

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung

**Band:** 79/80 (1922)

**Heft:** 11

**Artikel:** Die Pfeilerbewegungen der Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Eglisau und die Massnahmen zur Sicherung des Bauwerkes

**Autor:** Münster, E.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-38059>

### **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:** 06.10.2024

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

**INHALT:** Die Pfeilerbewegungen der Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Eglisau und die Massnahmen zur Sicherung des Bauwerkes. — Zum 20 Jahr-Jubiläum von Letchworth, der ersten Gartenstadt. — Wettbewerb für ein neues Gebäude der Schweizerischen Volksbank in Freiburg. — Ueber die erzwungenen Frequenzen schüttelnder Parallelkurbelgetriebe. — Zur Neubestellung der Direktion im Schweiz. Eisenbahn-

Departement. — Miscellanea: Ausfuhr elektrischer Energie. Eidgenössische Technische Hochschule. Weltausstellung in Brüssel 1930. Das Goldenberg-Werk des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes. Elektrifizierung der japanischen Bahnen. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Stellenvermittlung.

Band 79.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 11.

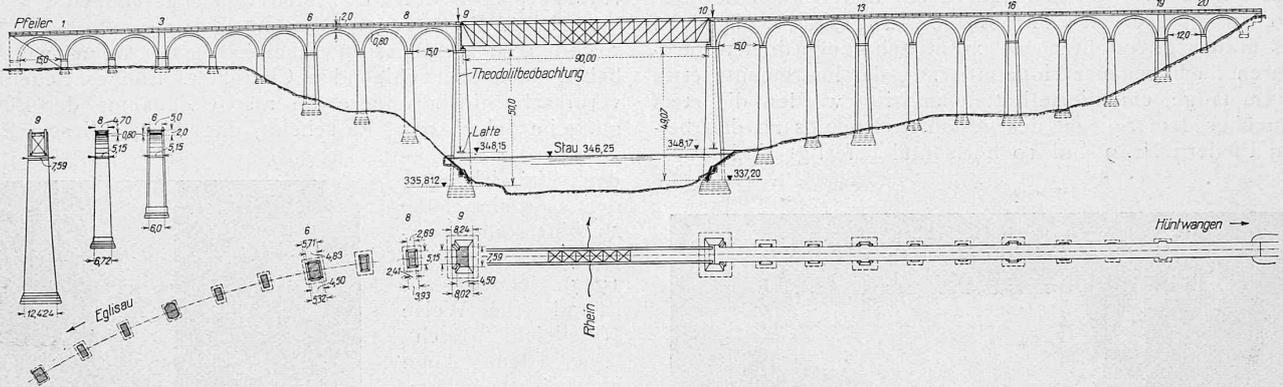


Abb. 1. Ansicht, Grundriss und Schnitte des Rheinübergangs der S. B. B. bei Eglisau, erbaut 1895/97. — Masstab 1 : 2500.

### Die Pfeilerbewegungen der Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Eglisau und die Massnahmen zur Sicherung des Bauwerkes.

Von E. Münster, Brückeningenieur der S. B. B., Kreis III, Zürich.

Es ist bekannt, dass bei der Rheinbrücke in Eglisau<sup>1)</sup>, wie übrigens auch bei der Sitterbrücke der Bodensee-Toggenburgbahn und der im Zuge der Arlberglinie gelegenen Trisannabrücke<sup>2)</sup>, sowie bei andern, auch kleinern Bauwerken ähnlicher Art, die Köpfe der beiden Hauptpfeiler sich mit der Zeit einander nähern. Vorgängig der Beschreibung dieser Erscheinungen bei der Eglisauer-Rheinbrücke folgen einige Angaben über den Bau und die Anordnung dieses Bauwerkes.

Die eingeleisige Rheinbrücke bei Eglisau wurde in den Jahren 1895 bis 1897 von der ehemaligen „Nordostbahn“ mit einem Kostenaufwand von rund 1 Mill. Franken erbaut<sup>3)</sup>. Sie überbrückt den Rhein mit einer eisernen Öffnung von 90 m Stützweite, an die sich beidseitig gemauerte, aus Lägernkalkstein erstellte, gewölbte Viadukte mit neun Öffnungen von 15 m Weite auf dem linken und elf Öffnungen gleicher Weite auf dem rechten Ufer anschliessen. Die Höhe der Uferpfeiler, auf denen die Eisenkonstruktion ruht, beträgt ungefähr 60 m (Abbildung 1).

