

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 123/124 (1944)  
**Heft:** 20

**Artikel:** Der Umbau des Castieler-Viaduktes der Linie Chur-Arosa der Rhätischen Bahn  
**Autor:** Conrad, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-54050>

### **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:** 04.04.2026

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

**INHALT:** Der Umbau des Castieler-Viaduktes der Linie Chur-Arosa der Rhätischen Bahn. — Zur Erd- und Kriechdruck-Theorie. — Neue Regeln der Wärmebedarfberechnung. — Druckluftschalter und Netzschutz. — Kaltes Licht. — Schulhaus und Kindergarten im Parc Bertrand, Genf. — Mitteilungen: Die Zweikörper-Reinigungsanlage System von Roll. Die

Entwicklung des Nachrichtenwesens in der Schweiz. Vom Studentenheim an der E. T. H. Das VSM-Normalienbureau. Vergrößerung des Dixence-Speicherbeckens. «Möbelpaket» für Kriegsgeschädigte. — Wettbewerbe: Schulhaus mit Turnhalle im Gut, Zürich 3. — Literatur. — Jahresfeier der E. T. H. — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender.

Band 124

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 20

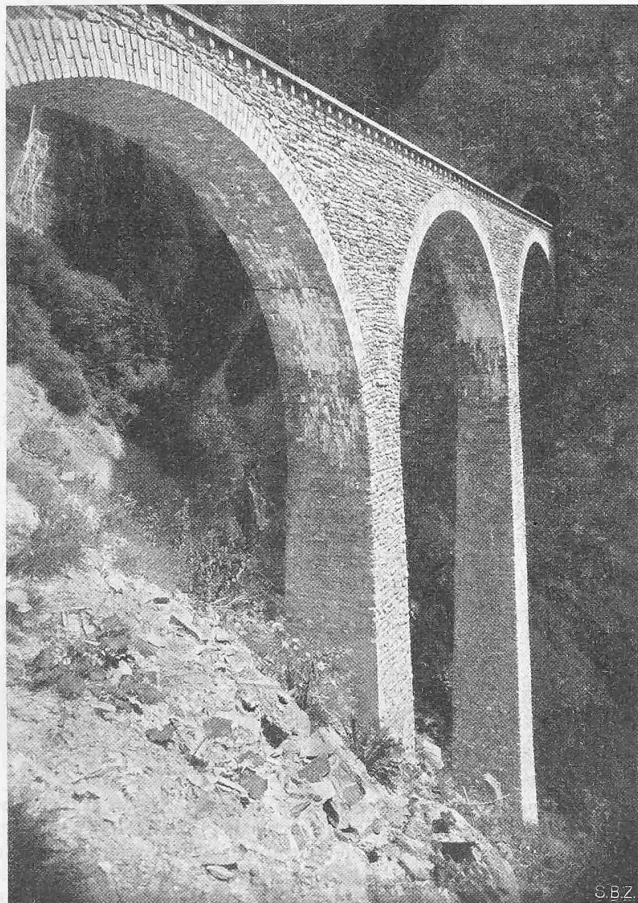


Abb. 1. Der Castieler Viadukt der Chur-Arosa-Bahn, wie er war

## Der Umbau des Castieler-Viaduktes der Linie Chur-Arosa der Rhätischen Bahn

Von H. CONRAD, Oberingenieur der Rh. B., Chur

Die ehemalige Chur-Arosa-Bahn ist am 12. Dezember 1914 eröffnet worden<sup>1)</sup>. Ihr grösster gemauerter Viadukt überspannt das Castielertobel von Km. 6,800 bis 6,893 mittels dreier Gewölbe von je 25 m Spannweite; seine Fahrbahn liegt bei Pfeiler 2 rund 53 m über der Bachsohle. Die Ausführung dieses imposanten Bauwerks erfolgte nach den Normalien der Rh. B., die ihrerseits erstmals beim Bau der Albulabahn zur Anwendung gelangt waren.<sup>2)</sup> Die drei Gewölbe liegen in der Geraden, das Widerlager 1 gegen Chur in einer Rechtskurve von Radius 80 m; auf das Widerlager 2 auf der Arosener Seite folgt sofort eine ebensolche mit dem Minimalradius dieser Linie von 60 m. Infolge Mangel an guten Bausteinen erhielten die Pfeiler einen Stampfbetonkern mit Bruchsteinverkleidung, während die drei Gewölbe aus Betonsteinen gemauert wurden; ihre Aufbauten und die des Widerlagers 1 bestanden aus Bruchsteinmauerwerk (Abb. 1).

