

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 113/114 (1939)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Ergebnisse der Verformungs- und Spannungsmessungen  
**Autor:** Roš, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-50562>

### **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:** 17.03.2025

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

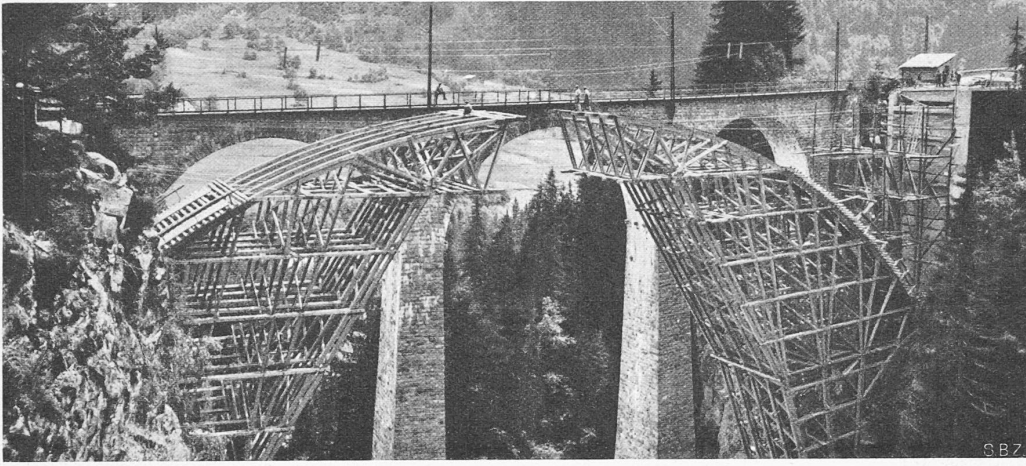


Abb. 8. Lehrgerüst im Freivorbau zum Scheitelschluss bereit (15. Juni 1938)

Teil des Lehrgerüsts auf Biegung beansprucht. Um den Auswirkungen dieser Konstruktion Rechnung zu tragen, haben wir denn auch die Ueberhöhung des Gerüsts entsprechend grösser, nämlich zu 70 mm vorgesehen. Die tatsächliche Senkung des Scheitels beim Aufbringen der Belastung durch Betonieren der Bogenrippen und des Aufbaues betrug denn auch 65 mm (gegenüber nur 32 mm bei der Gmündertobelbrücke). Beim Ablassen des Lehrgerüsts der Russeinbrücke senkte sich der Scheitel um 6,47 mm, die Bogenviertel um 1,47 mm bzw. 1,24 mm (Scheitel-Senkung der Gmündertobelbrücke beim Ablassen des Lehrgerüsts 5 mm). Die Gesamtsenkung des Scheitels der Russeinbrücke stellt sich demnach auf  $65 + 6,47 = 71,47$  mm, was gegenüber der Ueberhöhung von 70 mm den Voraussetzungen gut entspricht. Wie schon 1904 Prof. Dr. E. Mörsch in seiner Veröffentlichung über die Isarbrücke bei Grünwald<sup>2)</sup> nachwies, hatte dort ein Abweichen der Bogenform von der Stützlinie für Eigengewicht um nur 1 cm auf die Randspannungen einen Einfluss von  $1 \text{ kg/cm}^2$ , was für die untere Grenze der Spannungen von sehr grosser Bedeutung ist. Aus diesem Grunde haben wir auch der Konstruktion des Lehrgerüsts und der Ueberhöhung des Scheitels unsere besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Zu erwähnen ist noch, dass das Lehrgerüst durch die bei der Russeinbrücke angewandte Konstruktion natürlich grosse Ersparnisse in der Verwendung der Holzmengen ermöglichte. Die Auflagerung des Lehrgerüsts erfolgte auf in Fels eingesprengte Betonfundamente.

