

# Der Traversiner Steg

Autor(en): **Conzett, Jürg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **115 (1997)**

Heft 1/2

PDF erstellt am: **04.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79183>

## **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.

Jürg Conzett, Chur

## Der Traversiner Steg

**Der Traversiner Steg führt die «Veia Traversina» – einen Wanderweg auf den Spuren eines ursprünglich römischen Saumpfads – über ein Seitental des Hinterrheins in der Viamalaslucht. Mit dieser Fussgängerbrücke konnte auf die schwierige Rekonstruktion eines zerstörten historischen Wegstücks verzichtet werden. Ungewöhnlich war die Montage des Tragwerks, das in einem Stück mit einem Helikopter an die abgelegene Brückenbaustelle eingeflogen wurde. Für den 47 Meter weit gespannten Steg war das Gewicht während des Einflugs auf 4,3 Tonnen beschränkt – eine strenge Anforderung, die von Anfang an für die Projektierung massgebend war und zu einem ungewöhnlich leichten Dreigurt-Fachwerk aus Holz und Stahl führte.**

Bauherr des Traversiner Stegs ist der Verein «KulturRaum Viamala», der sich zum Ziel gesetzt hat, die Kulturlandschaft der Viamalaslucht und der umliegenden Regionen im Sinne eines «Ecomuseums» touristisch zu erschliessen. Die Idee des *écomusée* stammt aus Frankreich und wurde in der Absicht entwickelt, die Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Umwelt innerhalb eines bestimmten Gebiets ganzheitlich zu erfassen. Im Gegensatz zu den gängigen Regionalmuseen versucht dieses Museumskonzept nicht, Kulturgüter an einer zentralen Stelle zu versammeln, sondern möchte vielmehr die Besucher an aussagekräftige und repräsentative Orte des betrachteten Gebiets hinführen. Ein zusammenhängendes Wegnetz ist dafür Voraussetzung, und gerade in einer derart von Verkehrsbeziehungen und Verkehrsbauten geprägten Landschaft wie der Viamala wird damit der Weg, die Bewegung von Ort zu Ort, zu einem ebenso wichtigen Bestandteil des Kulturraums wie die einzelnen Sehenswürdigkeiten. Als Rückgrat des Ecomuseums soll die Veia Traversina künftig die Fussgänger Verbindung zwischen Domleschg und Schams herstellen – gegenwärtig ist die erste Etappe von Thusis über Sils im Domleschg nach der Burg Hohenrätien und weiter bis zur Posthaltestelle Viamala fertiggestellt, und ihre Fortsetzung in Richtung Zillis wird bald in Angriff genommen werden. Der neue Wanderweg folgt zumeist den Spuren eines ur-

sprünglich römischen Saumpfads, der auf weite Strecken noch recht gut erhalten geblieben war und daher mit verhältnismässig kleinem Aufwand wieder gangbar gemacht werden konnte. Einzig im Traversiner Tobel waren die Wegspuren im teils nassen und rutschigen Gelände völlig zerstört, und eine Rekonstruktion des mutmasslichen früheren Wegverlaufs wäre aufwendig und unterhaltsintensiv geworden. So entstand die Idee, die beiden Wegfragmente direkt mit einem neuen Fussgängersteg zu verbinden. Die Tatsache, dass der alte Weg im Widerlagerbereich immer noch erhalten ist, lässt auf lokal sichere geologische Verhältnisse schliessen, und überdies entspricht es durchaus dem Konzept des Ecomuseums, das Alte dort, wo es noch brauchbar ist zu nutzen, verlorene Teile jedoch durch Neues zu ergänzen.

