Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 17/18 (1891)
Heft: 12

Artikel: Bodensee-Erhebung in Folge der Rheindurchstiche bei Diepoldsau-Fussach

Autor: Legler, G.H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-86158

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 27.07.2025

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

Die Ränder der weit freistehenden Platten sind zu schwach, als dass sich eine annähernd gleichmässige Vertheilung der Druckkräfte über den ganzen Querschnitt voraussetzen liesse.

Es ist vielmehr anzunehmen, dass vorwiegend die Winkeleisen und die an denselben anliegenden Plattenpartien die Druckkräfte aufzunehmen hatten und dass die Beanspruchung der Platten gegen die Ränder hin erheblich abnahm.

Wenn sich auch wol bei keiner Querschnittsanordnung eine absolut gleichmässige Vertheilung der Kräfte erzielen lässt, so ist zweifellos der bei der Mönchensteiner Brücke gewählte Querschnitt ganz besonders ungünsiig in dieser Hinsicht.

In Folge dieser ungünstigen Querschnittsausbildung wird der Centralkern der Gurtungen bedeutend stärker wie 6 *kg* bei mm^2 beansprucht gewesen sein.

Wie gross diese Ueberanstrengung gewesen ist, lässt sich rechnerisch nicht feststellen.

Die Diagonalstreben hatten kreuzförmige Querschnitte und am Brückenende ebenfalls sehr dünne und weit vom Kern abstehende Plattenränder.

Es wird auch da eine sehr ungleichmässige Vertheilung der Druckkräfte stattgefunden haben, ohne dass sich feststellen lässt, wie gross das Mass der Unregelmässigkeit war.

Ganz ungenügend ausgebildet waren die Diagonalstreben *E* und *F*, die in der Mitte der Träger und in der Nähe derselben liegen.

Die Diagonale *E* hatte beim ungünstigsten Belastungsfall einer Druckkraft von 27 000 *kg* zu widerstehen. Sie bestand aus zwei Winkeleisen 100/100 . 14, die zu einem kreuzförmigen Querschnitt nothdürftig vereinigt waren.

Die Verbindung der zu einer Diagonale vereinigten beiden Winkel war durch Querflacheisen hergestellt in Abständen von etwa 1200 *mm*.

Von einem Querflacheisen bis zum andern Querflacheisen lagen die Winkel ganz frei, sie waren nicht weiter mit einander verbunden.

Solcher Querflacheisen hatte jede der Diagonalen *E* vier Stück, die annähernd gleichmässig über die ganze Länge vertheilt waren.

Diese vier Verbindungen waren nicht genügend, um die beiden Winkel derart mit einander zu verbinden, dass sie als ein zusammenwirkendes Ganzes angesehen werden konnten.

Der Querschnitt der Diagonalen *E* wäre aber auch zu knapp bemessen gewesen, wenn die Verbindung der Winkel unter einander mit aller nöthigen Sorgfalt ausgeführt gewesen wäre".

Die Experten berechnen nun unter der Voraussetzung eines Sicherheitsverhältnisses von 1 : 5 zwischen der als zulässig erachteten Maximalbeanspruchung und die Zerreissfestigkeit und ferner unter verschiedenen Annahmen die zulässige Druckbelastung der Diagonalstreben *E* und *F* und finden für *E* eine zulässige Druckbelastung von 16 704 *kg* und für *F* eine solche von 6605 *kg*, während in der That durch den verunglückten Zug eine Druckbelastung von 27 000 *kg* für die Strebe *E* und eine solche von 10 000 *kg* für die Strebe *F* hervorgerufen wurden.

Was die Knotenpunkte anbetrifft, so wird darauf hingewiesen, dass im Allgemeinen nicht genügend dafür gesorgt war, dass die aus den Diagonalkräften resultirenden Gurtungsspannungen sich gleichmässig auf den ganzen Gurtungsquerschnitt vertheilen konnten, ohne die dünne Stegplatte und die Niete, durch welche diese mit den Gurtungswinkeln verbunden war, übermässig anzustrengen. Diese Verhältnisse waren besonders ungünstig beim ersten Knotenpunkte der oberen Gurtungen. Im Fernern wird beigefügt:

„Es erübrigt noch zu bemerken, dass die Stösse der einzelnen Gurtungstheile jeweils auf einer kurzen Strecke zusammenlagen und dass die Vernietung eine sehr spärliche war. Indessen haben die Stösse sich gut gehalten, und sind desshalb jedenfalls nicht schuld gewesen an dem Unglück.