Für das Betonieren der Bogenrippen war eine Lamelleneinteilung vorgesehen, sodass vor Schliessen des Bogens eine möglichst grosse Belastung des Gerüsts und dessen dadurch ver-

<sup>2)</sup> «SBZ» Bd. 44, S. 263\* und 279\* (Dez. 1904).

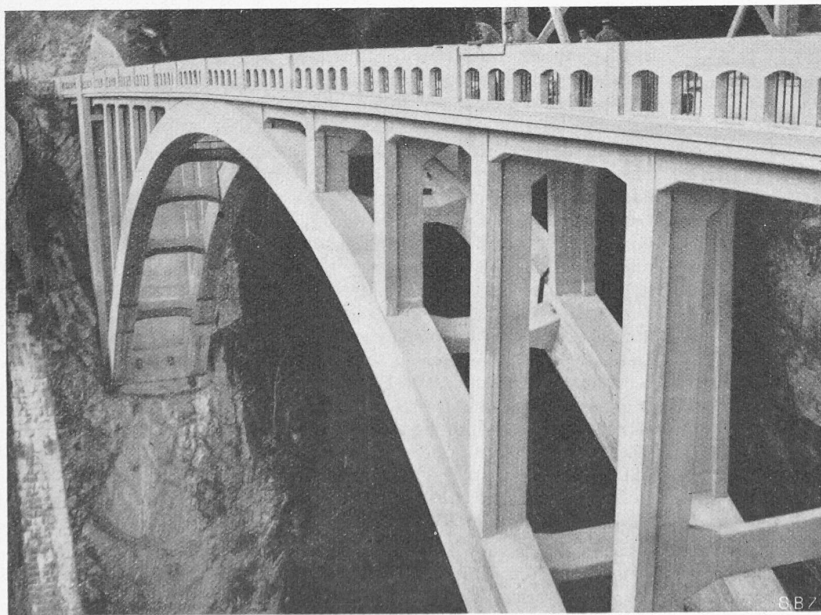


Abb. 11. Die neue Strassenbrücke über das Russeinertobel im Bündner Oberland

ursachte Senkung erfolgen konnte, ohne Risse im Bogen zu verursachen. Bei der Probebelastung mit 4 mal rd. 12 t konnte eine lotrechte Durchbiegung des Bogenscheitels von nur +1,54 mm und im Bogenviertel eine lotrechte Senkung von +1,8 mm, sowie eine lotrechte Hebung der Laststellung im Spiegelbild von -0,8 mm gemessen werden, woraus hervorgeht, dass selbst bei grösster Belastung eine vorzügliche Wirkung der Bogenkonstruktion sich feststellen liess.

Die Erdarbeiten wurden Anfang November 1937, die Betonarbeiten der Fundamente des Bogens Anfang

Dezember 1937 in Angriff genommen. Die Montage des Lehrgerüsts dauerte vom 19. April 1938 bis 2. Juni, das Betonieren der Bogenrippen vom 23. Juli bis 10. August 1938; der Ueberbau über den Bogenrippen war Ende September 1938 beendet. Am 17. Nov. 1938 wurde die Brücke in Anwesenheit von Vertretern der eidgenössischen und kantonalen Behörden unter reger Anteilnahme der Bevölkerung durch den Abt von Disentis geweiht und durch die Behörden dem Verkehr übergeben.

Die Brücke wurde nach Projekt und unter Oberleitung des Verfassers ausgeführt. Mit der statischen Berechnung und Detailplanaufstellung war Ing. W. Versell (Chur) betraut worden. Die gesamten Bauarbeiten waren der Firma Prader & Cie. (Chur) unter der Leitung von Ing. W. Breuer übertragen, die mit der Ausführung des Lehrgerüsts den bekannten Gerüstbauer Richard Coray beauftragte. Die Bauleitung besorgte Bezirksingenieur J. Pajarola (Ilanz) und auf der Baustelle selbst waren Ing. Michael für den Kanton, Ing. Gregori für die Unternehmung tätig.

