Pùnt da Suransuns

Autor(en): **Conzett, Jürg**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **118 (2000)**

Heft 1/2

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-79861

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Jürg Conzett, Chur

Pùnt da Suransuns

Die Pùnt da Suransuns ist eine Spannbandbrücke von 40 m Öffnung, die den Fussweg durch die Viamala über den Hinterrhein führt. Als Teil des «steinernen Wegs» besteht ihr Gehweg aus Andeerer Granit-Platten, die über untenliegende Stahlbänder vorgespannt sind. Diese Vorspannung erhöht die Steifigkeit gegenüber einer konventionellen Konstruktion beträchtlich.

Im Jahr 1996 wurde die Veia Traversina mit dem Traversiner Steg (SI+A 1/2 1997) als erste Etappe des Wanderwegs durch die Viamala eröffnet. Für ihre Fortsetzung durch den südlichen Teil der Schlucht musste zwischen der Wildener Brücke und Rania ein neuer Weg angelegt werden, der nördlich der Viamalabrücke der Nationalstrasse A13 den Hinterrhein überquert. Für die Projektierung dieses Flussübergangs veranstaltete der Verein KulturRaum Viamala im Herbst 1997 einen Ideenwettbewerb unter regionalen Ingenieurbüros.

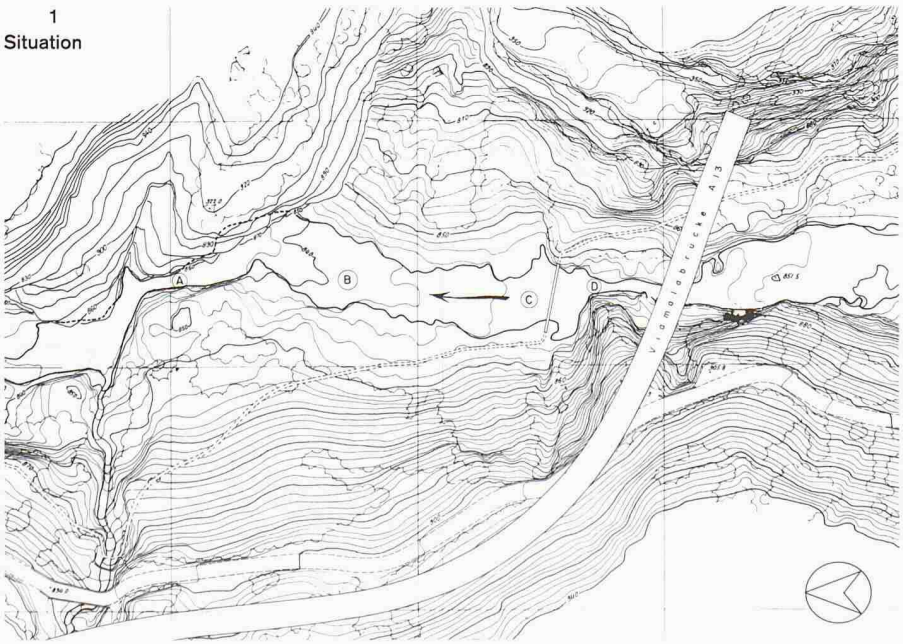
Situation

Die Wahl des richtigen Standorts der Brücke erwies sich schwieriger, als man auf den ersten Blick vermutet hätte. Eine Brücke an der engsten Stelle des Flusslaufs (Punkt D in Bild 1) hätte zwar eine kurze Konstruktion erlaubt, der westliche Zugang hätte aber durch eine steil abfallende Felswand und eine daran anschliessende Rüfe geführt werden müssen. Zudem hätte die Wegführung von der darüberliegenden Aussichtskanzel der alten Viamalastrasse nicht eingesehen werden können und wäre deshalb durch heruntergeworfene Gegenstände gefährdet gewesen. Eine Querung des Flusses im Norden (Punkte A und B) hätte ähnliche Probleme auf der gegenüberliegenden rechten Flussseite aufgeworfen; auch hier verhindern steile Felswände und rutschige Talflanken eine dauerhafte Weganlage. Somit erwies sich die Flussverbreiterung unterhalb Suransuns (Punkt C) als bester Standort. Mit 40 m Öffnung ist die Brücke zwar vergleichsweise lang, die Zugänge müssen dafür aber weder von Norden noch von Süden schwieriges Terrain durchqueren und der Respektabstand zu den obenliegenden Strassenbauten ist gewährleistet.

