

Die Drahtseil-Hängebrücke bei Landquart

Autor(en): **Walther, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **67/68 (1916)**

Heft 21

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-33009>

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.

INHALT: Die Drahtseil-Hängebrücke bei Landquart. — Vereinshaus z. Kaufleuten in Zürich. — Die oskulierenden Kegelschnitte bei der Kettenlinie. — Miscellanea: Neue Walzträger. Der Astoria-Tunnel unter dem East-River der städtischen Gasversorgung in New-York. Bruch des Ottay-Staudammes bei San Diego. Schraubensumpfen von 3,9 m Flügeldurchmesser. Ehrung eines schweizerischen Technikers. Schwedische Ostküstenbahn. Der Verband deutscher Elektrotechniker. Wiederaufbau

in Belgien. Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband. — Preisausschreiben: Skulpturen für städtische Verwaltungsgebäude in Zürich. — Einsendung. — Literatur: Ein Beitrag zur Berechnung der Drahtseile. — Vereinsnachrichten: Société fribourgeoise des Ingénieurs et des Architectes. Technischer Verein Winterthur. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Tafeln 33 bis 36: Vereinshaus z. Kaufleuten in Zürich.

Band 67.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 21.

Die Drahtseil-Hängebrücke bei Landquart.

Von Genieoberleutnant A. Walther, Ingenieur.

Im Spätherbst 1915 wurde von unsern Genietruppen über die Landquart eine Drahtseilhängebrücke mit hölzerner Fahrbahn erstellt, die jetzt dem allgemeinen Verkehr geöffnet ist und durch ihre ungewohnte Bauart allgemeines Interesse erweckt (Abb. 1). Das Bauwerk, aus militärischen, hier nicht weiter zu erörternden Gründen errichtet, entspricht auch einem längst gehegten Wunsche der Bevölkerung. Nahe beim Bahnhof Landquart gelegen, schafft es eine direkte, fahrbare Verbindung mit dem rechten Landquartufer und kürzt den Weg von der Tardisbrücke bis zum Bahnhof um mehr als eine Viertelstunde ab.

Im Auftrag des Geniechefs der Armee wurde der Bau von dem Geniechef der 6. Division vorbereitet und durch Pontoniere dieser Division ausgeführt. Die beteiligten Gemeinden Igis und Mastrils und das Asyl Neugut hatten das nötige Bauholz zu liefern und leisteten einen Beitrag an die übrigen Kosten. Da solche Hängebrücken in der Schweiz eine Seltenheit sind, soll hier die Konstruktion dieser Brücke kurz beschrieben werden. Dieser Beschreibung müssen wir einige Bemerkungen über die statischen Verhältnisse vorausgehen lassen.

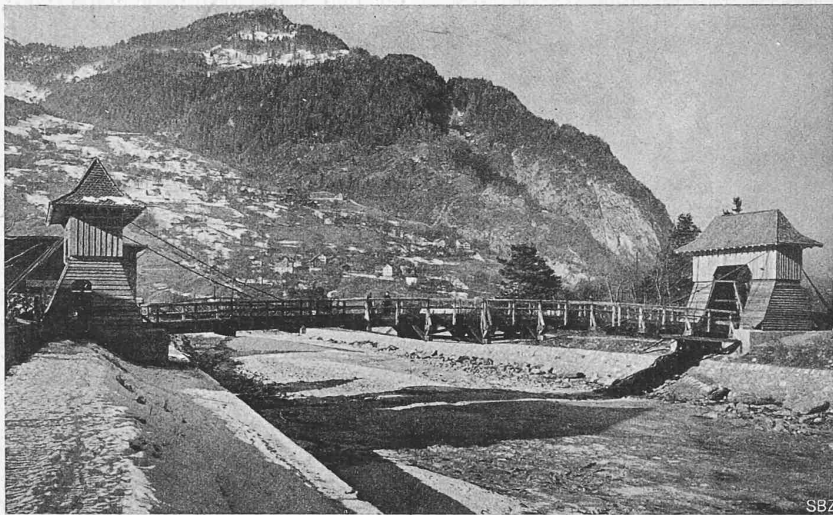


Abb. 1. Die Drahtseil-Hängebrücke in Landquart, flussabwärts gesehen.

