

# Bogenbrücken aus Eisenbeton

Autor(en): **Maillart**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **2 (1934)**

Heft 8

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-153106>

## **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.

# CEMENTBULLETIN

AUGUST 1934

JAHRGANG 2

NUMMER 8

## **Bogenbrücken aus Eisenbeton**

**Einfluss der Eiseneinlagen auf die Tragfähigkeit des Betons; geschichtliche Entwicklung der Eisenbetonbogenbrücken; Ausbildung von Bogen und Fahrbahn als Einheit; Kastenquerschnitte, Stabbogen; gekrümmte Bogenbrücken; Materialausnutzung bei grossen Betonbrücken.**

**Dem Beton die Zukunft!**

Die Anfänge des Eisenbetongewölbes finden wir im Monierbau. Günstige Erfahrungen führten zunächst zur primitiven Auffassung, durch Eiseneinlage entstehe ein «stärkerer Beton», eine wesentliche Unterschreitung der üblichen Dimensionen gestattend. Die Hilfe, welche das Eisen dem Beton brachte, wurde mehr gefühlt als erkannt. Tatsächlich haben indes die Eiseneinlagen auf die Betonspannungen keinen nennenswerten Einfluss. Ihre Bedeutung liegt vielmehr darin, dass auf der entgegengesetzten Querschnittsseite eine bessere Ausnützung der Druckfestigkeit des Betons möglich wird. Praktisch kann sich nämlich die Beanspruchung in einem Betonquerschnitt der Bruchgrenze kaum je infolge Vergrößerung der Druckkraft nähern, sondern nur durch deren Verschiebung gegen den Querschnitttrand oder über diesen hinaus. Die am anderen Rand auftretenden Zugspannungen würden in diesem Fall den Bruch herbeiführen, bevor der Angriffspunkt der Druckkraft an den Querschnitttrand gelangt, also lange bevor die Druckfestigkeit des Betons erreicht ist. Befinden sich jedoch am gezogenen Querschnittsrand Eiseneinlagen, so kann der Angriffspunkt der Druckkraft noch ganz bedeutend aus dem Querschnitt hinausrücken, bevor der Bruch erfolgt. Daraus geht hervor, dass ein Gewölbe aus Eisenbeton bei doppelter Materialbeanspruchung praktisch dieselbe Sicherheit bieten kann, wie ein solches aus Beton oder Mauerwerk. Ein Beispiel dieser ursprünglichen Art von Eisenbetongewölben ist die im Jahre 1890 gebaute Strassenbrücke über den Aarekanal in Wildegg (Abb. 1),<sup>1</sup> in welcher zweifellos Spannungen auftreten, welche selbst nach den neuesten Vorschriften unzulässig wären. Allerdings befreiligten sich die damaligen Fachleute einer Sorgfalt bei der Betonbereitung, die noch heute als vorbildlich bezeichnet werden kann.



Abb. 1 **Strassenbrücke über den Aarekanal der Jura-Cement-Fabriken in Wildegg (1890)**

Die Entwicklung in dieser Richtung wurde indes im Keime erstickt durch die Aengstlichkeit, mit der die offizielle Technik dem Eisenbeton entgegentrat. Statt nämlich die durch die Kombination von Beton und Eisen gegen Biegung und exzentrischen Druck gewährleistete Sicherheit ohne Voreingenommenheit zu beurteilen, wurde ohne Vornahme entsprechender Untersuchungen die für nicht armierten Beton als zulässig angesehenen Beanspruchungszahlen ein-

<sup>1</sup> Siehe Schweiz. Bauzeitung Bd. 102, Nr. 27.