Ein Spannband in Stein

Das Tragwerk selbst entstand aus zwei Grundideen. Zum einen überzeugte das Spannbandsystem sowohl technisch als auch ästhetisch wegen der unterschiedlichen Höhen der beiden Ufer und der Forderung nach einem genügenden Durchflussprofil. Die zweite Idee war die, den südlichen Abschnitt des Viamalawegs als steinernen Weg zu bauen. Der Gegensatz zur Veia Traversina mit ihren Holzbauten markiert damit die Kulturscheide zwischen Nord und Süd auch materiell, und die Wandernden erhalten einen Vorgeschmack auf die Plattenwege in Avers, im Bergell und Veltlin[1]. Der scheinbare Gegensatz zwischen der Forderung nach einer leichten Konstruktion (wegen der Verankerung des Spannbands) und dem schweren Steinmaterial konnte durch die Vorstellung überwunden werden, ein dünner vorgespannter Steinbelag verhalte sich so, als wäre er eine einzige grosse monolithische Felsplatte. Dieses Prinzip ist eine Hommage an Heinz Hossdorf, hatte er doch in den fünfziger Jahren für den Neubau der Teufelsbrücke eine vorgespannte Granitkonstruktion vorgeschlagen[2].

1
Situation



IABSE-Kongress 2000 in Luzern

MG. Der vorliegende Artikel wird in englischer Sprache im Februar auch im «Structural Engineering International» erscheinen. Die Publikationen dienen unter anderem dem Hinweis auf den diesjährigen Kongress der International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE), der vom 18. bis 21. September 2000 in Luzern stattfindet.

Materialien

Als Stein wurde der in der Nähe gewonnene Andeerer Granit (korrekt: Andeerer Gneis) gewählt, weil er hervorragende physikalische Eigenschaften aufweist. Da die Brückenstelle von Salzsprühnebeln der obenliegenden Nationalstrasse erreicht werden kann, wählte man für sämtliche Stahlteile V4A-Chromnickelstahl oder Duplexstahl. Weil eine Vermörtelung der Steinfugen ausführungstechnisch nicht möglich war, sind die Stossfugen der Steinplatten mit drei Millimeter starken Aluminiumbändern gefüllt. Das kriechfähige Aluminium wird seit langem in der Glasbefestigung verwendet und dient nun hier als Mörtelersatz und Ausgleichsschicht.

Statik

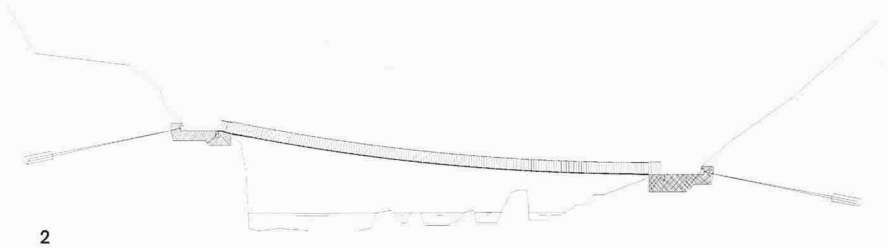
Das Spannband wirkt statisch ähnlich wie eine Hängebrücke, wenn man sich den Gehbelag gleichzeitig als Tragkabel und als Versteifungsträger vorstellt. Da der Versteifungsträger sehr schlank ist, kann die Berechnung in zwei Stufen durchgeführt werden. Zunächst, als Ganzes, betrachten wir die Brücke wie ein biegeweiches Seil. Die Kräfte und Verformungen können am Seilpolygon bestimmt werden. Dabei muss der Horizontalzug (H) jeweils so angepasst werden, dass das elastisch verlängerte Polygon zwischen die festen Verankerungspunkte passt. Mit diesem Vorgehen ist der Einfluss zweiter Ordnung automatisch mit berücksichtigt und die iterative Bestimmung von H kann über ein Tabellenkalkulationsprogramm weitge-