Statische Berechnung.

Der wichtigste Teil der Brücke ist das Seil oder Kabel; es überträgt die Lasten und von ihm hängt die Sicherheit des Bauwerks in erster Linie ab, während die Fahrbahn, an das Seil aufgehängt oder auf dasselbe abgestützt, vor allem dazu dient, die Lasten auf das Seil zu übertragen. Da das Kabel, durch die Verkehrslasten un-

gleichmässig und wechselnd belastet, seine Form ständig ändern und eine wellenförmige Bewegung annehmen würde, muss es versteift werden. Als Versteifungsträger eignet sich am besten die Fahrbahn- oder Geländer; in jedem Falle wird die Fahrbahn- oder Geländer die horizontale Versteifung übernehmen müssen. Wird in dem Versteifungsträger ein Gelenk angebracht, so sind sowohl die Kräfte im Seil als auch die Momente, die den

Versteifungsträger beanspruchen, nach den Regeln des Gleichgewichts bestimmbar; das System ist statisch bestimmt. Wenn man aber das Gelenk weglässt, was für die Steifigkeit der Brücke von Vorteil ist, wird das System einfach statisch unbestimmt, weil die Beanspruchungen von Seil und Träger von der elastischen Formänderung abhängig werden.

Für die Berechnung führt man am einfachsten den Horizontalzug im Seil als statische Unbekannte ein. Die Gleichung für den Horizontalzug lautet:

$$H = \frac{\sum_A M_0 \cdot M' \frac{\Delta x}{E_1 J_1}}{\sum_A M'^2 \frac{\Delta x}{E_1 J_1} + \sum_{\text{Seil}} S'^2 \frac{s}{E_2 F_2}} \quad (1)$$

wobei die Buchstaben folgende Werte bedeuten:

- M_0 = Momente des einfachen Balkens ($H = 0$),
- M' = Momente bei $H = 1$,
- S' = Seilkräfte bei $H = 1$,
- E_1 = Elastizitätsmodul d. Versteifungsträger-Materials,
- E_2 = Elastizitätsmodul des Kabels,
- J_1 = Trägheitsmoment des Versteifungsträgers,
- F_2 = Tragender Querschnitt des Kabels.

Schwierig ist die Bestimmung des Trägheitsmomentes des Versteifungsträgers bei Holzkonstruktionen, weil man keinen vollen Zusammenhang der einzelnen Teile annehmen darf. In unserm Fall ist die Fahrbahn Versteifungsträger; als Trägheitsmoment wurde die Summe der Trägheitsmomente der acht Längsbalken angenommen, nicht etwa das Trägheitsmoment des ganzen Querschnittes der Fahrbahn, das ganz erheblich grösser wäre.

¹⁾ Siehe Dr. F. Bohny: «Theorie und Konstruktion versteifter Hängebrücken.»

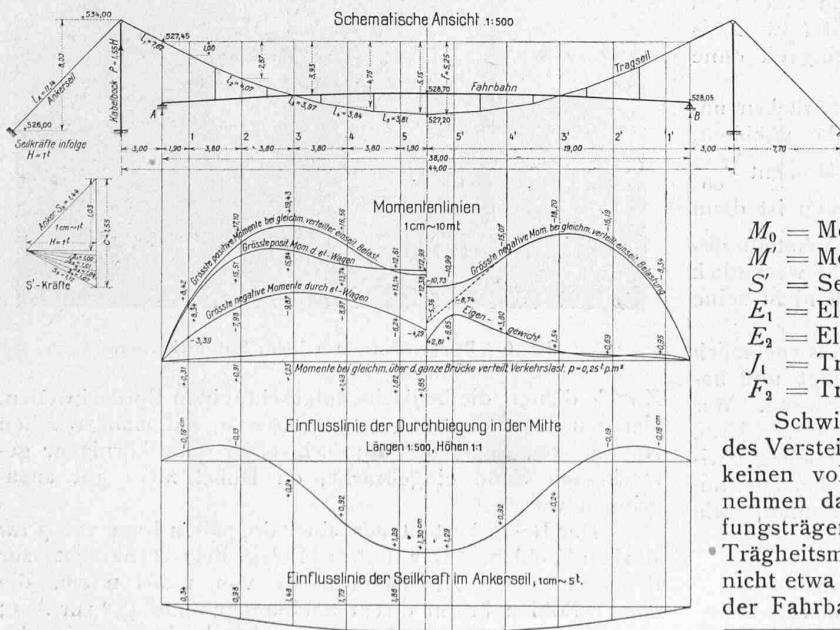


Abb. 2. Statische Untersuchung.

