Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 79/80 (1922)

Heft: 2

Artikel: Die eisernen Ueberbauten der Centovalli-Bahn, Ferrovia Locarno-Domodossola

Autor: Sturzenegger, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-38032

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: 21.01.2026

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

sammenarbeitet. Dann ist ohne weiteres klar, dass jede Aenderung in der relativen Lage des Vektors E_0 der Maschine I gegenüber dem gemeinsamen Netzvektor E einer bestimmten synchronisierenden Kraft P_S ruft, die nicht nur an der Maschine I angreift, sondern auf sämtliche übrigen Maschinen zurückwirkt. Es hängt also lediglich von den Massenverhältnissen und elektrischen Konstanten der Gruppe II ab, inwieweit diese an den Schwingungen teilnimmt. Damit wird natürlich die weiter oben gemachte Voraussetzung einer konstanten Lage des Netzvektors E unhaltbar und muss vielmehr angenommen werden, dass auch dieser kleine Schwankungen um die mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortschreitende Mittellage vollziehe. Selbstverständlich wird jetzt die synchronisierende Kraft nicht mehr proportional ε, sondern $\varepsilon - \gamma$ zunehmen, wenn wir mit γ den Winkel bezeichnen, um den der Netzvektor von der Mittellage abweicht.

Bei allen derartigen Betrachtungen ist es ferner vorzuziehen, nicht mit dem räumlichen Winkel ε' der Schwungmassen, sondern mit dem elektrischen Winkel, bezogen auf das zweipolige System, zu rechnen. Der letzte ergibt sich aus dem ersten durch die Beziehung

$$\varepsilon' = \frac{2}{p}\,\varepsilon \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Es seien ferner

M_1 und M_2	die Schwungmassen der Maschine I, bezw. aller Maschinen der Gruppe II zusammen,
r_1 und r_2	die Schwungmassenradien in m,
p_1 und p_2	die Polzahlen,
ΔP_1 und ΔP_2	die Amplituden der zusätzlichen Tangentialkräfte (auf den Schwungmassenradius bezogen) und
ω_1 und ω_2	die Winkelgeschwindigkeiten der Antriebsmaschinen.

Sieht man zunächst vom Einflusse der *„Dämpfung"* ab, auf den wir weiter unten zurückkommen werden, so sind an der Maschine I drei Kräfte wirksam, nämlich

a) die beschleunigende Kraft: $M_1 r_1 \frac{d^2 \varepsilon'}{d t^2} = M_1 r_1 \frac{2}{p_1} \frac{d^2 \varepsilon_1}{d t^2}$

b) die synchronisierende Kraft: $h_1 (\varepsilon'_1 - \gamma') = h_1 \frac{2}{p_1} (\varepsilon_1 - \gamma)$

c) die treibende Kraft: $\Delta P_1 \sin \omega_1 t$.

Zwischen diesen drei Kräften besteht die Gleichung

$$M_1 r_1 \frac{2}{p_1} \frac{d^2 \varepsilon_1}{d t^2} + \frac{h_1}{r_1} (\varepsilon_1 - \gamma) = \Delta P_1 \sin \omega_1 t \quad (9)$$

oder

$$\frac{d^2 \varepsilon_1}{d t^2} + \frac{p_1 h_1}{2 M_1 r_1^2} (\varepsilon_1 - \gamma) = \frac{p_1 \Delta P_1}{2 M_1 r_1} \sin \omega_1 t \quad . \quad (10)$$

In ähnlicher Weise lässt sich aber auch für die Gruppe II die Gleichung

$$\frac{d^2 \varepsilon_2}{d t^2} + \frac{p_2 h_2}{2 M_2 r_2^2} (\varepsilon_2 - \gamma) = \frac{p_2 \Delta P_2}{2 M_2 r_2} \sin (\omega_2 t + \psi) \quad (11)$$

aufstellen, wobei ψ den Winkel darstellt, um den das zweite System gegenüber dem ersten verschoben ist (Vor- oder Nacheilung der Kurbeln). Wir machen dabei allerdings die etwas willkürliche, für die mathematische Behandlung aber unerlässliche Voraussetzung, dass die Impulse aller Maschinen II synchron erfolgen.

Da in den Gleichungen (10) und (11) drei Unbekannte ε_1, ε_2 und γ auftreten, so muss noch eine dritte Gleichung hinzukommen, zu der uns die Ueberlegung verhilft, dass die Netzleistung erfahrungsgemäss selbst bei starkem Pendeln ziemlich konstant bleibt. Das ist aber nur möglich, wenn die algebraische Summe der synchronisierenden Leistungen gleich Null ist, d. h. wenn

$$h_1 (\varepsilon_1 - \gamma) \frac{2 \pi n_1}{60} + h_2 (\varepsilon_2 - \gamma) \frac{2 \pi n_2}{60} = 0$$

ist, woraus sich der Winkel

$$\gamma = \frac{\varepsilon_1 h_1 n_1 + \varepsilon_2 h_2 n_2}{h_1 n_1 + h_2 n_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

berechnen lässt. Diesen Wert führen wir in die Gleichungen (10) und (11) ein und setzen zur Abkürzung

$$\frac{h_2 n_2}{h_1 n_1 + h_2 n_2} \frac{p_1 h_1}{2 M_1 r_1^2} = b_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

und

$$\frac{h_1 n_1}{h_1 n_1 + h_2 n_2} \frac{p_2 h_2}{2 M_2 r_2^2} = b_2 \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Wir erhalten dann zwei neue Gleichungen

$$\frac{d^2 \varepsilon_1}{d t^2} + (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)\, b_1 = \frac{p_1 \Delta P_1}{2 M_1 r_1} \sin \omega_1 t \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

$$\frac{d^2 \varepsilon_2}{d t^2} - (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)\, b_2 = \frac{p_2 \Delta P_2}{2 M_2 r_2} \sin (\omega_2 t + \psi) \quad . \quad (16)$$

oder wenn man die zweite von der ersten abzieht

$$\frac{d^2}{d t^2} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) + (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)(b_1 + b_2) =$$
$$= \frac{p_1 \Delta P_1}{2 M_1 r_1} \sin \omega_1 t - \frac{p_2 \Delta P_2}{2 M_2 r_2} \sin (\omega_2 t + \psi) \quad . \quad (17)$$

