

Nebenspannungen infolge vernieteter Knotenpunkt-Verbindungen eiserner Fachwerk-Brücken

Autor(en): **Roš, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **81/82 (1923)**

Heft 4

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-38854>

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.

Dienstabteilungen der Kreise mit jenen der General-Direktion den Boden dazu. Und dass an leitender Stelle der feste Wille besteht das Mögliche zu tun zur Heranbildung des künftigen Nachwuchses am „eigenen Holz“, das *wissen* wir aus bester Quelle, und wir bitten auch unsere z. Zt. begreiflicherweise etwas missmutigen Kollegen darauf zu vertrauen, daran zu glauben. Wir hegen die feste Zuversicht, dass bei allseitig gutem Willen die Neuordnung der Dinge mit der Zeit auch das wirklichen wird, was nach der bundesrätlichen Botschaft eines der wichtigsten Mittel zum Zweck ist, „die Hebung der Arbeitsfreudigkeit des Personals“, zum Wohle unserer S. B. B.

In der Schweiz befasste sich die *Technische Kommission des Verbandes schweizerischer Brückenbauanstalten*²²⁾ in den Jahren 1917 bis 1922 eingehend mit dieser Frage, verfolgte diese Nebenspannungen durch umfangreiche Beobachtungen und ergänzte dieselben durch gründliche Berechnungen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in 90 Tafeln zur Darstellung gebracht. Sie beziehen sich einerseits auf rein theoretische Fragen und ganz besonders auf Durchbiegungs-, Drehungs- und Spannungsmessungen, die alle so scharf als möglich nachgerechnet, und mit den Messungsergebnissen verglichen wurden. Als Beispiel geben wir in Abb. 19 bis 24 sechs dieser Tafeln, die im Originalbericht ausführlich besprochen sind, in verkleinertem Masstab (2:5) wieder.²³⁾

Es wurde grösster Wert darauf gelegt, stets gleichzeitig mit den Spannungsmessungen auch einige charakteristische Messungen der elastischen Formänderungen des Tragwerkes durchzuführen, wie lotrechte und wagrechte Verschiebungen, sowie Drehungen von Fachwerkstäben, insbesondere bezüglich der in der Fahrbahnebene liegenden Hauptträgergurtungen und schliesslich der Fahrbahn selbst [Abb. 18 u. 19].²⁴⁾ Diese ergänzenden Messungen geben nämlich oft Aufschluss über Messergebnisse, die man auf den ersten Blick und auf Grund üblicher Anschauung als Anomalie anzusprechen geneigt ist. Die Messungen wurden gewöhnlich mit Lastgruppen oder einer Einzellast, jeweils in bestimmter Laststellung, vorgenommen, um Einflusslinien oder Summeneinflusslinien zu erhalten.²⁵⁾ Hierbei waren die Messapparate öfters über den ganzen Umfang der Stabquerschnitte, und zwar an den Stabenden sowohl, als auch in mehreren Schnitten über die Stablänge verteilt, sowie in Schnitten um einen Fachwerkknoten angeordnet. Die Messungen selbst wurden zum Teil in Zeitabschnitten von mehreren Jahren wiederholt.²⁶⁾

Der Vergleich der gemessenen und berechneten Spannungen bezieht sich nur auf die Auswirkung ruhender Lasten, somit auf statische Belastungen. Der Einfluss bewegter Lasten auf die Spannungswerte bleibt einem künftigen Berichte über Stosswirkungen vorbehalten.

Die wichtigsten Folgerungen sind:

I. Nur direkte Dehnungsmessungen an den Stellen der Anschlüsse der Fachwerkstäbe an das Knotenblech, möglichst über den ganzen Stabquerschnitt ausgedehnt, geben Aufschluss über die Grösse und den Sinn dieser Nebenspannungen [Abb. 19].²⁷⁾ Die Beobachtung der Knoten- und der Stabdrehwinkel ist zu sehr abhängig vom Orte

der Messung und lässt die darauf fussende Bestimmung der Nebenspannungen als ganz unsicher erscheinen (Abb. 20).