Die Kräfte im Seil sind dann: $S = H \cdot \cos \alpha$. Sie erreichen ihren grössten Wert bei Vollbelastung der Fahrbahn.

Für die den Versteifungsträger beanspruchenden Momente lässt sich der Ausdruck ableiten:

$$M_x = M_{x_0} - H \cdot y_x,$$

wobei man die Form der gleichmässig belasteten Kettenlinie als Parabel angenommen hat. Diese Gleichung zeigt uns, dass die Einflussflächen die Differenz der Momentenflächen des einfachen Balkens und der mit y_x multiplizierten

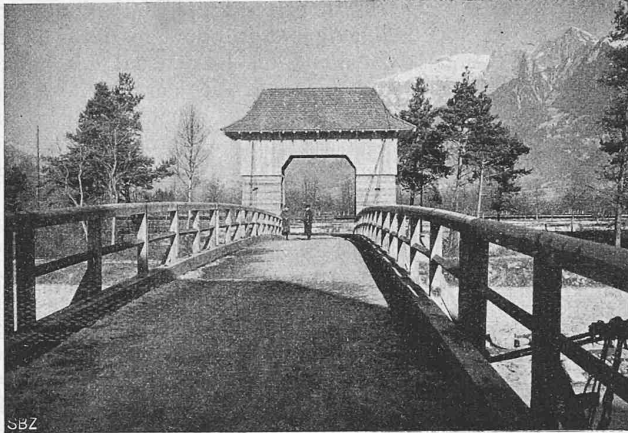


Abb. 5. Durchblick gegen das rechte Ufer.

H -Fläche sind (Abbildung 2). Die grössten Momente treten ungefähr im Brückenviertel auf und erreichen, wie aus einer Betrachtung der Einflusslinien hervorgeht, ihren Grösstwert mit ungefähr $\frac{p l^2}{60}$ bei einseitiger Belastung. Bei gleichmässig über die ganze Brücke verteilter Belastung werden die Momente sehr klein, ungefähr $\frac{p l^2}{400}$.

Diese Art der Beanspruchung erhält ihre Bestätigung durch die Aufgabe des Versteifungsträgers, die Formveränderung des Kabels zu verhüten. Weil das Kabel seine Form nur beibehält, wenn die Belastung eine gleichmässige bleibt, muss der Versteifungsträger die einseitige Belastung aus dem Verkehr als gleichmässig über die ganze Brücke verteilte Last auf das Kabel übertragen. Der Versteifungsträger wird deshalb bei einseitiger Belastung am stärksten auf Biegung beansprucht; er tritt natürlich nicht in Wirksamkeit, wenn die Belastung an sich schon gleichmässig über die ganze Brücke verteilt ist. In diesem Falle wird er nur durch einen kleinen Bruchteil der Last (etwa 2 bis 4%) beansprucht, den er infolge seiner Steifigkeit ohne Vermittlung des Seils direkt überträgt.

Während man bei gewöhnlichen Balkenbrücken ungefähr $\frac{1}{8}$ der Stützweite als günstigste Höhe annimmt, wird man hier entsprechend dem grössten Moment $\frac{p l^2}{60}$ mit $\frac{1}{60}$ der Stützweite auskommen. Der Balken ist dann einerseits genügend steif, um seine Aufgabe als Versteifungsträger zu erfüllen, kann aber anderseits nicht wesentlich an der Lastübertragung teilnehmen, was auch nicht seine Aufgabe wäre.