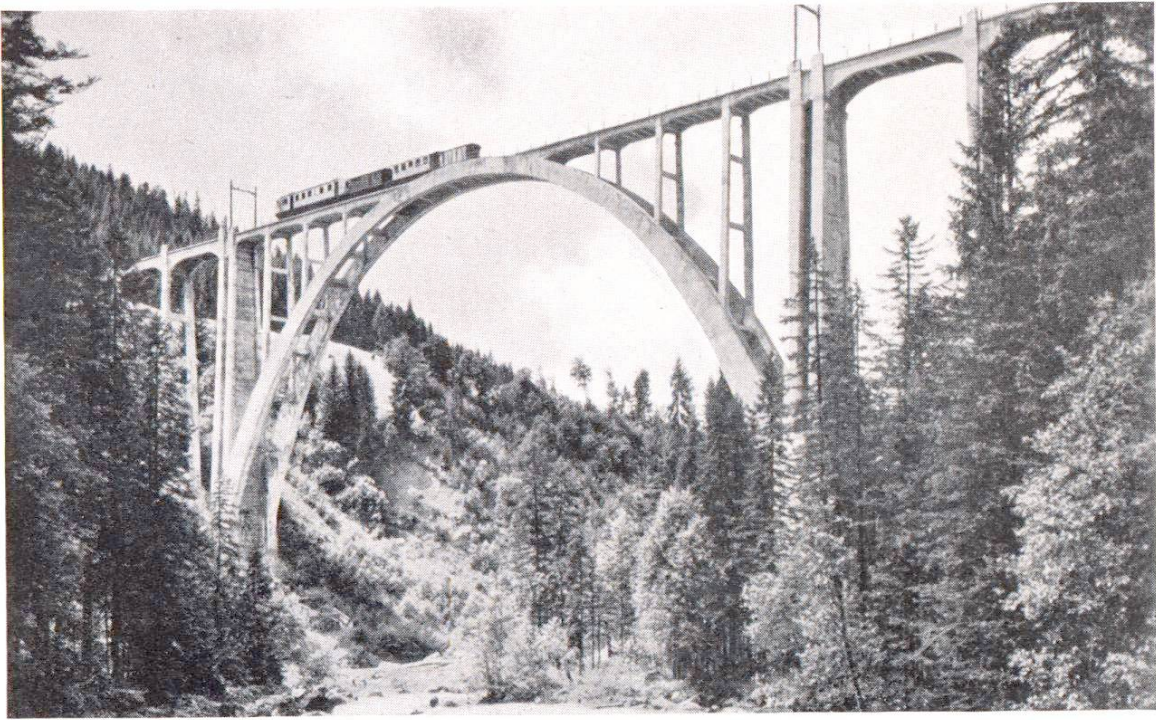


Abb. 2 **Langwieserviadukt (1912—14) der Chur-Arosa-Bahn**  
Projekt und Ausführung: Ed. Züblin & Cie. A.-G.

fach auf den Eisenbeton übertragen. Damit verschwanden die schlanken Moniergewölbe und spätere Gewölbe aus Eisenbeton treten fast wie nicht armierte in Erscheinung und würden auch ohne Armierung ihrem Zwecke genügen (Gmündertobelbrücke, Hundwilertobelbrücke). Ihre Schlankheit beruht weniger auf ihrer Armierung, als auf dem Ersatz der früher meist als sekundäre Bogenbrücken ausgebildeten Ueberbauten durch leichte Eisenbetonbalken-Konstruktionen, was die Beanspruchung aus Eigengewicht der Brücke stark herabsetzt.

Ein Fortschritt in der Haupttragkonstruktion brach sich ähnlich wie beim Mauerwerkbau durch Unterteilung des Gewölbes in der Quer-richtung Bahn, indem dadurch bei gleichem oder kleinerem Gesamtquerschnitt ein grösseres Widerstandsmoment gewonnen wurde. Querstreifen aus Eisenbeton gestatten die Anwendung viel schmälerer Lamellen, als in Mauerwerk möglich, und führten so zu sehr leichten Konstruktionen, zum Beispiel Langwieser-Viadukt (Abb. 2). Bestehen die Querversteifungen aus Riegeln, so entstehen bei solchen Brücken durch Windkräfte Biegebungsbeanspruchungen und seitliche Schwankungen, wenn die Windkräfte nicht vermittelt der Fahrbahnplatte auf steife Landpfeiler übergeführt werden. Eine Verbindung der Rippen mit einer durchgehenden Platte, wie von Hennebique meist ausgeführt, gewährt von vorneherein grössere Seitensteifigkeit.