²²⁾ M. Ros, „Technische Kommission des Verbandes Schweiz. Brücken- und Eisenhochbau-Fabriken“, Schweiz. Bauzeitung, Band 71, 1918, Seite 266, Band 75, 1920, Nr. 10 und 11 und Band 78, 1921, Nr. 15.

²³⁾ Der Bericht samt den 90 Tafeln (in Mappe 35 × 50 cm) ist im Selbstverlag der Technischen Kommission der V. S. B. erschienen.

²⁴⁾ M. Rabut, „Renseignements pratiques pour l'Etude expérimentale des ponts métalliques“, Annales des Ponts et Chaussées, 1890, pages 374–480.

²⁵⁾ A. Bühler, „Der Brückenbelastungswagen der S. B. B.“, S. B. Z., 1922, vom 22. Juni.

²⁶⁾ M. Ros, „Der heutige Stand der wissenschaftlichen Forschung im Brückenbau“, Vortrag in der Naturforschenden Gesellschaft in Luzern, 12. Februar 1921.

²⁷⁾ Es empfiehlt sich der Klarheit wegen, über die Grösse dieser Nebenspannungen, Spannungsmessungen ausserhalb der Stoss- und Anschlussstelle durchzuführen. Ist dies aus irgend welchen Gründen nicht möglich, so beziehe man die

