

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 103/104 (1934)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Gekrümmte Eisenbeton-Bogenbrücken  
**Autor:** Bohny, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-83183>

### **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:** 26.11.2024

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

als Gerantin und der *Soc. Gén. d'Entreprise* und *Soc. Maison Fougerolle frères*, alle drei Pariser-Unternehmungen, auf Grund eines detaillierten und von *Locher & Cie.*, Zürich aufgestellten Ausschreibungs-Projektes in beschränkter Konkurrenz und nach eingegebener Einheitspreis-Offerte, vergeben worden. *Locher & Cie.*, Bauingenieure und Bauunternehmung in Zürich, waren vom Bauherrn als beratende Ingenieure für den baulichen Teil, sowohl für die Vorstudien als für die Bauausführung beigezogen; ausserdem hat ihnen das Unternehmer-Konsortium die Ausarbeitung der Ausführungspläne übertragen.

### Gekrümmte Eisenbeton-Bogenbrücken.

Von unserem Kollegen Dr. h. c. *F. Bohny*, gew. langjähriger Direktor der Brückenbau-Abteilung der Gutehoffnungshütte in Sterkrade, Rhld., erhielten wir mit Bezug auf die am 28. Okt. v. J. hier gezeigten Strassenbrücken von Ing. R. Maillart folgende Zuschrift:

Mit grossem Vergnügen habe ich in Nr. 18 der „S. B. Z.“ (Seite 218/219) den kleinen Aufsatz gelesen. Ich verstehe aber eines nicht. Warum ist das Gewölbe des Stabbogens im Grundriss nur auf der konkaven Seite gekrümmt und nicht auch auf der konvexen Seite? — Das muss doch möglich sein, wie die Ausführungen von im Grundriss gekrümmten Stahlbrücken zeigen. Ich nenne davon als besonders charakteristisch nur: die gekrümmten Blechträger der Hochbahn in Hamburg, die neue Eisenbahnbrücke über die Aare in Olten und die in Band 102 (S. 281 und 297) der „S. B. Z.“ beschriebenen Brücken mit Schraubenlinienaxen.

Jedes Traggebilde, gleichgiltig welchen Systems — ob einfacher Träger, ob Bogen oder Hängebrücke —, das ganz oder teilweise aus seiner Tragebene heraus in den freien Raum gerückt wird, kann in seiner Wirkung erhalten bleiben durch Verbände oder Rahmen, die es seitlich stützen. Bei den beschriebenen Eisenbetonbrücken sind die Träger versteifte Stabbogen, die stützenden Verbände sind die Fahrbahnplatte *a* und Gewölbeplatte *b*. Kräfte, die zu den Widerlagern geleitet werden müssen, wirken hier

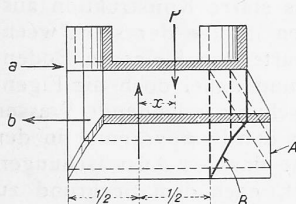


Abb. 1. A Ausführung, B Vorschlag Bohny (Abb. 6 Mitte).

exzentrisch auf das Bauwerk und ein Moment  $P \cdot x$  ( $x$  = Abstand der Last von der Verbindungslinie der Widerlagermitten im Grundriss) kann ohne weiteres durch *a* und *b* aufgenommen werden (Abb. 1). Näheres über das Spiel der Kräfte siehe auch H. Gottfeldt in „S. B. Z.“ Band 101, S. 112 bis 114 (vom 11. März 1933).

Es handelt sich also um eine relativ einfache Aufgabe aus dem

Gebiete der räumlichen Statik. Im Stahlbau würde man zweifellos beide Tragwände krümmen und ihre Lage im Raum durch Verbände oder Rahmen oder beides sichern.

Eine Aufklärung über die ungewöhnliche Ausführung der beiden Eisenbeton-Bogenbrücken wäre von einigem Interesse.

Dr. Bohny.

\*

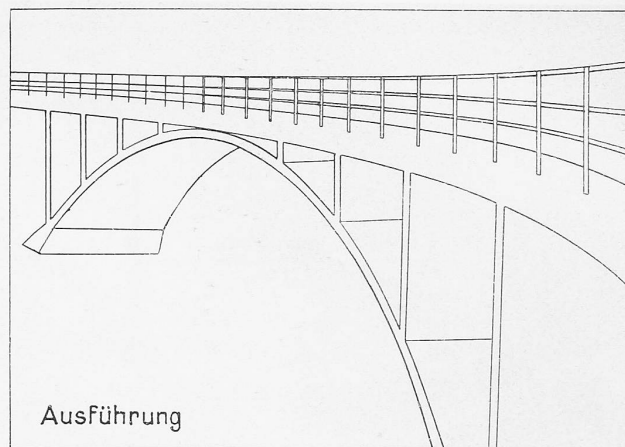
Die erbetene Aufklärung erteilt Ing. R. Maillart wie folgt:

