

Ueber die Bewegungen der Hauptpfeiler-Köpfe der Trisannabrücke an der Arlbergbahn

Autor(en): **Örley, Leopold**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **77/78 (1921)**

Heft 18

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-37344>

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.

Angestellte liegen vorn rechts, sie werden durch den mittlern Haupteingang betreten. Von reizender Wirkung ist der Binnenhof, um den alle Räume des Erdgeschosses gruppiert sind und der sie unter einander verbindet. Das robuste Mauerwerk wie die in ursprünglich ortsüblicher Weise mit unregelmässigen Schieferplatten gedeckten Dächer passen gut in die grosse, kontrastreiche und sonnendurchglühte Landschaft, in die die vorgelagerten Terrassen und übrigen Umgebungsarbeiten überleiten, deren gärtnerischen Teil E. Klingelfuss in Wollishofen geschaffen hat.

Im nächsten Heft wird eine weitere Anzahl von Bildern zeigen, wie sehr es den Architekten gelungen ist, die Absicht des Bauherrn zu verwirklichen: den Angestellten und Arbeitern nach der mühsamen Tagesarbeiten ein behagliches „Foyer“ zu bieten, wo sie, jeder nach seinem Wunsch, den Feierabend zubringen können.

(Schluss folgt.)

Ueber die Bewegungen der Hauptpfeiler-Köpfe der Trisannabrücke an der Arlbergbahn.

Von Prof. Dr. Leopold Örtley, Wien.¹⁾

In Heft 9 der „S. B. Z.“ vom 28. August 1920 (Bd. LXXVI, Seite 101) findet sich ein kurzer Bericht über den Eglisauer-Rheinviadukt der S. B. B. und die an diesem Bauwerke beobachteten Pfeilerbewegungen. Der Bericht gibt mir Anlass, über ganz ähnliche Erscheinungen an dem bekannten Trisanna-Viadukt der Arlbergbahn in Tirol, ihre vermutlichen Ursachen, sowie ihre mögliche Behebung, Mitteilung zu machen.

I.

Die Hauptanlageverhältnisse des Trisanna-Viaduktes sind aus den Abbildungen 1 und 2 ersichtlich. Er wurde in der Zeit von Juni 1883 bis Juli 1884 erbaut und zwar bezüglich der seitlichen gemauerten Viadukte aus rauhem Bruchsteinmauerwerk (Quarzphyllit) mit Kufsteiner Zement-

Innsbruck) das feste Lager und auf der höheren Seite (gegen Bregenz) ein bewegliches Stelzenlager.

Unmittelbar nach Beendigung der Tragwerks-Montierung ergaben durchgeführte Messungen und die eingetretene Schiefstellung der Lagerstelzen den Beweis eines nicht unbeträchtlichen Zusammengehens der beiden Hauptpfeilerköpfe (130 mm) und in Verfolg dessen wurde Ende August 1884 das feste Lager um 95 mm gegen Innsbruck verschoben und wurden die Lagerstelzen wieder in ihre lothrechte Mittellage aufgerichtet. Die Messungen der Bauführung wurden bis zu deren Abberufung von der Baustelle fortgesetzt und wiesen bis 4. Oktober 1884 eine Annäherung der Hauptpfeilerköpfe um 160 mm gegenüber der Lage zu Beginn der Gewölbemauerung (Mitte Mai 1884) auf.

Durch die Organe der Bahnerhaltung wurde die Beobachtung der Pfeilerbewegungen sodann auf der Bregenzer Seite anfangs 1885 und auf der, für die Beobachtung wesentlich ungünstigeren Innsbrucker-Seite anfangs 1891 wieder aufgenommen und seither regelmässig fortgesetzt. Diese Beobachtungen haben ein stetiges Fortschreiten der Pfeilerbewegungen ergeben und gezeigt, dass sich die Entfernung der beiden Hauptpfeilerköpfe von Baubeginn bis Ende 1918 um rund 300 mm vermindert hat. Die graphische Darstellung der Pfeilerbewegungen und die angemessene Zusammensetzung der getrennten Beobachtungsreihen von Bau und Bahnerhaltung zu einem gemeinsamen Schaubilde als Zeit-Weg-Kurve ist in den Abbildungen 3 und 4 zur Darstellung gebracht.