Da zur Einschaltzeit $t = t_1$ sowohl ε_1 als ε_2 gleich Null sein muss, so lautet die Lösung dieser Gleichung

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = {} & \frac{p_1 \Delta P_1}{2 M_1 r_1} \Big[- \sin \omega_1 t + \sin \omega_1 t_1 \cos \omega_3 (t - t_1) + \\ & + \frac{\omega_1}{\omega_3} \cos \omega_1 t_1 \sin \omega_3 (t - t_1) \Big] \frac{1}{\omega_1^2 - \omega_3^2} \\ & + \frac{p_2 \Delta P_2}{2 M_2 r_2} \Big[\sin (\omega_2 t + \psi) - \sin (\omega_2 t_1 + \psi) \cos \omega_3 (t - t_1) - \\ & - \frac{\omega_2}{\omega_3} \cos (\omega_2 t_1 + \psi) \sin \omega_3 (t - t_1) \Big] \frac{1}{\omega_2^2 - \omega_3^2} \end{aligned}\right\} (18)$$

worin ω_3 zur Abkürzung steht für

$$\omega_3 = \sqrt{b_1 + b_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

Nun interessiert uns weniger diese Grösse an und für sich, als vielmehr die Leistungschwankungen, die dadurch die Maschine I erfährt. Diese kann aber jetzt leicht aus Gleichung (5) berechnet werden, wenn man ε durch

$$\varepsilon_1 - \gamma = (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \frac{h_2 n_2}{h_1 n_1 + h_2 n_2} \text{ (vergl. Gl. 12)}$$

ersetzt. Es ist dann

$$\frac{\Delta W_1}{W_1} = \frac{P_s}{P_1} = \frac{h_1}{P_1 r_1} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \frac{h_2 n_2}{h_1 n_1 + h_2 n_2}$$

Führt man hierin für h_1 und $(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)$ die Werte aus Gleichung (5) bezw. (16) ein und setzt man zur Vereinfachung

$$\frac{h_1 p_1}{2 M_1 r_1^2} = \frac{p_1^2 m E J_{k_1} \cos \beta_1}{2 \pi c G_1 D_1^2 \varrho_1} = \omega_{10}^2 \quad . \quad . \quad (20)$$

$$\frac{h_2 p_2}{2 M_2 r_2^2} = \frac{p_2^2 m E J_{k_2} \cos \beta_2}{2 \pi c G_2 D_2^2 \varrho_1} = \omega_{20}^2 \quad . \quad . \quad (21)$$

$$\frac{J_{k_1} \cos \beta_1}{\varrho_1} = \alpha_1 \quad \text{und} \quad \frac{J_{k_2} \cos \beta_2}{\varrho_2} = \alpha_2 \quad . \quad . \quad (22)$$

$$\frac{D_1 \pi n_1}{60} = v_1 \quad \text{und} \quad \frac{D_2 \pi n_2}{60} = v_2 \quad . \quad . \quad . \quad (23)$$

$$\omega_3^2 = \frac{\omega_{10}^2 \alpha_2 + \omega_{20}^2 \alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

so folgt ausgerechnet

$$\left.\begin{aligned} \frac{\Delta W_1}{W_1} = {} & \frac{\Delta P_1}{P_1} \Big[- \sin \omega_1 t + \sin \omega_1 t_1 \cos \omega_3 (t - t_1) + \\ & + \frac{\omega_1}{\omega_3} \cos \omega_1 t_1 \sin \omega_3 (t - t_1) \Big] \frac{\omega_{10}^2}{\omega_1^2 - \omega_3^2} \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} + \\ & + \frac{\Delta P_2 v_2}{P_1 v_1} \Big[\sin (\omega_2 t + \psi) - \sin (\omega_2 t_1 + \varphi) \cos \omega_3 (t - t_1) - \\ & - \frac{\omega_2}{\omega_3} \cos (\omega_2 t_1 + \psi) \sin \omega_3 (t - t_1) \Big] \frac{\omega_{20}^2}{\omega_2^2 - \omega_3^2} \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} \end{aligned}\right\} (25)$$

In dieser Gleichung können ω_{10} und ω_{20} gewissermassen als die *„theoretischen"* Winkelgeschwindigkeiten der freien Schwingungen der beiden Maschinen aufgefasst werden, weil beide Grössen ausschliesslich von den Konstanten der betreffenden Maschine abhangen. Sie dürfen aber nicht etwa mit der *„wirklichen"* Winkelgeschwindigkeit ω_3 verwechselt werden, die von den Konstanten aller im Betrieb befindlichen Maschinen abhängt und unter Umständen von den ersteren etwas abweichen kann. (Schluss folgt.)

Die eisernen Ueberbauten der Centovalli-Bahn, Ferrovia Locarno-Domodossola.

Von Ing. *P. Sturzenegger*, Direktor
der Löhle & Kern Aktiengesellschaft für Eisenbau, Zürich.