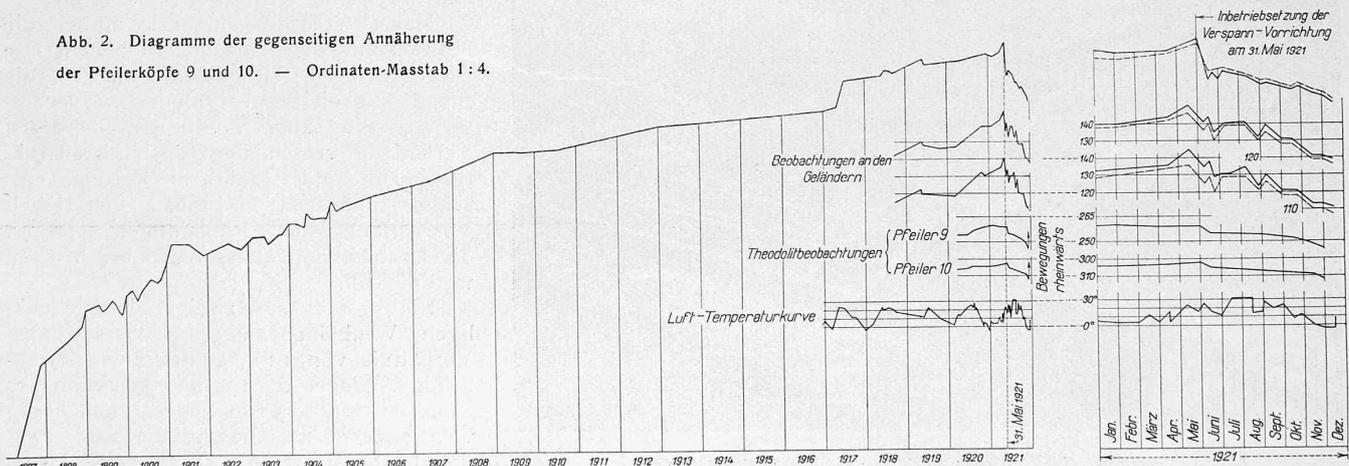
Die ersten Anzeichen, dass in den Uferpfeilern dieser Brücke eine Bewegung stattfindet, wurde kurz nach Schlies-

sung der an diese Pfeiler angrenzenden Gewölbe beobachtet. Sie bestanden in Senkungen der Gewölbescheitel und Bildung von Rissen in den Gewölben und in der Uebermauerung. Infolgedessen wurden diese Vorgänge seit dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Bauwerkes im Mai 1897 genauen und periodischen Beobachtungen unterzogen, wobei, infolge der Unmöglichkeit die beiden Uferpfeiler von festen Punkten aus seitlich anzuvisieren, folgendermassen vorgegangen wurde.

Die Zentren der Gelenkzapfen der beweglichen Auflagerkörper der beiden Hauptträger werden auf die Auflagerplatten, die den Stelzen als Unterlage dienen und die sich mit dem Pfeiler bewegen, hinuntergelotet und die Entfernungen dieser Lote bis zu den Mitten dieser Platten gemessen. Die auf diese Weise erhobenen Masse enthalten die Summen der Bewegungen der *beiden* Uferpfeiler und die Längenänderung des eisernen Mittelträgers infolge der Temperaturschwankungen. Ferner werden beim beweglichen Auflager an drei verschiedenen Punkten die Abstände der Eisenkonstruktion von der Schildmauer gemessen. Als weitere Kontrolle dienen Messungen an den Geländerstangen auf Fahrbahnhöhe. Die Ergebnisse dieser Messungen werden auf die Länge der eisernen Brücke bei 0° C umgerechnet und graphisch aufgetragen (Abbildung 2). Es ist klar, dass durch die Umrechnung auf 0° C die Messergebnisse in ihrer Genauigkeit ungünstig beeinflusst werden. Die im Zeitpunkt der Messung abgelesene Lufttemperatur entspricht im Allgemeinen der Temperatur der gesamten Eisenkonstruktion nicht genau, besonders wenn diese von der Sonne einseitig bestrahlt wird, wodurch in den beiden

1) Vorläufige Mitteilung in Bd. LXXVI, S. 101 (28. August 1920).  
 2) Eingehender Bericht in Bd. LXXVIII, S. 220 (29. Oktober 1921).  
 3) Baubeschreibung in Bd. XXXII, S. 195 (17. Dezember 1898).