Die Bewegung der Hauptpfeilerköpfe gegen die Brückenmitte verursachte zunächst die Entstehung von Gewölberissen senkrecht zur Bahnaxe in den unmittelbar anschliessenden 9,00 m weiten Viaduktöffnungen, weiterhin aber auch in allen übrigen Gewölben dieser Art. Diese Erscheinung ist eine natürliche Folge der Stützlinien-Aenderung in den gelenklosen talseitigsten Oeffnungen und der geringen Steifheit der hohen schlanken Zwischen-

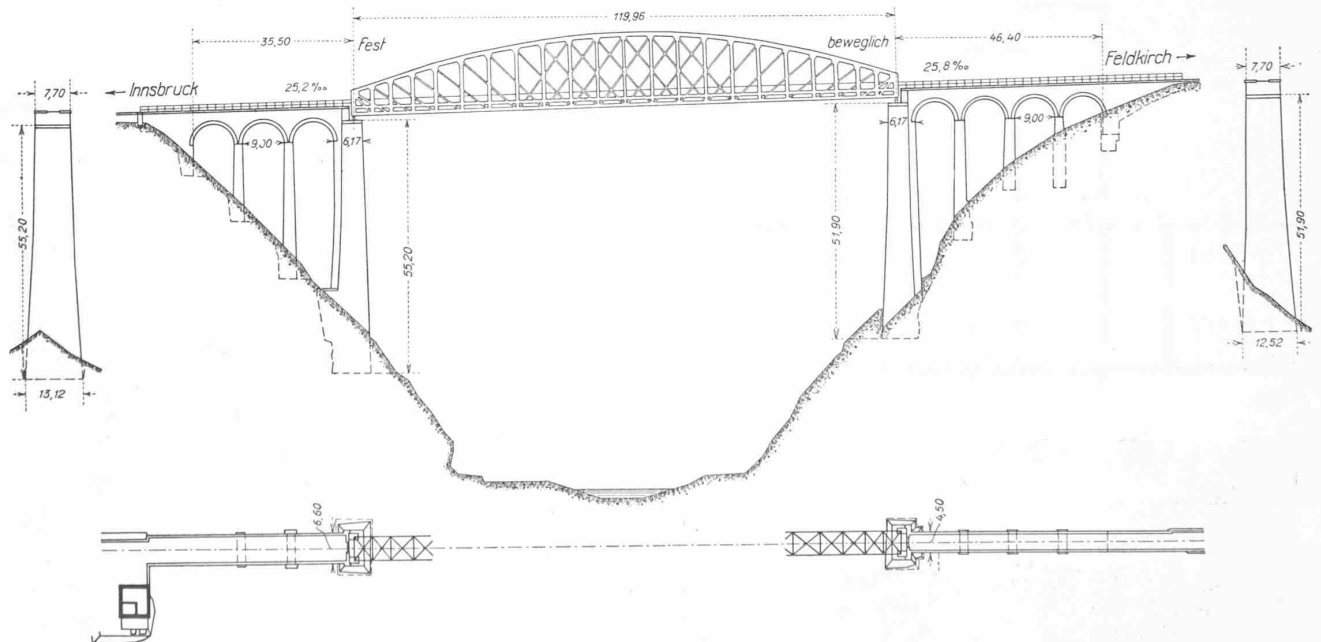


Abb. 1. Trisanna-Viadukt der Arlbergbahn bei Km. 80,5/8. — Ansicht und Draufsicht 1:500.

kalk (Roman-Zement). Die beiden Hauptpfeiler sind auf festem Fels fundiert und erhielten in Höhenabständen von ungefähr 10 m durchbindende Mauerwerkslagen aus sorgfältiger bearbeiteten Schichtensteinen. Die 9,00 m weiten Viaduktgewölbe wurden als vollgemauerte Bogen, durchaus ohne Gelenke zur Ausführung gebracht. Die 120 m weit gespannte, in 25,5 ‰ Neigung gelegene Eisenkonstruktion der Hauptöffnung erhielt auf der tieferen Seite (gegen

¹⁾ Manuskript eingelaufen am 7. Jan. d. J.

Red.

pfeiler gegenüber unsymmetrischen Gewölbeschüben. Infolge dieses „Mitgehens“ der Zwischenpfeiler verteilt sich nun die Hauptpfeiler-Bewegung auf alle Viadukt-Gewölbe und zwar wegen des geringeren Formänderungs-Widerstandes der höheren Pfeiler derart, dass die talseitigste Oeffnung die grösste Lichtweiten-Aenderung erfährt, die bergseitigste dagegen die geringste. Mit dieser Ueberlegung stimmen die tatsächlich eingetretenen Rissbildungen der Gewölbe vollständig überein. Sie sind umso bedeutender, je

näher das Gewölbe zum Hauptpfeiler liegt. Die entstandenen Gewölberisse wurden im Laufe der Jahre wiederholt durch Mörtleinpressungen verschlossen, haben sich aber infolge des stetigen Fortschreitens der Hauptbewegung immer wieder von Neuem gebildet.

