde et que les autorités et leurs conseillers préféraient des formes plus conventionnelles pour les ouvrages des routes principales malgré des prix supérieurs.

Le pont de Vessy (Genève)

Les ingénieurs civils de Genève sont heureux d'avoir pu compter parmi eux de 1920 à 1940 un confrère aussi éminent qui réalisa à Genève le pont de Vessy et le quai Turretini, projeta le pont de Peney, malheureusement non exécuté, et le pont sur l'Aire à Lancy, construit en 1952 avec un certain nombre de modifications dues à un tablier plus large.

Le professeur M. Roß du Laboratoire Fédéral d'Essais des Matériaux a publié dans son rapport d'essais du pont de

Champel-Vessy: «L'arc à trois articulations en caisson du système Maillart se montre aussi dans le cas du pont de l'Arve à Champel-Vessy, comme une solution techniquement intéressante, pratique au point de vue de la circulation, financièrement avantageuse et très belle au point de vue esthétique et s'adaptant harmonieusement au paysage romantique de la Vallée de l'Arve».

Le pont de Vessy a une longueur de 79 m, une portée de 56 m entre culées et une flèche de 4,77 m. Il est caractérisé par son rapport d'audace (Kühnheitsverhältnis, selon le terme de R. Maillart) $4,77:56 = 1:11,8$. Ce rapport particulièrement faible (0,085) est à l'origine des options constructives de cet ouvrage construit sur les alluvions de l'Arve de bonne qualité. Fidèle à sa vision globale d'un ouvrage, R. Maillart l'a conçu pour qu'il satisfasse à des conditions économiques, constructives et statiques.

L'économie a été obtenue grâce au choix de formes les plus logiques pour la réalisation et le calcul statique, tout en mettant en œuvre le minimum de matière, soit $0,48 \text{ m}^3$ de béton par m^2 de tablier. Il coûta à l'époque (1936/37) 100 fr. le m^2 , il atteindrait 300 à 350 fr. le m^2 de nos jours.

La rationalisation de l'exécution fut obtenue par le choix de trois arcs à trois articulations, système Maillart. Chaque arc a ses deux fondations indépendantes, ce qui évita d'exécuter une fouille très importante avec de grosses difficultés de pompage de la nappe phréatique.

Le cintre a été calculé pour supporter uniquement la dalle inférieure des arcs. Dès le 5e jour de durcissement du béton, le cintre a été légèrement abaissé pour obtenir le décollement de la clé. Puis les parois des arcs furent coulées sur la plaque mise en compression par le décintrement. A ce stade, la plaque ne pouvait supporter les efforts dus au déplacement de la ligne des pressions occasionnées par le poids des parois, mais le cintre était maintenu en place pour porter ces nouvelles charges. Après durcissement de leurs parois les arcs étaient stables et le cintre pouvait être rippé sous l'arc voisin. Un seul cintre a donc suffi pour les trois arcs.

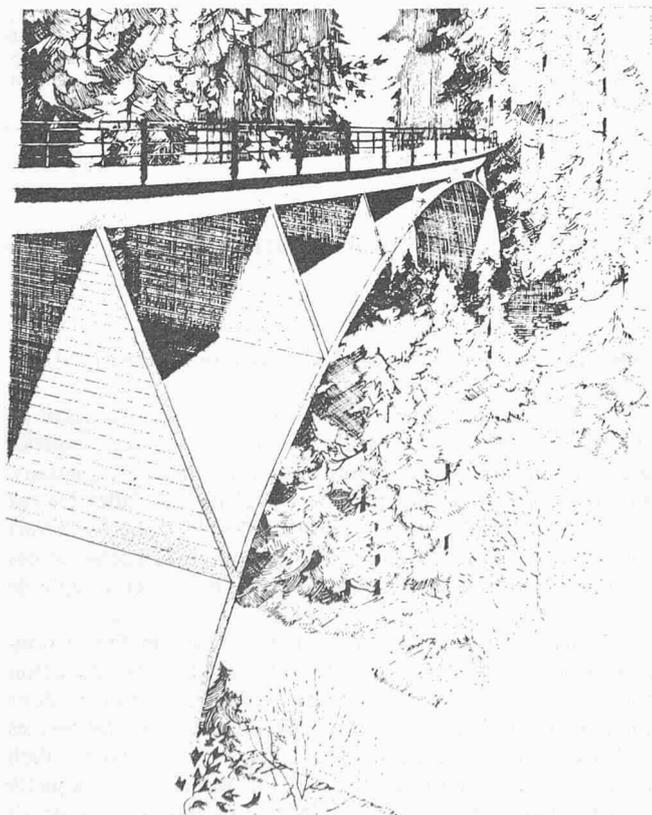
Le calcul statique du pont a été effectué pour que, lors de chaque étape de bétonnage, la ligne des pressions reste toujours dans le noyau central et ne provoque pas de tractions.