Wenn wir nun die gemachten Beobachtungen bezüglich Berechnung und Bau der beiden Tragwände zusammenfassen, so geht daraus hervor, dass dieselben zahlreiche schwache Punkte boten. Dieselben entstanden einestheils daraus, dass bei der Construction die Bedingungen nicht erfüllt wurden, auf welche die Berechnung der Abmessungen der einzelnen Elemente der Träger abgestellt hatte und dass einzelne derselben nicht für alle ihnen zufallenden Beanspruchungen gebaut waren; anderntheils aber auch aus einer unpassenden Anordnung der einzelnen Theile.

Obgleich nun aus den Berechnungen, die wir angestellt haben, nicht nachgewiesen werden kann, dass einzelne Elemente bis zur Bruchgrenze angestrengt werden mussten, so haben wir dagegen den Einfluss der Erschütterungen auch noch nicht in Anschlag gebracht, den ein schnell fahrender Zug auf die Tragwände ausüben musste. Dass dieser Einfluss aber von Bedeutung sein musste, geht daraus hervor, dass bei der Belastungsprobe im September 1881 sich bei einer Befahrung mit zwei Locomotiven von je 14,3 *m* Länge und 56,5 Tonnen Dienstgewicht und bei 15 *km* Fahrgeschwindigkeit eine seitliche Ausbiegung der untern Gurtungen von 7.5 *mm* und eine solche von 10 *mm* für die oberen Gurtungen ergab.

Es ist sicher, dass die Befahrung mit dem verunglückten Zuge, an dessen Spitze zwei erheblich schwerere Locomotiven sich befanden und dessen Geschwindigkeit, wie aus allen Aussagen hervorgeht, 40 *km* betrug, bedeutend grössere Schwankungen eingetreten sein müssen, namentlich da gleichzeitig die Bremsen in Wirksamkeit waren.

Eine nothwendige Folge dieser Seitenschwankungen war, dass die Diagonalen ins Schwingen kamen und dass dadurch, bei ihren schon an und für sich schwachen Abmessungen gegen Knicken und bei ihrer excentrischen Befestigung, welche Biegungsmomente in der Richtung der Tragwände in denselben erzeugen musste, die Tendenz zu Ausbiegungen und zum Zerknicken bis zur Bruchgrenze verschärft werden konnte".

Hinsichtlich der

Quer- und Längsträger weisen die Experten auf die übermässig dünnen Stehbleche derselben hin und bemerken:

„Natürlich genügten die von Eiffel vorgesehenen Dimensionen den neuern Verkehrsverhältnissen nicht mehr. Auf die im vorigen Jahre vorgenommene Verstärkung kommen wir später zurück.

Die horizontalen Verbindungen zwischen den oberen Gurtungen waren dagegen ganz ungenügend, da eine ordnungsmässige Ausbildung der Endquerverbindung und der Endstreben zu einem haltbaren Portal fehlte.

Es musste der auf die obern Hauptträgerhälften wirkende Winddruck einzig und allein durch die Quersteifigkeit der Hauptträgerstreben aufgenommen und in die Querträger der Fahrbahn übertragen werden.

Bei starkem Sturme konnten durch diese Verbiegungen in den Enddiagonalen Beanspruchungen entstehen, die zusammen mit den Hauptspannungen eine Gesammtspannung hervorrufen konnten, die sehr nahe an die Elasticitätsgrenze reichte.

Wären die Endstreben und die Endquerverbindungen zu richtigen Portalen ausgebildet worden, so hätte man es in der Hand gehabt, die Streben zu entlasten, denn dann wäre der ganze Winddruck durch das Portal und die entsprechend verstärkten Endstreben direct in die Auflager übertragen worden".

Bodensee-Erhebung in Folge der Rheindurchstiche bei Diepoldsau-Fussach.

Von *G. H. Legler*, Linthingenieur.

Herr Wey hat in Nr. 9/11 dieser Bauzeitung einen weitschichtigen Aufsatz über den Einfluss der Rheindurchstiche auf die Bodenseehöhe geschrieben und kommt zum

Schluss: dass die Ausführung der Rheindurchstiche auf den Stand des Bodensees *keine wahrnehmbare Einwirkung* zu verursachen im Stande sei. Zuletzt wird bemerkt, dass meine Berechnung einer Seestandserhebung von 4 *cm* in meiner kürzlich erschienenen Bodenseebrochüre S. 57/60 *unrichtig* sei, indem ich dem *Abfluss aus dem See* keine Rechnung getragen habe.