II.

Ueber die Ursache der geschilderten Bewegungen hat lange Zeit erhebliche Unklarheit geherrscht; es wurden vielfach als Bewegungsursache stossende und zerrende Einwirkungen der Eisenkonstruktion, Bremskräfte, unvollkommene Wirkung der Lagerkonstruktionen, Bewegungen des Baugrundes usw. vermutet. Durch übersichtliche Zusammenstellung aller in Frage kommenden Kräfte und Untersuchung ihrer möglichen Wirkungen wurde im Herbst 1911 vom Verfasser, in seiner damaligen Eigenschaft als Ingenieur der Staatsbahn-Direktion Innsbruck, der Nachweis geliefert, dass für die Pfeilerbewegungen in erster Linie der Gewölbeschub der anschliessenden Viadukt-Oeffnungen massgebend ist. Die

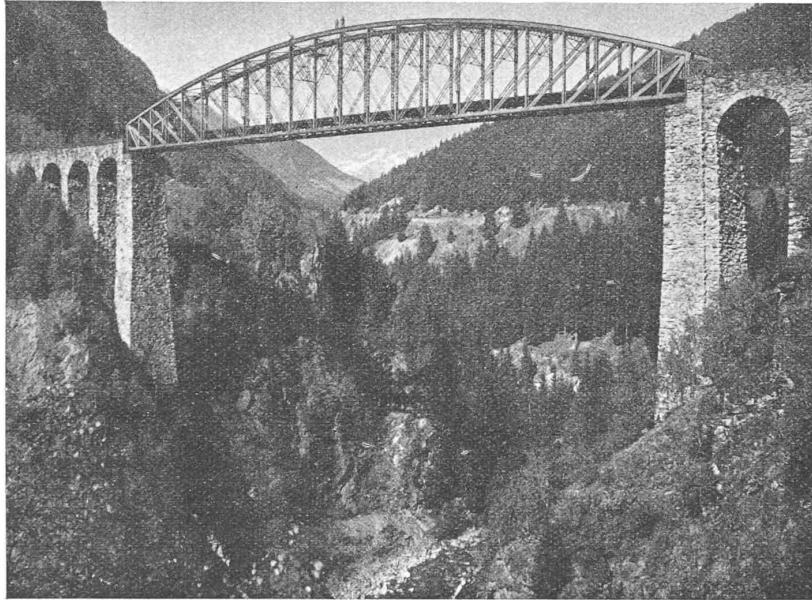


Abb. 2. Ansicht des Trisanna-Viadukts vom Paznauntal aus gegen die Arlbergstrasse und das Stanzer-(Rosanna)-Tal gesehen.

Aufsuchung der Bau-Beobachtungen und deren bildliche Zusammenfügung mit den späteren Messungen während des Betriebes ergaben hierbei die in den Abbildungen 3 und 4 dargestellten überaus kennzeichnenden Schaubilder. In diesen sind die tatsächlichen Beobachtungsergebnisse durch einen stark ausgezogenen un stetigen Linienzug deutlich hervorgehoben. Infolge sehr ungünstiger Beobachtungs-Verhältnisse ist die Genauigkeit der Messungs-Ergebnisse beim Innsbrucker Hauptpfeiler wesentlich geringer als beim Bregener Hauptpfeiler.

Für die sachgemässe Beurteilung dieser Darstellungen ist zunächst die Kenntnis der Beobachtungsart einermassen von Belang. Die jedesmaligen Messungen wurden im Wesentlichen durch wiederholte vertikale Uebertragung

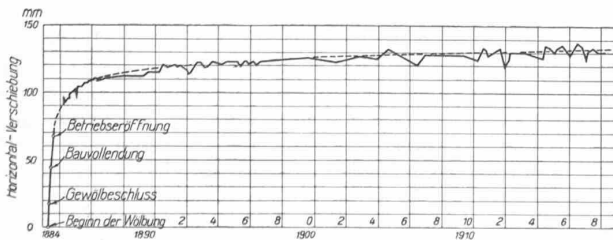


Abb. 3. Bewegung des Hauptpfeilers auf der Bregener Seite.