Abb. 2. Diagramme der gegenseitigen Annäherung der Pfeilerköpfe 9 und 10. — Ordinaten-Masstab 1 : 4.



Hauptträgern ungleiche Längenänderungen erzeugt werden. Ganz unberücksichtigt bleiben bei diesen Messungen die Längenänderungen der Anschlussviadukte. Den Messungen haftet überdies der Mangel an, dass sie nur die *Summen* der Bewegungen der beiden Strompfeiler ergeben.

Um diese Ungenauigkeiten auszuschalten und überdies die Bewegung jedes einzelnen Pfeilers kennen zu lernen, wurden vor einigen Jahren auf den Köpfen der beiden Strompfeiler eiserne Konsolen eingebaut, von denen aus mittels Theodoliten mit exzentrisch angeordneten Fernrohren nach genauer Horizontierung der Instrumente etwa 60 cm lange, emaillierte Latten anvisiert werden, die etwa 2 m über dem Spiegel des gestauten Rheines an den beiden Pfeilern Nr. 9 und 10 horizontal befestigt sind.

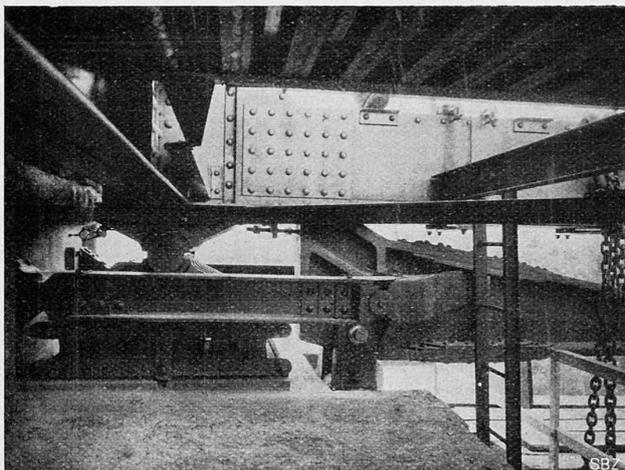


Abb. 7. Uebertragung der Hebelkraft am beweglichen Auflager auf Pfeiler 10.

Das Gesamtmaß der Annäherung der Köpfe der beiden Uferpfeiler vom April 1897 bis Ende Mai 1921 d. h. bis zum Einbau der unten näher beschriebenen Verspannvorrichtung beträgt 240 mm. Der Verlauf dieser Bewegung ist in Abbildung 2 veranschaulicht. Aus der, bei dem an den linksufrigen Pfeiler anschliessenden Gewölbe beobachteten grösseren Scheitelsenkung wurde geschlossen, dass der linksufrige Pfeiler, auf dem sich das feste Auflager der Eisenkonstruktion befindet und der somit die auf den eisernen Ueberbau einwirkenden Wind- und Bremskräfte aufzunehmen hat, an dieser Bewegung einen grösseren An-

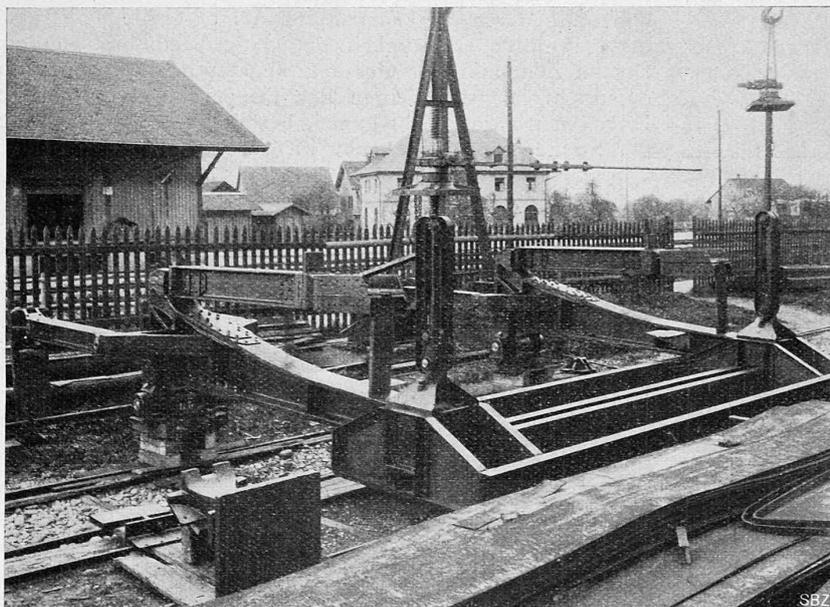


Abb. 5 Ueberblick auf die Verspannvorrichtung; vorn der Gewichtsklotz-Träger.