Das Widerlager 1 und der Pfeiler 1 mussten in den Rutschhang der rechten Tobelseite, den Calfreiserrutsch, abgestellt werden. Pfeiler 2 ruht auf dem anstehenden Bündnerschiefer der Talsohle, Widerlager 2 endlich wurde in die steile östliche Bündnerschieferwand, bestehend aus wechsellagernden Sandkalken und Tonschiefern, eingelassen.

Schon verhältnismässig bald zeigten sich im Gebiet des Calfreiserrutsches Bewegungen und Erweiterungen. Eine Streckenbegehung vom 10. September 1923 ergab, dass er «ungeahnt

<sup>1)</sup> Beschrieben durch G. Bener in Bd. 60, S. 263\* (1912); Bd. 62, S. 281\* (1913) und Bd. 65, S. 260\*, Castieler Viadukt S. 277\* (1915). Red.

<sup>2)</sup> Vgl. F. Hennings in Bd. 38, Seite 7 (1901).

grosse Ausdehnungen angenommen» habe und dass «sich eine Pressung auch schon in der Brückenaxe gegen den Tunnel hin bemerkbar» mache. Es wurde angeordnet, des Bahnmeisters bisherige «periodische Beobachtungen, falls nötig, noch weiter ausdehnen zu lassen und eine theoretisch ganz einwandfreie Grundlage zur Beurteilung späterer Massnahmen zu treffen». Diese erweiterten Beobachtungen erstreckten sich hauptsächlich auf genaue Höhenkontrollen und führten zu folgenden Feststellungen:

Punkte	Zeiträume der Bewegungen			
	vom 23. 9. 23 bis 19. 4. 24	20. 4. 24 19. 6. 24	20. 6. 24 30. 3. 26	23. 9. 23 30. 3. 26
Widerlager I	— 5 mm	— 1 mm	— 18 mm	— 24 mm
Gewölbescheitel 1 + 2	+ 2 mm	+ 13 mm	+ 27 mm	+ 42 mm
Gewölbescheitel 2 + 4	+ 4 mm	+ 6 mm	+ 13 mm	+ 23 mm
Gewölbescheitel 3 + 2	+ 2 mm	± 0 mm	+ 4 mm	+ 6 mm

(— bedeutet Senkung, + Hebung)

Die Axveränderungen liessen auf ein leichtes Abdröhen des Widerlagers in Richtung talabwärts schliessen.

Diese Erscheinungen verlangten Gegenmassnahmen und zeitigten die verschiedensten Vorschläge. Schon Ende 1925 hatte Ingenieur W. Versell als eine der allfällig zu treffenden Gegenmassnahmen den Ersatz der drei grossen Gewölbe durch drei eiserne Fachwerkbalkenbrücken mit tiefliegender Fahrbahn vorgeschlagen. Im Juni 1926 tauchte zum ersten Mal der Gedanke einer Unterfangung des Widerlagers 1 auf, da dieses bei ungünstigster Belastung an seiner vorderen Kante aussergewöhnlich hoch, d. h. mit über 20 kg/cm<sup>2</sup> beansprucht sei. Diese Idee wurde weiter verfolgt und führte schliesslich am 26. Juli 1928 zu einer entsprechenden Eingabe an den Verwaltungsrat der Chur-Arosa-Bahn. Am 20. August 1928 verlangte das Eidgen. Amt für Verkehr die «raschestmögliche Ausführung von Sicherungsbauten» für das Widerlager 1 und für die Gewölbe 1 und 2, da ein Augenschein vom 15. und 16. des gleichen Monats zeigte, dass die zum ersten Male im Sommer 1919 festgestellte Rissbildung an den Gewölben 1 und 2 grosse Fortschritte gemacht hatte. Kurz darauf erwog man mit der Firma Löhle & Kern den Einbau eines eisernen Stützgerüsts in die erste Öffnung. In einem Schreiben vom 29. Okt. 1928 an diese Firma heisst es: «Das im ersten Gewölbe einzuspannende eiserne Lehrgerüst sollte . . . ein starrer Träger sein, der im Profil des jetzigen Viaduktes bleibt und der imstande wäre, bei allfälligen unwahrscheinlichen weiteren Bewegungen als Brückenträger auch ohne Gewölbebelastung zu dienen. Genügte dann dieser Einbau in der ersten Öffnung wider Erwarten noch nicht, so müsste ein gleicher auch in den beiden andern Öffnungen gemacht werden,