einer Pfeilerkopfmarke auf den Pfeilerfuss — oder umgekehrt — mit Hilfe eines gewöhnlichen Universal-Instrumentes durchgeführt. Da das Fernrohr hierbei um einen bedeutenden Höhenwinkel gekippt werden muss, ist der Einfluss des allfällig entstehenden Beobachtungsfehlers recht erheblich, ganz besonders beim Innsbrucker Hauptpfeiler, dessen vertikaler Uebertragungswinkel infolge von Geländeschwierigkeiten sehr gross ist. Leider blieben die auf eine Verbesserung der Beobachtungsmethode abzielenden Vor-

schläge des Verfassers unausgeführt, sodass auch bei den Beobachtungen des letzten Jahrzehntes keine wesentlich grössere Genauigkeit erzielt werden konnte, was im Graphikon des Innsbrucker Pfeilers sehr deutlich zum Ausdruck kommt und dort die Sicherheit der theoretischen Folgerungen entsprechend beeinträchtigt.

Die in den beiden Schaubildern gestrichelt eingetragenen Kurven bringen, ungetrübt durch grössere Beobachtungsfehler, zunächst die grundlegende Eigenart der Pfeilerbewegungen klar zum Ausdruck. Vergleicht man den Ver-

lauf der Kurven mit den gleichfalls eingetragenen wichtigsten Phasen des Viaduktbaues, so ist hieraus der enge Zusammenhang mit dem ersten Auftreten und der spätern Zunahme des Gewölbeschubes überaus sinnfällig. Die Bewegung der Pfeilerköpfe beginnt mit der Mauerung der Gewölbe und schreitet so lange rapid fort, als die Belastung zunimmt. Sobald aber der grösste Gewölbeschub erreicht ist, beginnt die Formänderung immer langsamer zu werden und anscheinend einem Endzustand zuzustreben. Bei dem Bregener

Hauptpfeiler ist dieser Endzustand der primären Bewegung schon nahezu erreicht; der beiläufige Jahreszuwachs beträgt nur mehr rund 0,5 mm. Der Innsbrucker Hauptpfeiler dagegen weist derzeit noch ein jährliches Bewegungsmass von ungefähr 1,4 mm auf.

Wären die beiden Hauptpfeiler vollkommen elastische Körper, so müsste das grösste Mass ihrer Formänderung mit dem Maximum des Gewölbeschubes enge zusammenfallen. Da aber Mauerwerks-Konstruktionen nur sehr unvollkommene Elastizität aufweisen, so treten *Formänderungs-Nachwirkungen* auf, über deren Grösse und Dauer

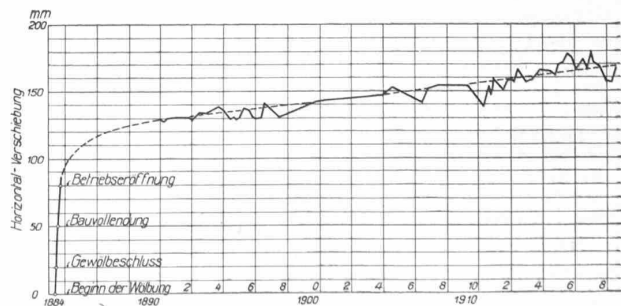


Abb. 4. Bewegung des Hauptpfeilers auf der Innsbrucker Seite.

bisher leider keine genaueren Ergebnisse vorliegen, deren ausklingender Verlauf sich aber sehr wohl über Jahrzehnte erstrecken kann. Der Physiker M. Schmidt fasste 1877 das Ergebnis seiner Versuche auf diesem Gebiete in den Satz zusammen, dass „die *Nachwirkungs-Deformationen* umso grösser ausfallen, je geringer die *Elastizität des Materiales* ist.“

Dass solche Formänderungs-Nachwirkungen bei Mauerwerks-Konstruktionen tatsächlich auftreten, geht u. a. sehr

deutlich aus den 1892 vom Oesterr. Ing. u. Arch.-Verein durchgeführten, umfassenden Gewölbe-Bruchversuchen hervor. Die Abbildung 5 zeigt deutlich den Einfluss der Zeit auf die Formänderung des belasteten Gewölbes, was auch der damalige Referent des Gewölbe-Ausschusses, Prof. E. Brik, in seinem Berichte ausdrücklich hervorhob. Am auffälligsten ist das Fortschreiten der mit grösster Sorgfalt und hoher Genauigkeit erhobenen Formänderung in den Schaubildstrecken BC und DE während der zugehörigen Belastungspausen von 9 Tagen beziehungsweise 18 Stunden. Sodann kommt aber auch der Einfluss der Zeit in der flacheren Lage der Diagrammstrecke AB gegenüber den Strecken CD deutlich zum Ausdruck. Die Aufbringung der zu AB gehörigen Last von 17,8 t (Montierung des halbseitigen eisernen Belastungsgerüsts) erfolgte sehr langsam (Dauer 14 Tage) wodurch die zugehörige Formänderung sehr gross wurde. Im Gegensatz hierzu ging die darauffolgende Probelastung von 17,8 t bis 46,1 t sehr rasch vor sich, was augenscheinlich den relativ geringen Bewegungszuwachs im Bereiche CD während der nur fünfständigen Versuchsdauer zur Folge hatte.