hend vereinfacht werden. Das Verfahren ist im Gegensatz zur klassischen Formänderungstheorie der Hängebrücken anschaulich und übersichtlich.

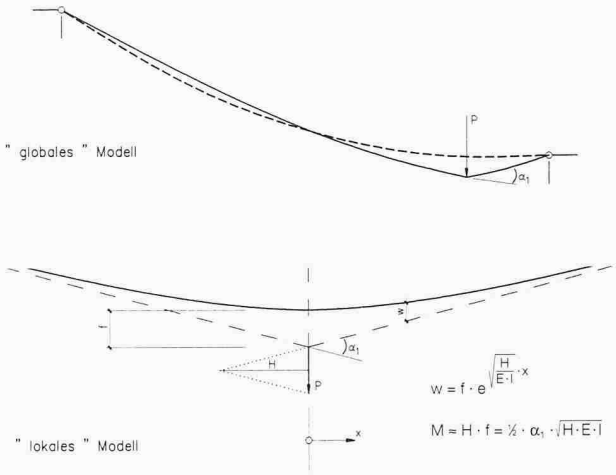
Der «Versteifungsträger» wirkt nur lokal, er glättet die Knicke der Biegelinie. Wenn diese Knickwinkel - vereinfachend - als gegebene, unveränderliche Werte betrachtet werden, bewirkt das Biegemoment im Versteifungsträger die Umwandlung dieser Knickwinkel in eine stetige Krümmung von einer gewissen Länge. Diese Länge ist von der Biegesteifigkeit des Trägers abhängig. Als statisches Modell dient ein unendlich langer Stab mit der Zugkraft H, auf den eine Einzellast wirkt. Wenn sich die Tangenten an die Biegelinien unter dem Knickwinkel des biegeweichen Seils schneiden, entspricht das Biegemoment einem oberen Grenzwert des wirklichen Trägers. In gleicher Weise können auch die Einspannmomente an den Verankerungsstellen berechnet werden (Bild 3).

Dank der Vorspannung des Gehbelags dürfen für die Dehn- und Biegesteifigkeit des Spannbands ideelle Querschnittswerte eingesetzt werden, bei denen die Mitwirkung des Steins berücksichtigt ist. Die effektive Biegesteifigkeit der aneinander gepressten Steinplatten wurde in einem Versuch mit fünf Steinplatten gemessen. Je nach Genauigkeit des Fugenschnitts ergaben sich daraus Abminderungen der Biegesteifigkeit auf weniger als die Hälfte des theoretischen Werts. Die Vorspannung erhöht auch die Steifigkeit gegen seitliche und drehende Einwirkungen. Die Frequenz der vertikalen Eigenschwingung ist deutlich niedriger als diejenige der ersten Torsionseigenform, so dass eine gefährliche Flatterschwingung ausgeschlossen werden kann.