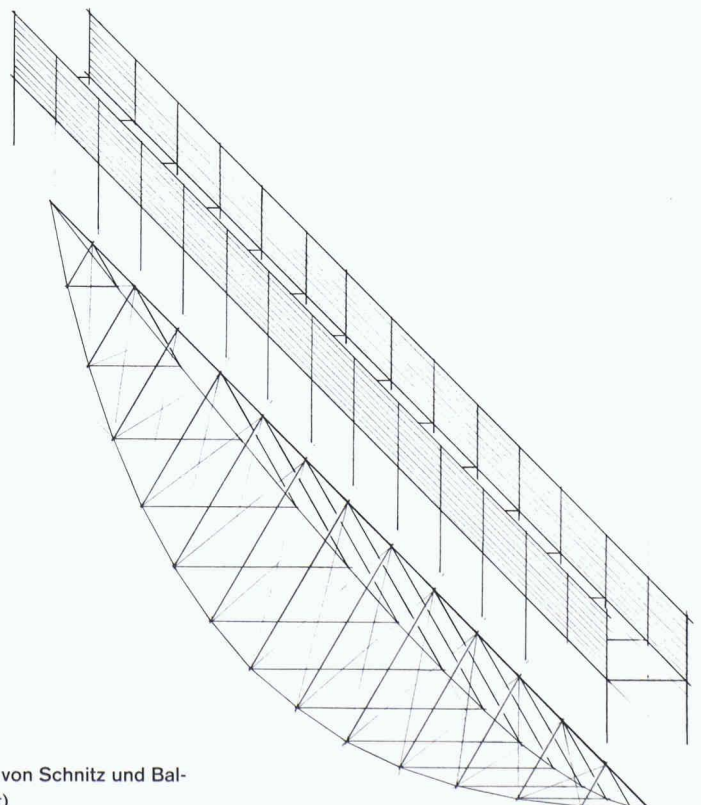
### Situation

Das südliche Widerlager der Brücke liegt auf einem leicht ins Tobel vorspringenden Felskopf, unmittelbar neben den Spuren des historischen Saumpfads. Noch immer

deutlich erkennbar, führt der alte Weg von diesem Punkt aus etwa horizontal in sehr exponierter Lage ins Traversiner Tobel hinein, die Wegspuren brechen aber nach wenigen Metern an einer senkrechten Felswand ab. Auf der Nordseite des Tobels verlaufen die Wegspuren mehrere Meter höher, hier ist das Widerlager deshalb etwas niedriger plaziert. Die mittlere Längsneigung der Brücke bleibt dadurch auf knapp sechs Prozent beschränkt, und das nördliche Widerlager liegt gut acht Meter über der Kante des darunterliegenden Felsabbruchs, womit trotz der talwärts fallenden Schieferung dieser Talflanke eine genügende Sicherheit gegen Abgleiten gewährleistet ist. Über einige neu angelegte Trittstufen und eine Kehre gelangt man vom nördlichen Brückenende wieder auf den alten Weg.

### Konzept des Tragwerks

Die Brücke besteht aus zwei voneinander getrennten Strukturen: dem leichten Unterbau als Dreigurt-Fachwerkträger und dem schwereren Überbau aus Gehweg und vollwandigen Brüstungen (Bild 1). Grundidee war, den leichten, in sich steifen Unterbau als Ganzes mit dem Helikopter einzufliegen und den später montierten Überbau zum Schutz und zur Aussteifung des Unterbaus zu benutzen (Bild 2).