Ein ganz gleichartiger Einfluss der Zeit auf die Grösse der Formänderung lässt sich übrigens auch unmittelbar bei der Trisannabrücke aus den beobachteten vertikalen Setzungen der Hauptpfeiler feststellen. Ende Mai 1884 war die Aufmauerung der Pfeiler vollendet; es waren die Auflagerquader versetzt und wurde die Montage der Eisenkonstruktion begonnen. Trotzdem aber vollführten die auf festem Felsen aufruhenden Pfeiler (wie die bezüglichen Baubuch-Notizen besagen) bis Mitte Oktober 1884 noch Setzungen von 46 mm (Bregenzer-Seite), beziehungsweise 33 mm (Innsbrucker-Seite). Wären die Beobachtungen über diesen Zeitpunkt hinaus fortgeführt worden, so hätten sich gewiss auch noch weitere Pfeilersetzungen feststellen lassen.

Von besonderem Interesse ist ein Vergleich der tatsächlich beobachteten Horizontalbewegungen der Pfeilerköpfe mit den theoretisch berechneten Verschiebungsgrössen. Der bezüglichen Näherungsrechnung wurde vom Verfasser mit Rücksicht auf Mauerwerks-Gattung und -Güte ein Formänderungswert (meist fälschlich „Elastizitätsmodul“ genannt!) von $E = 30000 \text{ kg/cm}^2$ zu Grunde gelegt. Das Ergebnis ist in der nachfolgenden Tabelle übersichtlich eingetragen.

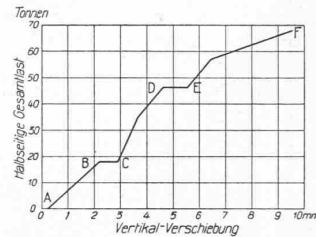
Horizontal-Verschiebung der Hauptpfeilerköpfe der Trisannabrücke		Innsbrucker Hauptpfeiler		Bregenzer Hauptpfeiler		
		mm	%	mm	%	
Berechnet	Theoretische Formänderung auf Grund von: Gewölbeschub (ständ. + bewegl. L.) Exzent. Auflagerdruck der Eisenkonstruktion (ständ. + bewegl. Last) Lager-Reibung	80,4	100	61,0	100	
	Beobachtet	Bis 4. X. 1884: Ende der Bau-Beobachtungen *)	87	108	73	120
		Bis Ende 1918.	168	209	133	218
	Somit Zunahme während des Betriebes (34 Jahre)	81	101	60	98	

*) Betriebseröffnung; 6. September 1884.

Auch dieser Vergleich der theoretisch berechneten Verschiebungsgrössen mit den Ergebnissen der praktischen Beobachtung spricht in hohem Masse dafür, dass die Ursache der auffallenden Pfeilerbewegungen im Gewölbeschub gelegen ist. Die in allen Belangen grössere Verschiebung des Innsbrucker Hauptpfeilers hat ihre Ursache wohl zum Teil in der um 3,30 m grösseren Höhe dieses Pfeilers, hauptsächlich aber in der ungleichen Breite der beiderseitigen Viadukte. Der Bregenzer-Viadukt hat eine Kronenbreite von 4,50 m, der Innsbrucker aber eine von 6,60 m. Der Horizontalschub des letzteren muss also sehr erheblich überwiegen (177 t gegen 121 t aus der ständigen Last)

und demgemäss auch eine grössere Formänderung der im übrigen vollkommen gleichartig dimensionierten Pfeiler bewirken.

Auf die Grösse und den langsamen Auslauf der Formänderungs-Nachwirkungen kann möglicherweise auch der nur stossweise wiederkehrende Gewölbeschub aus der bewegten Last von erheblichem Einfluss sein. Jedes Material benötigt eine gewisse Zeit, um unter dem Einfluss äusserer Kräfte in die durch sie bedingte neue Gestalt überzugehen. Da nun diese Zeit umso grösser ist, je unvollkommener elastisch das Material beschaffen ist, so kann dieser Umstand bei dem nur kurzfristig wirkenden beweglichen



- A-B: Aufbringung des eisernen Belastungsgerüsts, Dauer 14 Tage.
- B-C: Belastungspause, Dauer 9 Tage.
- C-D: Aufbringung der Probelast, Dauer 5 Stunden.
- D-E: Belastungspause, Dauer 18 Std.
- E-F: Aufbringung der Probelast, Dauer 2 Stunden.
- Erste Rissbildung bei 63,25 t halbseitiger Gesamtlast.
- Gewölbe-Bruch an 3 Stellen bei 83,275 t halbseitiger Gesamtlast.