teil habe, als der rechtsufrige. — Durch die zunehmende Bewegung der Pfeilerköpfe wurden die Stelzen der beweglichen Auflagerstütze so schief gestellt, dass deren Umkippen befürchtet werden musste und sie erstmals im Mai 1899, ein zweites Mal im Juli 1905 und ein drittes Mal im Juli 1920 wieder aufgerichtet werden mussten. Bei der letztmaligen Wiederaufrichtung wurden auch die Auflagerplatten unter den Stelzen nachgeschoben.

Diese Bewegungen, die, nach den graphischen Aufzeichnungen zu schliessen, scheinbar immer kleiner werden, haben doch beunruhigenden Charakter. Einiges Bedenken verursachte insbesondere die rasche Zunahme der Bewegung im Jahre 1917. Es scheint, dass bis zu diesem Zeitpunkt die Pfeiler den Einwirkungen der Gewölbeschübe zu widerstehen vermochten, im Jahre 1917 jedoch auf irgend eine Weise (vielleicht durch feine, dem Auge nicht sichtbare Rissbildungen in der Zugzone des Pfeilermauerwerks) dieser Widerstand überwunden wurde. Es lag nahe, zu vermuten, dass sich ähnlich sprunghafte Bewegungen in Zwischenräumen von einigen Jahren, in immer kürzern Zeitabständen wiederholen könnten, wodurch das Mauerwerk an Widerstandskraft immer mehr verlieren würde, was früher oder später die Zerstörung des Bauwerks zur Folge hätte.

Man sah sich daher genötigt, nach Mitteln und Wegen zu suchen, um, entweder durch Entfernung der Ursachen (Ersatz der Gewölbe durch Balken) oder durch Einschaltung von Kräften, die den Gewölbeschüben entgegenwirken, eine Sicherung des Bauwerkes zu erzielen.

Die vorgenommenen Studien ergaben, dass ein Ersatz der Gewölbe durch Balken auf dem linken Ufer auf mindestens eine und auf dem rechten Ufer auf mindestens drei Gruppen von je drei Gewölben ausgedehnt werden müsste. Da diese Arbeiten unter Aufrechterhaltung des Betriebes durchgeführt werden müssten, so würden sie ausserordentlich hohe Kosten verursachen. Diese, wenn auch den Erfolg am sichersten gewährleistende Lösung wurde daher vorläufig nicht weiter verfolgt.

Man untersuchte sodann Lösungen, die bezweckten, den Gewölbeschüben Kräfte entgegenwirken zu lassen, um so die Standfestigkeit der Uferpfeiler zu verbessern. Nach längeren Studien, in deren Verlauf die verschiedenartigsten Konstruktionen zu Papier gebracht wurden, entschloss man sich zum Einbau einer Hebelvorrichtung (siehe Abbildungen 3 bis 7), die im folgenden etwas näher beschrieben werden soll.

Sie besteht aus zwei ungleichschenkligen Winkelhebeln, im Uebersetzungsverhältnis von 1 : 6,36, die beim beweglichen Auflager der Eisenkonstruktion angeordnet und wovon jeder unabhängig vom andern, auf die Auflagerbank pendelnd abgestützt ist. Diese zwei Hebel

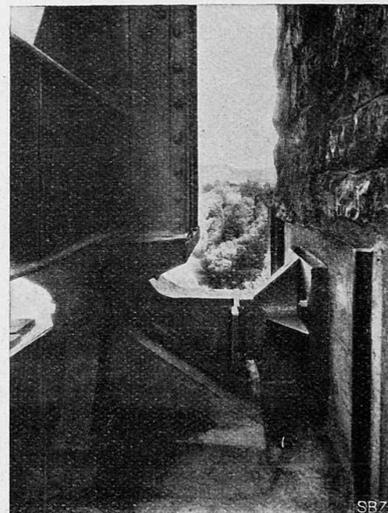


Abb. 8. Gegenstützpunkt auf Pfeiler 9.