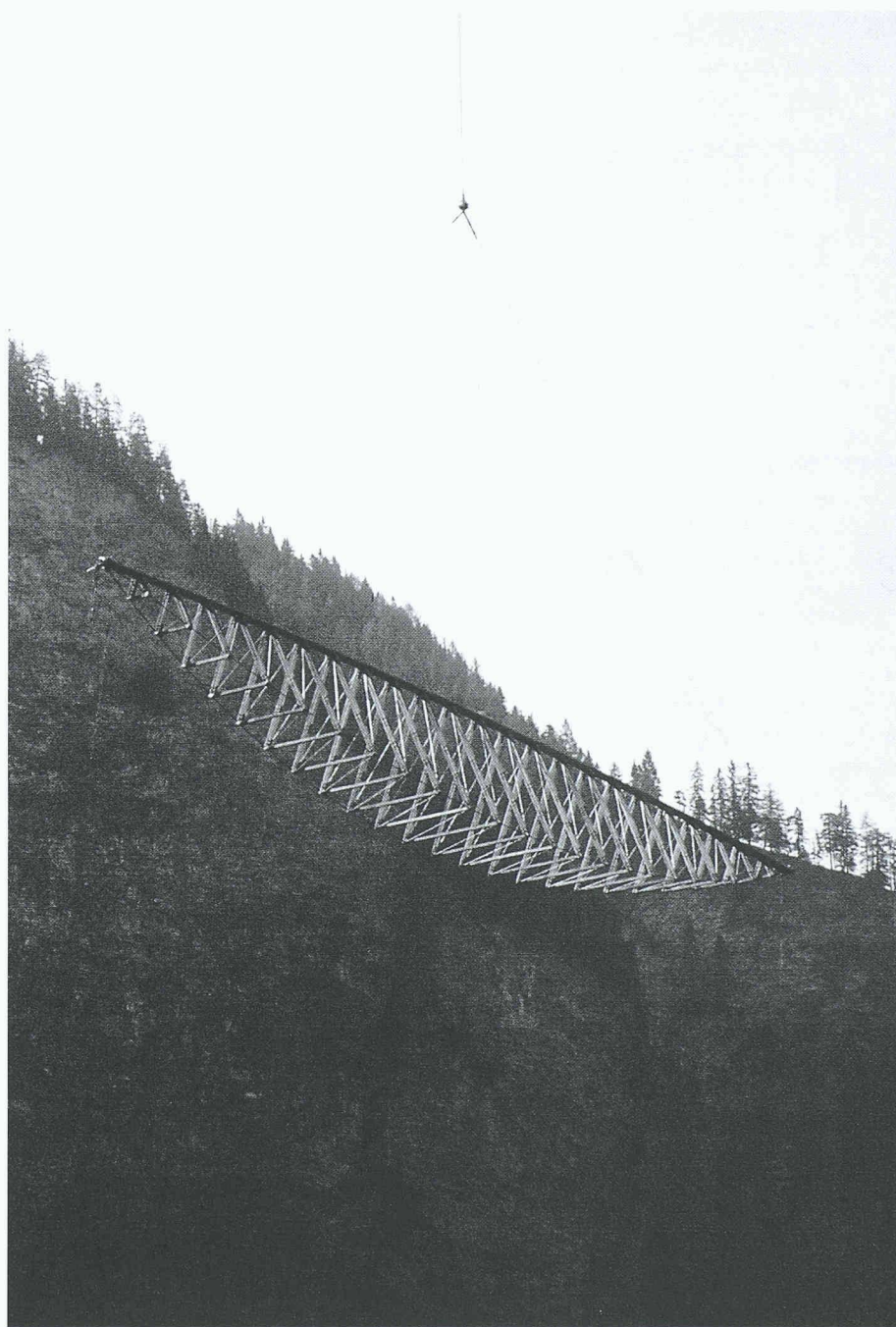
1  
Skizze zur Überlagerung von Schnitz und Balken (Unter- und Obergurt)



Besonders aufmerksam mussten die seitlichen Einwirkungen untersucht werden. Seilkonstruktionen verhalten sich bei verschwindend kleinen Normalkräften gleich wie spröde Konstruktionen - ein schlaff werdendes Seil besitzt keine Tragreserve. In diesem Sinn wird sich bei immer stärker zunehmender Seitenwindwirkung ein Versagen durch Erschlaffen des luvseitigen Seils einstellen; die Konstruktion hebt an und kippt über das leeseitige Trageil. Die Sicherheit gegen diese Versagensart ist ausschliesslich durch die Geometrie und das Verhältnis von Brückengewicht zu Windlast bestimmt. Daher die starke Spreizung der Untergurtseile und das durchaus erwünschte, vergleichsweise höhere Gewicht des Überbaus. Um für die Kippsicherheit nicht allein auf das Brückengewicht angewiesen zu sein, ist über dem Druckgurt zusätzlich eine 1,20 m breite Windscheibe aus Brettschichtholz angeordnet, deren Stösse biegesteif ausgebildet sind und die einen in den Widerlagern elastisch eingespannten horizontalen Träger bildet.