(Schluss von Seite 10)

Von besonderem Interesse dürfte der Aufstellungs-Vorgang sein. Es wurden verschiedene Aufstellungsmöglichkeiten in Erwägung gezogen, wobei in erster Linie die Kosten einer durchgehenden Gerüstung geprüft wurden. Die tief eingeschnittenen Brückenbaustellen verlangten aber im Verhältnis zum leichten Ausführungsgewicht der Ueberbaute selbst sehr viel Gerüstholz, wobei zudem, weil in der Gegend selbst nicht erhältlich, mit der Beschaffung dies-

seits der Alpen gerechnet werden musste. Dazu traten die langen und ungünstigen Zufahrtverhältnisse, wie sie vorab für das zweite Objekt bei Camedo ins Gewicht fielen. Die Löhle & Kern A.-G. für Eisenbau in Zürich als Erstellerin der Brücken entschloss sich daher für einen Arbeitsvorgang, der ein Mindestmass an Gerüstmaterialien und Montage-Einrichtungen verlangte, anderseits aber eine Reihe von recht schwierigen bezw. kühnen Baustadien schuf, die sorgfältigste Untersuchung und peinlichste Durchführung verlangten. Günstig auf die Wirtschaftlichkeit des definitiv durchgeführten Arbeitsvorganges wirkte der Umstand, dass Gerüst-Material und Montage-Installationen der ersten Brücke bei Intragna beinahe restlos wieder verwendet werden konnten bei der Aufstellung der zweiten Brücke in Camedo. Die Montage dieser zweiten Brücke erfolgte in gleicher Art wie bei der Isorno-Brücke, sodass wir uns auf die Beschreibung der Aufstellung dieses Objektes beschränken können.

Die Abbildung 8 zeigt eine Zusammenfassung aller für die Aufstellung dieser eisernen Ueberbaute erforderlichen Einrichtungen, wie sie, zeitlich nicht zusammenfallend, in verschiedenen Baustadien gebraucht wurden; die nebenstehende Abbildung 9 gibt die Reihenfolge der Baustadien, wie sie im weitern auch in den verschiedenen photographischen Abbildungen 10 bis 14 festgehalten sind.

In kurzer Erläuterung des Aufstellungsvorganges wäre in erster Linie zu bemerken, dass er ein Minimum an Gerüstmaterial verlangte, das bei der Isornobrücke erstmals auf Seite Domodossola (rechts) eingebaut und nachher auf Seite Locarno (links) versetzt wurde. An eisernen Einrichtungen wurden zwei Pendelstützen erstellt, die bis nach Zusammenschluss der Brückenhälften zu deren Stützung dienten. Mit den Pendelstützen in statischer Funktion standen Druckstreben, die vom Kämpfer der Hauptbrücke dem Terrain entlang zum Lagerstuhl der Pendelstützen führten und die, zur Verkleinerung der Biegungsbeanspruchung aus Eigengewicht, mittels kurzer Säulen gegen das felsige Gelände gestützt waren. Eine Zahl von Verankerungen und Armierungen bildeten die Ergänzung der eisernen Ausrüstung.

Bei der Isornobrücke musste die Brückenhälfte Locarno wegen des steilen Abfalles der linksseitigen Felswand anders gestützt werden. Die Stabilitätsverhältnisse verlangten, dass der Stützpunkt der Pendelstützen mindestens rund 15 m vom Kämpferpunkte entfernt sein musste, unter welcher Bedingung der Stützpunkt der Pendelstütze auf dieser Seite in die Luft fiel. Zur Abfangung dieses Punktes wurde eine zweite Stützkonstruktion eingeführt, die einerseits auf einem schmalen Felsband ihre Lagerung fand und anderseits beim Angriffspunkte der Pendelstützen mittels Zugbändern aufgehängt war. Die Zugbänder fanden ihre Lagerung in der Höhe der Anschlussöffnung und mussten wegen Freihaltung des Lichtraumprofiles der unter der Nebenöffnung durchgehenden kantonalen Strasse mittels einer besondern Konstruktion abgelenkt werden. Diese ebenfalls als Pendelträger (B in Abbildung 8) ausgebildete Stützkonstruktion erhielt gleichzeitig eine weitere Funktion, indem an ihr zwei weitere Zugbänder angriffen, die die Komponenten der Angriffskräfte in den Bogenkämpfern auf die Hauptzugbänder und auf die Pendelstütze B übertrugen. Die Verankerung der Hauptzugbänder war eine recht schwierige Aufgabe, indem diese an den ansteigenden Felshang anliefen. Verschiedene Studien, die Verankerung dieser Zugkräfte von 2 × rund 65 t mit den Fundationen des steinernen Anschlussviaduktes zu kombinieren, versagten, und es musste zu der eigenartigen Konstruktion von Kniehebeln gegriffen werden, wie sie Abbildung 8, oben links, darstellen. In dem kompakten und zu Tage tretenden Fels dieses Hanges wurden Vertiefungen ausgesprengt, in die die Kniehebel so gelagert wurden, dass die aus den Angriffskräften resultierenden Reaktionen mit den Gewichten des auflagernden Felsens selbst Drucklinien schufen, die anfänglich nahe an der Oberfläche, weiterhin immer mehr in das Gebirgsinnere verliefen.