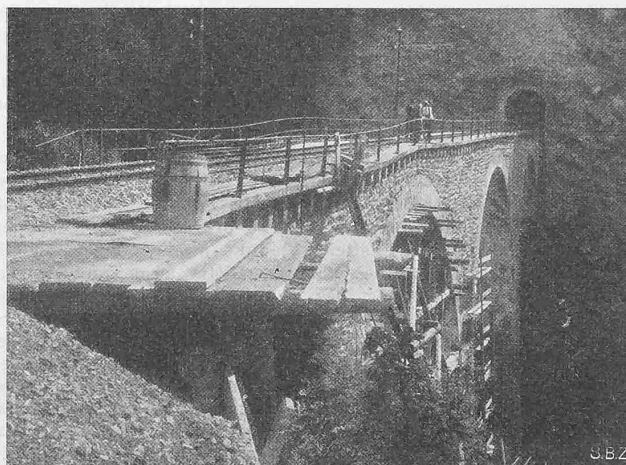


Abb. 2. Zustand zu Beginn der ersten Verstärkungen (1930)

sodass aus dem Steinviadukt schliesslich eine eiserne Brücke auf den vorhandenen Steinpfeilern würde, eine Umwandlung seltenster Art, die dem Eisenbrückenbau neueste Aufgaben öffnen könnte.» Von ähnlichen Erwägungen ausgehend, reichten die Gerüstbauer Richard Coray und sein Sohn Ingenieur Richard Coray am 14. Febr. 1930 einen Vorschlag ein, der den Ersatz des ersten Gewölbes durch einen Blechbalken und die Verstärkung des ersten Pfeilers auf der Churer Seite zur Aufnahme der Gewölbereaktion des zweiten Bogens vorsah. Man einigte sich dann aber schliesslich auf die Unterfangung des Widerlagers 1, der die Sicherung des ersten Gewölbes durch ein starkes Lehrgerüst mit Druckriegel voranzugehen und die Rekonstruktion, bezw. Reparatur der beiden Gewölbe 1 und 2 zu folgen hatten. Der Einbau des Lehrgerüsts in die erste Oeffnung durch Gerüstbauer R. Coray erfolgte von Ende März bis Mitte Juni 1929. Seine vier Binder wurden auf vierzig, am dickern Ende mindestens 28 cm starke, gerammte lärchene Pfähle abgestellt. Zur Aufnahme des zu 409 t berechneten Horizontalschlubes erhielt es einen Druckriegel, bestehend aus 16 Lärchenbalken 24/24 cm mit insgesamt 32 Regulier-Schraubenspindeln in der Mitte. Sechzehn Drahtseile von 12 mm Durchmesser erhöhten die Knickfestigkeit dieses gesamten horizontalen Balkens (Abb. 2).

Die Unterfangung des Widerlagers 1 wurde glockenförmig ausgebildet. Sie besteht aus vier übereinander liegenden konzentrischen Ringen, von denen der unterste eine mittlere Höhe von 2,40 m aufweist und die übrigen drei je 2,20 m hoch sind. Der unterste und weiteste hat einen inneren Durchmesser von 8,00 m und einen äusseren von 14,00 m. Der Ausbruch erfolgte in an die geraden Zugangstollen anschliessenden Ringstollen. Die Ringe selbst erhielten längs beider Leibungen Zementstein-Verkleidungen, zwischen die Füllbeton eingebracht wurde. Ringförmige Armierungen aus Eisenbahnschienen dienten der Aufnahme der Zugspannungen. Die neue Fundamenttiefe beruhte auf einem angenommenen natürlichen Böschungswinkel von 27°. Dieser war so klein angenommen worden, weil ein Sondierschacht gezeigt hatte, dass das Glockenfundament auf schlechtes, z. T. durchnässstes Lehmmaterial abgestellt werden müsse. Diese Arbeiten kamen in der Zeit von Mitte Sept. 1930 bis Anfang August 1931 zur Ausführung.