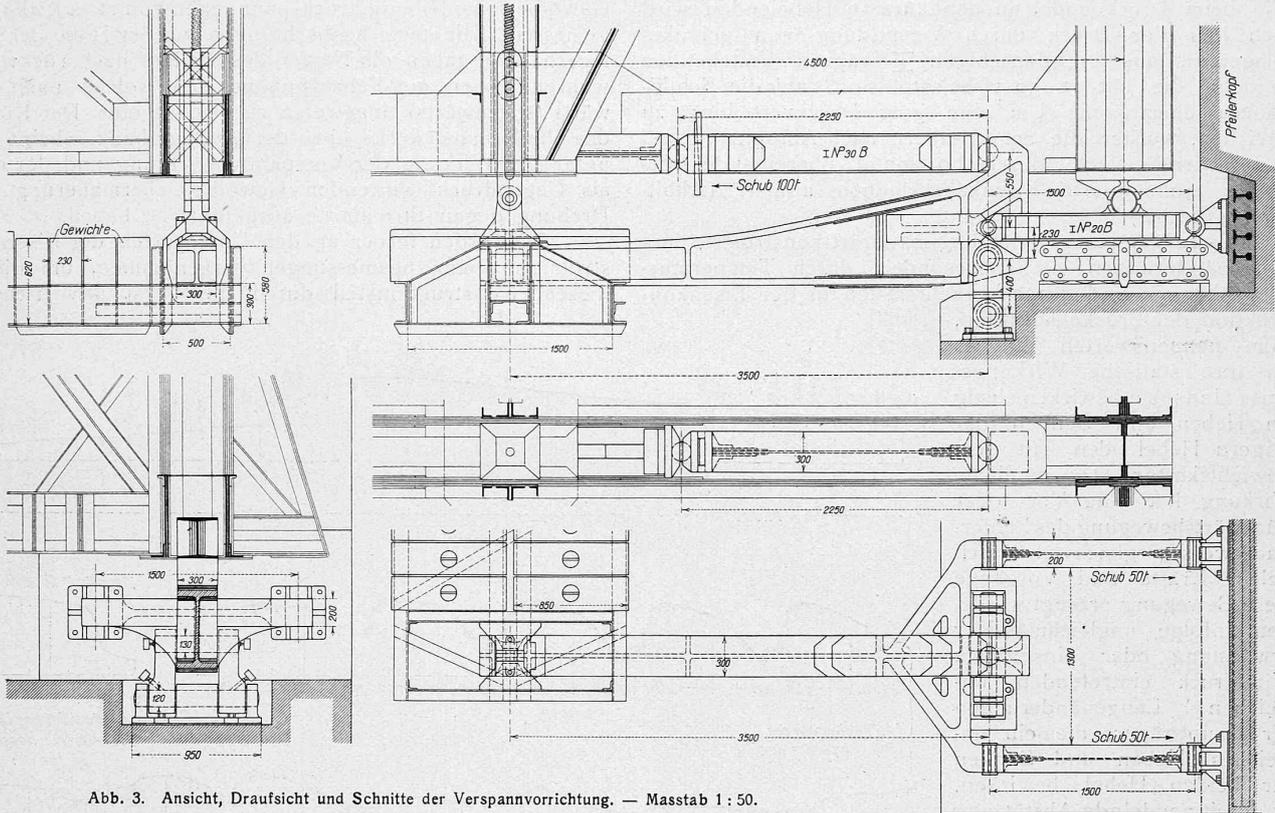


Abb. 3. Ansicht, Draufsicht und Schnitte der Verspannvorrichtung. — Masstab 1 : 50.

befinden sich in den Ebenen der beiden Hauptträger der Brücke und sind an ihren längern Enden durch eine pendelnd angehängte, also quer zur Brückenaxe gelagerte, kastenförmige Konstruktion verbunden, die zur Aufnahme der gusseisernen Gewichtskörper dient. Die Querkonstruktion mit den Gewichten kann durch Vorrichtungen angehoben werden, die in die darüber befindlichen Pfosten des linken und rechten Hauptträgers der Brücke eingebaut sind, womit die Verspannvorrichtung ausser Wirkung gesetzt werden kann. Diese Vorrichtungen bestehen aus Spindeln mit auf Kugeln gelagerten Rätchenantrieben und gestatten ein Anheben und Herablassen des Gewichtskastens innert weniger Minuten, was insbesondere bei den Versuchen anlässlich der Inbetriebnahme sehr wertvoll war.