Der Einbau der Gerüstungen und Montage-Einrichtungen wie der Ueberbaute selbst erfolgte mittels eines Auslegerkranes von $5^1/_2$ t Tragkraft bei 7,00 m Ausladung, der auf den provisorisch durch die Schwellenträger verstärkten Obergurten der schrittweise montierten Hauptträger lief. Die gleichzeitig eingebauten Fahrbahnquerträger trugen eine Dienstbahn, die zu den Lagerplätzen führte und für die Heranschaffung aller Materialien diente. In Verfolgung

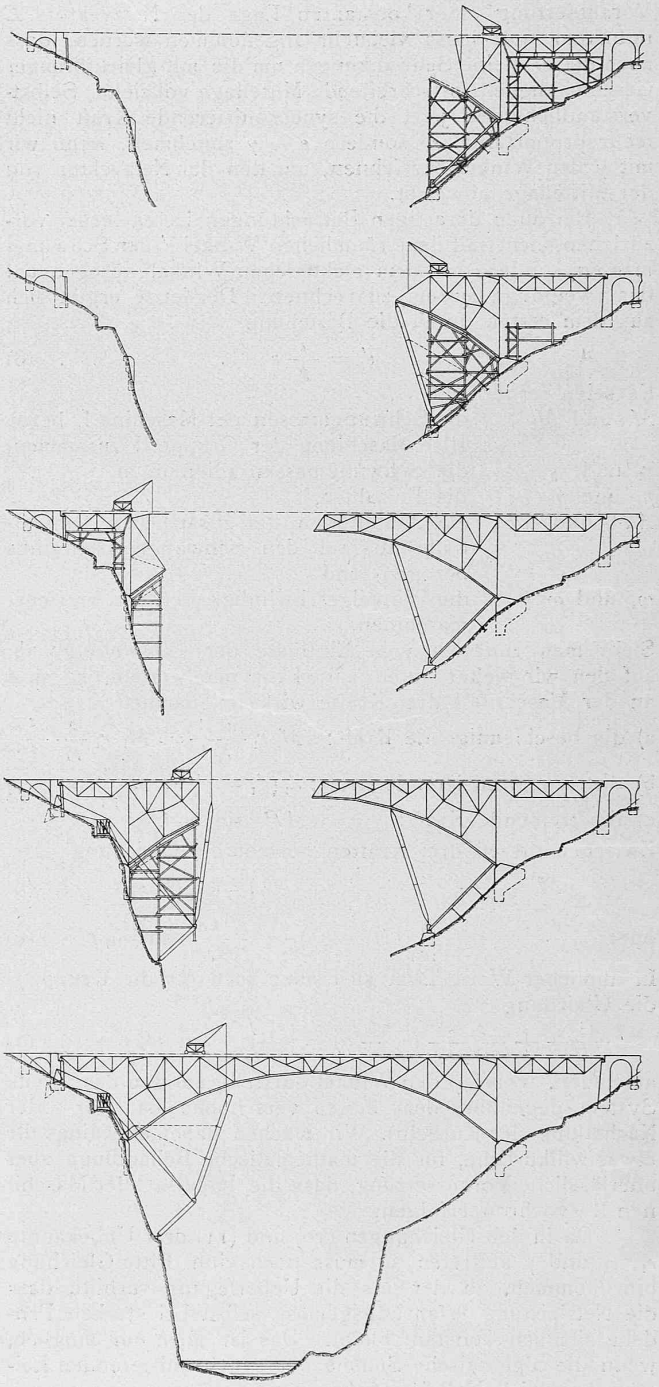

Abb. 9. Charakteristische Stadien des Montage-Vorganges. — 1 : 1600.

der verschiedenen Baustadien, wie sie in Abbildung 9 schematisch dargestellt sind, möchte der Verfasser auf einige Einzelheiten der Anlage noch näher eintreten. Die Montage wurde auf Seite Domodossola, als der einfachern Brückenhälfte begonnen und bot dermassen Gelegenheit, das Personal mit dem ungewohnten Bauvorgange vertraut zu machen. Es bleibt noch zu bemerken, dass bereits beim Entwurfe der Brücke Hauptträger-Verstärkungen mit Rücksicht auf den Montage-Vorgang eingeführt wurden,

und dass auch in der Lage der Stösse hierauf Rücksicht zu nehmen war, um ein einfaches Einstecken, Auflegen und Verbinden der einzelnen Stäbe zu ermöglichen, wie es im Freivorbau bei geringster Gerüstung für die Sicherheit des Personals und den Arbeitsfortschritt Erfordernis war. Für die feste Gerüstung waren an Gerüstholz etwa 70 m³ Rundholz und rund 400 m² Bretter erforderlich, welches Quantum durch Verschnitt und Verlust für die gesamte Montage beider Brücken sich um etwa 20 % erhöhte. Gleichzeitig mit dem Einbau der festen Gerüstung der beiden ersten Hauptträgerfelder erfolgte die Montage der eisernen Druckpfosten von den Kämpfern zu den Lagerstühlen der Pendelstütze, sowie der Einbau von Verankerungen der Kämpfer-Knotenpunkte mit den Kämpfer-Widerlagern. Mit Erreichung des Einbaues des ersten Hauptträgerfeldes konnte bereits mit dem Ausrüsten der Nebenöffnung begonnen werden, welches Holz dann für die Nebenöffnung Seite Locarno verfügbar wurde. Hierauf wurde rechts mit dem Aufbau der Pendelstützen A begonnen, die bei einer Höhe von rund 28,5 m für eine unter einer Exzentrizität von 40 mm angreifenden Gebrauchskraft von 212 t berechnet war. Für die eisenbewehrten Fundamentklötze für die Pendelstützen wurden in den Lagerflächen der Eisenkonstruktionen 57 kg/cm² max. Kantenpressung, wozu allerdings etwa 40 % aus Windeinfluss resultierend, und in der Uebertragungsfläche auf den Untergrund 3,5 kg/cm² max. Kantenpressung zugelassen. Der Aufbau der Pendelstütze erfolgte längs dem festen Gerüst, worauf sie in ihre definitive Lage ausgedreht und zum Zusammenschlusse mit dem Untergurte des dritten Feldes gebracht wurde. Damit war das Grundsystem für den nun folgenden rechtsufrigen Freivorbau der Brücke (Abbildungen 10 und 11, S. 19) geschaffen und es konnte gleichzeitig der Ausbau der Gerüstung unter den beiden Aussenfeldern dieser Seite vollzogen werden (Abb. 9, zweites und drittes Stadium).