Die Durchbiegung der Fahrbahnplatte ist vornehmlich durch die Längenänderung des Kabels bedingt und bedeutend grösser als bei Balken- oder Bogenbrücken. Wir haben die Einflusslinie für die Durchbiegung in der Mitte bestimmt und eine befriedigende Uebereinstimmung zwischen der theoretisch berechneten und der bei den Belastungsproben gemessenen Einsenkung gefunden, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Gewicht des Motorlastwagens	Durchbiegung	
	berechnet	gemessen
2500 kg	32 mm	31 mm
3970 "	51 "	50 "
4200 "	54 "	52 "

Die gemessenen Resultate sind aus je vier Messungen gemittelt. Sie wurden mit dem Griot'schen Biegemesser aufgenommen.

Eine sich über die Brücke bewegende Last bewirkt zuerst eine Hebung des Scheitels; wenn die Last gegen das Brückenviertel wandert, geht die Hebung in eine Senkung über und erreicht ihren Grösstwert bei einer Laststellung in der Mitte. Aus dieser Bewegung der Brückenmitte erklärt es sich auch, dass die Hängebrücken vertikalen Schwingungen ausgesetzt sind, die auch horizontale Schwingungen auslösen. Das Eintreten dieser Schwingungen hängt mehr von der Art als von der Grösse der Belastung ab und es können die Schwingungen durch rhythmische Bewegung der Last künstlich gesteigert werden. Gefährlich für die Brücke sind sie nicht und können auch nicht als Anzeichen für irgend eine Schwächung der Brücke gedeutet werden. Da sie aber für den Verkehr unangenehm sind, sucht man sie durch konstruktive Mittel einzudämmen. Es ist deshalb vor allem nötig, dass man die Fahrbahn gegen horizontale Schwingungen so steif als möglich ausgestaltet. Gut ist auch ein Spreitzen der beiden Kabel, die dann eine wirksame Querversteifung bilden. Die Brücke wurde für eine Belastung von 250 kg/m^2 und für einen Lastwagen von 6 t berechnet.

Bau der Brücke.

Nachdem mit dem Fällen des Bauholzes, für welches bestes Lärchenholz verwendet wurde, schon im September angefangen worden war, begann der eigentliche Bau der Brücke Ende Oktober 1915 mit dem Aushub für die Widerlager. Der unsichere, zum Teil erst nach dem Hochwasser von 1910 angefüllte Baugrund machte eine tiefe Fundierung bis unter die Flusssohle nötig (Abb. 3 und 4). Die Fundamente wurden aber nur in einigen Pfeilern so tief hinabgeführt. Gleichzeitig wurden die beiden Ankerklötze betoniert, auf die durch ein einbetoniertes I-Eisen NP 24 der ganze Zug der Kabel übertragen wird.

Die Fahrbahn wurde am Ufer fertig abgebunden. Sie besteht aus sechs Längsbalken 20×25 , die über zwei oder drei Felder durchgeführt (Abb. 3) und an den Stössen durch Ueberblattung mit starken Bolzen und eichenen Keilen biegeugsfest verbunden sind, um eine möglichst grosse Steifigkeit in vertikaler Richtung zu erzielen. Dem gleichen



Abb. 6. Portal am rechten Ufer; Spannschlösser.

Zweck dienen die beidseits aufgeschraubten Bordschwellen. Um den Zusammenhang zu vergrössern, hat man zwischen Randbalken, Belag und Bordschwellen scharfkörnigen, getrockneten Sand eingebracht, da Dübel nicht gut anzu bringen waren.

Der Belag besteht aus einer doppelten Lage von 5 cm starken Bohlen. Der untere Belag liegt senkrecht zur Brückenaxe mit Zwischenräumen von 1 bis 2 cm, die oberen Bohlen liegen direkt aneinander unter 45° zur Axe; sie sollen gleichzeitig den Querverband, der nur in der Mitte eingebaut ist, ersetzen. Ein weiterer Vorteil der

schiefen Anordnung des obren Belages ist, dass dadurch die Kanten weniger abgefahren werden.

Eine Lage Dachpappe auf den Längsbalken soll letztere vor Anfaulen bewahren. Bei der ganzen Konstruktion wurde darauf geachtet, dass überall da, wo Holz

Ganz einfach ist die Auflagerung der Kabel auf den Kabelböcken. Sie besteht aus einem halbkreisförmigen abgebogenen $\square$ -Eisen NP 10. Das Spannen der Kabel erfolgte zuerst mit gewöhnlichen dreifachen Seilflasenzügen, dann mit den Spanschlössern, die sich gut bewährten.

