

Die Kraft folgt der Form : Strassenbrücken aus Stahlbeton in der Schweiz

Autor(en): **Fehr, Lukas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Heimatschutz = Patrimoine**

Band (Jahr): **95 (2000)**

Heft 4

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-175918>

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.

Die Kraft folgt der Form |

von Lukas Fehr, cand. Arch. ETH, Zürich

In der Schweiz beginnt die Verwendung armierten Betons für den Brückenbau im Jahr 1883 anlässlich der Landesausstellung in Zürich. In Form einer als «Teufelsbrücke» bekannt gewordenen Bogenkonstruktion von 6 m Spannweite und nur 10 cm Scheiteldicke wird die Öffentlichkeit erstmals mit den konstruktiven Möglichkeiten des Stahlbetons konfrontiert. Die Form der damals entstehenden Brücken leitet man von der traditionellen Steinbogenbrücke ab, einzig die Dimensionierung wird dem leistungsfähigeren Material Stahlbeton angepasst.

Maillarts Bogenbrücke

20 Jahre später ist der Schweizer Ingenieur Robert Maillart weltweit einer der ersten, der sich von diesem Bild lösen kann und eine dem neuen Baumaterial angemessene Entwurfsmethodik findet. In Vollendung demonstriert er diese 1929-1930 in der kühn konstruierten Salginatobelbrücke, die bis heute als eine der schönsten Stahlbetonbrücken überhaupt gilt. Die dynamisch

geschwungene Konstruktion entspringt der freien Formbarkeit des Betons, und das innovative statische Konzept begreift die Brücke als monolithisches Tragsystem, in dem jeder Teil, auch die Fahrbahn, eine statische Funktion wahrnimmt. Alles ist auf äusserste Materialersparnis angelegt, mit sehr vorteilhaften Auswirkungen auf die Erstellungskosten. Aufgrund eigener Beobachtungen lässt Maillart gewisse Bauteile weg, die er als statisch unwirksam betrachtet. Erst dieser empirische Ansatz ermöglicht das Filigranartige der sich mit der rauhen Umgebung verklammernden Brücke, deren komplexe Statik erst Jahrzehnte später rechnerisch genau beschrieben werden kann: «Gewiss herrscht vielfach die Ansicht, es solle die Berechnung eindeutig und endgültig die Abmessungen bestimmen. Indes kann angesichts der Unmöglichkeit der Berücksichtigung aller Nebenumstände jede Berechnung nur eine Grundlage für den Konstrukteur bilden, der sich darauf mit den Nebenumständen auseinander zu setzen hat. Eine ganz einfache

Abgeleitet von der traditionellen Steinbogenbrücke, tauchte die erste Stahlbetonbrücke der Schweiz bereits Ende des 19. Jahrhunderts auf und setzte sich danach wegen ihrer leichten Formbarkeit und wirtschaftlichen Erstellung beim Bau von Autostrassenbrücken durch. Hier ein kurzer Abriss über deren Entwicklung und aktuelle Tendenzen der Brückenbaukunst anhand dreier Beispiele. Sie veranschaulichen die Verantwortung des Ingenieurs als Gestalter.

che Berechnungsweise ist also einzig möglich und genügend.» – R.M. 1938 Mit Beginn der Hochkonjunktur in den sechziger Jahren verändert sich das Metier des Brückenbauers: Beton wird in grossen Mengen produziert und damit billiger, Materialeinsparungen bringen also kaum mehr ökonomischen Gewinn. Die Kosten zur Schalung der Brückenform steigen hingegen mit den Lohnkosten an. So sind Bogenbrücken mit ihrer aufwändigen Schalungstechnik gegenüber Balkenbrücken kaum mehr konkurrenzfähig.

Robert Maillarts Salginatobelbrücke in Schiers wurde 1929/30 erbaut und besteht aus einem beidseitig eingespannten Dreigelenkbogen mit einer Spannweite von 90 m. (Bild Tiefbauamt Graubünden)

Le pont sur la gorge de la Salgina, construit à Schiers en 1929/30 par Robert Maillart, comporte un arc à trois articulations d'une portée de 90 m (photo office du génie civil des Grisons).



Balkenbrücken und Wirtschaftlichkeit

Mit der Entwicklung der sogenannten Vorspanntechnik tritt die Balkenbrücke den Siegeszug an. Dazu werden Rohre mit eingelegten Drahtseilen in den Träger einbetoniert. Nach Erhärten des Betons werden die Seile gespannt und verankert. Bei Belastung der Brücke wird nun zuerst der aufgestaute Druck im Beton abgebaut, womit die unerwünschte Zugbelastung des Betons und die Gefahr der Rissbildung verhindert werden. Eine massive Steigerung der möglichen Spannweiten sind die eine Folge, die weitgehende Beschränkung des Formenvokabulars die andere. Ein geglücktes Beispiel ei-

ner Balkenbrücke ist die 1989 von den Ingenieuren Gianadda und Gugliemetti erstellte Rhonebrücke bei Riddes. Hier wird aus dem Konzept der Vorspannung ästhetisches Kapital geschlagen, indem die Kabelführung den Biegespannungsverlauf der Brücke überhöht nachzeichnet. Der umhüllende Beton und die Brücke als Ganzes erhalten dadurch skulpturale Qualitäten. Die beiden Brücken klammern sich nicht kühn in den Fels, sondern liegen schwer, aber dennoch elegant geschwungen in der Ebene, vermitteln Sicherheit durch Massivität und inszenieren ein dynamisches Formenspiel für den passierenden Automobilisten.