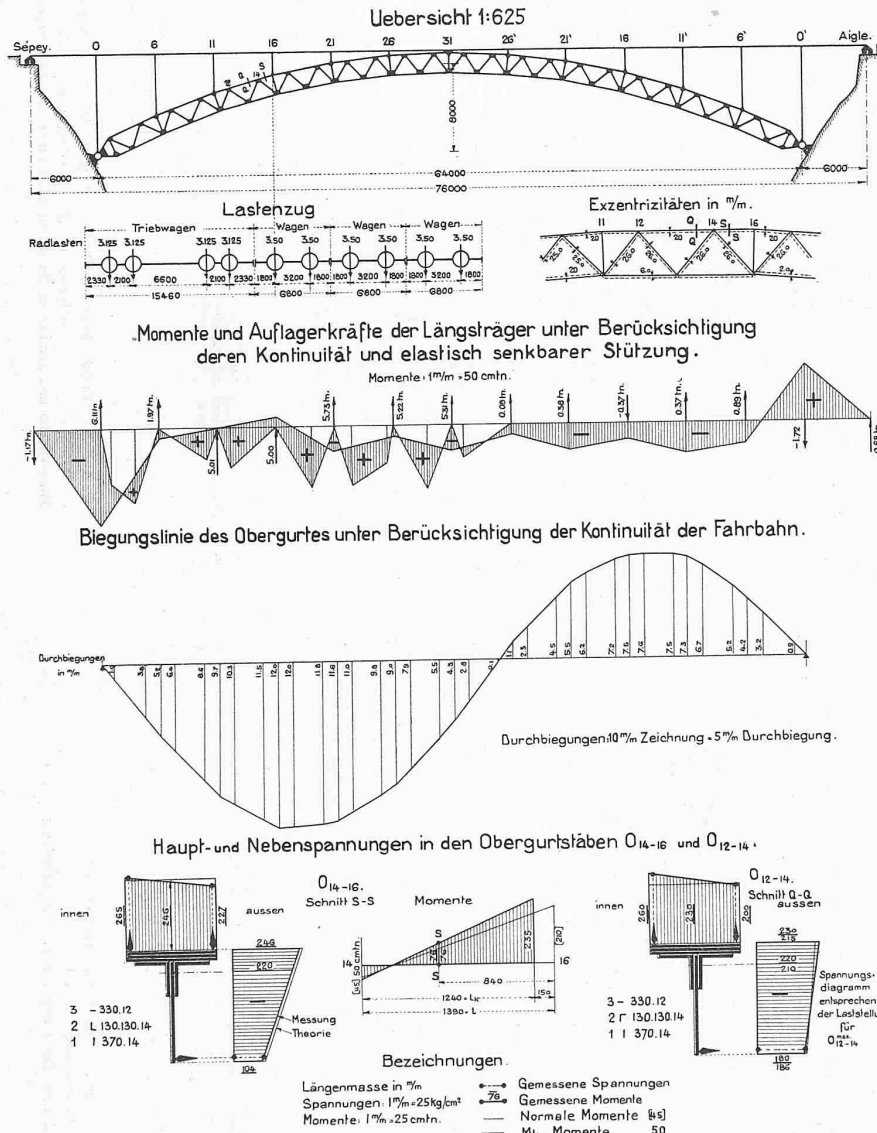


Abb. 21. Bogenbrücke über die Vanex-Schlucht, Kt. Waadt. — Aigle-Sépey-Diablerets-Bahn.
Stützweite des Bogens 64,0 m. — Eisengewicht 156 t.
Momentenfläche des kontinuierlichen Längsträgers, Biegunslinie des Bogenobergurtes und
Spannungsdiagramme der Obergurtstäbe im Felde 11 bis 16.

Nebenspannungen infolge vernieteter Knotenpunkt-Verbindungen eiserner Fachwerk-Brücken.

Bericht der Gruppe V der T. K. V. S. B.

erstattet von Ing. M. Ros, Baden, Sekretär der T. K. V. S. B.

(Fortsetzung von Seite 189 letzten Bandes.)

III. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.

Den Nebenspannungen steifknotiger Fachwerke wurde in der letzten Zeit, insbesondere vom Gesichtspunkte aus, durch konstruktive Massnahmen die Grösse dieser Nebenspannungen in angemessenen Grenzen zu halten, in Theorie und Praxis, grosse Beachtung zu teil.

II. Die gemessenen Werte dieser Nebenspannungen stimmen bei allen reinen und konstruktiv richtig durchgebildeten Fachwerken mit den genau nachgerechneten, befriedigend und öfters sehr gut überein (Abb. 19, 21, 22).

III. Sämtliche gemessenen Spannungen, als Spannungsdiagramme über den einzelnen Stabquerschnitten betrachtet, weisen Nebenspannungen nach den beiden Schweraxen auf (Abb. 21). Dieses Versuchsergebnis entspricht der Tatsache, dass die Fachwerkstäbe nicht nur Glieder der steifknotigen, lotrechten Hauptträger, sondern auch gleichzeitig Gurtungen von fachwerkartigen, wagrechten Verbänden sind und schliesslich auch zu Querverbänden und Querrahmen gehören. Diese Nebenspannungen winkelrecht zur Ebene der Hauptträger sind in den meisten Fällen gering, können aber, insbesondere bei den Obergurten von Trogbrücken, die Grösse der Nebenspannungen steifknotiger Fachwerke erreichen, ja übertreffen (Abb. 22). Nachrechnungen, auch nach dieser Richtung, ergaben Uebereinstimmung zwischen Theorie und Messung. Sie werden in einer anderen Mitteilung als besonderer Gegenstand behandelt werden.

IV. Je unklarer die Gliederung des Tragsystems, je verwickelter das Kräftespiel, je weniger stetig der Verlauf der massgebenden Biegelinie und je geringer die Schlankheit der Stäbe, desto mehr weichen die gemessenen Nebenspannungen von den berechneten ab.

V. Die Annahme, die Stäbe eines Fachwerkes seien bei den Rändern der Knotenbleche fest eingespannt und demzufolge seien die rechnerisch ermittelten, an den theoretischen Stabenden wirkenden Momente derart zu vergrössern, dass der durch die Nebenspannungsmomente verbogene Stab auch an den Anschlussstellen an die Knotenbleche entsprechend den berechneten Tangentenrichtungen verbogen sein müsse, ist nicht zutreffend. Diese Annahme ist zu ungünstig, da sie der Nachgiebigkeit der Knotenbleche und Stabanschlüsse nicht Rechnung trägt. (Schluss folgt.)