La condition de contrainte très uniformes dans chaque section a défini l'intrados du pont selon un arc brisé. Ce choix a permis d'obtenir une épaisseur minimum aux articulations et un fort contreventement dû à la grande inertie de la section au quart de la portée. Cette disposition de la matière conduit à une importante diminution de l'influence des variations de la position de la ligne des pressions dues aux charges roulantes.

Le contreventement très rigide des caissons de l'arc permet de réduire les efforts dans les articulations pour lequel un fretage judicieux est suffisant. Des appuis métalliques ne sont pas nécessaires ce qui représente une économie importante.

Le bétonnage des trottoirs fut exécuté, puis l'arc central fut chargé avec une surcharge provisoire éliminée au fur et à mesure du bétonnage du tablier proprement dit. Ce procédé a permis d'éviter des fissures longitudinales dues aux affaissements différentiels des arcs et de renoncer aux armatures importantes nécessaires selon le calcul pour combattre d'éventuels affaissements différentiels. Les entretoises judicieusement placées aux articulations et transversalement au tablier supportent les efforts des surcharges dissymétriques.

Un dernier point qui mérite d'être relevé est le tablier coupé uniquement au-dessus de l'articulation centrale. Les autres joints se situent aux extrémités du pont, ce qui simplifie les détails constructifs de cet ouvrage et concrétise l'esprit de synthèse Maillart.



Stark verkleinerte Wiedergabe der Marie-Claire Blumer-Maillart gewidmeten Federzeichnung der Schwandbachbrücke von W. F. Shellman

Que dire de plus élogieux pour un ingénieur: créer des formes logiques pour un matériau, imaginer des hypothèses de calcul et de raisonnement proches de la réalité physique du matériau. Prévoir les prémices susmentionnées, en vue de leur réalisation dans un moule conditionnant la réalisation à la théorie, est le résultat d'une synthèse pensée globalement.

L'Institut Royal d'Angleterre couronna en 1936 deux ingénieurs, Freyssinet pour son anticipation logique et théorique du béton armé et Maillart pour sa conception expérimentale et pragmatique de ce nouveau matériau.

En conclusion, le plus bel hommage a été donné à Robert Maillart par des architectes.

Bruno Zevi: Monsieur R. Maillart est l'ingénieur-poète qui a recréé l'unité entre l'art et la technique. Comme modeleur du béton, animé d'un idéal de transparence, il a introduit dans l'ouvrage de l'ingénieur les plans juxtaposés, encastrés, articulés, propres à la recherche néo-plasticienne. Comme animateur des espaces ouvertes, Robert Maillart exerce une action dynamisante qui intéresse l'urbanisme: le

pont de l'Arve bondit d'une rive à l'autre, «comme un cerf franchit une haie».

Leonardo Benevolo: Monsieur R. Maillart se distingue d'entre tous parce que ses œuvres sont non seulement correctes d'un point de vue technique, mais douées d'une rigueur stylistique absolue. En outre, il est le premier à affronter les problèmes statiques sans préjugés, en remontant à l'origine des problèmes et en suivant le raisonnement jusqu'à ses dernières conséquences.