Im Allgemeinen muss man die seit den sechziger Jahren entstandenen Brücken jedoch eher als lieblos gestaltet bezeichnen. Gründe dafür gibt es viele: Durch den Ausbau des Autobahnnetzes sind ca. 3500 Brücken in kürzester Zeit zu erstellen. Zudem müssen die handwerklich zu erbringenden Leistungen vereinfacht werden, da auf der Baustelle die Facharbeiter durch angelernte Hilfskräfte ersetzt werden. Der Ingenieur wird damit weitgehend zum Fließbandarbeiter degradiert, der ausschliesslichen Zweckerfüllung und Wirtschaftlichkeit verpflichtet. An Kritikern dieses Wirtschaftlichkeitsdenkens fehlt es nicht. So schreibt der Ingenieur und ETH-Professor Christian Menn 1996 bezüglich der Rolle des Ingenieurs im Entwurfsprozess: «Die grosse Zahl der frei wählbaren Parameter zeigt aber

deutlich, dass der Spielraum des Konstrukteurs nahezu unbegrenzt ist. Mit Wirtschaftlichkeits-Optimierung wurde verschiedentlich versucht, diesen Spielraum einzuzugrenzen. Diese Bemühungen führten jedoch nicht zum gewünschten Erfolg; konzeptionelle Ideen haben einen viel grösseren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit als Optimierungsberechnungen.»

Eleganz der Hängebrücke

Ein Beispiel dieser Geisteshaltung ist die von ihm zusammen mit Architekt A. Deplazes jüngst erstellte Sunnibergbrücke. Durch die innovative Interpretation des Grundtypus Schrägseilbrücke entsteht eine filigrane, schwebende Konstruktion. Die beidseitig eingespannte Fahrbahn stemmt sich gegen die Bergflanken, während zwei nur 20 m über die Fahrbahn ragende Pylonen die vertikalen Kräfte aufnehmen. Die Pylonen wachsen aus dem Talgrund und biegen sich nach aussen. Nur so vermögen sie mit bemerkenswert kurzen – aus gestalterischen Gründen parallel gespannten – Seilen die Kräfte des Brückenbogens aufzunehmen. Die Kosten der Brücke liegen etwa 15 % über denen der wirtschaftlichsten Standardlösung, was aber der exponierten Lage wegen in Kauf genommen wurde.

Innovative Tendenzen

Erfreulicherweise ist in den letzten Jahren die vermehrte Anwendung innova-

Teure Sünden

Die Betonbrücken des Schweizer Autobahnnetzes sind für eine Lebensdauer von 75 Jahren ausgelegt. Vorgesehen ist, dass gewisse Verschleisssteile (Strassenbelag, Lager) alle 25 Jahre saniert werden müssen. Die unlängst vorgenommene Sanierung der 1963 erstellten N2 zeigt aber, dass bereits heute massive Instandstellungen nötig sind. Hauptgrund dafür ist der heute übliche massive Einsatz von Streusalz im Winter. Eine aggressive Mischung aus Salz und Feuchtigkeit dringt in den Beton ein und führt zur Korrosion der Bewehrungsseile. Bei den damals nach der Devise «rasch und billig» erstellten Nationalstrassen fehlen die heute üblichen Fahrbahnabdichtungen; zudem vermag die geringe Bewehrungsüberdeckung das Salz nicht vom Eindringen abzuhalten. Ungenügende Konstruktionen und gelegentlich mangelnde Sorgfalt bei der Ausführung potenzieren das Problem. Neue Erkenntnisse und mittlerweile verschärfte Normen sollen Gleiches für heute erstellte Brücken verhindern.

(«Die Instandsetzung der Nationalstrasse A2 im Kanton Uri», Schweiz. Ingenieur und Architekt 16/17, 20. April 1998)

Bei der neuen Sunnibergbrücke vor Klosters arbeiteten Ingenieur Chr. Menn und Architekt A. Deplazes zusammen. Die gekrümmte Schrägseilbrücke weist extrem schlanke Fahrbahnträger und eine Länge von 526 m auf. (Bild MAWI)

L'ingénieur Chr. Menn et l'architecte A. Deplazes ont conçu le nouveau pont de Sunniberg près de Klosters. Le pont haubané doté de pylônes extrêmement fins a une longueur de 526 m (photo MAWI).