Miscellanea.

Doppelfrequenz-Generatoren. Für die Zentrale Bardonecchia der italienischen Staatsbahnen hat „Tecnomasio Italiano Brown Boveri“ in Mailand zwei Dreiphasen-Generatoren in Arbeit, die entweder Dreiphasenstrom von $16\frac{2}{3}$ Per/sek für Bahnbetrieb oder Dreiphasenstrom von 50 Per/sek in das allgemeine Verteilungsnetz abgeben sollen. Die Daten der Maschinen bei $16\frac{2}{3}$ Per bzw. 50 Per sind nach den „BBC-Mitteilungen“ vom Oktober 1922 folgende: Leistung 7000 (6000) kVA, $\cos \varphi$ 0,75 (0,75), Spannung 4000 (7000) V, Polzahl 4 (12), Drehzahl 500 (500). Die Maschinen sind für direkte Kupplung mit Wasserturbinen von je 7600 PS bestimmt; dementsprechend sind sie für eine Durchbrenndrehzahl von 900 bemessen. Das Gewicht eines Generators, einschliesslich der angebauten Erregermaschine, wird rund 100 t betragen. Es dürfte sich hier um die erste Anwendung in grösserem Masstabe von Doppelfrequenz-Generatoren handeln. Es ist anzunehmen, dass diese Bauart in Zukunft öfters zur Verwendung gelangen wird, wenn,

Messungsergebnisse auf den Bruttoquerschnitt, bestehend aus den Laschen und dem durchgehenden, nicht gestossenen Teil des Stabquerschnittes.

Unterschiede in den Messwerten zu Anfang und zu Schluss einer Messung haben ihre Ursachen ausser in der Trägheit der Messapparate selbst, deren Ausführungs-Ungeauigkeiten und Temperaturunterschieden, nachweisbar auch im Bauwerke,

wie in vorliegendem Falle, eine Zentrale für Bahn- und Industrie-Betrieb bestimmt ist. Praktische Bedeutung dürfte sie nach unserer Quelle ferner erlangen für Kraftwerke zur Ausnützung von Ebbe und Flut, wo wegen des stark wechselnden Gefälles die Turbinen bei verschiedenen Drehzahlen arbeiten, und die Generatoren bei verschiedenen Drehzahlen gleiche Frequenz ergeben müssen.¹⁾

Eidgenössische Technische Hochschule. Der Bundesrat hat das Rücktrittsgesuch von Dr. Adolf Tobler, Professor an der Eidg. Techn. Hochschule, auf Semesterschluss unter Verdankung der geleisteten Dienste genehmigt. Dr. Tobler, von Zürich, wurde im Herbst 1904 zum Professor für angewandte Elektrizitätslehre,