Mit ihrem kürzern Ende greifen die Hebel durch Vermittlung von beidseitig mit Kugellagern versehenen Pendeln in die kastenförmigen Untergurtstäbe ein, durch die der Druck von je 100 t ins feste Auflager hinübergeleitet und hier durch besondere Lagerkörper auf das Mauerwerk des linksseitigen Uferpfeilers übertragen werden sollen (Abb. 8). In den Endfeldern Seite Eglisau wurden die Stehbleche dieser Untergurtstäbe durch Saumwinkel und Verstreben versteift. Der Gesamtschub der Verspannvorrichtung von 200 t auf jeden der beiden Uferpfeiler ist um je etwa 24 t grösser als der Schub aus Eigengewicht der an die Uferpfeiler anschliessenden Gewölbe. Die Gegenstützungen jedes Hebels sind zweiteilig ausgeführt, da sie um die Auflagerkörper der Brücke herumgeleitet werden müssen (Abb. 7).

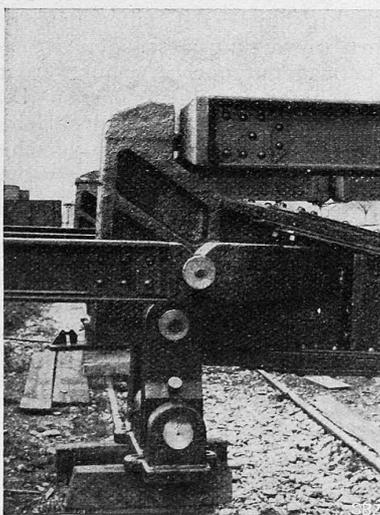


Abb. 6. Hebelkopf mit Pendelslütze (zu unterst), Lagerung der kleinen (Mitte) und der grossen Druckpendel (oben). (Vergleiche auch die Abbildungen 3 und 7.)

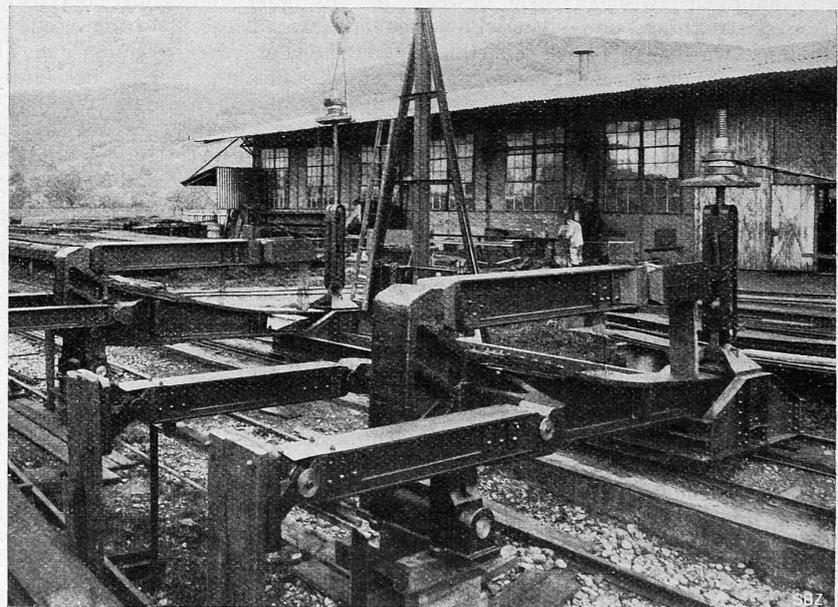


Abb. 4. Ueberblick auf die Verspannvorrichtung, von der Pfeilerseite aus gesehen.

Wie beim Druckpendel an den kürzern Hebelenden wird auch hier der Druck durch Vermittlung von gelenkig gelagerten, aus breitflanschigen I-Trägern bestehenden Pendeln, die mit je 50 t belastet sind, auf die Schildmauern übertragen. Um eine gute Druckverteilung zu erreichen, wurden die Schildmauern nach Ausspitzung auf entsprechende Tiefe durch horizontal übereinander gelagerte einbetonierte Eisenbahnschienen armiert (Abbildung 3, rechts).