### Ergebnisse der Verformungs- und Spannungsmessungen

Von Prof. Dr. M. ROŠ, E. M. P. A., Zürich

Zur Beurteilung des Verformungs- und Spannungszustandes der Russeinbrücke wurden eingehende Beobachtungen und Messungen anlässlich der Absenkung des Lehrgerüsts am 3. und 4. November 1938 durchgeführt und am 4. November 1938 anlässlich der Belastung mit drei Lastwagen und einer Dampfwalze im Gesamtgewicht von 46,65 t (Abb. 12) weitgehend ergänzt. Gemessen wurden: die lotrechten Durchbiegungen im Bogenscheitel und den beiden Vierteln flussabwärts; die Drehungen an den Kämpfern flussauf- und flussabwärts und die örtlichen Faserdehnungen im Scheitel, Viertel und Kämpfer der Bogenhälfte Disentis. Die Messstellen, die Lage der Instrumente, sowie die Ergebnisse der Messung und Nachrechnung gehen aus den Abb. 12 und 13 hervor.

Der Beton ist hochwertig. Die durch zahlreiche und sehr sorgfältig durchgeführte Elastizitätsmessungen an Betonprismen von  $20 \times 20 \times 60$  cm Grösse, an der Baustelle erzeugt, dort gelagert und im gleichen Alter erprobt, festgestellten Mittelwerte betragen: Prismendruckfestigkeit  $p_{\beta d} = 270 \text{ kg/cm}^2$ , Elastizitätsmodul  $E_e = 340000 \text{ kg/cm}^2$ . Der aus der E. M. P. A.-Formel

$$E_e = 550000 \frac{p_{\beta d}}{p_{\beta p} + 150}$$

errechnete  $E_e$ -Wert =  $354000 \text{ kg/cm}^2$  stimmt mit dem der unmittelbaren Elastizitätsmessung  $E_e = 340000 \text{ kg/cm}^2$  sehr gut überein.

Die Versuchsergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die gemessenen Verformungen (Durchbiegungen, Drehungen und Spannungen) lassen ein praktisch einwandfreies Verhalten des statisch klar gegliederten Tragsystems erkennen.

2. Die gemessenen elastischen Verformungen zeigen eine sehr befriedigende Uebereinstimmung mit den zugeordneten rechnerischen Werten der Elastizitätstheorie; die gemessenen

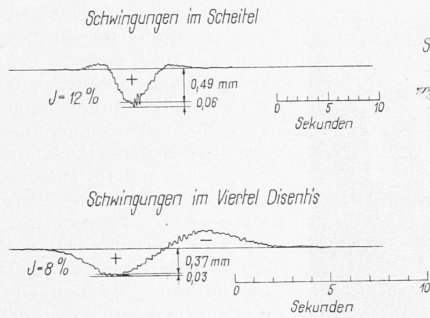


Abb. 14. Schwingungen bei Schnellfahrt eines Lastwagens von 12,7 t bei  $v = 25$  km/h

Werte sind, von wenigen Ausnahmen abgesehen, geringer als die berechneten. Die sperrenden, verformungsvermindernden Einflüsse des Bogenüberbaues treten für die Laststellungen in den Bogenvierteln deutlich in Erscheinung (Abb. 12 und 13).

3. Die bleibenden Verformungen nach erfolgter, erstmaliger Belastung der Brücke ergaben sich im Mittel zu 10% der gesamten Verformungen; sie sind als gering zu bewerten.

4. Bei der Brückenausrüstung betrug die Durchbiegung im Scheitel 6,47 mm, die grösste Drehung am Kämpfer Disentis 48" (Winkelsekunden a. T.) und die grösste Druckspannung im Viertel Disentis erreichte 27,3 kg/cm<sup>2</sup> (Mittelwert 23,5 kg/cm<sup>2</sup>).