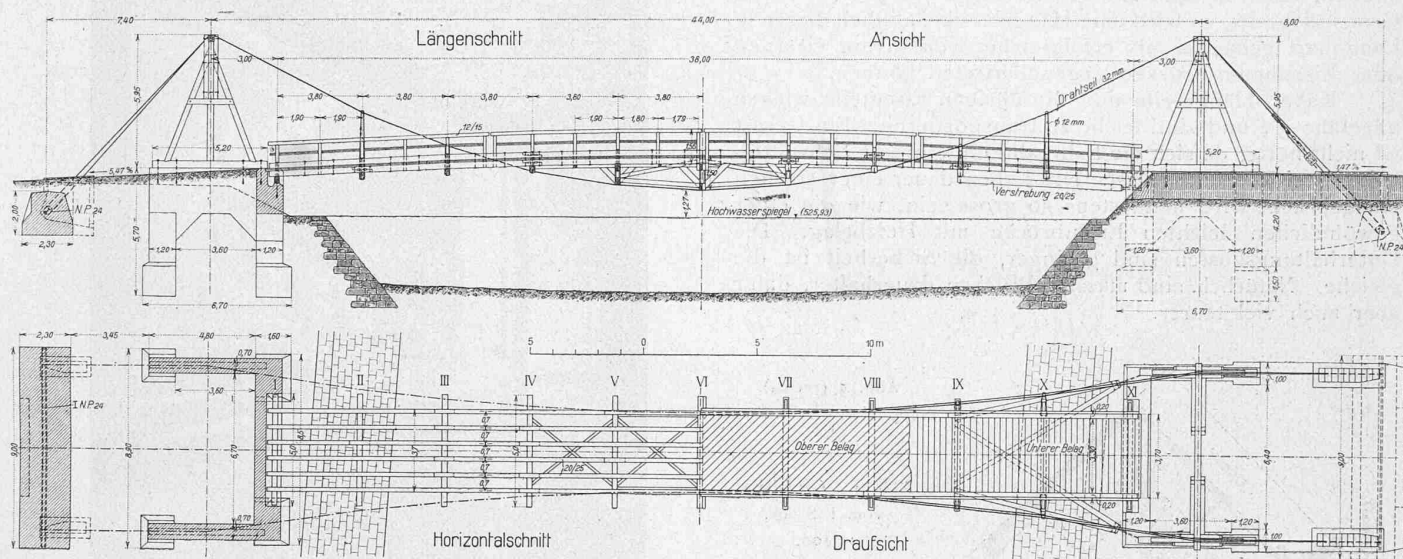


Abb. 3. Ansicht, Grundriss und Längsschnitte der Drahtseil-Hängebrücke in Landquart. — 1 : 300

auf Holz liegt, der Luftzutritt möglich ist. Zwischen den Köpfen der Längsbalken und dem Beton der Widerlager wurde ein Zwischenraum gelassen und für gute Entwässerung gesorgt.

Aus ästhetischen Gründen wurde die Fahrbahn in Parabelform leicht nach oben gekrümmt. Sie wurde auf einem leichten Gerüst montiert; bevor dann die steife Verbindung der Stösse vorgenommen war, wurden die beiden Kabel eingebaut und angespannt. Erst als die Fahrbahn frei schwebte, wurden die Balken verbolzt und verdübelt und der Belag fest gemacht, sodass auf diese Weise die Biegungsbeanspruchungen der Fahrbahn infolge Eigengewicht stark vermindert, wenn auch nicht ganz vermieden worden sind. Die beiden Stahldrahtkabel haben 32 mm Durchmesser und sind beidseits doppelt gespannt.

Die beiden Kabelböcke sind portalartig verschalt, zunächst zum Schutz gegen die Witterung, sodann auch um dem ganzen Bau einen wirksamen Abschluss zu geben.