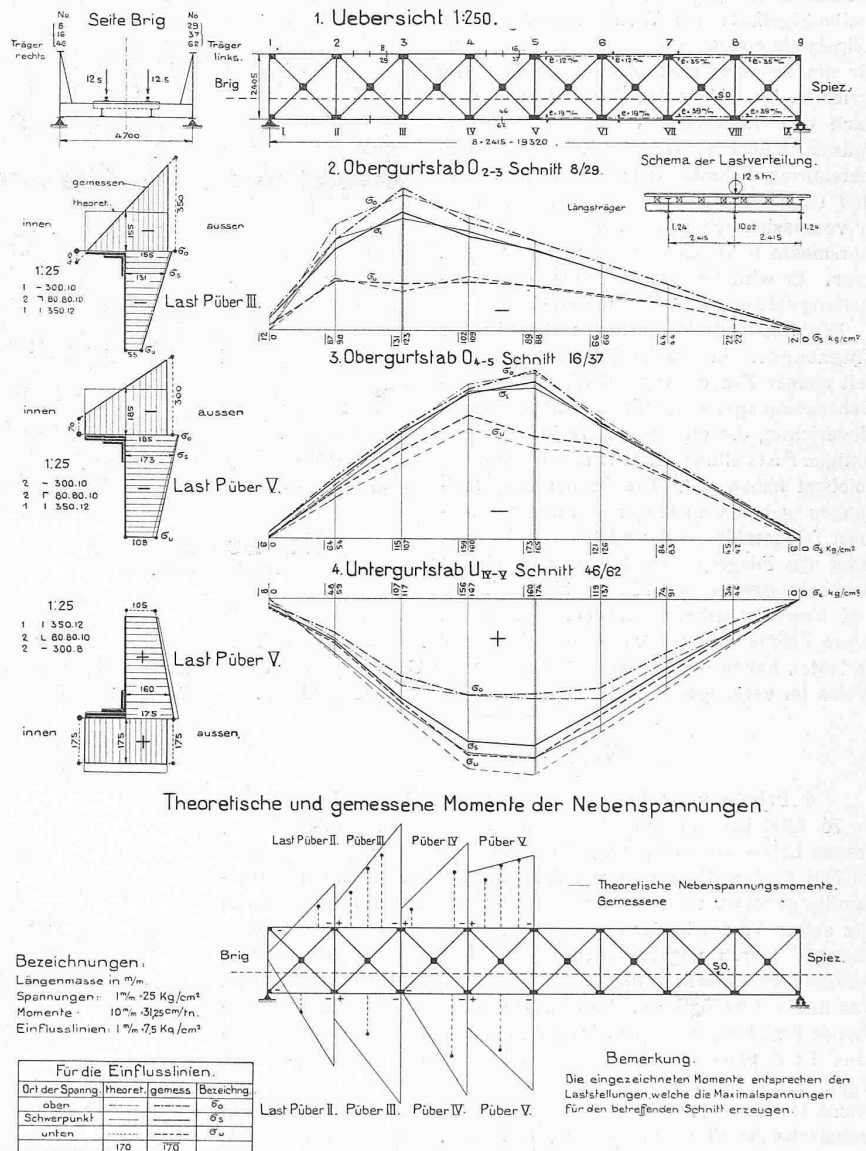


Abb. 22. Suldbachbrücke bei Mülten-Aeschi, Kt. Bern. — Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn.

Stützweite 19,32 m. — Eisengewicht 27 t.

Einflusslinien der Haupt- und Nebenspannungen, Momente der Nebenspannungen und Spannungsdiagramme.

insbesondere für das Gebiet der Schwachstromtechnik, gewählt, nachdem er bereits von 1876 bis 1899 als Privatdozent und sodann als Honorarprofessor auf dem gleichen Gebiet an der E. T. H. gewirkt hatte. Seit Beginn seiner Lehrtätigkeit ist Prof. Dr. Tobler gelegentlicher, und heute der älteste Mitarbeiter unserer Zeitschrift, bezw. schon ihres Vorgängers, der „Eisenbahn“, wobei er namentlich über die Entwicklung der Eisenbahnsignale berichtet hat.

Neue Strassenbahnlinien im Kanton Genf. Ein Genfer Initiativ-Comité hat die Konzession nachgesucht für den Bau einer

¹⁾ Auch für Prüfzwecke sind derartige Maschinen von Bedeutung, wobei allerdings kleinere Leistungen in Betracht kommen. Die Materialprüfanstalt des S. E. V. in Zürich besitzt seit einem Jahre einen von der Maschinenfabrik Oerlikon gelieferten Doppelfrequenz-Generator von 170 kVA Drehstromleistung und 80 kVA Einphasenstrom-Leistung bei je 50 oder $16\frac{2}{3}$ Per. (6- oder 2-polig).