Während im Eisenbau versteifte Stabbögen und im Grundriss gekrümmte *Balkenbrücken* schon mehrfach ausgeführt sind, haben die von mir entworfenen versteiften *Stabbögen* mit gekrümmter Fahrbahn weder in Eisenbeton noch in Eisen Vorbilder. Die Krümmung dieser Eisenbeton-Bogenbrücken ist auch schärfer als die der Eisen-Balkenbrücken von gleicher Grössenordnung, was mich veranlasst hat, mit dem Bogen Grundriss dem Fahrbahn Grundriss nur auf der konkaven Seite zu folgen, während auf der konvexen Seite der Bogen ebenfalls konkav, wie bei der Eisenbahnbrücke in Klosters<sup>1)</sup>, oder geradlinig wie bei der hier in Diskussion gezogenen Bohlbach- und Schwandbachbrücke geführt ist.

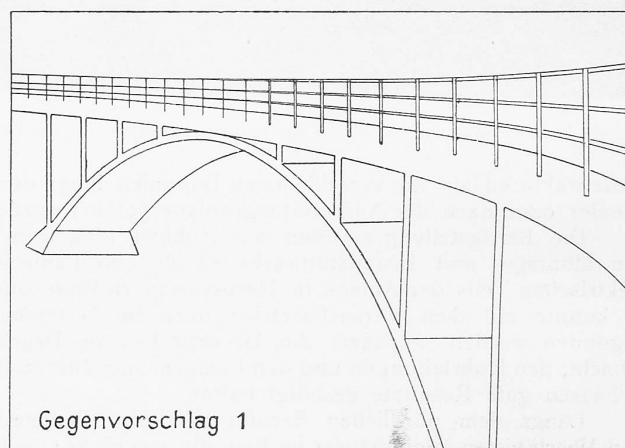
Der Herr Einsender beanstandet dies mit dem Hinweis darauf, dass eine seines Erachtens schönere Lösung mit beidseitiger Krümmung von Bogen und Fahrbahn möglich sei und eine einfache<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Vergl. „S. B. Z.“ Band 96, Seite 337 (20. Dez. 1930); Ergebnisse der Belastungsversuche in Band 98, Seite 36 (18. Juli 1931). Red.

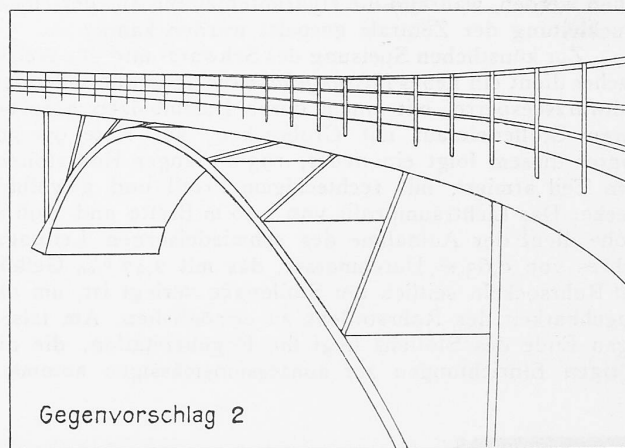
<sup>2)</sup> In der ersten Fassung seiner Zuschrift hatte Dr. Bohny gesagt „ganz einfache“, was er nach erfolgtem Briefwechsel mit Ing. Maillart nunmehr in „relativ einfach“ abgeschwächt hat. Red.



Ausführung



Gegenvorschlag 1



Gegenvorschlag 2

Abb. 6. Ausführungsform der Schwandbachbrücke (oben), darunter Varianten.

