



Doctoral Thesis

Studien über das elastische Verhalten von Brückengewölben einschliesslich des Zusammenwirkens mit dem Aufbau

Author(s):

ElArousy, Abd-el-Aziz

Publication Date:

1942

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000088941> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Studien
über
das elastische Verhalten von Brückengewölben
einschliesslich
des Zusammenwirkens mit dem Aufbau

VON DER
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

ZUR ERLANGUNG
DER WÜRDE EINES DOKTORS DER
TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

GENEHMIGTE
PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON
ABD-EL-AZIZ EL-AROUSY
AUS **KAIRO**

Referent: Herr Prof. Dr. M. Ritter
Korreferent: Herr Prof. Dr. F. Stüssi



Zürich 1942 Diss.-Druckerei A.-G. Gebr. Leemann & Co.
Stockerstr. 64

D. Das Zusammenwirken bei horizontaler Verschiebung der Widerlager

Eine kleine horizontale Verschiebung der Widerlager eines Bogens²¹⁾ infolge Nachgiebigkeit der Fundamente oder Bergbewegung kommt vor. Wir haben früher gefunden, daß die Wirkung der horizontalen Verschiebungen der Widerlager auf einen unversteiften Bogen dieselbe ist wie diejenige einer Temperaturänderung. Wenn wir in den Gleichungen von H und M für Temperaturänderung ωt° durch $\frac{e}{L}$ ²²⁾ ersetzen, bekommen wir unmittelbar die Gleichungen für H und M infolge der Widerlagerverschiebung²³⁾. Das gilt auch für den versteiften Bogen.

Von der gleichen Annahme ausgehend, daß die Stützen genügend schlank sind, gelten hier die Gleichungen (128) bis (137) des letzten Abschnittes, unter Beachtung, daß man überall ωt° durch $\frac{e}{L}$ ersetzt und die Glieder infolge der Stützenausdehnung infolge Temperaturwirkung ausschaltet. Dabei bedeuten hier die in den Gleichungen (128) und (133) enthaltenen v'_{10} , v'_{20} usw. die Senkungen der Bogenpunkte 1', 2' usw. infolge der Widerlagerverschiebung, wenn der Balken nicht vorhanden wäre.

Bei $e = \omega t^\circ L$ erhält das gesamte Gebilde denselben Spannungszustand, wie wenn die Temperatur sich um t° erhöht hätte.

E. Zusammenfassung

Aus unserer Untersuchung des Zusammenwirkens von Bogen und Aufbau können wir folgende Schlüsse ziehen:

1. Für die Brücken mit obenliegender Fahrbahn darf man die Stützen als starr annehmen; der Fehler ist stets kleiner als 2%. Bei den Brücken mit untenliegender Fahrbahn beträgt

²¹⁾ Voll eingespannt oder zweigelenkig.

²²⁾ e ist negativ bei Ausdehnung der Spannweite.

²³⁾ Vergl. Seite 69.

der Fehler ca. 10 % bei kleinem ν und nimmt bei großem ν bis ca. 5 % ab. Dadurch wird der Balken etwas unterdimensioniert, jedoch kann der Fehler bei großem ν vernachlässigt werden.

2. Die Untersuchung hat gezeigt, daß schon bei 8 Öffnungen die Näherungsmethode mit großer Genauigkeit zum Ziele führt. Bedingung ist aber, daß die Einspannungsverhältnisse des Bogens und des Balkens nicht stark verschieden sind.
3. Der Balken ist im allgemeinen am meisten beansprucht, wenn sich die Last über dem Bogenviertel befindet; Scheitelbelastungen nehmen den Balken weniger in Anspruch.
4. Je stärker der Bogen eingespannt ist, desto kleiner sind die Balkenbeanspruchungen.
5. Der Faktor c soll zu Gunsten des Balkens möglichst klein gehalten werden.
6. Von zwei Bogen mit dem gleichen Betonvolumen und mit der gleichen Breite ist derjenige mit größerem n für den Balken vorteilhafter.
7. Die Temperaturspannungen in einem versteiften Bogen sind verschieden von denjenigen in einem unversteiften, noch entstehen im Versteifungsbalken erhebliche Momente. Daher darf man bei der Berechnung von gewölbten Brücken das Zusammenwirken bei Temperaturänderung und Schwinden nicht vernachlässigen.
8. Hohe Spannungen im Versteifungsbalken werden durch eventuelle horizontale Verschiebungen der Bogenwiderlager entstehen. Diese Tatsache muß beim Entwerfen gut beachtet werden.

Es ist zu erwähnen, daß wir bei allen Methoden die waagrechtlichen Komponenten der Verschiebungen der Bogenknotenpunkte vernachlässigt haben; dadurch wurde der Einfluß der Stützenverbiegungen auf das ganze System nicht berücksichtigt. Deshalb können uns die besprochenen Methoden nur dann ein exaktes Bild der Momente, der Einflußlinien und der Deformationen geben,

wenn die Stützen einen genügenden Schlankheitsgrad besitzen. Bei den Brücken mit untenliegender Fahrbahn ist das gewöhnlich der Fall; und die angegebenen Methoden sind für diese Brücken sehr geeignet.

Hat eine Brücke mit obenliegender Fahrbahn zu steife Stützen, und will man deshalb die erwähnten waagrechten Verschiebungen in die Berechnung einbeziehen, so stößt man auf sehr komplizierte und sehr zeitraubende analytische Berechnungen. Die Bestimmung der Einflußlinien als Biegungslinien nach Modellversuchen — Methode von Beggs — ist in solchen Fällen als Kontrolle unerläßlich.

Im übrigen muß man den Einspannungsgrad des Bogens sowie die anderen Widerlagerverhältnisse sorgfältig berücksichtigen.

Noch bleibt eins zu erwähnen. Die hier berechneten Beispiele bezogen sich nur auf eine Einzellast über einer Stütze. Man könnte nun der Meinung sein, daß für die Bestimmung der Einflußlinien einer symmetrischen Brücke mit $2r$ Stützen r -mal soviel Arbeit notwendig wäre und dadurch das Problem des Zusammenwirkens zeitraubend geblieben wäre. Es ist aber zu bemerken, daß bei jedem Beispiel, je nach der angewendeten Methode, gewisse vorbereitende Rechnungen durchzuführen waren, die für jede Brücke nur einmal notwendig sind. Somit sind für die Bestimmung der Einflußlinien der Brücke mit $2r$ Stützen, neben der einmaligen Vorbereitungsarbeit, nur r Gleichungssysteme aufzustellen. Diese Arbeiten werden durch die Formeln und die Tafeln im ersten Teil stark erleichtert²⁴). Für die Berechnung des Zusammenwirkens selbst stehen uns 4 Methoden zur Verfügung. Jede ist in ihrem Verwendungsbereich sehr wertvoll. Somit ist die Berechnung des Zusammenwirkens für die praktische Benützung weitgehend vereinfacht.

²⁴) Diese Vorbereitungsarbeiten müßten auf alle Fälle bei der Berechnung des freien Bogens und der Probelastungen durchgeführt werden.