Diese Verspannvorrichtung ist derart konstruiert, dass Längenänderungen, die insbesondere durch Temperaturschwankungen und durch Verkehrslasten in der Eisenkonstruktion der Brücke auftreten, ohne nennenswerten Einfluss auf ihre statische Wirkungsweise sind; sie bewirken einzig ein Heben und Senken der längeren Hebelenden mit dem Gewichtskasten. Die nämliche Wirkung hat eine Vor- oder Rückwärtsbewegung des Pfeilermauerwerks, gleichviel durch welche Kräfte und Vorgänge diese Bewegung erzeugt werde. Den infolge ungleichmässiger Erwärmung oder einseitigem Winddruck eintretenden ungleichen Längenänderungen der Hauptträger, die ein ungleiches Heben und Senken der beiden Hebel bewirken, ist durch pendelnde Abstützung der Querkonstruktion mit den Gewichten auf den beiden Hebelenden Rechnung getragen worden.

Bei den Studien wurden Befürchtungen gehegt, dass die Hebelkonstruktion beim Befahren der Brücke durch die Züge in Schwingungen geraten und dabei eine hämmernde Beanspruchung des Mauerwerks hervorrufen könnte. Diese Bedenken konnten durch Messungen, die vor der Ausführung der Verspannvorrichtung an der Eisenkonstruktion und am Mauerwerk mit Hilfe eines Belastungszuges aus vier A <sup>3</sup>/<sub>5</sub> Lokomotiven von je etwa 105 t Gesamtgewicht ausgeführt wurden, zerstreut werden. Die mittels registrierenden Apparaten durchgeführten Erhebungen ergaben nur sehr geringe Längsschwankungen zwischen dem beweglichen Auflager der Eisenkonstruktion und dem Pfeilermauerwerk. Dieses Ergebnis wurde anlässlich der Inbetriebnahme der Verspannvorrichtung durch Messungen an dieser selbst bestätigt. Der Grund, dass die Brücke so geringe Längsschwankungen aufweist, mag darin liegen, dass sie zufolge ihres durchgehenden Schotterbettes ein grosses Eigengewicht besitzt (etwa 10 t/m).

Die Inbetriebnahme der Verspannvorrichtung erfolgte am 31. Mai 1921. Dabei wurden vorerst die Einwirkungen der Vorrichtung auf Eisenkonstruktion und Mauerwerk mittels Spannungsmessern, Klinometern und Theodoliten beobachtet und sodann die vertikalen Bewegungen und Schwingungen der Hebel unter dem Einfluss einer in verschiedenen Geschwindigkeiten fahrenden Verkehrslast aus zwei Lokomotiven von je 105 t Gewicht durch registrierende Apparate aufgenommen.

Beim Einschalten des Hebelgewichtes wurden anfänglich bei den Spannungsmessern, die an der Aussen- und Innenleibung des dem rechtsufrigen Uferpfeiler zunächst liegenden Gewölbes angebracht waren, sehr bedeutende Ausschläge beobachtet, die offenbar auf teilweises Schliessen von Rissen im Gewölbe- und Stirnmauerwerk zurückzuführen sind. Bei der Wiederholung der Ein- und Ausschaltung wurden sodann an der Gewölbe-Aussenleibung Zugspannungen von etwa 2,5 kg/cm<sup>2</sup> und an der

Gewölbe-Innenleibung Druckspannungen von etwa 1,2 kg/cm<sup>2</sup> gemessen. Klinometerbeobachtungen auf der Höhe der Auflagerbank ergaben ein Neigen des Pfeilers nach rückwärts, während oben auf Fahrbahnhöhe eine solche nach vorwärts (stromwärts) eingetreten zu sein scheint. Der Körper des Pfeilermauerwerks über der Auflagerbank scheint also unter der Wirkung der Verspannvorrichtung und der oben als Gegendruck wirkenden Gewölbe-Uebermauerung eine Drehung gegen Strommitte ausgeführt zu haben.