Der Druckgurt des Unterbaus besteht aus einem 44,5 cm breiten und 8 cm hohen Lärchen-Brettschichtträger der Klasse A. Durch die darüberliegende Windscheibe ist er witterungsgeschützt und gleichzeitig gut belüftet (Bild 5). Dieser Druckgurt und die beiden V4A-Untergurtseile (Werkstoff Nr. 1.4401) bilden zusammen die eigentlichen *pièces de résistance* des Tragwerks. Diese Teile sind nicht auswechselbar, sie wurden deshalb aus den dauerhaftesten erhältlichen Materialien hergestellt. Alle übrigen Brückenteile sind ohne Hilfsabstützungen auswechselbar: die vierteiligen Streben aus Lärchenholz können unter Last Stück für Stück einzeln ersetzt werden, die Diagonalen (aus Kostengründen nur verzinkt) sind unter ständigen Lasten praktisch spannungslos, ebenso die unteren Querträger und die Füllungsglieder des unteren Windverbands. Sämtliche Bauteile mit Ausnahme der Brüstungen bestehen aus unbehandeltem Lärchenholz, Schnitthölzer sind sägeroh belassen. Die bewitterten Teile sind mit möglichst dünnen Dimensionen konstruiert, um die Austrocknungszeit nach einer Benetzung zu verkürzen, entsprechend der Erfahrung, dass Federschindeln dauerhafter sind als Brettschindeln. Die Brüstungen bestehen aus verleimten Dreischichtplatten in Douglasie.

Der Unterbau bildet zwar ein in sich steifes Gerippe, ist an den Auflagern jedoch nur punktgestützt. Er kann demnach keine Torsionskräfte in die Auflagern leiten, sondern pendelt beim kleinsten Windhauch hin und her. Er ist daher auf die Verstärkung durch den Überbau angewiesen,



2

Einflug. Der Unterbau hängt am Helikopterseil  
(Foto: Jeannette Tschudy, Chur)

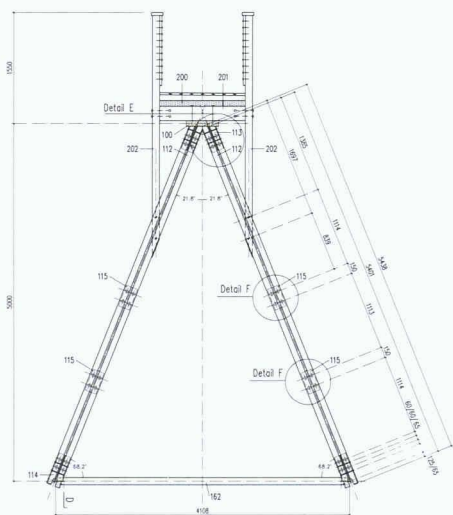
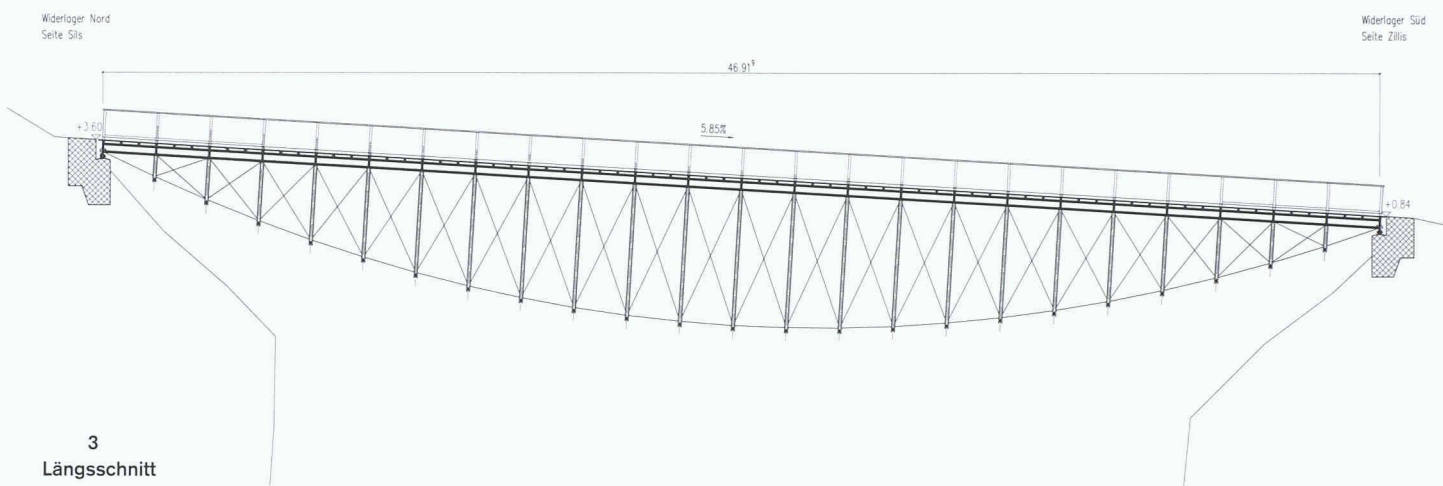
dessen biegesteife Brüstungen die Torsionseinwirkungen als Kräftepaar in die Widerlager abgeben. Vor allem in den Auflagerbereichen werden die Brüstungen auf Biegung beansprucht. Deshalb sind sie in den drei äussersten Feldern an ihrer Unterkante mit aufgeleimten Gurthölzern verstärkt. Wenn ein Füllungsstab entfernt wird, ist die biegesteife Brüstung ohne weiteres in der Lage, die Funktion des fehlenden Stabes zu übernehmen. Der Traversiersteg wird damit statisch zu einem überlagerten, komplexen System von hoher