tiver statischer Konzepte und konsequent daraus abgeleiteter Entwürfe festzustellen. Vorerst handelt es sich dabei meist um kleinere Bauten, vorwiegend in Holz, die ihrer Überschaubarkeit wegen Experimente überhaupt zulassen und bei denen nicht wirtschaftliche Kriterien allein im Vordergrund stehen. Zudem kann heute nicht mehr die reine Quantität der Brückenproduktion im Vordergrund stehen, da nur noch vereinzelte Ersatz- und Neubauten erforderlich sind. Dies eröffnet Spielräume für den ganzheitlich planenden Ingenieur und ermöglicht hoffentlich eine grössere Gewichtung gestalterischer Aspekte. Um nochmals Christian Menn zu zitieren: «Die ehemals grosse Bewunderung für den Brückenbau lässt sich jedenfalls nur dann wieder zurückgewinnen, wenn der Brückenentwurf auch Werte aufweist, die weit über das Technische hinausgehen»

La qualité technique va avec la qualité esthétique

par Lukas Fehr, diplômant arch.EPF, Zurich (résumé)

Inspiré des ponts de pierre traditionnels avec des arches, le premier pont en béton armé de Suisse apparut dès la fin du XIXe siècle. En raison de son élasticité et des économies qu'il permettait de faire, ce matériau s'imposa par la suite pour la construction des viaducs autoroutiers. Trois exemples brièvement présentés ci-après donnent un aperçu de l'histoire de la construction des ponts et des tendances actuellement observées. Ils démontrent l'influence des ingénieurs sur la conception architecturale.

Les ponts en arc de R.Maillart

Vers 1880, le béton armé devient le matériau privilégié pour la construction des ponts qui gardent une forme en arc. Au début, il est utilisé comme les matériaux traditionnels et il faut attendre une vingtaine d'années pour que l'ingénieur suisse Robert Maillart se libère des contraintes héritées du passé et révolutionne le mode de construction des ponts en tirant parti de l'élasticité qu'offre le béton armé. L'ingénieur construit en 1929-1930 le magnifique pont sur le ravin de la Salgina dans les Grisons (Salginatobel). Pour ce pont qui constitue un véritable chef d'œuvre en raison de la pureté et de la rigueur de ses lignes, l'arc et le tablier se fondent en une unité organique continue. Robert Maillart consacre toute son ingéniosité à faire des économies de matériaux et invente, par exemple, les piliers champignons.

Ponts à poutre

A partir du boom économique des années soixante, le béton qui est produit en grandes quantités devient bon marché et les économies de matériau perdent de leur intérêt. Les coûts de la main d'œuvre travaillant en particulier aux coffrages augmentent. Les ponts en arc sont ainsi progressivement supplantés par les ponts à poutre. Cette évolution est également favorisée par le développement de la technique de précontrainte. Son principe consiste à comprimer le béton de la structure par des câbles fortement tendus. Pour que ceux-ci puissent être tendus, ils sont placés dans des gaines noyées dans le béton qui sont injectées au coulis de ciment après la mise en tension des câbles et leur ancrage à leurs extrémités. Grâce à un tracé judicieux des câbles de précontrainte, il devient possible de bâtir des structures plus auda-

cieuses et d'une plus grande portée. Le pont sur le Rhône construit près de Riddes par les ingénieurs Giannadda et Gugliemetti en 1989 est un exemple très réussi de pont à poutre alliant la sécurité à une grande qualité esthétique.

De façon générale, les ponts construits depuis les années soixante ont été souvent conçus avec beaucoup moins de recherche et d'originalité. Pour réaliser le réseau autoroutier, par exemple, il a fallu construire quelque 3500 ponts dans les plus brefs délais et, par conséquent, simplifier les procédés et réduire les coûts. L'ingénieur est ainsi devenu un travailleur à la chaîne soucieux de rentabilité; ce qui est vivement déploré par certains, et notamment par Christian Menn, professeur à l'EPFZ, qui estime que cette omniprésence des calculs de rentabilité porte préjudice aux projets. Le professeur Menn a d'ailleurs mis en pratique ses idées de créativité architecturale en réalisant, avec l'architecte A. Deplazes, un pont à câbles, plus précisément un pont à haubans (pont du Sunniberg) qui se distingue par son élégance et dont le coût n'est que d'environ 15 % supérieur à celui d'un pont standard.

Aujourd'hui, la production de masse n'est plus un impératif. Les ponts construits en trop grande hâte sur nos autoroutes nécessitent aujourd'hui déjà de lourds travaux de réfection. Il faut donc en tirer les enseignements qui s'imposent et accorder une importance plus grande à la qualité et aux aspects esthétiques afin que chaque réalisation nouvelle éveille l'intérêt, voire la surprise.

Giannadda & Gugliemetti: le pont sur le Rhône, près de Riddes, construit en 1989 avec une structure latérale renversée en auge pour une portée de 140 m (photo Dubuis).

Giannadda & Gugliemetti: Rhonebrücke bei Riddes von 1989 mit umgekehrten Seitenträgern und einer Spannweite von 140 m. (Bild Dubuis)