Von Anfang April 1932 bis Anfang Oktober wurden die beschädigten Gewölbe 1 und 2 verstärkt. Sie erhielten auf der inneren Leibung einen drahtgeflechtarmierten, bis 35 cm starken Gunitüberzug. In die äusseren Leibungen wurden je sechs der Gewölbekrümmung folgende Eisenbahnschienen einbetoniert und mittels durchgehender Schrauben mit dem Drahtgeflecht auf der inneren Leibung verbunden. Anschliessend erfolgte die Instandstellung der schadhaften Stirnmauern.

Die getroffenen Massnahmen schienen den erwarteten Erfolg zu zeitigen. Während einiger Jahre waren keine neuen Bewegungen bemerkbar. Nach 1935 jedoch zeigte sich plötzlich eine leichte Hebung des Scheitels des Gewölbes 3, das bisher ziemlich ruhig geblieben war, nach der Rekonstruktion der Gewölbe 1 und 2 aber als das schwächste den offenbar immer noch wirkenden Druck des rechten Rutschhanges nicht auszuhalten vermochte. Vom Sommer 1937 an kamen daher neue Nivellementsmessungen zur Durchführung und von 1939 trigonometrische Verschiebungsmessungen nach der durch Ing. W. Lang von der Eidg. Landestopographie entwickelten Methode. Den Ergebnissen zeigten sofort, dass das Problem des Castieler-Viaduktes sich neu stelle und dass rasch gehandelt werden müsse, da Gefahr im Verzuge sei. Am 24. Sept. 1940 hatte sich der Scheitel des Gewölbes 3 bereits um 150 mm gehoben (Abb. 2a)! Parallel zu dieser Hebung gingen Zerstörungen der Stirnmauern und des Gewölbes selbst, das an der inneren Leibung bedrohliche, von oben her von blossen Auge sichtbare Risse zeigte.

Im Einvernehmen mit Brückeninspektor F. Hübner vom Eidg. Amt für Verkehr gelangte die Betriebsleitung der damaligen Chur-Arosa-Bahn im Februar 1939 an Prof. Dr. M. Ritter (E. T. H.) mit dem Auftrag, zu prüfen, ob die Ursachen der Erscheinungen am Castieler-Viadukt anhand eines Modellversuches abgeklärt werden könnten. Ritter kam zum Schluss, dass, wenn die Bewegung des Widerlagers 1 nicht von selbst zum Stillstand komme oder durch Entwässerungen usw. nicht aufgehalten werden könne, sich der Viadukt kaum retten lasse, da schon ein horizontaler Druck von 500 t in Kämpferhöhe genügen würde, um die Gewölbe zu zerstören. In Ergänzung dieser Feststellung Ritters bewies ein Bericht von Ing. Dr. R. Haefeli von der Erdbauabteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H. vom 20. Febr. 1941 einwandfrei, dass der gemauerte Viadukt in der Tat als Ganzes nicht mehr zu retten sei; kam doch Haefeli auf Grund seiner Untersuchungen auf einen auf das