Redundanz. Dies wirkt sich insbesondere auf die Auswechselbarkeit der Einzelteile günstig aus.

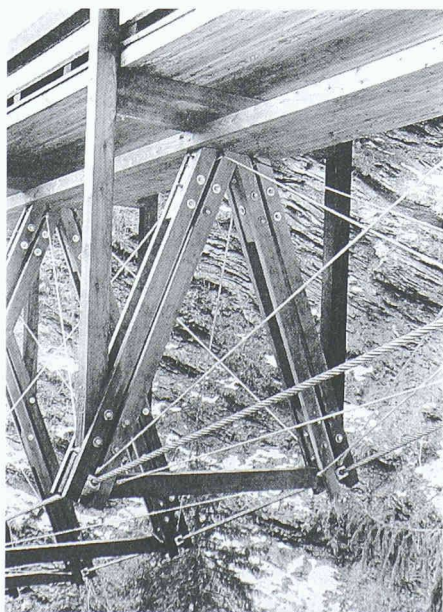
#### Gewichtsminimierung des Unterbaus

In den ersten Skizzen (Bild 6) bestand der Querschnitt des Unterbaus noch aus vier Ebenen, die durch Kreuze in Querrichtung gegeneinander verstrebt wurden (a). Um die Geländer besser mit dem Unterbau zu verbinden, verlängerten wir in einem





5  
Detail der Streben (Foto: J. Tschudy, Chur)

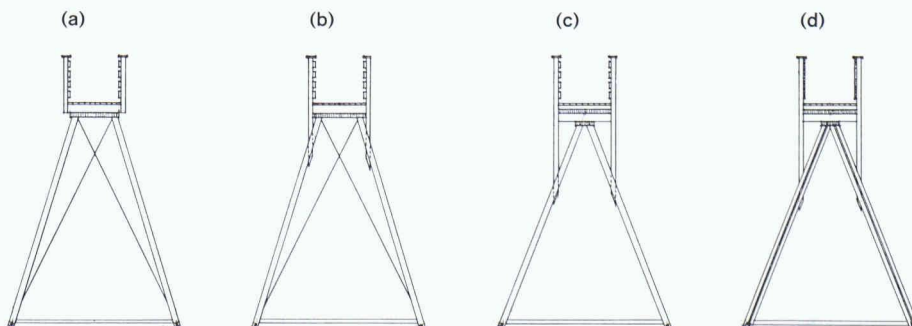


zweiten Entwurfsschritt die Geländerpfosten nach unten und schlossen sie direkt an die Hauptstreben an (b). Weil jetzt ein Verdrehen oder Kippen des Gehwegs dank dieser Verbindung ausgeschlossen war, konnte der Obergurt neu viel schmaler ausgebildet werden, und so entstand der prägnante Dreiecksquerschnitt, bei dem die wenig wirksamen Querverbände allesamt weggelassen werden konnten (c). Gleichzeitig trennten wir Druckgurt und Windscheibe, wodurch der konstruktive Holzschutz des Druckgurts verbessert und das Gewicht des Unterbaus wesentlich verkleinert wurde. Wegen der oben erwähnten torsionsweichen Lagerung des Unterbaus führten wir dann die biegesteifen Brüstungen ein (d).