Aufgrund der einfachen Geometrie lässt sich der Horizontalzug bei 2 kN/m ständiger Last sofort zu 400 kN berechnen. Für die Bestimmung der Vorspannung betrachteten wir eine Nutzlast von ebenfalls 2 kN/m als ausreichend, so dass bei mittlerer Temperatur eine totale Kraft von 800 kN in die Zugbänder eingeleitet wurde. Für die Dimensionierung des Stahlquerschnitts ist die Ermüdung in den Einspannstellen bei den Auflagern massgebend. Die entsprechenden Spannungen konnten durch «Blattfedern» im Auflagerbereich stark reduziert werden. Für die Spannungsberechnung wurden die Grenzfälle «homogener Querschnitt» und «reibungsloser Querschnitt» untersucht und verglichen. Günstig ist dabei, dass der stählerne Hauptstrang mit seiner grossen Zugkraft zwischen den obenliegenden Steinplatten und den zusätzlichen Stahllamellen gleichsam eingepackt ist und daher



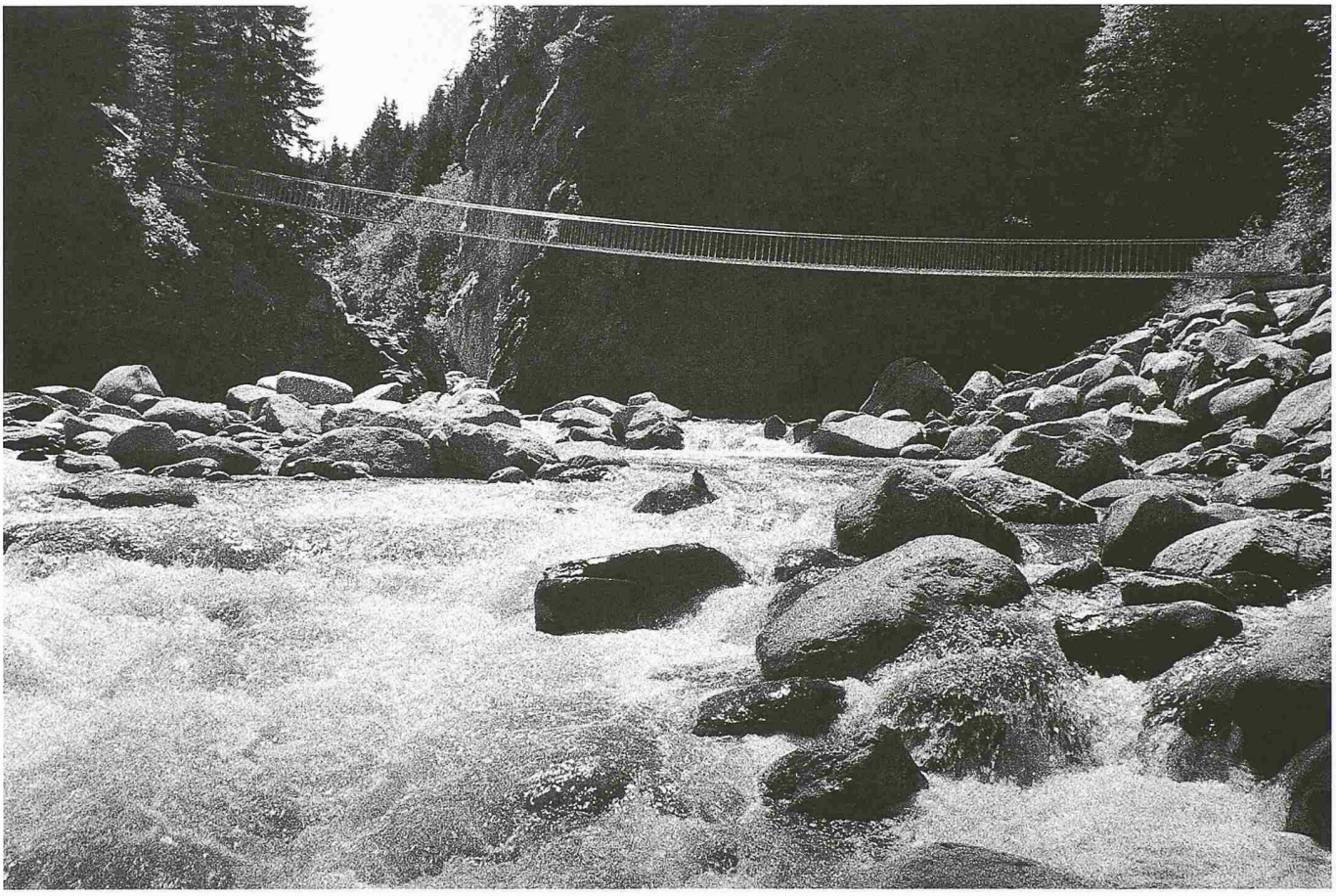
2
Längsschnitt



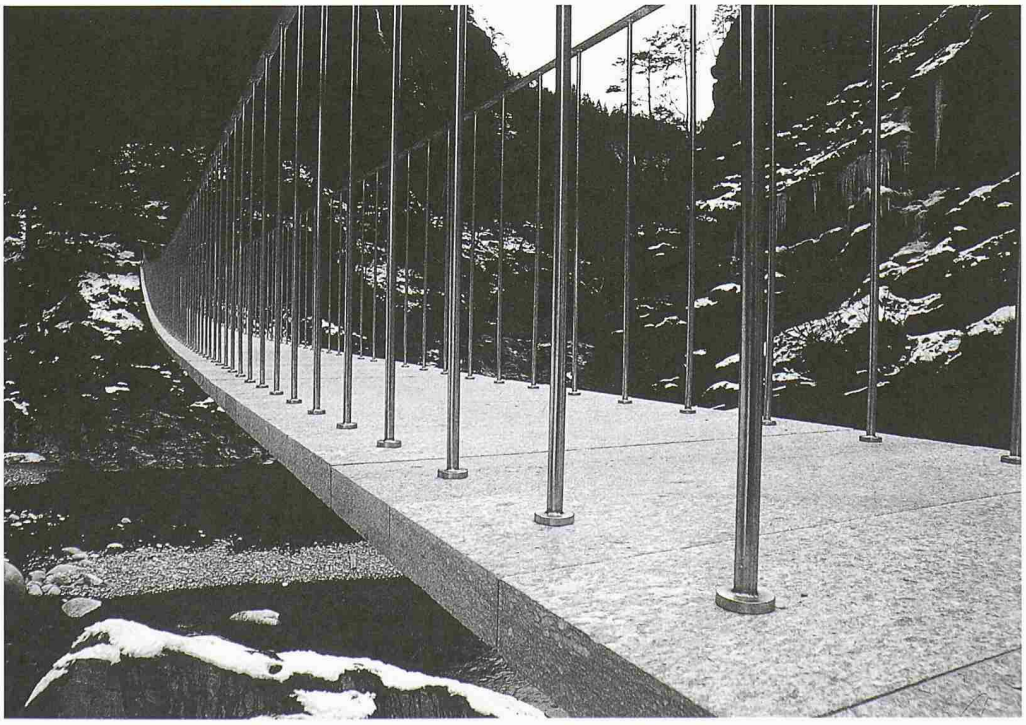
3
Illustration zur statischen Berechnung