Der Bau war in fünf Wochen vollendet; es wurde täglich neun Stunden mit etwa 50 Mann daran gearbeitet. Bauhandwerker standen nur wenige zur Verfügung, zwei Maurer und fünf Holzarbeiter; bei den übrigen Pontonieren ersetzten die Freude an diesem interessanten Bau und die Gewohnheit, jede Arbeit energisch anzupacken, die fehlenden Fachkenntnisse. Am 26. November 1915 wurde die Brücke in Anwesenheit höherer Offiziere den Vertretern der Gemeinde übergeben. Als erste überschritten die Pontoniere des Divisionsbrückentrain 6 die Brücke, voll Stolz, am Ende eines langen Dienstes dem Kanton Graubünden ein bleibendes Bauwerk hinterlassen zu können.

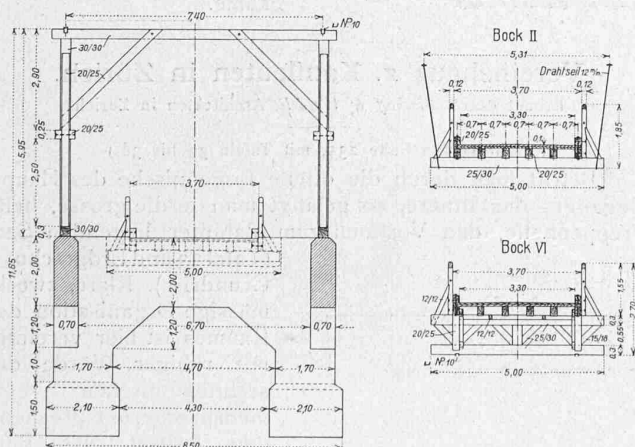


Abb. 4. Querschnitte. — 1 : 200.

Sie sind durch Spanschlösser (Abb. 6) zu endlosen Seilen verbunden. Die geprüfte Bruchfestigkeit beträgt 42 t pro Seil, die Elastizitätsgrenze wird bei 30 t erreicht. Die Last der Fahrbahn wird teils durch den Unterbau in der Mitte, teils durch vierfache Hängeseile von 12 mm Durchmesser, die auf aufgeklemmten Seilreitern aus Britannitguss ruhen, übertragen (Abb. 7). Auch diese Hängeseile können durch Spanschrauben korrigiert werden.

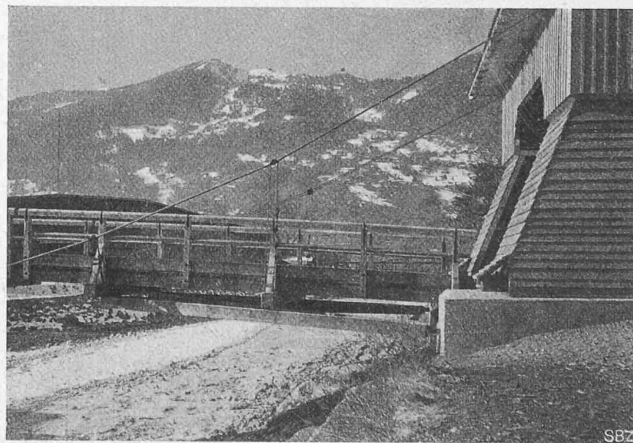


Abb. 7. Brückende rechts, flussabwärts gesehen.

Betrachtungen über die Möglichkeit weiterer Verwendung dieses Brückensystems.

Hängebrücken sind in neuerer Zeit in unserem Lande wenig gebaut worden. Auch in Deutschland zieht man bis auf sehr grosse Spannweiten Balken- oder Bogenbrücken den Hängebrücken vor, die, wie nachgewiesen worden ist, erst bei 300 m Spannweite rentabel werden, Eisenbahnbrücken sogar erst bei 600 m.

Handelt es sich aber um leichte Bauten, die tiefe, unzugängliche Schluchten zu überbrücken haben, so wird es sich schon lohnen, das Projekt einer Hängebrücke mit andern Brücken zu vergleichen. Ist der Transport der Baumaterialien weit und teuer, dagegen Holz, wie z. B. im Kanton Graubünden, leicht in der Nähe zu beschaffen und gewöhnlich in Gemeindebesitz, so wird eine Hängebrücke, ähnlich dieser in Landquart gebauten, als erfolgreicher Konkurrent eisernen oder Eisenbeton-Brücken gegenüberreten können.