Auch für die Wahl des statischen Systems in Längsrichtung stellten wir einge-

hende Variantenstudien an. Der Unterbau durfte wegen der höchsten zulässigen Anhängelast des Helikopters nicht mehr als 4300 kg wiegen. Wir suchten deshalb nach einem Fachwerkträger mit möglichst vielen leichten stählernen Zugstäben und wenigen schweren hölzernen Druckgliedern (das Raumgewicht der Lärche wurde mit  $700 \text{ kg/m}^3$  in Rechnung gestellt). Als beste Lösung erwies sich schliesslich ein Parabelträger mit 24 Feldern und einer Pfeilhöhe von 5 Metern. Ein flacherer Träger wäre zwar noch leichter geworden (bei 4 m Pfeilhöhe hätten wir 180 kg gespart), wies aber zu grosse Verformungen auf. Andererseits hätte ein höherer Träger das zulässige Gewicht nur mit einem schmaleren Druckgurt eingehalten, was wegen der Anschlüsse der Streben nicht möglich war. Das Gewicht des Druckgurts entspricht

6  
Skizze zur Entstehung des Querschnitts





trotz seiner minimalen Abmessungen von 8×44,5 cm einem Viertel des Unterbaugewichts; zwei Viertel steuern die Streben mit den unteren Querträgern bei, und das letzte Viertel entfällt auf die Stahlteile.

Die Anzahl Felder zeigt geringen Einfluss auf das Konstruktionsgewicht; bei grösserer Feldweite gibt es zwar weniger Streben, doch der auf Knicken bemessene Druckgurt wird fast ebensoviel schwerer. So erwiesen sich Varianten mit statt 24 nur 20 oder 16 Feldern als bloss 100 bzw. 50 kg leichter. Auch hier wählten wir die 24 Felder aus letztlich konstruktiven Gründen mit Rücksicht auf die Kippsicherheit der Brüstungsplatten und deren Stossausbildung.

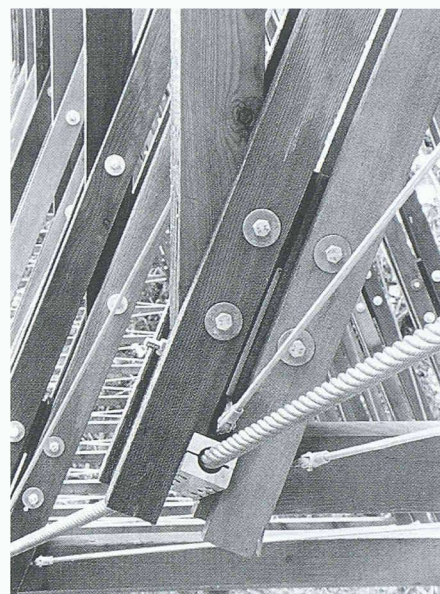
Die optimale Gurtform von Fachwerken war eines der Lieblingsthemen deutscher Ingenieure um die Mitte des 19. Jahrhunderts. Dadurch angeregt, untersuchten wir auch Varianten wie den *Schwedlerträger* (ausgelegt auf 0,8 g + 1,5 p) mit nur gegen die Mitte hin fallenden Diagonalen, die ausschliesslich auf Zug beansprucht sind, und auch eine Art *Pauliträger* mit konstanter Untergurtkraft dank seitlich stärker gebauchter Kurve. Beide Varianten erwiesen sich verglichen mit dem Parabelträger als schwerer. Diese Tragwerksformen besitzen zudem im vorliegenden Fall den Nachteil, dass sie unter ständigen Lasten grössere Zugkräfte in den Diagonalen aufweisen, was deren Auswechselbarkeit behindert.