Inzwischen war auf Seite Locarno bereits mit der Aufstellung der Gerüstungen für den Einbau der Nebenöffnung und der ersten zwei Felder der Hauptöffnung begonnen worden, worauf der Aufbau der Ueberbaute begann, der bis zum ersten Hauptträgerfeld sinngemäss den Vorgang auf Seite Domodossola durchgeführt wurde. Nunmehr folgte, wie in Abbildung 9 links dargestellt, der Einbau der Stützkonstruktion, der Zugbänder und deren Verankerungen und des untern Trapezträgers, mittels derer der Luftpunkt für die Aufnahme der eigentlichen Pendelstütze geschaffen wurde, eine Arbeit, die an der steil abfallenden Felswand viel Umsicht und diszipliniertes Montagepersonal verlangte. Dieser Stützpunkt der Pendelstütze

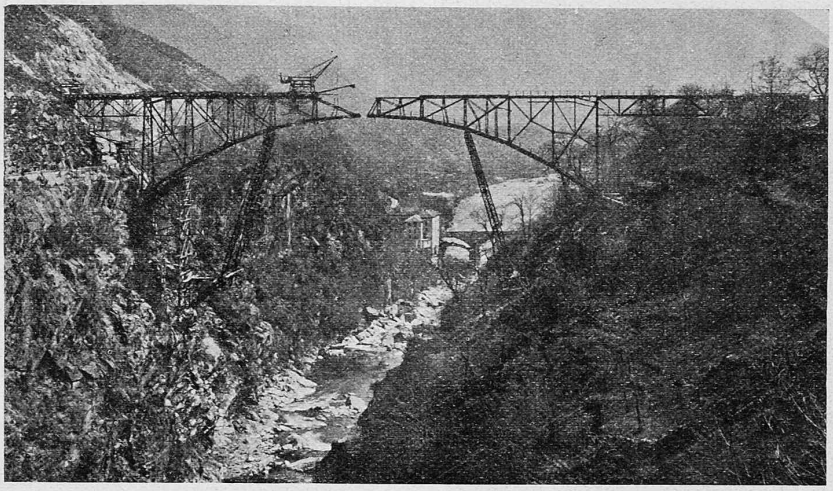

Abb. 14. Isorno-Brücke der Centovalli-Bahn. Bauzustand 18. IV. 1916.

Die Montage der Isorno-Brücke.

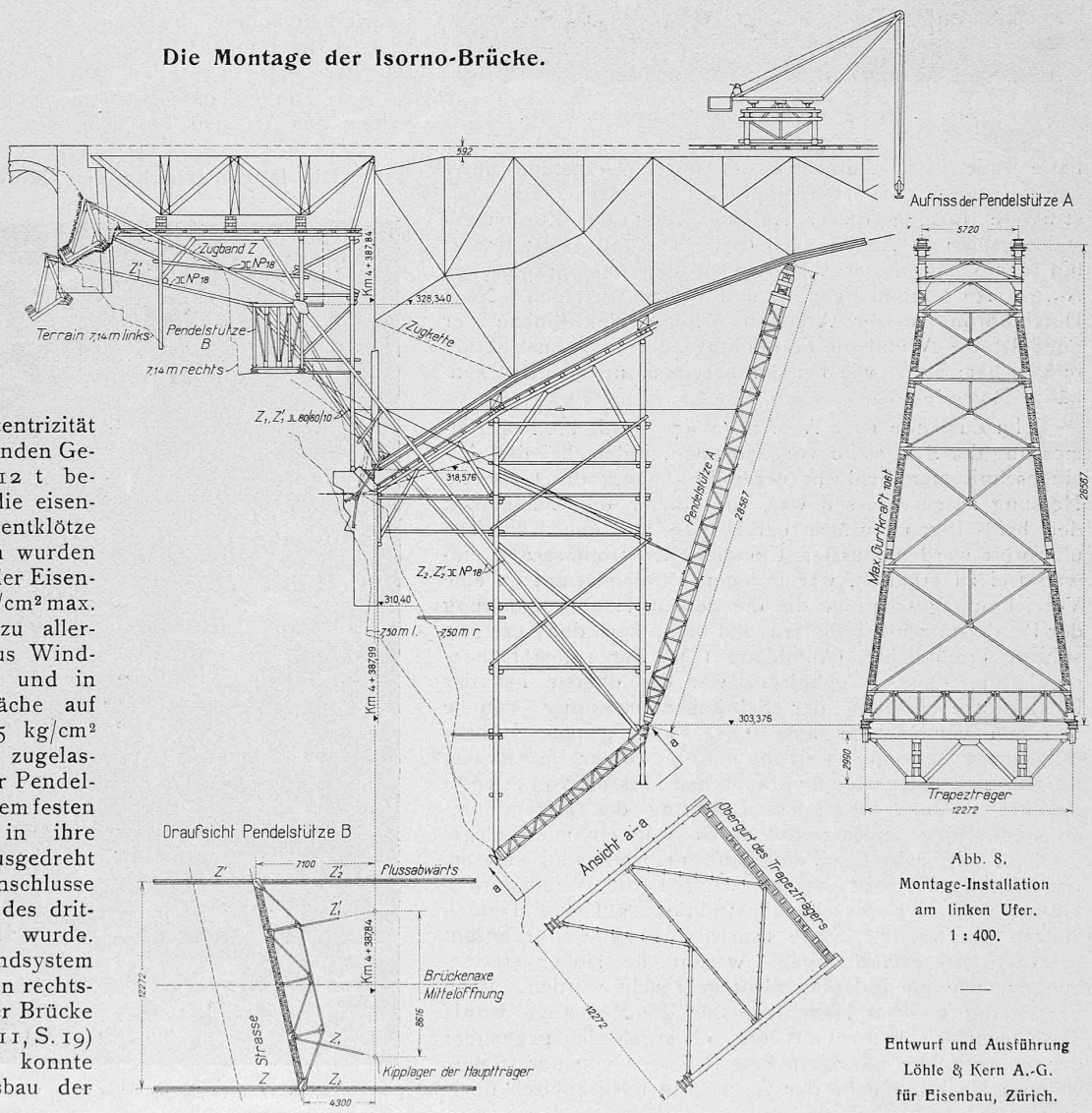

Abb. 8. Montage-Installation am linken Ufer. 1 : 400.