Im allgemeinen erfolgt die Berechnung für die Bogen und die Aufbauten getrennt, als ob sie voneinander unabhängige Konstruktionen wären und als ob die Bogen den Aufbauten unbewegliche Lagerung gewährleisteten. An Bogenbrücken vor und nach der Erstellung der Aufbauten vorgenommene Belastungsproben<sup>2</sup> mit Spannungsmessungen haben ergeben, dass diese Berechnungsweise nur eine sehr grobe Annäherungsmethode darstellt. Die Span-

<sup>2</sup> Siehe Schweiz. Bauzeitung Bd. 94, 10. Aug.

nungen im Bogen erfahren infolge der Aufbauten ganz erhebliche Ermässigungen, die aber durch mindestens ebensogrosse Erhöhung der Beanspruchungen der Fahrbahn erkaufte werden müssen. Die gegenseitige Beeinflussung der beiden Konstruktionen wird deshalb zweckmässig rechnerisch untersucht, wobei dann die Bogenkonstruktion leichter und die Fahrbahn stärker ausfällt.

Grössere Klarheit ergibt sich indes, wenn Bogen samt Fahrbahn von vorneherein als Einheit konstruiert werden, ähnlich wie beim Eisenbau vielfach vorgegangen wird, wo entweder Bogen und Fahrbahn durch einen Strebenzug zu einem einheitlichen Fachwerk vereinigt werden, oder wo ein schlanker Stabbogen durch Pfosten mit einer steifen Fahrbahn verbunden wird, welche alle durch ungleichmässige Belastungen hervorgerufenen Biegemomente aufzunehmen imstande sind.

Eine fachwerkartige organische Verbindung von Fahrbahn und Gewölbe wäre auch in Eisenbeton möglich, hat aber wohl wegen der Umständlichkeit der Ausführung von Eisenbetonfachwerken nicht Eingang gefunden. Einfacher ist der Verbund mit Längswänden durchzuführen. Es entsteht so ein **Kastenquerschnitt**, wobei gegen den Scheitel hin die Fahrbahnplatte zur Mitwirkung in der Haupttragrichtung herbeigezogen wird. Ein solcher Kastenquerschnitt ist gegen einseitige Belastungen sehr unempfindlich, wogegen allerdings Temperatureinflüsse stark einwirken, so dass derartige Brücken zweckmässig mit Gelenken versehen werden (Rheinbrücke von Tavanasa, Salginatobelbrücke [Abb. 3 und 4], Rossgabenbrücke über das Schwarzwasser, Thurbrücke bei Henau). Auch **versteifte Stabbogen** haben sich als zweckmässig erwiesen und dem ersten derartigen Objekt, der Brücke über das Valtschieltobel bei Andeer, sind mehrere andere solcher Bauten gefolgt, so die Eisenbahnbrücke bei Klosters (Abb. 5). Der wirtschaftliche Vorteil dieser Bauart liegt, wie übrigens auch in der