Kabel, Hängeseile und die übrigen Eisenteile wiegen ungefähr 3 t und sind leicht zu transportieren. Ein Gerüst ist nicht nötig, da sich die Fahrbahn ohne grosse Schwierigkeiten frei vorbauen lässt. Die Lebensdauer einer solchen Hängebrücke wird mindestens so gross sein, wie die einer gewöhnlichen leichten Eisenbrücke mit Holzbelag. Die Unterhaltungskosten sind geringer, die Sicherheit ist die gleiche. Natürlich sind massive Brücken dauerhafter, dafür aber auch viel teurer.

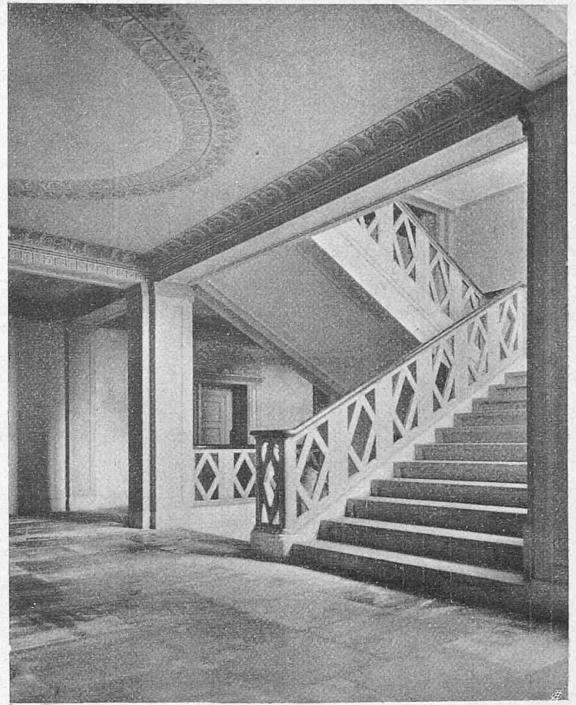
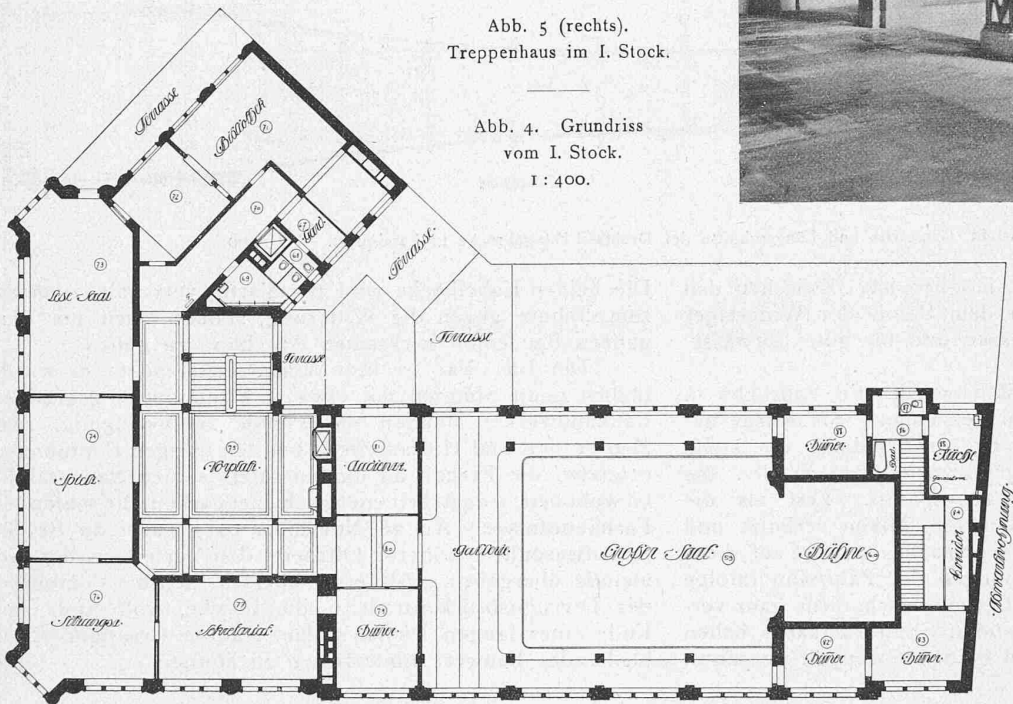


Abb. 5 (rechts).
Treppenhaus im I. Stock.