5. Anlässlich der Belastungsversuche mit dem Lastenzug von 46,65 t wurden im Scheitel Grösstwerte der lotrechten Durchbiegungen von 1,38 mm und im Viertel von 1,71 mm gemessen. Die grössten Kämpferdrehungen betragen 15" (Winkelsekunden a. T.), sie sind klein und lassen auf eine gute Einspannung des Bogens in den Widerlagern schliessen. Die durch den Lastenzug erzeugten grössten Spannungen erreichen 8,8 kg/cm<sup>2</sup> Druck. Der Verlauf und die Verteilung der Spannungen über den einzelnen Querschnitten darf als regelmässig bezeichnet werden. Ein Zusammenwirken von Fahrbahn und Bogen konnte im Viertel auch bei nicht direkter Belastung des Bogen-Viertels beobachtet werden. Die Fahrbahnfügen über den Kämpferpfeilern arbeiten normal und regelmässig, was auf eine gute Arbeitsweise der Rollenlager hindeutet (Abb. 12 und 13).

6. Die die Durchbiegungen überlagernden Schwingungen sind gering; die Stosszuschläge betragen für den Bogenscheitel ~ 12% und in den Vierteln ~ 8% (Abb. 14).

Die Messergebnisse an der neuen Russeinbrücke, die zu den besten Repräsentanten der alten, klassischen Schule der schweizerischen Brückenbaukunst in Eisenbeton gehört, lassen eindeutig den hohen Sicherheitsgrad des ganzen Bauwerkes erkennen. Die Verkehrslast dürfte für den Bogen auf den ~ 2 1/2-fachen Betrag, ohne Ueberschreitung der für den vorliegenden Qualitätsbeton zulässigen Spannungen, erhöht werden.

### Ingenieur-Geologische Richtung an der Abteilung für Naturwissenschaften der E. T. H. Zürich



In der Abteilung Geologie und Mineralogie im Hochschulpavillon der LA prangen an einer Wand zwei Erdhalbkugeln, auf denen durch Verteilung und Häufung von Punkten die Tätigkeitsgebiete von Schweizergeologen im Ausland dargestellt werden. Ueberrascht wird mancher Besucher dadurch auf einen akademischen Beruf aufmerksam gemacht, dessen Vertreter zur vollen Ausübung ihrer Tätigkeit weitgehend auf das Ausland angewiesen sind und sich dort eine bedeutende Stellung zu verschaffen gewusst haben.

Geht man, um ein Beispiel zu geben, der Tätigkeit der 68 Doktoranden nach, die am geologischen oder mineralogisch-petrographischen Institut der E. T. H. und der Universität Zürich in den letzten Jahren promoviert haben, so erweist es sich, dass (abgesehen von den 16 Ausländern) unter den 52 Schweizern 26 Absolventen im Ausland tätig sind. Die Mehrzahl, das heisst 19 sind Oelgesellschaften verpflichtet; 4 arbeiten bei Erzunternahmen, während eine Paläontologin in staatlicher Stellung ist und je ein Lehrer und ein Farmer als Aussenseiter hinzu-