Entwurf und Ausführung Löhle & Kern A.-G. für Eisenbau, Zürich.

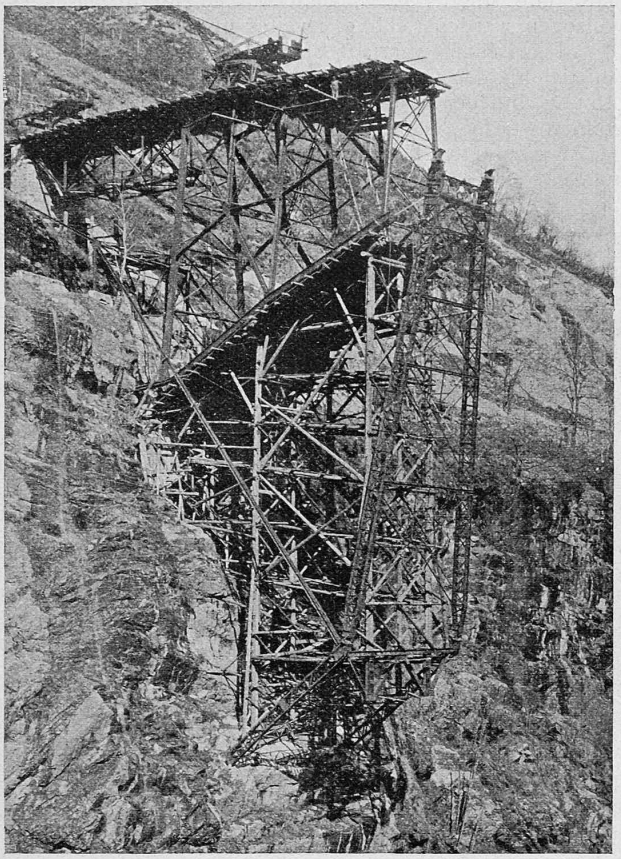

Abb. 13. Montage am linken Hang, Bauzustand 27. III. 1916.

hatte zudem zur Aufnahme der festen Gerüstung unter dem dritten Untergurtknotenpunkt zu dienen. Die konstruktive Lösung dieser Aufgabe zeigt der Zusammenstellungsplan in Abbildung 8 (Seite 17) und es ist fernerhin der Gang dieser Arbeiten in den photographischen Aufnahmen (Abbildungen 12 und 13) zu verfolgen. Nach Durchführung dieser Arbeiten erfolgte der Einbau der Pendelstütze A und die Freimontage der Tragkonstruktion in gleichem Sinne wie bei der bereits montierten Brückenhälfte Domodossola.

Im Zustande nach Abb. 14 (S. 17) wurde die Kontrollmessung der Stützweite vorgenommen, indem bei der tiefeingeschnittenen Schlucht deren Festlegung durch direkte Messung ausgeschlossen war, und daher die Genauigkeit der beidseitigen Ansätze der Brücke auf den Kämpfern überprüft werden musste. Um diese Kontrollmessung einwandfrei zu erhalten, war in jedem Pendelstützenkopf eine Vorrichtung geschaffen, die die genaue Höhenregulierung der Pendelstützen-Kippbolzen und damit auch der Auslegerspitzen ermöglichte (Abbildung 15). Zur rohen Höhenregulierung dieses Kippbolzens war der oberste Teil der Pendelstütze gemäss der Schraubenlochteilung von je 130 mm verschiebbar aufgesetzt. Die genaue Höhenregulierung erfolgte sodann mittels zweier in diesem Einsatzstück gelagerten hydraulischen Pressen von je 100 t Tragkraft. Durch besondere Lagerung des Lagerstuhles im Pendelstützeneinsatz und durch Spindeln mit Einlageblechen, die zwischen Pendelstützeneinsatz und unterem Lagerstuhl eingebaut waren, wurden die Windangriffskräfte von der Brückenkonstruktion auf die Pendelstützen übertragen. Diese Einrichtung hat sich sehr gut bewährt und erlaubte ganz wesentliche Höhenverschiebungen, wie sie indessen nicht gebraucht wurden. Nach Einstellung gleicher Höhenlage für die Messlänge wurde diese mehrfach kontrolliert und es ergab sich gegenüber der theoretischen Stützweite eine Differenz von nur 19 mm, welches Mass nunmehr der Werkstätte telegraphisch übermittelt wurde, um das Scheiteldreieck Seite Locarno, das bis nach Vornahme dieser Kontrollmessung noch nicht gebohrt war, auszuführen. Zwei Tage darauf war die Brücke geschlossen und der Bogenzwickelträger trug sich selbst. Die Ueberführung in seine Tragfunktion erfolgte durch Ablassen an den hydraulischen Pumpen, bis die Pendelstützen entlastet an der Brücke anlagen. Das unterste Baustadium in Abbildung 9 zeigt den darauf folgenden Ausbau der Hilfskonstruktionen; am 25. Juni 1916 war die Brücke fertig ausgenietet, die Fahrbahn definitiv verlegt und zur Aufnahme des Oberbaues bereit. Die gesamte Montagedauer einschliesslich des Ein- und Ausbaues der Gerüstungen und eisernen Installationen, sowie deren Transport auf die zweite Baustelle Ruinacci betrug bei einem Personalbestand von 15 bis 24 Mann, bei teils ungünstiger Witterung und wiederholten Unterbrechungen, ungefähr achteinhalb Monate.