Da ich im Auftrag der Baudirection des Cantons Thurgau meinen Bodensee- und Rheinbericht verfasst habe und ganz wol im Stande bin, das *Unrichtige* der Behauptung des Herrn Wey *nachzuweisen*, darf ich zu diesem Vorwurf nicht schweigen.

Wenn in Folge einer *Verzögerung* des Abflusses vom Oberrhein — wegen Ausbrüchen ins ausgedehnte flache Land, oder längerem serpentinirenden Flusslauf — ein *geringeres Steigen* des Seestandes erfolgen muss, indem mehr Wasser verdunstet und versickert, also *gar nicht* zum See gelangt; und für diese grössere Zuflussdauer auch der Abfluss des Sees länger wirksam sein und *den Seespiegel mehr senken* kann, bevor die Hochwasserwellen eintreffen, — so muss nothwendiger Weise auch *umgekehrt* bei einer Verkürzung des Flusslaufes eine *stärkere Erhebung* des Seestandes erfolgen. Herr Wey glaubt aber, dass der grössere Zufluss in den Bodensee nur der Zeit nach verschoben werde, nur 5400 Sec. früher stattfinde und entsprechend früher auch nachlasse, was auf den Seestand bezogen sich ausgleiche, und sodann will er den Seeabfluss auch in Betracht ziehen.

Am *Seeabfluss* ändern sich die Verhältnisse in der kurzen Zeit von $1\frac{1}{2}$ Stunde sozusagen *nicht*. Nehmen wir beispielsweise an, in Folge der andern Zuflüsse mit dem Rhein sei der Abfluss auf 1000 m^3 gestiegen, so wird nach der Tabelle, S. 21 der erwähnten Brochüre, wegen Steigen oder Fallens des Seestandes um 1 *cm* der secundliche Abfluss sich *um* $3\frac{3}{4}$ m^3 *vermehren oder vermindern*, was mit Bezug auf das grosse Quantum eines Hochwasserzuflusses in den Bodensee während $1\frac{1}{2}$ Stunden nicht in Betracht gezogen zu werden braucht. Denn wenn wir während dieser kurzen Zeit, bei 3880 m^3 Zufluss vom Oberrhein, ein Steigen des Seestandes von 4 *cm* berechneten, so hätte der *mittlere Seeabfluss* nur um $2 \cdot 3{,}75 = 7{,}5$ m^3 *zugenommen*. Die verfrühte Hochwasserwelle ist somit beinahe *vollständig* im See geblieben und hat seinen Stand erhöht. Nach dieser Zeit werden sich Zuflüsse und Abflüsse des Sees wieder verhalten wie vorher auch, nachdem der aussergewöhnlich durch *Abkürzung des Flusslaufes vermehrte Zufluss seine Wirkung gethan hat.*

Dass die Abnahme des Zuflusses vom Oberrhein auch sich um $1\frac{1}{2}$ Stunden früher einstellen werde, in Folge der Abkürzung des Flusslaufes, ist richtig, aber von ungleich geringerer Wirkung auf den Seestand als der erhöhte Zufluss, indem das Absinken eines hohen Seestandes weit langsamer vor sich geht, als das Steigen bei ungewöhnlich grossen Zuflüssen.

Begreiflich kann ein ausserodentliches Steigen des Seestandes von nur 4 *cm* herbeigeführt durch die Verkürzung des Rheinlaufes in Folge beider Durchstiche bei Diepoldsau und Fussach, nur bedenklich werden, wenn der See ohnehin schon einen hohen Stand erreicht hat und die Seeanwohner ängstlich jeden Centimeter weiteres Steigen verfolgen. Bei mittelhohen und kleineren Seeständen kann hieraus kein Nachtheil erwachsen.

Der Nachweis über die erwähnten 4 *cm* Seestandsänderung wird in nachstehender Weise geleistet.

Als Länge des alten Rheinlaufes von Kriesern, oberhalb dem geplanten Diepoldsauer Durchstich, bis zum Bodensee bei Altenrhein ist 26627 *m* angegeben, als Abkürzung mit beiden Durchstichen rund 10000 *m*. Der gesammte Fall in dieser Rheinstrecke ist 18,17 *m*; oberhalb ist und bleibt der Fall stärker, so dass man annehmen darf, dass die vertiefende Wirkung der Durchstiche nicht über Kriesern hinauf gehe und das Querprofil bei Kriesern ungeändert bleibe. Hier fliesst begreiflich nach dem alten und neuen Lauf dieselbe Wassermenge pro Secunde durch, nur die Abflussgeschwindigkeit v wird anders. Diese berechnet sich aus der bekannten Formel