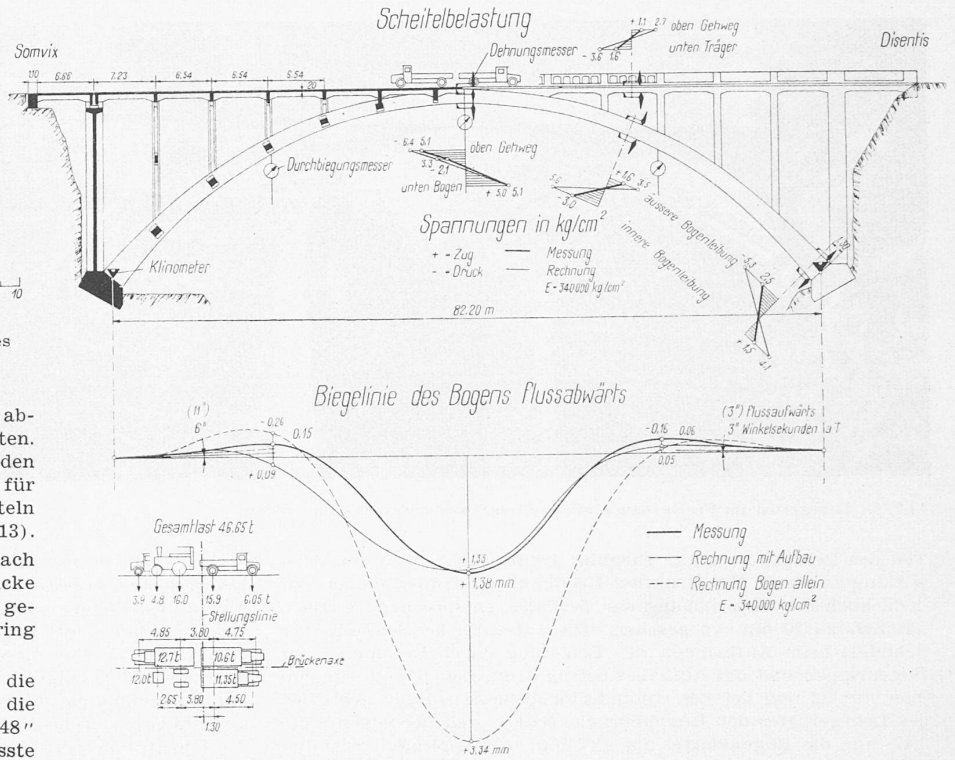


Abb. 12. Biegelinie des Bogens flussabwärts, Widerlagerverdrehungen, Spannungsverteilung

treten. Von den übrigen 26 Schweizern sind nur noch 14 mehrheitlich in ihrem Abschlussberuf tätig. Davon finden sich 8 an Hochschulen, in der Materialprüfung, an Museen oder bei der geologischen Kommission; 4 Bauingenieure mit Geologieabschluss sind in selbständigen Stellungen oder teilweise im Lehrfach tätig, wozu noch 2 selbständig erwerbende Geologen hinzutreten. Nur noch untergeordnet oder gar nicht mehr bleiben 8 Mittelschullehrer, je 1 Kulturingenieur, Meteorologe, Psychologe, Fabrikant mit ihrem Abschlussberuf in Kontakt.

Neben der grossen Anzahl von Auslandschweizern fällt an diesem Beispiel, das natürlich nur einen Teil der Schweizergeologen umfasst, eine zweite Tatsache auf: Von diesen Geologen, Petrographen und Mineralogen beschäftigt sich ein bemerkenswert hoher Prozentsatz mit der technischen Anwendung ihres Berufes. Bei der steigenden Bedeutung der geophysikalischen, topographischen und photogrammetrischen Fragen in der Praxis der Oelgeologen, der prospektions- und untersuchungstechnischen Vervollkommnung in der Erzgeologie, bei der Bedeutung der Erdbaumechanik, der technischen Petrographie und Geologie, Hydraulik in Grund- und Strassenbau- und hydrologischen Fragen des Ingenieurgeologen, bei der intensiveren Mitarbeit der Kristallographen und Petrographen in der Metall- und Rohstoffindustrie kam schon seit längerer Zeit, namentlich aus der Praxis der Wunsch, die technischen Seiten des Geologiestudiums zu erweitern.

Es konnte sich indessen in unserem rohstoffarmen Land, ohne Oelproduktion, mit nur untergeordnetem Bergbau nicht darum handeln, eine Bergakademie oder ein Oelgeologielaboratorium zu gründen. Neben den nach wie vor gut ausgebauten wissenschaftlichen Vorlesungen, die die Grundlage des Studiums und der späteren Anpassung an die Erfordernisse der Praxis geben, sollten dagegen bereits im Unterricht einige technische Anwendungen der theoretischen Grundlagen gegeben werden, um dem Absolventen die Entwicklungsmöglichkeiten zu erweitern. Deshalb wurde im Herbst 1937 an der Abteilung für Naturwissenschaften an der E. T. H. neben den botanisch-zoologischen, chemisch-physikalischen und geographisch-geologischen Studienrichtungen (diese sehen ihre Hauptaufgaben in der Ausbildung der Fachlehrer für Naturwissenschaften und von Naturwissenschaftlern, die sich bestimmten Gebieten der Forschung widmen wollen) eine geologisch-mineralogische Richtung mit Ingenieurwissenschaften neu hinzugefügt.