Der gesamte Bauvorgang verlangte weit umfassende Ingenieurarbeit, indem sämtliche Baustadien eingehender Berechnung zu unterziehen waren; dabei wurde ausser mit den jeweilen vorhandenen ruhenden Lasten durchgehend mit einem Winddruck von 150 kg/m² senkrecht zur getroffenen Fläche gerechnet. Als zulässige Beanspruchungen lagen für die Eisenkonstruktionen der Montageinstallationen 1,60 t/cm² auf Zug, 1,40 t/cm² auf Biegung, sowie die Werte für Knickung laut eidgen. Verordnung vom Jahre 1913 für Hochbauten den Berechnungen zu Grunde, während für die Gerüstungen die zulässigen Spannungen auf Zug und Biegung mit 100 kg/cm², auf Druck parallel zur Faser mit 80 kg/cm² und senkrecht zur Faser mit 15 kg/cm² angenommen waren. Probebelastungen mit den beiden Bauwerken konnten bis heute wegen Unterbruch der Bauarbeiten noch nicht vollzogen werden. Die Brücken harren seit vier bezw. dreieinhalb Jahren ihrer Zweckbestimmung. Es ist zu hoffen, dass nach nunmehr erfolgter Wiederaufnahme der Arbeiten bei dem weit vorgeschrittenen Bau-

Die Isorno-Brücke der Centovalli-Bahn.

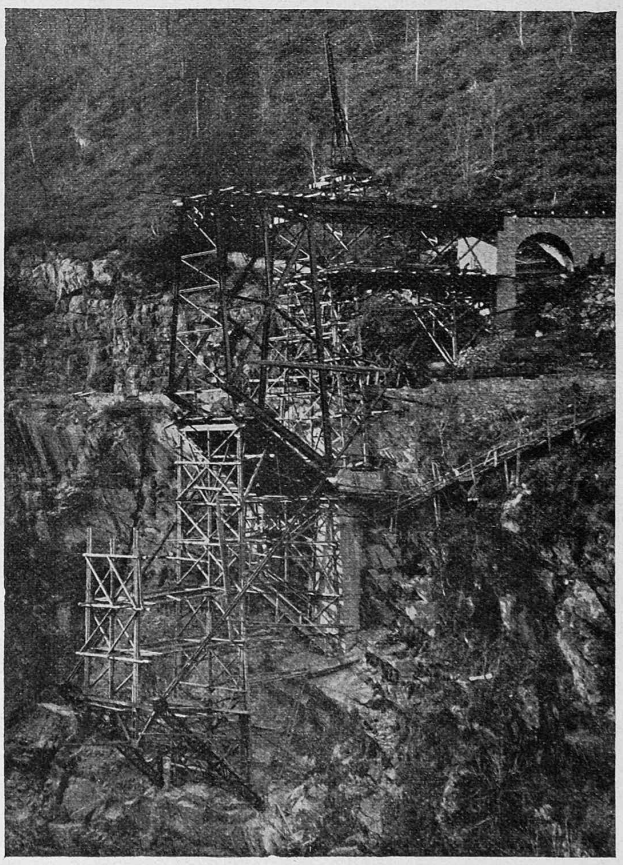

Abb. 12. Montage am linken Hang, Bauzustand 21. II. 1916.

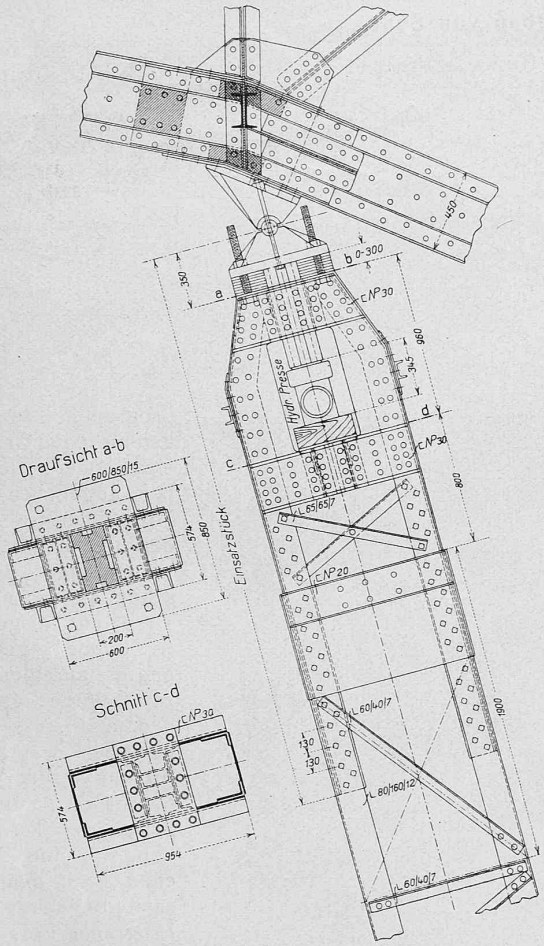

Abb. 15. Einstellvorrichtung am Kopf der Pendelstütze. — 1 : 40.