Gesetz besonders Gewicht legt. Ein Mann, der sich über hervorragendes Organisationstalent ausgewiesen, der in Industrie und Handel versiert ist und grosse Gewandtheit im Verkehr besitzt, wird zweifellos das wichtige Amt eines Kreisdirektors in bester Weise auszufüllen imstande sein. Nicht zuletzt in den kommerziellen und industriellen Kreisen wird man ihn lebhaft begrüßen.“ —

Wir bekennen, dass auch wir diese Berufung eines ausserhalb der S. B. B. Stehenden an die Kreisdirektion mit Rücksicht auf unsere Kollegen im Bahndienst mit gemischten Gefühlen vernommen hatten, ohne die auch uns wohlbekannte Person des nunmehr Gewählten irgendwie unterschätzen zu wollen. Dennoch glauben wir, dass unter den gegebenen Umständen die Behörden eine gute Wahl getroffen haben. Man darf annehmen, dass, wie es dem Vernehmen nach beim neuen Direktor der Eisenbahn-Abteilung der Fall ist, auch Dr. Locher, der übrigens seit 25 Jahren der G. E. P. angehört, das richtige Verhältnis zu den ihm unterstellten Ingenieuren finden wird.

Wie s. Z. bei der Eisenbahnabteilung veränderte Verhältnisse und Obliegenheiten andere Anforderungen an den Leiter stellten, so trifft dies heute bei den Kreisdirektionen der S. B. B. zu. In Ergänzung des obigen offiziellen Communiqué verweisen wir auf die Umschreibung des Tätigkeitsbereiches der künftigen Kreisdirektionen in den Art. 19 bis 21 des Organisationsgesetzes, insbesondere Art. 20 Ziff. 3 und Art. 21 Ziff. 2, auf die der Kürze halber verwiesen sei¹⁾. Im weiteren Ausbau jener Grundsätze bestimmt die im Vorentwurf vorliegende *Vollziehungsverordnung* zum Organisationsgesetz u. a. was folgt:

Art. 23. Dem Kreisdirektor sind folgende Dienstabteilungen unterstellt: 1. Die Verwaltungsabteilung; 2. Die Bauabteilung; 3. Die Betriebsabteilung.

Die vom Verwaltungsrat zu genehmigende Geschäftsordnung der Kreisdirektionen bestimmt die Obliegenheiten und Befugnisse der Dienstabteilungen. Dabei soll dafür gesorgt werden, dass der Kreisdirektor von allen untergeordneten Angelegenheiten entlastet und den einzelnen Dienststellen eine möglichst weitgehende Selbständigkeit eingeräumt wird, um eine einfache und rasche Geschäftsbehandlung zu erzielen.

Art. 24. Der Kreisdirektor übt die ... Befugnisse aus, soweit sie nicht durch die Geschäftsordnung den Abteilungsvorständen der Kreisdirektion übertragen werden, usw.

Art. 26. Die Abteilungsvorstände [die lt. Art. 21 des Organisationsgesetzes „unmittelbar mit den Abteilungsvorständen der G.-D. verkehren“, Red.] haben dem Kreisdirektor über die wichtigen Vorkommnisse, die sich in ihrem Geschäftskreis ereignen, und über ihre Tätigkeit mündlich Bericht zu erstatten. Sie unterzeichnen die von ihnen ausgehenden Korrespondenzen und die von ihnen getroffenen Entscheidungen im Namen ihrer Abteilung. —

Daraus geht hervor, dass tatsächlich dem Kreisdirektor inskünftig ganz andere, nichttechnische Aufgaben zugewiesen sind als bisher, eben jene eingangs aus der Botschaft zitierten, vorab die ständige Fühlungnahme mit der Öffentlichkeit. Dass hierzu Persönlichkeiten mit einer vielseitigen praktischen Vorbildung, wie sie z. B. Dr. Locher aufweist, besser geeignet sind, als die grosse Mehrzahl der S. B. B.-Ingenieure, deren Erfahrungen, ihrem Wirkungskreis entsprechend, naturgemäss mehr nur in einer speziellen Richtung liegen, ist klar.