Die Wegleitung für die Studierenden der Abteilung für Naturwissenschaften vom 25. Sept. 1937 sieht folgenden Studienplan vor: Das erste Vordiplom umfasst Mathematik, Chemie und Mineralogie; für das zweite Vordiplom werden Physik, Vermessungskunde und Geographie verlangt. Das Abschlussdiplom erforder-

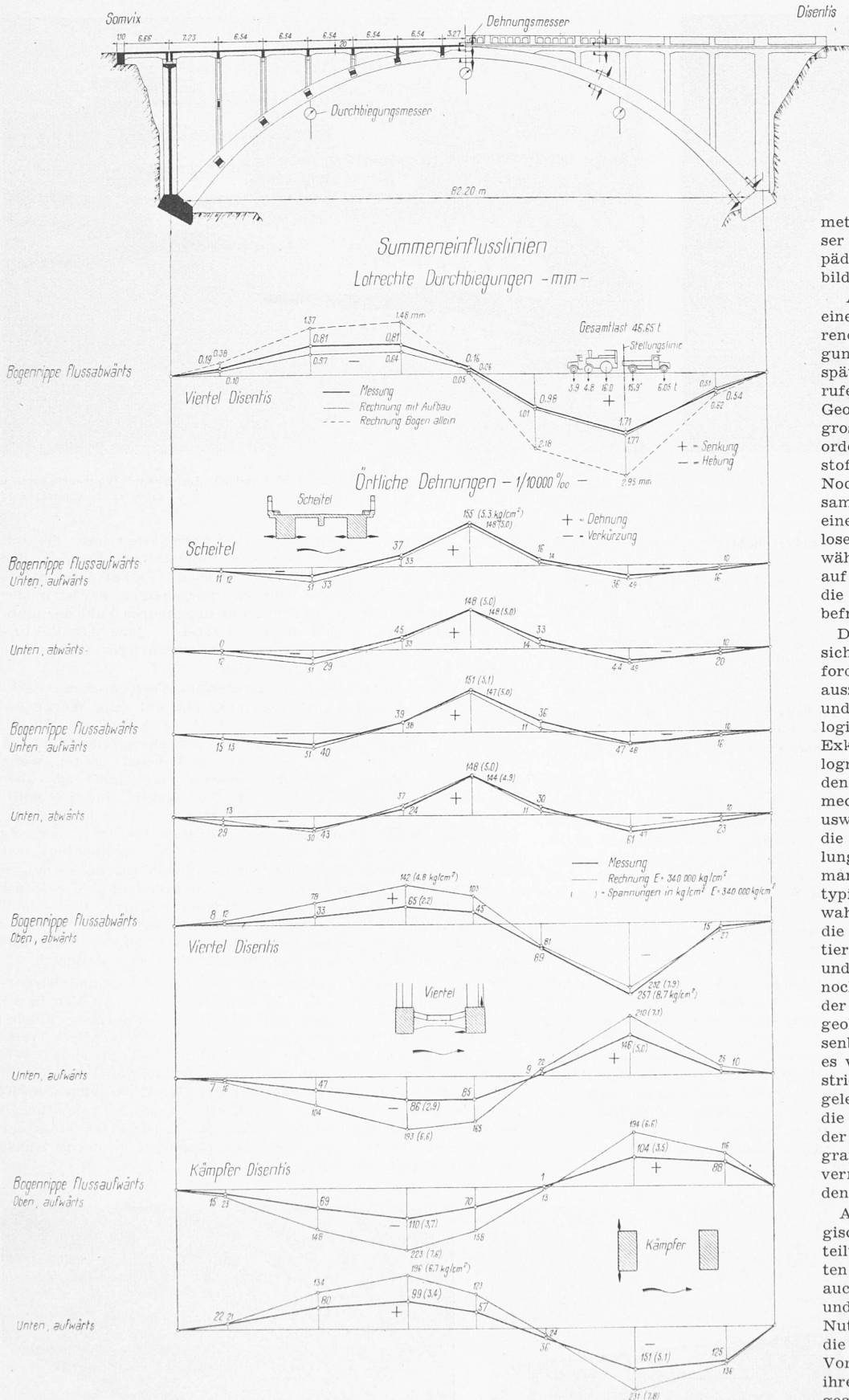


Abbildung 13. Summeneinflusslinien der lotrechten Durchbiegungen im Bogenviertel Seite Disentis, sowie der Spannungen im Scheitel, Viertel und Kämpfer Seite Disentis

metrie. Die Studierenden dieser Richtung sind von der pädagogisch-didaktischen Ausbildung befreit.

Auch in Zukunft wird nur eine kleine Anzahl aller Studierenden Freude und Veranlagung zum Studium und zur späteren Ausübung dieses Berufes haben. Der Bedarf an Geologen ist nicht besonders gross; er ist zudem in ausserordentlichem Masse an Rohstoffkonjunkturen gebunden. Noch vor wenigen Jahren sammelte sich in der Schweiz eine grosse Anzahl von arbeitslosen Vertretern dieses Faches, während heute, besonders etwa auf dem Gebiet der Erzgeologie, die Nachfrage nur ungenügend befriedigt werden kann.

Durch die vermehrte Berücksichtigung der technischen Erfordernisse, die noch weiter auszubauen sind (vermehrte und intensivere technische Geologie und Petrographie mit Exkursionen, chemisch-kristallographische Technologie, Bodenkunde, Erdbau- und Schneemechanik, Mikropaläontologie usw.) werden der gute Ruf und die internationalen Entwicklungsmöglichkeiten, in diesem, man ist fast versucht zu sagen