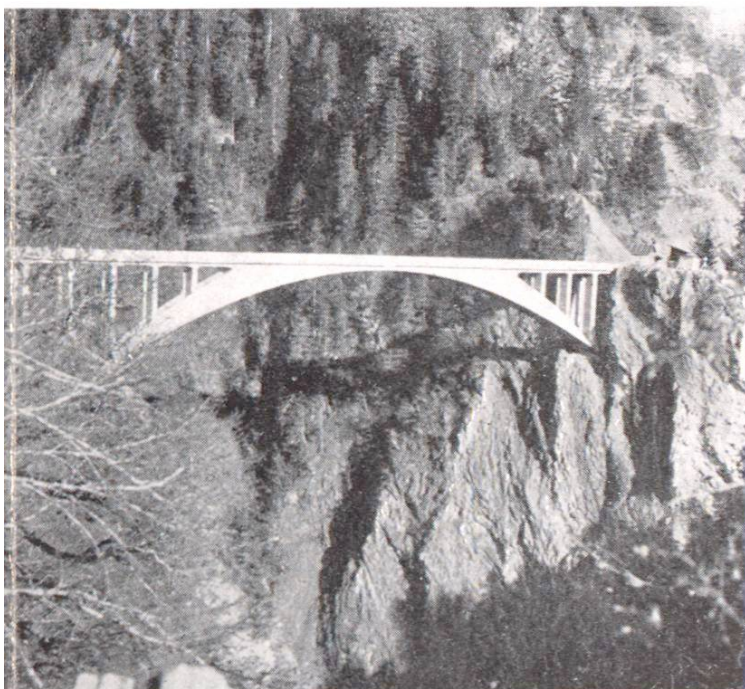
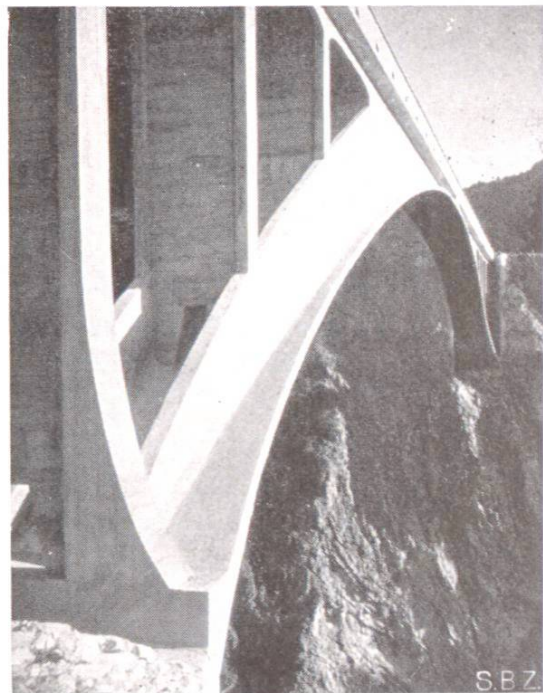


Abb. 3 u. 4 **Salginatobelbrücke (1929—30)**  
im Kanton Graubünden  
Ausführung: Prader & Cie. A.-G.



(Abb. 4)  
Ansicht des kastenförmigen Querschnittes

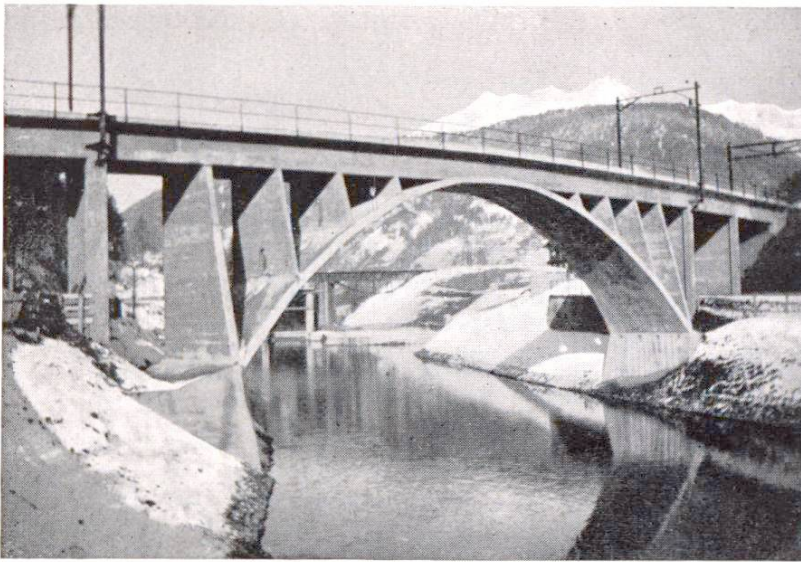


Abb. 5 Landquartbrücke  
in Klosters (1930)

Ausführung:  
Prader & Cie. A.-G.

vorhergenannten, darin, dass die Lehrgerüste sehr leicht gehalten werden können. Versteifte Stabbogen mit untenliegender Fahrbahn sind hauptsächlich im Norden ausgeführt worden.<sup>3</sup> Die Kühnheit dieser Konstruktionen, besonders was die seitliche Knicksicherheit anbelangt, erscheint im Lichte unserer Erkenntnisse bedenklich. Wie eingangs bemerkt, gestattet die Armierung des Bogenquerschnittes eine grössere Freiheit in der Lage der Drucklinie. Die Notwendigkeit der Schaffung grosser Durchflussprofile hat dazu geführt, Bogen zu konstruieren, bei welchen die Drucklinie weit ausserhalb des Querschnittes verläuft (Aarebrücke in Innertkirchen).