Abb. 5. Vertikalbewegung der Punkte 4 und 7 des 23 m weiten Stampfbeton-Probegewölbes von 4,60 m Pfeilhöhe. Nach den Gewölbe-Bruchversuchen des Oesterr. Ing.- und Arch.-Vereins im Jahre 1892 (siehe den bezügl. Bericht in der Zeitschrift jenes Vereins, 1895, Tabelle 9 und Tafel XV).

Gewölbeschub ganz erheblich ins Gewicht fallen. Die rechnermässig rund 10 mm betragende Verschiebung der Pfeilerköpfe unter dem Einfluss des beweglichen Gewölbeschubes liess sich trotz sorgfältigster Beobachtungen auch nicht zum Teile nachweisen. Die Dauer einer einmaligen Kraftereinwirkung dieser Art ist somit augenscheinlich zu gering, um eine messbare Formänderung des Pfeilers zu bewirken; dagegen kann die über Jahrzehnte sich erstreckende unausgesetzte Wiederkehr des beweglichen Gewölbeschubes sehr wohl zu einer solchen führen.

Eine eingehendere Erwägung beansprucht schliesslich auch noch die Frage, ob an der Verschiebung der Pfeilerköpfe nicht auch Temperatur-Wirkungen der anschliessenden gemauerten Viadukte beteiligt sind. Bezüglich der in den Schaubildern der Abbildungen 3 und 4 gestrichelt eingetragenen primären Bewegung erscheint dem Verfasser zunächst ein solcher Einfluss nicht wahrscheinlich. Wäre die Wärmeausdehnung der Viadukte die vorherrschende Bewegungsursache, so müsste die grössere Verschiebung an jenem der beiden genau gleich konstruierten und nahezu gleich hohen Pfeiler auftreten, an den der längere Viadukt anschliesst. Die Beobachtungen liefern aber gerade das entgegengesetzte Ergebnis; es zeigt gerade der um etwa ein Drittel längere Bregenzer-Viadukt die kleinere Formänderung des Hauptpfeilers.

Wenn nun auch bezüglich der primären Bewegung ein solcher Temperatur-Einfluss nicht vorzuliegen scheint, so ist aber dessen Wirksamkeit in sekundärer Beziehung nicht nur möglich, sondern geradezu wahrscheinlich. Das von Beobachtungsmängeln wesentlich freiere Graphikon des Bregenzer-Pfeilers zeigt in diesem Belange im letzten Jahrzehnt (genauerer und häufigerer Beobachtung) eine sehr kennzeichnende wellenartige Ausbildung. Die Wellenberge liegen durchaus im Sommer, die Wellentäler im Winter, es scheint also, als ob das Wärmespiel der Viadukte ungefähr der mittleren Monatstemperatur der Aussenluft folgen würde und demgemäss jährliche Temperaturbewegungen der Hauptpfeiler mit nahezu vollkommener Rückbildung vorliegen würden. Nimmt man die Wärmedehnung des Bruchsteinmauerwerkes mit 0,8 mm für 1 m Länge und 100° C Temperaturunterschied an, so ergibt sich für den 46 m langen Bregenzer Viadukt und für eine jährliche Schwankung der Mauerwerkstemperatur (Monatsmittel) von 25° C ein Wärmespiel des Viaduktes von 9 mm, also ein Mass, das mit den Schaubild-Wellen in recht guter Uebereinstimmung steht. Die stets wiederkehrende Rückbildung dieser Formänderungen lässt sich aus der Verkürzung des

gemauerten Viaduktes bei abnehmender Temperatur ohne weiteres erklären, wenn man bedenkt, dass die Uebertragung der Temperaturkräfte von Stein zu Stein in den beiden Stirnmauern hauptsächlich durch das Mörtelbett der horizontalen Lagerfugen und nicht durch jenes der vertikalen Stossfugen erfolgt.