Das ist vom Standpunkt der *Entwicklungsmöglichkeiten des Eisenbahn-Ingenieurs* aus gewiss bedauerlich. Es trägt auch nicht bei zur Hebung seiner Arbeitsfreudigkeit, wenn ihm die höchsten Stellen seiner Beamten-Laufbahn sozusagen verschlossen bleiben. Aber der Grund dazu liegt, oder lag doch bisher in den Verhältnissen selbst. Deshalb ist im Interesse dieser Ingenieure zu wünschen, dass sie einerseits *selbst* darnach trachten, ihren Gesichtskreis zu erweitern, andererseits aber, dass ihnen dies durch geeignete Massnahmen, wie Einräumung vermehrter Kompetenzen und Verantwortung, zeitweise Versetzung in andere Dienstabteilungen (z. B. den Betriebsdienst) auch ermöglicht werde. Die neue Organisation schafft im direkten Verkehr der

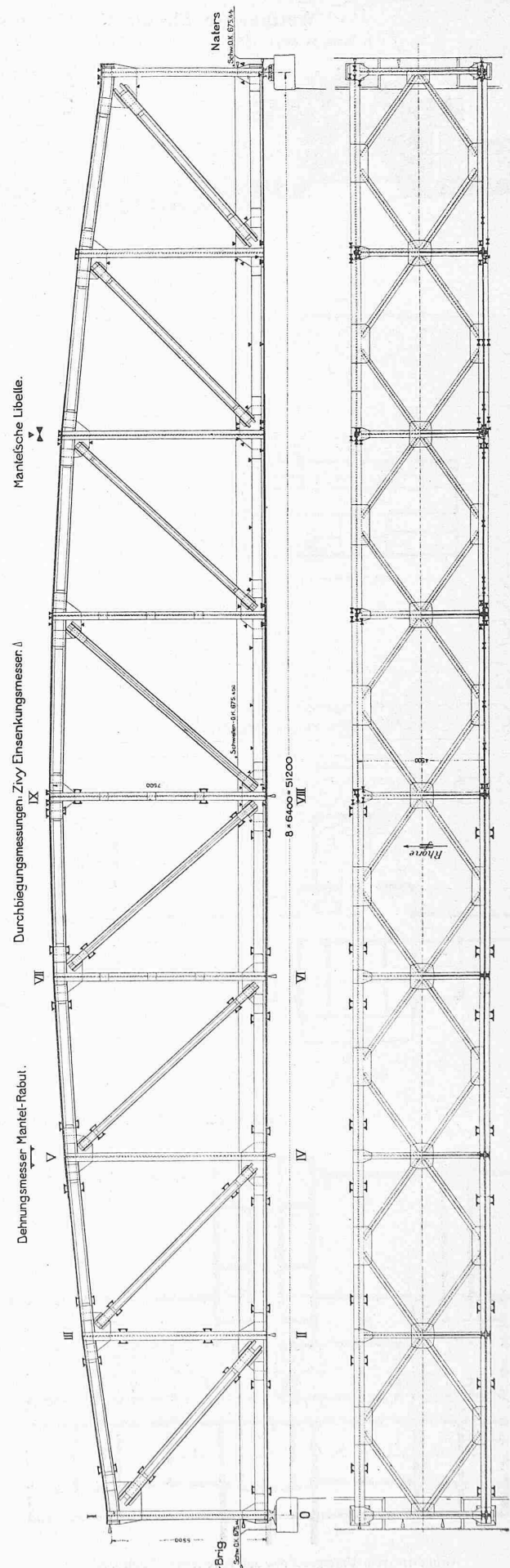


Abb. 18. Uebersicht der Messtellen bei der Rhonebrücke der Brig-Furka-Disentis-Bahn in Brig. Stützweite 51,2 m, Eisengewicht 158 t. — Masstab 1:200. (Text auf Seite 44).

¹⁾ Vgl. „S. B. Z.“, Bd. 77, S. 253 (vom 28. Mai 1921).