**Konstruktive Einzelheiten**

Am schwierigsten zu konstruieren waren die Untergurtknoten. Sie folgen dem Prin-

zip, Stahl direkt mit Stahl zu verbinden und damit den Einfluss des Schwindens und Quellens des Holzes gering zu halten. Auf die zweiteiligen Seilklemmen sind «Schaufeln» geschweisst, an denen wiederum «Ohren» angebracht sind, die die Ausfachungen der schrägen Tragebenen aufnehmen. Gegen das Brückeninnere stehen horizontale «Flügel» vor, in die Querträger eingeschlizt und an deren Ohren die liegenden Kreuze des unteren Windverbandes befestigt sind (Bild 7).

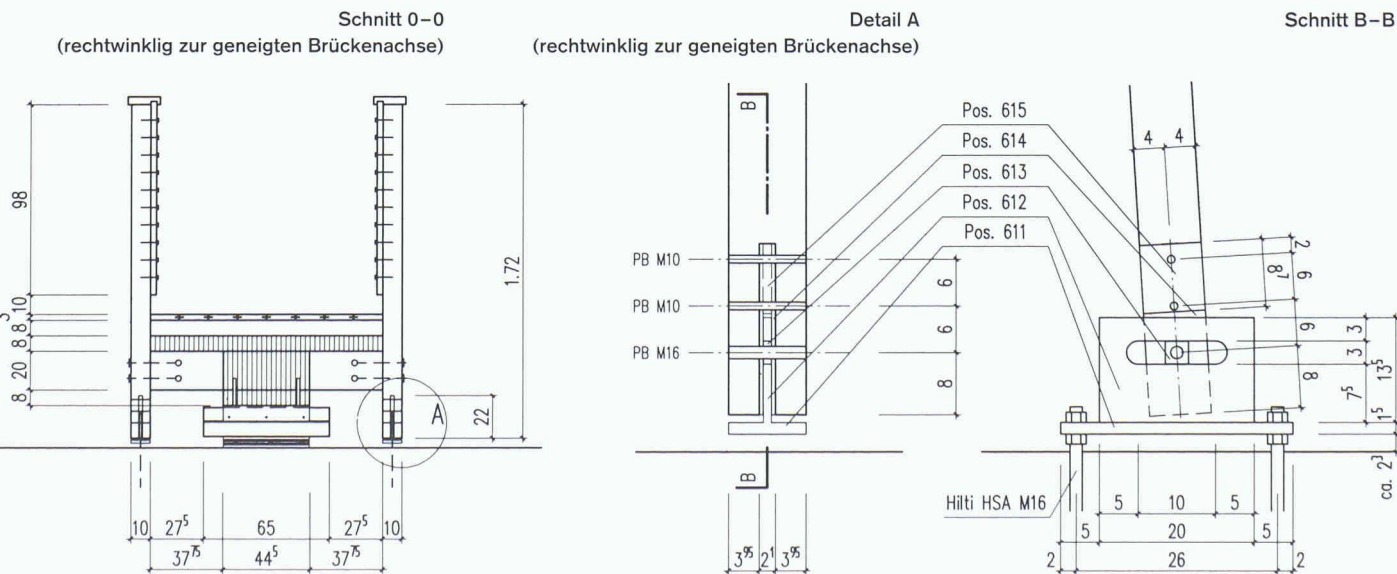
Nach Entfernen eines inneren Strebenholzes und einer unteren Windverbandsstange kann der Querträger über den Flügel seitlich aus dem Knoten herausgeschoben werden, er ist somit auch ersetzbar. Der grösste Teil der Umlenkraft des Hauptseils wird über schräg geschnittene Ausblattungen direkt von den Seilklemmen in die Streben übertragen, der Rest entfällt auf die Passschraubenverbindungen, mit denen die Schaufeln über zwei Futterhölzer zwischen die Streben geklemmt sind. Die Ohren sind bei jedem Knoten so plaziert, dass sich die Stabachsen genau zentrisch schneiden. Auch die Anschlusswinkel von Schaufel und Flügel sind bei jedem Knoten verschieden. Die geometrischen Grössen wurden unabhängig voneinander mit einem CAD-Programm und mit Vektorrechnung bestimmt, da die räumlich starren Knotenpunkte keine nachträgliche Korrektur erlaubt hätten. Die Untergurtknoten bestehen aus V4A-Stahl, die Übergänge zu den verzinkten Ausfachungskreuzen befinden sich ausserhalb der Hölzer an sichtbaren und zugänglichen Stellen. Die Obergurtknoten wurden singemäss, jedoch ohne Flügel ausgebildet. Sie bestehen aus ver-