Es wurden ferner an den Untergurten der Eisenkonstruktion Spannungsmessungen vorgenommen, um die in diesem Konstruktionsteil durch die Verspannvorrichtung

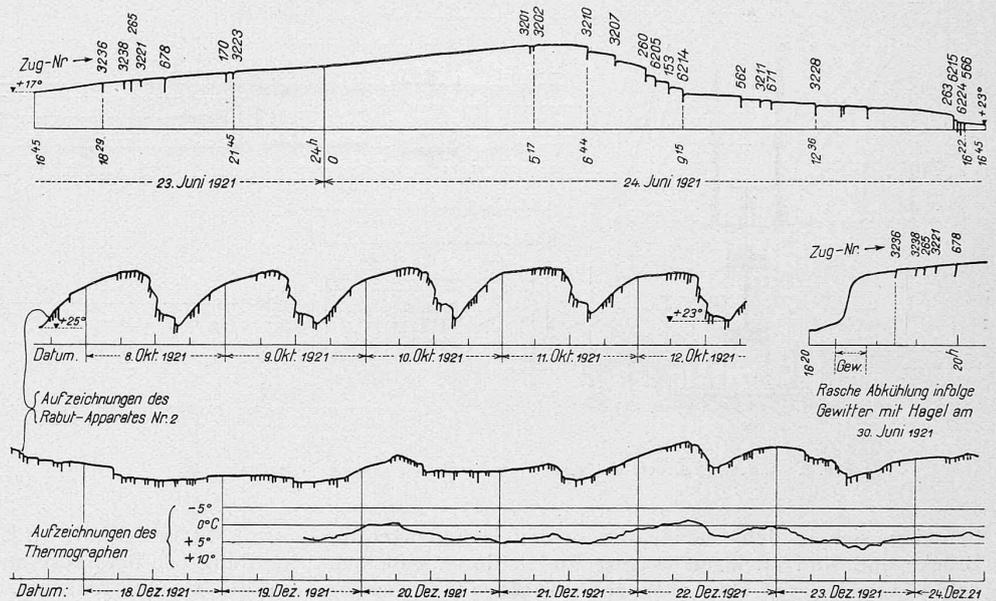


Abb. 9. Diagramme der Hebelbewegungen bei Wärme und Kälte (Aufwärts—Senkung). — Ordinaten-Masstab 1 : 10.

verursachten zusätzlichen Druckkräfte zu ermitteln. Von den 100 t, die durch die Verspannvorrichtung in die Untergurten geleitet wurden, konnten indessen am festen Auflager nur etwa 30 t nachgewiesen werden. Ein Teil des von der Verspannvorrichtung ausgeübten Schubes wird durch die Reibung an den beweglichen Auflagern, sowie durch innere Arbeit in Eisenkonstruktion und Oberbau verloren gegangen sein. Der grössere Teil wird aber vom Untergurt durch die Streben in den Obergurt und von dort durch die Schienen auf den Pfeiler 9 übertragen worden sein. Ueber die Ergebnisse der unter dem Belastungszug ausgeführten Schwingungsmessungen ist bereits berichtet worden; es mag nur noch erwähnt werden, dass die mit Askenasy-Apparaten aufgenommenen Diagramme der Entfernungsänderungen zwischen den Hebelenden und der eisernen Brücke bei keiner der verschiedenen Geschwindigkeiten des Probezuges Resonanzerscheinungen erkennen liessen.

Aus den Auftragungen der Abbildung 2 geht deutlich hervor, dass die Verspannvorrichtung auf die Brücke nicht ohne Einfluss geblieben ist. Bei der Inbetriebnahme und in den ersten darauf folgenden Tagen war eine Rückwärtsbewegung des Pfeilers deutlich erkennbar. Während dieser Zeit scheinen sich die Risse in den Gewölben geschlossen zu haben. Im Juli und August 1921 fand jedoch wieder eine Vorwärtsbewegung der Pfeiler gegen Strommitte statt. Es ist zu vermuten, dass diese neuen Vorwärtsbewegungen durch die, infolge der andauernden grossen Wärme hervorgerufenen beträchtlichen Längenausdehnungen der Anschlussviadukte veranlasst wurden. Die konstanten Schübe der Verspannvorrichtung scheinen also von den infolge Temperaturzunahme wachsenden Schüben der Anschlussviadukte überwältigt worden zu sein. Die bei eingetretenem Abfall der Temperaturen wieder stattfindende Rückwärtsbewegung der Pfeiler ist, wie aus Abbildung 2 hervorgeht,