Le professeur *Adrien Paris*, dans l'éloge funèbre de R. Maillart, l'a défini ainsi: «Ses collègues garderont de lui le souvenir et l'exemple d'un travailleur acharné, d'un homme empreint de l'actif optimisme de celui qui voit clairement son chemin et ne s'en laisse pas détourner par les duretés de la vie».

Chez Robert Maillart l'homme transcendait et complétait l'ingénieur.

Adresse de l'auteur: *Pierre Temblet*, ing. civ. dipl. EPF, Ing.-Conseil, succés. R. Maillart, 1201 Genève, rue de Montbrillant 27.

Das Maillart-Jahr im Spiegel der Fachwelt

DK 92

Die Veranstaltungen der Princeton-University

Das für die Freunde Robert Maillarts markanteste Ereignis des Jahres 1972 war unstrittig die von der Princeton University (New Jersey, USA) vom 4. bis 6. Oktober veranstaltete «Second Conference on Civil Engineering: History, Heritage and the Humanities». Als zweite Konferenz zu diesem Thema war sie ganz auf das Werk Maillarts ausgerichtet. *David P. Billington* und *Robert Mark*, beide Professoren des Department of Civil and Geological Engineering der Princeton University, umschrieben die Ziele der Veranstaltung wie folgt:

Wie die grossen Vorläufer im 19. Jahrhundert – John Roebling, James Fads und Gustave Eiffel – erreichte Maillart die Originalität seiner Entwürfe dadurch, dass er, wie die grossen Stahlbauer, auch im Stahlbetonbau die ausschliesslich rational bedingte Form suchte. Sodann waren die Veranstalter der Auffassung, dass das Studium der Persönlichkeit Maillarts heutigen Ingenieuren helfen würde, ihre Berufsziele im grösseren Rahmen ihrer Aufgabe an der Menschheit überhaupt zu erkennen. Deshalb stand die Konferenz, wie übrigens auch schon die erste von 1970, unter der Schirmherrschaft des «National Endowment for the humanities» und deshalb versuchte sie, die humanistische Betrachtungsweise unmittelbar an jene heranzutragen, welche den stärksten Einfluss auf die kommenden Ingenieurgenerationen ausüben: erstens Lehrer der Ingenieurwissenschaften, zweitens junge Ingenieure der

Praxis, und drittens «Humanisten» mit Interesse an Technik und Ingenieur-Ausbildung.

Zu Maillarts 100. Geburtstagsfeier wurde dreierlei vorgekehrt: Zum ersten eine Ausstellung, die hauptsächlich Brücken gewidmet war, aufgebaut auf den grundlegenden Arbeiten von *Siegfried Giedion* und *Max Bill*, die als erste erkannt hatten, in welchem Mass Maillart Ingenieur und Künstler zugleich war. Als zweites wurde ein Band von «Background Papers» herausgegeben, der Analysen von Maillarts Bauten und ihres Einflusses auf die Entwicklung enthält. Und drittens boten Vorlesungen bedeutender Historiker und Ingenieure Gelegenheit, in unmittelbarem Kontakt mit ihren Zuhörern zu treten.

Die Teilnehmer aus der Schweiz wurden sehr freundlich und grosszügig empfangen und betreut; sogar zum Teil persönlich per Taxi am Flughafen von New York abgeholt und zurückgebracht. Alle Teilnehmer, rund 120 Professoren, Ingenieure, Architekten, Historiker, Direktoren von Kunstmuseen (Museum of modern Art, New York) usw. aus allen Teilen der USA, auch aus Kanada, Holland, der Schweiz usw., wohnten im altherwürdigen Nassau Inn.

Am ersten Abend war Empfang und Nachtessen im Hotel, wo Gelegenheit gegeben wurde, Bekanntschaft zu machen. Die Organisatoren waren wie auf Nadeln, da Prof. *Max Bill*, der am selben Abend im McCormick Hall einen öffentlichen Vortrag halten sollte, erst in letzter Minute ein-

Ausstellung im Museum of Art, Princeton, Ausschnitt