$$v = k \sqrt{\frac{a}{p} \cdot \frac{h}{l}}$$

Nach bisherigen Erfahrungen können wir für den weniger geregelten alten Rheinlauf $k = 40$ rechnen, hingegen in einem rationellen Durchstichprofil dürfen wir $k = 50$ annehmen, weil die Widerstände geringer sind. Für den Querschnitt a und benetzten Umfang p haben wir weder für den alten noch neuen Lauf genügende und ganz sichere Angaben. Unter der Voraussetzung, dass für ein 1868er Hochwasser die mittlere Wassertiefe in dieser Rheingegend 6 *m* sei, würde sich bei gleich bleibendem Verhältniss $\frac{a}{p} = \frac{a_1}{p_1}$ für den alten Lauf eine mittlere Breite von etwa 200 *m* und für den neuen Lauf 127 *m* Breite ergeben. Wir erhalten alsdann für beide Rheinläufe:

$$v : v_1 = k \sqrt{\frac{h}{l}} : k_1 \sqrt{\frac{h}{l_1}} \text{ oder}$$

$$= 40 \sqrt{\frac{18{,}17}{26627}} : 50 \sqrt{\frac{18{,}17}{16627}} = 1{,}045 : 1{,}653.$$

Die Abflusszeiten verhalten sich =

$$\frac{26\,627}{1{,}045} : \frac{16\,627}{1{,}653} = 2{,}5 : 1, \text{ d. h.:}$$

Von Kriesern abwärts wird der neue Abfluss zum See 2,5 mal weniger Zeit erfordern als im alten Lauf.

Herr Wey rechnet für das 1868er Hochwasser bei Rheineck eine Abflussmenge von 3880 m^3 pro Sec. mit einer mittlern Geschwindigkeit = 3,3 *m*, was einen Wasserquerschnitt von 1176 m^2 bedingt. Andere Techniker haben ansehnlich weniger gerechnet, etwa 2 *m* Abflussgeschwindigkeit. Dann wäre die Abflussmenge nur $2 \cdot 1176 = 2342$ m^3. Wir wollen mit beiden Wassermengen die Rechnung durchführen und erhalten:

Abflusszeit im alten Flusslauf

$$\frac{26\,627}{3{,}3} = 8069 \text{ Sec. oder } \frac{26\,627}{2} = 13\,314 \text{ Sec.}$$

Abflusszeit im neuen Flusslauf 2,5 mal weniger,

somit = 3228 Sec. und = 5326 Sec.

Differenz = 4841 Sec. oder 7988 Sec.,

um welche der hohe Rheinstand *früher* in den Bodensee fliesst als vorher und — weil die Seefläche 467 Millionen Quadratmeter beträgt — den See mehr erhöht um:

$$\frac{4841 \cdot 3880}{467\,000\,000} = 0{,}04022 \text{ m oder } \frac{7988 \cdot 2342}{467\,000\,000} = 0{,}04006 \text{ m.}$$

In beiden Fällen haben wir demnach dasselbe vorzeitige Steigen des Sees wegen der Abkürzung des Flusslaufes von 4 Centimeter, das durch die spätere Abnahme des Zuflusses, die sich — wie richtig bemerkt — auch entsprechend früher einstellt, nicht compensirt wird, indem das Absinken des Seestandes langsamer vor sich geht als das Steigen.

Die Abflussmenge aus dem See hätte allerdings auch in Betracht gezogen werden sollen, aber in umgekehrtem Sinn, nämlich für die längere Zeitdauer des alten Rheinlaufes. — Da die Seestandssteigerung nur für die schädlichen Hochwasser von Bedeutung ist, so nehmen wir einen Ausfluss von 900 m^3 bei Constanz an, was einen um etwa 0,9 *m* tiefern Seestand bedingt, als das Hochwasser vom 4. Sept. 1890 mit einer Abflussmenge von 1248 m^3 im Unterrhein zeigte.

Der See hätte sich alsdann während der längeren Zeitdauer des Abflusses im alten obern Rheinlauf senken können um $\frac{900 \cdot 4841}{467\,000\,000} = 0{,}0093$, bzw. um $\frac{900 \cdot 8000}{467\,000\,000} = 0{,}0154$ *m*, sodass die totale Steigerung des Seestandes mit Zurechnung der vorhin gefundenen 4 *cm* auf rund 5 *cm* bis 5,5 *cm* steigen würde.

Verbindungsstiften aus gehärtetem Stahl.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika werden seit einiger Zeit zur Verbindung von Holztheilen, die in nachstehenden Abbildungen dargestellten Verbindungsstiften mit Erfolg verwendet, und es wird voraussichtlich