Abb. 4. Grundriss
vom I. Stock.
1:400.

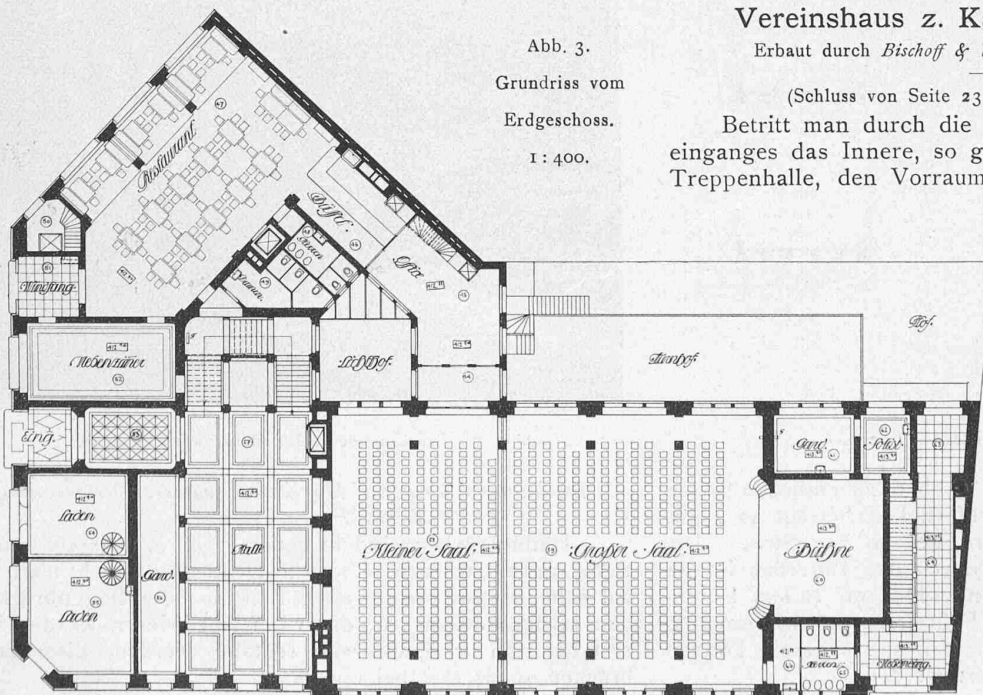


Wir glauben, dass auch vom Standpunkt des Heimatschutzes gegen das in Landquart angewandte Brückensystem keine Einwendungen zu erwarten sein dürften, sodass es erfreulich wäre, wenn da oder dort eine Berggemeinde, welche die Kosten einer massiven Brücke nicht erschwingen kann, durch Anwendung des hier beschriebenen Systems zu einer billigen, brauchbaren Brücke käme.

Vereinshaus z. Kaufleuten in Zürich.

Erbaut durch *Bischoff & Weideli*, Architekten in Zürich.

Abb. 3.
Grundriss vom
Erdgeschoss.
1:400.



(Schluss von Seite 235, mit Tafeln 33 bis 36.)

Betritt man durch die offene Bogennische des Haupteinganges das Innere, so gelangt man in die grosse, helle Treppenhalle, den Vorraum zum dahinter liegenden Saal (Tafel 33 und Erdgeschoss-Grundriss). Klare, zweckmässige Organisation des Raumes ist hier vereinigt mit ruhiger Würde der architektonischen Formensprache, entsprechend dem Leitsatz des Bauprogramms: Es soll kein Prunkbau sein, wohl aber den Charakter wahrhafter Gediegenheit tragen. Rechts vom Haupt-Eingang liegt in der Halle die Garderobe für die Säle. Wird das letzte Feld der Halle, längs der Fensterwand bis zur dritten Saaltüre, durch be-