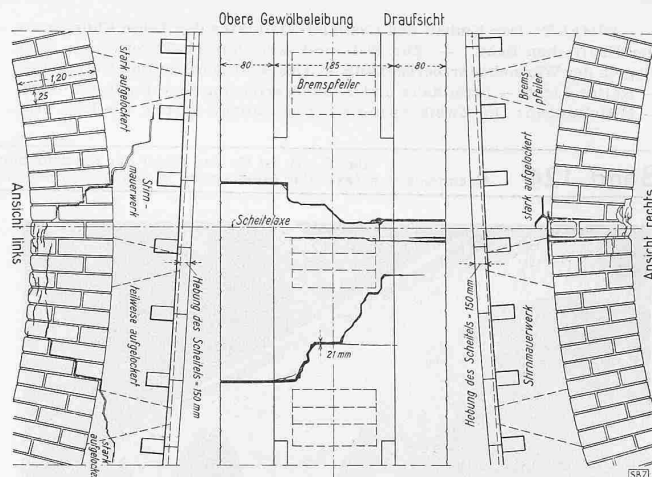


Abb. 2a. Zerstörungen im Scheitel von Gewölbe 3. — 1:100

unterfangene Widerlager 1 wirkenden Bergdruck in der Grössenordnung zwischen 5000 und 15 000 t!

Damit war dem stolzen Bauwerk leider das Todesurteil gesprochen und bewiesen, dass hier wieder einmal ein Problem vorliege, das nach dem Grundsatz «Gewalt gegen Gewalt» nicht bewältigt werden könne, dass sich der Ingenieur vielmehr den gewaltigen Naturkräften anzupassen habe und nach einer Lösung suchen müsse, die es gestatte, ihnen auszuweichen. Das war aber nur auf dem Umweg über eine Eisenkonstruktion möglich, wobei die Frage noch offen blieb, ob der ganze Viadukt zu opfern sei oder nur ein Teil.

[Wir schalten hier die theoretischen Ausführungen Dr. Haefelis ein, dessen Gutachten eben erwähnt wurde. Red.]

## Zur Erd- und Kriechdruck-Theorie

Von P.-D. Ing. Dr. R. HAEFELI, E. T. H., Zürich

### 1. Problemstellung

Das bewegte Schicksal einer erst dreissigjährigen Eisenbahnbrücke im Gebiet des Prättigaufluchs scheint besonders geeignet, uns die Wirkung von Kriechbewegungen des Untergrundes, die Entstehung von Kriechrücken, sowie die konstruktiven Massnahmen zum Schutze eines Bauwerkes gegen Kriechschäden am Beispiel vor Augen zu führen. Eine befriedigende Erklärung der im konkreten Fall beobachteten Erscheinungen und eine über den Einzelfall hinausgehende wirksame Bekämpfungsmethode der Kriechschäden dürfte jedoch erst möglich sein, wenn die dazu nötigen theoretischen Grundlagen vorliegen. Da diese letzten zur Zeit noch fehlen, müssen wir uns zunächst mit dem grundsätzlichen Teil der Aufgabe befassen, wobei sich die Probleme nicht nur von der qualitativen, sondern vor allem auch von ihrer quantitativen Seite her stellen.

Die bei den nachstehenden theoretischen Untersuchungen gewonnenen Einblicke in den Verformungsprozess von Untergrund und Bauwerk, sowie in das zeitlich veränderliche Kräftefeld mögen in erster Linie als Beitrag zu einer notwendigen Ergänzung der Erddrucklehre gewertet und in Diskussion gestellt werden. Nachdem durch Theorie und Erfahrung wiederholt festgestellt wurde, dass sich die meisten aus Lockergesteinen bestehenden Hänge in langsamer kriechender Bewegung befinden [1] [2], wodurch bereits zahlreiche Bauwerke beschädigt oder zerstört wurden, ist die Frage nach der Grösse der von den kriechenden Erdmassen auf feste Bauwerke ausgeübten Erd drücke zu einem der brennendsten Probleme der Erdbaumechanik und des Grundbaues geworden. In zweiter Linie, d. h. im konkreten Falle des Castieler Viaduktes, ergaben sich aus unseren Untersuchungen gewisse Richtlinien für die Rekonstruktion der Brücke. [Literaturangaben am Schluss des Aufsatzes.]

### 2. Theoretische Grundlagen

Soll ein dem Kriechdruck ausgesetztes Bauwerk unverschieblich festgehalten werden, kann dies auf zwei Arten geschehen: Entweder wird das Bauwerk oben bzw. seitlich festgehalten — z. B. nach Abb. 3a durch einen gegen eine Felswand stossenden Druckriegel — oder es wird direkt in der den Kriechhang nach unten begrenzenden Felschicht fundiert (Abb. 3b).