Zusammenfassend kann somit aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial und seiner Auswertung der Schluss gezogen werden, dass die Pfeilerbewegungen des Trisanna-Viaduktes in der Hauptsache durch den einseitigen Gewölbeschub verursacht werden und dass deren Fortbestand nach Bauvollendung als ausklingende Formänderungs-Nachwirkung der unvollkommen elastischen Pfeilermauerung aufzufassen ist. Neben dieser Hauptbewegung scheinen die Pfeilerköpfe auch noch eine Bewegung zweiter Ordnung in Form jährlicher Schwingungen auszuführen, und zwar als Folge von Wärmewirkungen der anschliessenden gemauerten Viadukte.¹⁾

III.

Die eingangs beschriebenen Schäden der Viaduktmauerung als Folge der Pfeilerkopfbewegungen haben naturgemäss auch zu Studien über deren endgiltige Behebung geführt. In dieser Hinsicht wurden vom Verfasser im Jahre 1911 die hauptsächlich in Betracht kommenden Ausbau-Möglichkeiten in Bezug auf ihren voraussichtlichen Erfolg und ihre Herstellungskosten untersucht und es wurde als Ergebnis dieser Studien die *Ausmauerung* der beiden (an die Hauptpfeiler anschliessenden) talseitigsten 9,00 m weiten Viaduktöffnungen — nach erfolgter Beseitigung der Gewölbe und unter Einhaltung eines besonderen Arbeitsvorganges — empfohlen. Für den Arbeitsvorgang galt hierbei als Bedingung, dass den Hauptpfeilern nach Durchschlagung der Gewölbe längere Zeit hindurch die Möglichkeit gesichert sein müsste, die aufgezogene Formänderung wenigstens zum Teile wieder rückzubilden.²⁾ Mit der Beseitigung des Gewölbeschubes als Bewegungsursache würde zugleich als Nebenerfolg eine wesentlich günstigere Spannungsverteilung in den Hauptpfeilern beziehungsweise deren Fundamentsohlen erreicht werden; dagegen wäre als Nachteil dieser gründlichen Bauwerk-Umgestaltung, deren ungünstige Wirkung in schönheitlicher Beziehung zu vermerken. Eine Milderung in dieser Hinsicht kann aber erzielt werden, wenn man die Ausmauerung erheblich schmaler hält als den gewölbten Viadukt und dadurch Sorge trägt, dass dessen Grundform und Schattenwirkung dem Auge nicht gänzlich verloren geht.

Beim Trisanna-Viadukt drängt jedoch nicht nur der Mauerwerkzustand, sondern auch das von den steigenden Achslasten schon erheblich überholte Tragwerk zu einem durchgreifenden Bau-Entschluss, und das ganz besonders im Hinblick auf den bezüglich der Arlbergbahn im Zuge befindlichen Uebergang zum elektrischen Betrieb, für den die Vorarbeiten schon einige Jahre vor Kriegsbeginn zielbewusst in Angriff genommen worden sind. Aus diesem Grunde kam auch keine der in Erwägung gezogenen Ausbau-Möglichkeiten zur Verwirklichung; es wurde vielmehr an ihrer Stelle von der oesterreichischen Staatsbahn-Verwaltung schon im Jahre 1914 der *vollkommene Neubau des Viaduktes* beschlossen und zwar knapp neben der bestehenden Bahnlinie in Form eines *einheitlichen Steinbauwerkes*. Der Kriegsausbruch im August 1914 hinderte jedoch den bereits in Einleitung begriffenen Bau, dessen Ausführung nunmehr den kommenden Jahren als dringendes Erfordernis der Verkehrsentwicklung und Betriebsumgestaltung obliegt.

¹⁾ Es wäre für unsere konstruktive Erkenntnis und Weiterbildung von grossem Werte, wenn eine Ueberprüfung dieser Schlüsse an Hand des Beobachtungsmaterials von Gross-Bauwerken ähnlicher Art durchgeführt würde, wie etwa der schon eingangserwähnten Eglisauer-Rheinbrücke oder aber des Sitter-Viaduktes der Bodensee-Toggenburgbahn.

²⁾ Vergl. hierzu auch die Wiederherstellungsarbeiten am Geissloch-Viadukt der Weissensteinbahn, beschrieben von *W. Luder*, in «S. B. Z.», Band LVIII, Seite 1 (vom 1. Juli 1911).

Aus den Beobachtungen an der Trisanna-Brücke, den Erscheinungen am Eglisauer Rheinviadukte und gewiss auch jenen am Sitter-Viadukt der B. T. kann wohl der Schluss gezogen werden, dass Grossbauwerke dieser Art durchaus eine *einheitliche* Konstruktion aufweisen sollten, und dass die Unterbrechung hoher gewölbter Viadukte durch zwischengeschaltete Eisentragwerke in konstruktiver Beziehung nicht zweckmässig erscheint.