4
Oben die Viamalabrücke der Nationalstrasse A 13, unten der neue Steg





5
Seitenansicht (Bild: Schenk + Campell, Lüen)



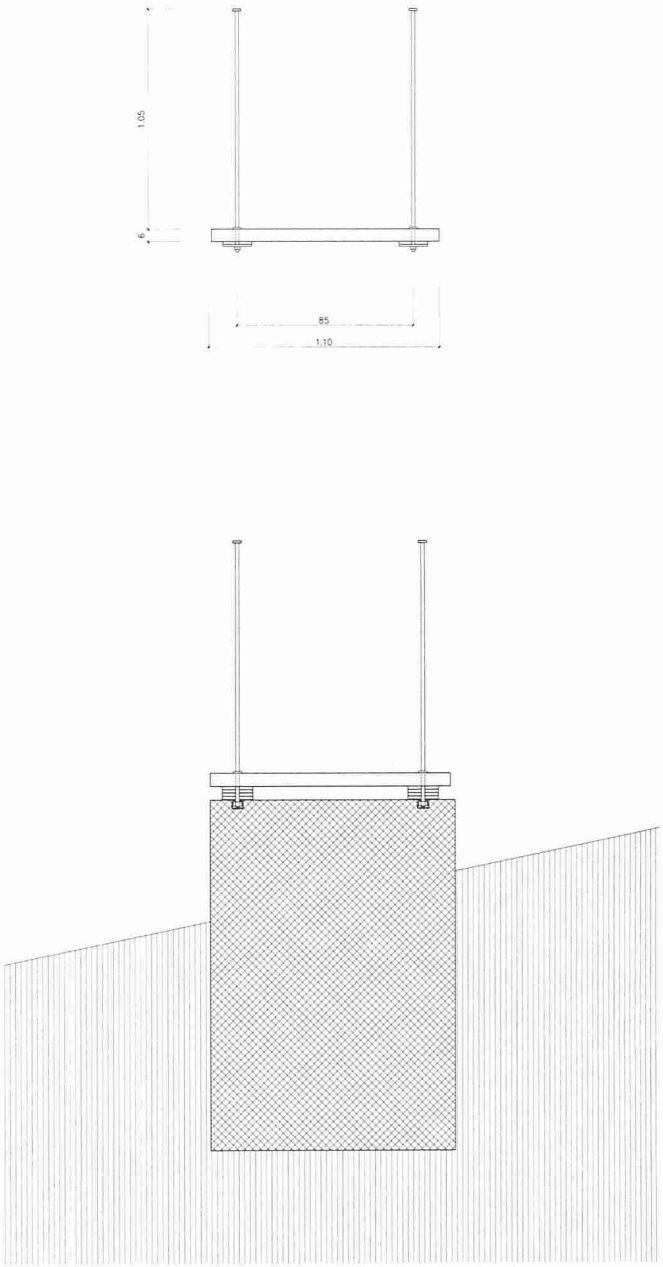
6
Perspektive

Zum statischen und dynamischen Verhalten der Brücke wird im Frühjahr 2000 eine Broschüre «Messungen an der Pùnt da Suransuns» bei der Hochschule für Technik und Architektur (HTA) Chur erscheinen.

ziemlich genau in die neutrale Achse des Gesamtquerschnitts zu liegen kommt (Bild 8 und 9).