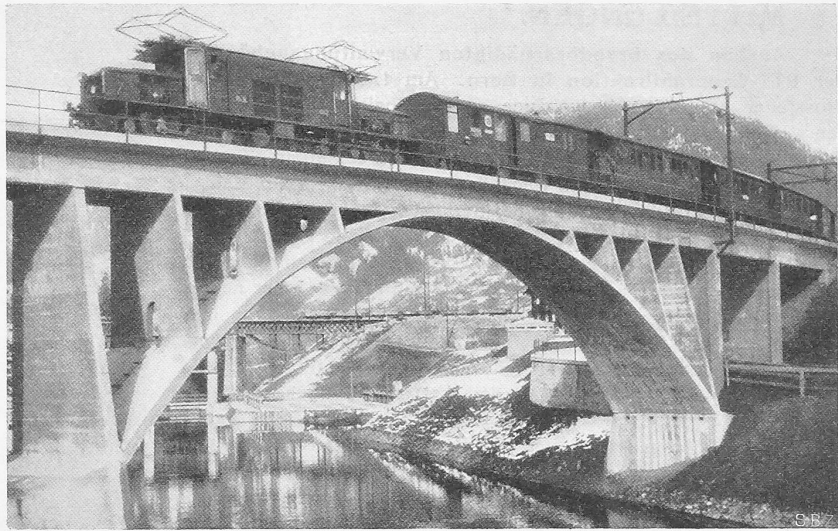
statische Aufgabe bedeute. — Wir sollen und dürfen aber noch lange nicht alles bauen was möglich ist, selbst wenn es einfach erscheint. Denn Mögliches und Einfaches kann unzweckmässig oder unwirtschaftlich sein.

Die Aufgabe spielt ins Gebiet der Drehung. Noch vor kurzem durfte man kaum sagen, es handle sich dabei um einfache Verhältnisse, denn selbst eine Autorität wie Prof. Bach wusste die Verdrehungen eines auf Biegung beanspruchten  $\square$ -Eisens nicht zu erklären.<sup>3)</sup> Inzwischen sind die Drehung erzeugenden exzentrischen Einwirkungen vielfach, so auch bei Gelegenheit gekrümmter Balkenbrücken erörtert worden und Dr. Bohny deutet an, wie er sie beim Stabbogen behandelt wissen möchte: Das Drehmoment  $P \cdot x$  seiner Skizze (Abb. 1) werde durch das mit *a* und *b* angedeutete Kräfte-

<sup>3)</sup> „S. B. Z.“ 1921: Bd. 77, S. 195 und Bd. 78, S. 18; 1922: Bd. 79, S. 254 und Bd. 80, S. 205.



Abb. 3. Elliptisch gekrümmte Schwandbachbrücke; Stützweite 37,4 m.



Entwürfe von Ing. R. Maillart.

Abb. 4. Eisenbahnbrücke bei Klosters; Stützweite 30 m.

paar aufgehoben, wobei dann Fahrbahnplatte und Gewölbe in entgegengesetzter Richtung horizontal auf Biegung beansprucht würden.

Es kann nun schon im Kopf berechnet werden, dass sich mit diesen Annahmen im Falle der Schwandbachbrücke gewaltige Ueberbeanspruchungen ergeben müssten, gleichgültig ob die von mir ausgeführte oder die von Kollege Bohny bevorzugte Anordnung gewählt wird. Im Scheitel nähern sich nämlich Fahrbahn und Gewölbe derart, dass die in a und b wirkenden Horizontalkräfte wegen ihres im Verhältnis zu geringen Abstandes ein mehrfaches der entsprechenden Vertikallast ausmachen.

Zum Glück für das Bauwerk trifft aber die Auffassung Bohnys nicht zu. Die beiden aus seiner Skizze ersichtlichen Tragelemente a und b sind nicht Ober- und Untergurt eines Tragwerkes, sondern bilden zusammen den „Obergurt“, bestehend aus einem unteren tragenden und einem oberen versteifenden Element. Ein „Untergurt“ ist gar nicht vorhanden, er wird ersetzt durch die in Widerlagerhöhe wirkenden Horizontalschübe. Demgemäss ist die Einwirkung a in den Bogen hinabzurücken, wo allein die einen Schub nach der konvexen Seite, hier rechts, bedingenden Normalbeanspruchungen auftreten; der Pfeil b dagegen ist in Widerlagerhöhe anzubringen (Abb. 2). Entsprechend dem grösseren Hebelarm fallen nun die Horizontalkräfte kleiner aus. Immerhin würden sie den Bogen noch ganz erheblich beanspruchen, wenn

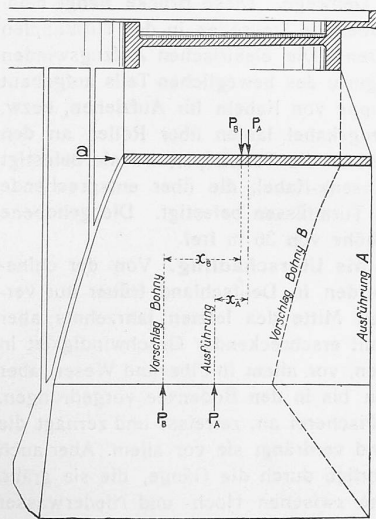


Abb. 2.