Miscellanea.

Drahtlose Bildübertragung. Ueber ein Verfahren zur drahtlos-elektrischen Bildübertragung, das gestattet, mit den auch für sonstige Zwecke üblichen Sende- und Empfangsanlagen nach Anschaltung eines einfachen Zusatzapparates Strichzeichnungen zu übertragen, berichtet die „E.T.Z.“ nach einer Beschreibung von *Max Dieckmann* in der „Zeitschrift für Fernmeldetechnik“ folgendes: Verwendet werden Gedanken, die in der Drahttelegraphie bereits von Bakewell, Hipp und Caselli angegeben sind. Die in die Ferne zu übertragende Zeichnung wird mit isolierendem Farbstoff auf der elektrisch leitenden Schreibfläche hergestellt. Ueber die Schreibfläche, die um eine sich drehende Walze herumgelegt wird, gleitet in engen Schraubenlinien ein Metallstift, sodass nach und nach alle Teile der Schreibfläche abgetastet werden. Metallstift und Schreibfläche sind Teile eines Stromkreises, der jedesmal, wenn der Stift über die isolierende Farbe streicht, unterbrochen wird. Diese Unterbrechungen werden mit Hilfe eines Relais zur Betätigung eines Funksenders benutzt. Die Empfangsseite arbeitet in ähnlicher Weise, indem die aufgefangenen Stromstösse durch einen Schreibstift auf Papier übertragen werden, das um eine Walze herumgelegt ist, die sich mit der Walze auf der Sendeseite im gleichen Zeitmasse dreht. Die gleichmässige Drehung beider Walzen wird dadurch gewahrt, dass man die Empfangswalze etwas schneller laufen lässt als die Sendewalze, sie aber nach jeder Umdrehung anhält und erst durch einen Stromstoss des Senders wieder in Tätigkeit setzt. Einen Fortschritt bedeutet das von Dieckmann angegebene Verfahren zur einfachen Herstellung des Sendebildes. Auf die Schreibfläche, die auf einer elektrisch leitenden Unterlage liegt, wird eine auf dünnem Papier oder Stoff aufgetragene Schicht einer leicht schmelzenden Farbmasse, mit der Schichtseite der Schreibfläche zugekehrt, aufgelegt. Lässt man zwischen der Spitze des auf die Farbschicht aufgesetzten Schreibstiftes und der leitenden Unterlage einen kleinen elektrischen Funken überschlagen, so genügt die Stromwärme, um die Farbmasse zum Schmelzen zu bringen. Dadurch wird die Schreibfläche an der Durchschlagstelle mit einer haftenden, sofort erstarrenden Farbe bedeckt. Einige Sorten des für Maschinenschrift verwendeten Kohlepapiers sollen sich ohne weiteres für diesen Zweck eignen. Bei der zur Probe durchgeführten Einrichtung betrug die Bildfläche rund 200 cm², die bei richtiger Einstellung etwa 28800 Bildpunkte gab. Die Uebertragung der ganzen Bildfläche erfolgte in fünf bis sechs Minuten, sodass in der Sekunde etwa 80 Bildpunkte entstanden. Eine weitere Steigerung dieser Leistung scheiterte an der Trägheit der verwendeten elektromagnetischen Relais.

Simplon-Tunnel II. Monats-Ausweis September 1921.

	Tunnellänge 19 825 m	Südseite	Nordseite	Total
Firststollen:	Monatsleistung m	—	—	—
	Stand am 30. Sept. m	10752	9073	19825
Vollausbruch:	Monatsleistung m	—	—	—
	Stand am 30. Sept. m	10752	9073	19825
Widerlager:	Monatsleistung m	13	—	13
	Stand am 30. Sept. m	10752	9073	19825
Gewölbe:	Monatsleistung m	—	—	—
	Stand am 30. Sept. m	10752	9073	19825
Tunnel vollendet am 30. Sept. m	Monatsleistung m	10752	9073	19825
	In % der Tunnellänge %	54,3	45,7	100,0
Mittlerer Schichten-Aufwand im Tag:				
Im Tunnel		334	—	334
Im Freien		—	113	113
Im Ganzen		334	113	447

Während des Monates September wurde, mit durchschnittlich 7 Bohrhämmern in Betrieb, an 26 Tagen gearbeitet.

Am 8. September wurde die Mauerung der Widerlager, am 30. September die des Sohlengewölbes vollendet. Es bleiben noch