Die bei Bergstrassen in Nebentälern ausholenden Schleifen lassen bei deren Spitze meist die Ueberbrückung des Nebenflusses in scharfer Kurve erwünscht erscheinen, um grosse Erdbewegungen für Anschlusskurven zu vermeiden. Während man beim Mauerwerksbau auf die Erstellung zahlreicher Zwischenpfeiler zur Schaffung kurzer gerader Tragwerke angewiesen ist, gestattet der Eisenbeton auch hier eine starke seitliche Exzentrizität der Drucklinie und damit eine starke Krümmung der Brücke im Grundriss (Schwandbachbrücke bei Schwarzenburg, Abb. 6).

Der Anblick solcher Brücken erscheint dem an Mauerwerksgewölbe gewöhnten Auge wohl nicht immer befriedigend. Neues Material in zweckmässiger Anwendung kann und soll aber nicht in alte Form gegossen werden, selbst wenn zuerst den neuen Formen notwendig die Reife abgeht, welche unser erste eine längere Entwicklung bringen kann.

Betrachten wir nach diesen besondern Bauarten die durch ihre Grösse beachtenswerten Eisenbetonbrücken (Plougastel- und Tranebergbrücke),<sup>3</sup> so kann auch bei ihnen von einer vollen Ausnützung der Betonfestigkeiten noch keine Rede sein. Diese Brücken weisen bezüglich des Materials eine sehr viel grössere Sicherheit auf, als es beispielsweise bei Eisenbrücken für genügend erachtet wird und sie hätten durch leichtere Konstruktion keine Einbusse an Zuverlässigkeit erlitten, sondern infolge Minderbelastung des Baugrundes an Sicherheit gewonnen. Weit grössere Spannweiten sind also noch durchaus wirtschaftlich durchführbar, wenn sie nicht durch engherzige Vorschriften verhindert werden. U n n ü t z i s t d e m -

<sup>3</sup> Schweiz. Bauzeitung Bd. 102, Nr. 25 und 27.



Abb. 6 **Schwandbachbrücke bei Schwarzenburg (1933)**  
Ausführung: Losinger & Cie. A.-G. und E. & H. Binggeli

nach auch die Anordnung von Eiseneinlagen in Gewölben zur Aufnahme von Druckspannungen; dieser Aufgabe ist der Beton allein vollkommen gewachsen.

Wenn also schon unter den heutigen Annahmen die Eisenbetonbrücken für mittlere Spannweiten den Eisenbrücken wirtschaftlich überlegen sind, so wird dies bei folgerichtiger Entwicklung auch für viel weiter gespannte Bauwerke der Fall sein.

Es erhellt daraus, dass auch die Anwendung eigentlicher eingebetteter Eisenkonstruktionen nicht wirtschaftlich sein kann; denn die Erschwerungen beim Betonieren, welche namentlich durch die Knotenpunkte und einspringenden Winkel entstehen, sind Fehlerquellen, welche für Tragkraft und Dauerhaftigkeit bedenklich sind und den angeblichen Nutzen der Eisenkonstruktion weit überwiegen. Auch die Annahme, dass die einbetonierte Eisenkonstruktion das Lehrgerüst wirtschaftlich ersetzen kann, zeigt sich bei richtiger Beurteilung immer als Irrtum. Die Gründe, welche Hennebique veranlasst haben, die zuerst von ihm verwendeten Profileisen durch Rundeisen zu ersetzen, werden vom Eisenbetonpraktiker auch heute noch als schwerwiegend anerkannt, so dass er in den Kombinationen von Eisenkonstruktion mit Beton nur einen durch die Hilflosigkeit der durch engherzige Vorschriften oder Aengstlichkeit gehemmten Konstrukteure bedingten Rückschritt erblicken kann. Dem reinen Eisenbeton, welcher die hervorragende Druckfestigkeit des Betons ohne Surrogat restlos ausnützt, gehört die Zukunft.

Ingenieur Maillart