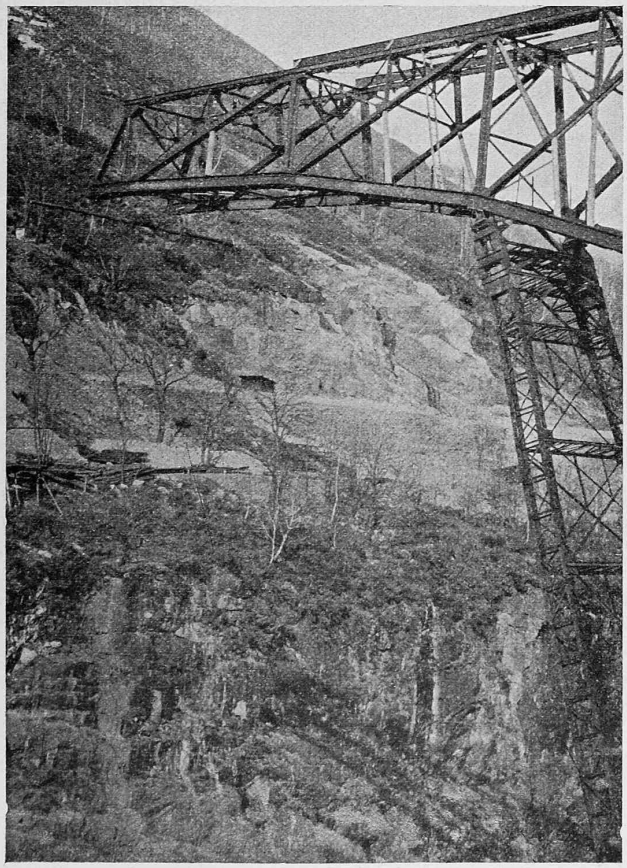

Abb. 11. Freivorbau der rechten Hälfte fertig, 21. II. 1916.

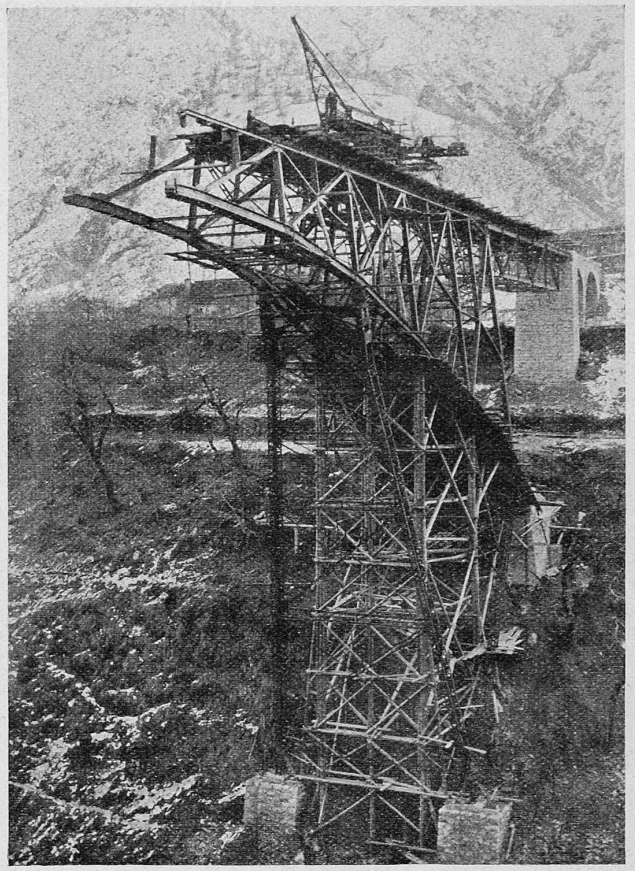

Abb. 10. Montage am rechten Hang, Bauzustand 27. XII. 1915.

zustand mit einer Eröffnung der Bahn innert Jahresfrist gerechnet werden kann.

Es wird Aufgabe einer spätern Veröffentlichung sein, über die Resultate der Brückenbelastungen mit diesen in der Schweiz ersten Dreigelenkbogenträgern für Eisenbahnbetrieb zu berichten.

Wettbewerb zum Wiederaufbau von Sent.[1])

Von den vielen Bündnerdörfern, die von steiler Höhe weit ins Land hinaus grüssen, bot der am 8. Juni 1921 vom Feuer zerstörte Dorfteil von Sent im Unterengadin eines der markantesten Dorfbilder. Dicht gedrängt schoben sich die verwitterten Häuschen und Heuställe weit vor längs der Ränder einer gegen den Inn abfallenden Felskuppe, „la Motta“ genannt, diese als malerische Gruppe krönend. Wenn auch an eine förmliche Wiederherstellung des schönen alten Bildes nicht mehr zu denken war, so ist doch allgemein der Wunsch erwacht, es möchte beim Wiederaufbau alles daran gesetzt werden, am Charakter des frühern Zustandes so viel wie möglich festzuhalten, zu vermeiden, dass anstelle der geschlossenen Einheitlichkeit ein regelloses Chaos entstehe. Es war daher sehr verdienstlich, dass der *Bündner Ingenieur- und Architekten-Verein*, auf Anregung von Architekt Nicol. Hartmann in St. Moritz, alsbald die Durchführung eines Wettbewerbes unter Bündner Fachleuten an die Hand nahm, dessen Aufgabe im Programm u. a. wie folgt umschrieben war:

„Sinn und Zweck des zu schaffenden Bebauungsplanes ist, die Ordnung der Beziehungen jedes einzelnen Hauses zu seinem Oekonomiebetrieb, zum Garten, zur Strasse, zum Nachbarhause, zu Sonne und Licht, sowie schliesslich zum ganzen heimatlichen Dorf- und Landschaftsbild in möglichst vollendetem Masse herzustellen.“ — Dabei war „zwischen einer aus Gründen der Feuersicherheit resul-

[1]) Vergl. Band LXXVIII, Seite 99, 199, 211, 231.