typischen Schweizerberuf gewahrt bleiben. Daneben ist aber die Mitarbeit technisch orientierter Geologen, Petrographen und Mineralogen in der Schweiz noch weiter ausbaufähig. Neben der Mitwirkung der Ingenieurgeologen im Grundbau, Strassenbau und Lawenschutz sind es vor allem die Rohstoffindustrie (Zement, Keramik, Ziegelei), die Metallwirtschaft und die anorganische Chemie, in der die Mitarbeit der Petrographen und Kristallographen vermehrt herbeigezogen werden sollte.

Aus dieser ingenieurgeologischen Erweiterung der Abteilung für Naturwissenschaften der E. T. H. ziehen aber auch die andern Absolventen und Abteilungen der E. T. H. Nutzen. Erstens dadurch, dass die vermehrten technischen Vorlesungen und Übungen ihrem Interesse mehr entgegenkommen. Zweitens führt sie zu einer besseren Zusammen-

arbeit Petrographie und Lagerstättenkunde, Geologie, Stratigraphie event. Paläontologie und Geophysik. Die Diplomarbeit kann sich in geologisch-stratigraphischer oder petrographisch-lagerstättenkundlich-mineralogischer Richtung bewegen. Empfohlen werden Vorlesungen und Übungen über Strassenbau, Hydraulik, Hydrometrie und Gewässerkunde, Kartenzeichnen und Photogram-

menarbeit von Ingenieur und Geologe in der Praxis. Nicht immer können die Gewalten so reinlich getrennt werden, wie sie Lugeon in «Barrage et Géologie» definiert: «Tout ce qui est à l'intérieur des surfaces d'appui appartiendrait à l'ingénieur, tout ce qui est au delà des surfaces d'appui serait du domaine du géologue.» —

A. von Moos.