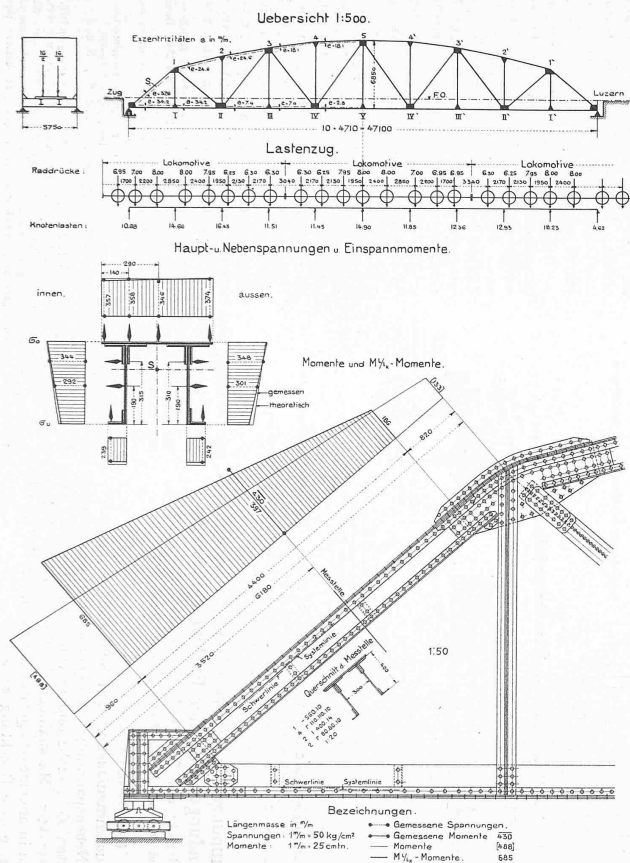


Abb. 19. Reussbrücke Fluhmühle bei Luzern. — S. B. B., Luzern-Zürich.
Stützweite 47,10 m. — Eisengewicht 150 t.
Haupt- und Nebenspannungen entsprechend einer Belastung von drei Lokomotiven.

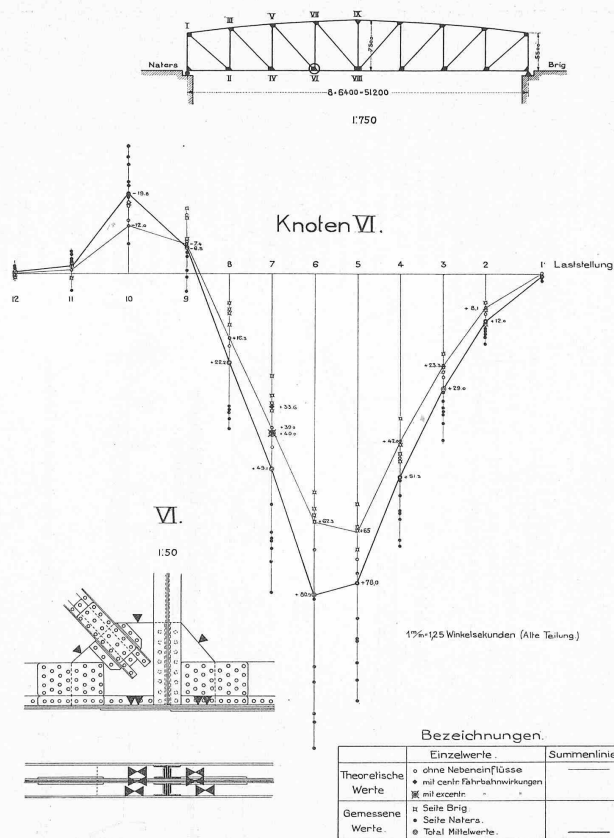


Abb. 20. Brücke über die Rhone in Brig, Kt. Wallis. — Brig-Furka-Disentis-Bahn.
Stützweite 51,2 m. — Eisengewicht 153 t.
Theoretische und gemessene Summeninflusslinien und Einzelwerte des Knotenwinkels VI.