nicht die Fahrbahn dank der vollen Querwände gezwungen wäre, die seitlichen Deformationen des Bogens mitzumachen und somit einen Teil der horizontalen Biegemomente aufzunehmen. Ganz einfach ist die Ermittlung dieser Verteilung zwar nicht, aber es ist klar, dass dank ihrem grossen Trägheitsmoment die Fahrbahn sehr erheblich mitwirkt, trotzdem sie für horizontale Einwirkung als beinahe frei lagernd anzusehen ist, während beim Bogen vollkommene Einspannung herrscht. Je nach den für die Verteilung gemachten Annahmen ergeben sich bei der ausgeführten Schwandbachbrücke (Abb. 3) zusätzliche Betonspannungen gegenüber einer geraden Brücke von 6 bis 8 kg/cm<sup>2</sup> im Gewölbe und von 5 bis 10 kg/cm<sup>2</sup> in der Fahrbahn. Beides bedingt aber noch keine Verstärkung gegenüber den

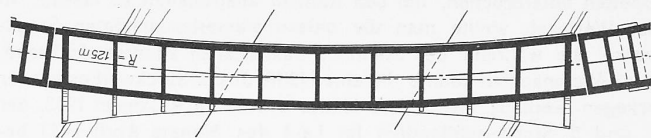


Abb. 5. Grundriss (1 : 500) der Eisenbahnbrücke bei Klosters; R = 125 m.

aus praktischen Gründen angenommenen Minimaldimensionen, insbesondere weil die Fahrbahn als Versteifungsträger in der Mitte weniger beansprucht ist, als in den Vierteln.

Anders beim Vorschlag Bohny. Die Exzentrizitäten x werden hier etwa doppelt so gross und somit wachsen die zusätzlichen Beanspruchungen in der Fahrbahn auf das Doppelte und bei den Bogenwiderlagern wegen der verminderten Breite des Bogens auf reichlich das Vierfache. Die Bogenstärke von 20 cm würde nun nicht mehr genügen; es müsste eine einseitige Verstärkung eintreten und auf der Gegenseite würde der Bogen auf Zug beansprucht, sodass er einer Verankerung im Widerlager bedürfte. Ueberdies müsste im Widerlager die mangelnde Breite durch einen scharfen seitlichen Vorsprung wiedergewonnen werden, um annähernd gleichmässige Fundamentpressungen zu erhalten.

Man ersieht hieraus, dass Eisenbeton-Gewölbe mit beidseitig gleichgerichteter Krümmung unzweckmässig werden, wenn die Krümmung ein gewisses Mass überschreitet. Im Fall der Schwandbachbrücke konnten die Exzentrizitätswirkungen gerade noch in Kauf genommen werden, wenn man auf der konvexen Fahrbahnseite den Bogengrundriss gerade führte. Das Minimum der Exzentrizitätseinflüsse wäre nur erreichbar durch eine im Grundriss symmetrische Gegenkrümmung, wie bei der Klosterserbrücke der Rhät. Bahn ausgeführt (Abb. 4 und 5).

Was nun die Schönheit anbelangt, so kommen diese Krümmungen in den Frontalansichten kaum zur Geltung. Im Streifblick auf die konkave Seite, dem praktisch massgebenden Fall, ist der Unterschied aus beigefügten, auf Grund einer photographischen Aufnahme gezeichneten Skizzen (Abb. 6) ersichtlich. Während die Ausführung stabil und ruhig wirkt, erweckt der Gegenvorschlag 1 (nach Bohny) die Befürchtung des Umkippen nach rechts, also das beunruhigende Gefühl einer durch nicht ersichtliche Mittel — eben die erwähnten Bogenverankerungen — erzwungenen Stabilität. Ein auch vorgebrachter Gegenvorschlag 2 mit beidseitig geradem Bogen erscheint sowohl wegen der Materialverschwendung und Gerüstverteuerung infolge der grossen Breite im Scheitel, als auch wegen seiner ästhetischen Wirkung kaum diskutierbar. Die Ersparnis an Gerüstkosten ist es ja, die den versteiften Stabbogen wirtschaftlich gestaltet, und es hätte keinen Sinn, diese durch unnütze Zutaten wieder preiszugeben. Und dass die im Scheitel um über zwei Meter unter der Fahrbahn vorstehende Gewölbeplatte mit den dadurch bedingten übertriebenen Wandabschrägungen zur Verschönerung der Brücke beitragen würde, wird angesichts der Skizze kaum jemand behaupten wollen.

R. Maillart.