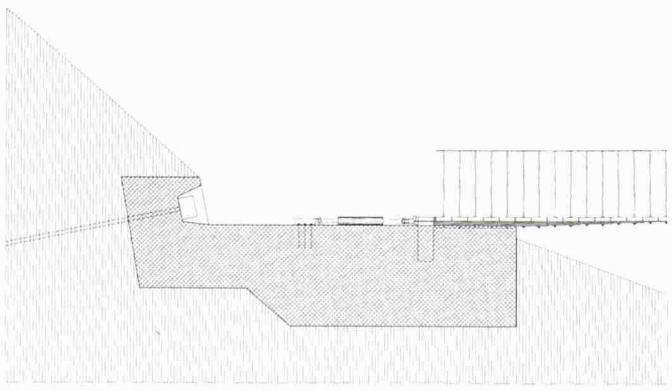
Konstruktion

Die Brücke ist in Trockenbauweise hergestellt, das heisst, nach dem Giessen der Widerlager wird nur noch gestapelt, gespannt und geschraubt. Deshalb mussten die Widerlager mit hoher Präzision ausgeführt werden. Ein Geometer kontrollierte die Schalungen. Die vertikalen Schwerter, an denen die Zugbänder befestigt sind, wurden direkt in den Konstruktionsbeton eingegossen. Die Versorgung der Baustelle erfolgte per Helikopter, was wegen der kurzen Transportwege zur nahegelegenen Kantonsstrasse finanziell verantwortet werden konnte. Der Helikopter transportierte die relativ leichten Zugbänder als ganze Stücke in zwei Flügen an den Einbauort. Die Aufhängung bestand aus einer Seilharfe und einer quer liegenden provisorischen Verspannung. Nach dem Versetzen der Stahlbänder wurden die Granitplatten Stück für Stück vom unteren Widerlager her verlegt. Die Platten sind mit den Geländerpfosten an den Stahlbändern befestigt. Die untenliegenden Muttern zog man vorerst aber nur soweit an, dass sich die Steinplatten auf den Stahlbändern noch verschieben liessen. Der fertige Steinbelag wurde mit Stahlzwischenlagen gegen die Schwerter geschiftet, so dass sich die Platten beim Anspannen



7
Querschnitte in Brückenmitte und am Auflager

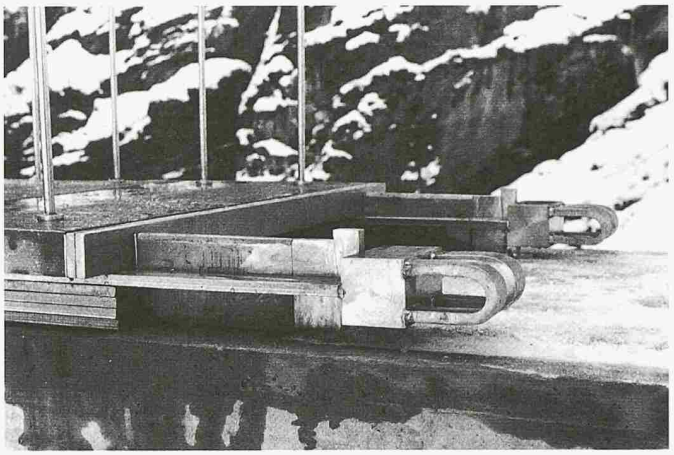
8
Detail Blattfedern und Spannvorrichtung



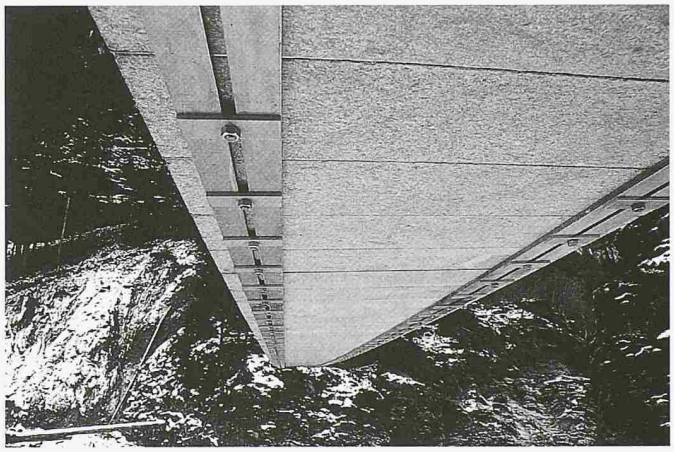


der Stahlbänder untereinander verkeilten und sich jetzt wie eine auf den Kopf gestellte Bogenbrücke verhalten. Nach dem Verkeilen der Stahl-Endblöcke wurden dann die Muttern der Geländerpfosten endgültig angezogen. Der Unternehmer schweisste darauf den Handlauf an Ort und Stelle auf die Geländerpfosten.

Während der Projektierung überprüften wir die Konstruktion an einem Modell im Massstab 1:20. Der Gehbelag wurde mit drei Millimeter starken Granitplättchen nachgebildet. Die Ergebnisse der statischen Berechnungen liessen sich dabei zumindest qualitativ überprüfen, insbesondere fiel auch im Modell die grosse Torsionssteifigkeit auf. Die grösste Unbekannte bildete die Voraussage des Schwingungsverhaltens, da für die Strukturdämpfung keine Erfahrungswerte vorlagen. Entsprechend vorsichtig wurden die maximalen Schwingungsamplituden für die Ermüdungsberechnung eingesetzt. Beim Überqueren der Brücke ist die vertikale Schwingung deutlich zu spüren, sie wird aber von den Passanten so kommentiert, dass die Brücke doch nicht so weich sei, wie sie aussehe. Damit betrachten wir die Anforderung an die Gebrauchstauglichkeit als erfüllt.



9
Detail beim unteren Auflager mit Verkeilung der Zugbänder



10
Brückenuntersicht

Ausblick

Kurz vor Baubeginn an der Pùnt da Suransuns wurde der Traversiner Steg durch einen Felssturz zerstört. Gegenwärtig wird ein Wiederaufbau an einer etwa 70 m rheinwärts gelegenen Stelle studiert. Aufgrund der Topografie ist eine stark geneigte Treppenbrücke sinnvoll, die wegen der stark unterschiedlich geneigten Talflanken eine Spannweite von etwa 50 m aufweisen wird.

Adresse des Verfassers:
Jürg Conzett, dipl. Bauing. ETH/SIA, Herrengasse 6, 7000 Chur
Bilder: Sofern nicht anders vermerkt: Autor

Anmerkungen

[1]Die Übernahme regionaler Bauweisen und Baumaterialien wurde früher häufig als Gestaltungsmittel von Verkehrswegen eingesetzt. Vgl. dazu L. Dosch: «Die Bauten der Rhätischen Bahn», Chur, 1985

[2]H. Hossdorf: Zum Gespräch um die neue Teufelsbrücke, Schweizerische Bauzeitung Nr. 46/1954; S. 676

Daten zur Pùnt da Suransuns

Spannweite:	40,00 m
Gehwegbreite:	0,85 m
Geländerhöhe:	1,05 m
Höhenunterschied der Widerlager:	4,00 m
Pfeilhöhe:	1,00 m
Tragfähigkeit Nutzlast:	2,5 kN/m^2
Tragfähigkeit Schneelast:	3,0 kN/m^2
Baukosten brutto:	Fr. 285 044.–

System:
Vorgespannte Spannbandbrücke mit vier stählernen Zugbändern und Gehbelag aus Stein.

Materialien:
Zugbänder aus Duplex-Stahl, warmgewalzt, Schweissnähte handgebeizt. Werkstoff Nr. 1.4462, Querschnitt 15 × 60 mm.
Gehbelag aus Andeerer Granit, Plattengrösse 60 × 250 × 1100 mm, Gehfläche geflammt.
Geländerpfosten in Rundstahl geschliffen mit Durchmesser 16 mm, Handlauf in Vierkantstahl 10 × 40 mm, kaltgewalzt, Schweissnähte gebürstet, Werkstoff Nr. 1.4435.
Fugeneinlagen Gehweg: Reinaluminium 99,5 (A199,5); Masse 3 × 60 ×1100 mm, ½ hart (H24).

Am Bau Beteiligte

Bauträgerschaft:
Verein KulturRaum Viamala, Chur
Bauingenieure:
Conzett, Bronzini, Gartmann AG, dipl. Ing. ETH/HTL, Chur. Mitarbeiter: Fredric Benesch, stud. Arch. KTH, Guido Lauber, dipl. Ing. ETH, Dr. sc. techn.
Modell:
Lydia Conzett, Möbelschreinerin, Chur; Thomas Rüedi, Dr. med. dent., Chur
Geologie:
Baugeologie Chur
Vermessung:
Hasler & Müggler, Thusis
Baumeisterarbeiten:
V. Luzi, Zillis
Ankerarbeiten:
Otto Bohr AG, Thusis
Edelstahlarbeiten:
Romei AG, Rothenbrunnen
Gehwegplatten:
Granitwerk Andeer, A. Conrad AG
Transportflüge:
Air Grischa/Heliswiss Graubünden, Untervaz