7  
Detail Untergurtknoten (Foto: J. Tschudy, Chur)

zinktem Stahl. Die Endverankerungen der Hauptseile bestehen aus kräftigen Verteilplatten, die ihre Kraft direkt auf das Stirnholz des Druckgurts abgeben. Diese V4A-Teile sind durch eine kräftige Holzschwelle von den darunterliegenden verzinkten Lagerplatten getrennt (Bild 8). Beide Auflager sind mit Rundstahlbolzen als Kipp-lager ausgebildet, auf Seite Zillis kann das Lager auch Längsbewegungen ausführen. Die Verankerung der Brüstungsscheiben erfolgt über vertikale Stahlplatten mit Langloch, die in die Auflagerbank gedübelt, in die äussersten Geländerpfeosten eingeschlizt und mit den Endpfosten fest verschraubt sind; letztere nehmen wegen ihrer Biegeweichheit geringe horizontale

8  
Auflagerkonstruktion





**Traversiner Steg**

Spannweite:	47,00 m
Höhe über Grund:	38,00 m
Gehwegbreite:	1,20 m
Geländerhöhe:	1,10 m
Pfeilhöhe:	5,00 m
Gewicht Unterbau:	4,13 t
Gewicht Überbau:	8,13 t
Tragfähigkeit (Nutzlast in beliebiger Verteilung):	2,5 kN/m <sup>2</sup>
Schneelast:	3,0 kN/m <sup>2</sup>
Baukosten brutto:	Fr. 310 367.-

**System:**

Dreigurt-Fachwerkträger in Holz-Stahl-Konstruktion mit gespreizten Untergerurten und biegesteifen Brüstungen.

**Materialien:**

- Pfosten und Querträger in Lärchen-Schnittholz, Festigkeitsklasse I, sägeroh.
- Druckriegel in Lärche-Brettschichtholz 12×44,5 cm, wetterfest verleimt, Festigkeitsklasse A.
- Gehweg-Unterkonstruktion in Lärchen-Brettschichtholz Stärke 80 mm, wetterfest verleimt, Festigkeitsklasse B.
- Brüstungen aus Dreischichtplatten K1-Multiplan in Douglasie, 26 mm stark.
- Gehbelag als Verschleisschicht in Lärchenschalung, Nut und Kamm, 30 mm stark.
- Alle Hölzer unimprägniert. Schutzschicht unter Gehweg in bitumierter Pappe mit seitlichen Abtropfkanten in Kupfer.
- Untergurtteile in Edelstahl, einlagiges Rundlitzenseil, 6×36+1 SES, Werkstoff 1.4401, Durchmesser 24 mm.
- Ausfachungen mit Stahlstangen RODAN verzinkt, Durchmesser 8 mm.

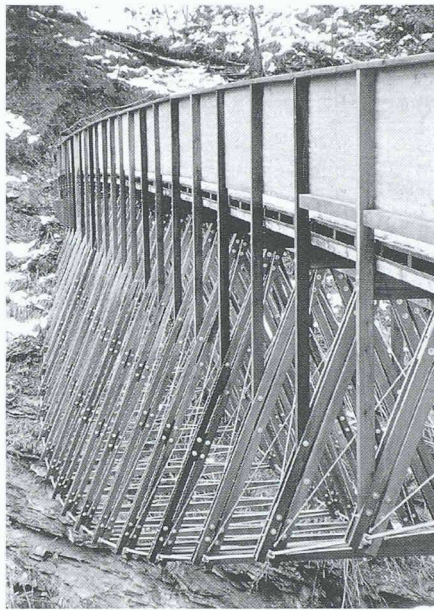
**Witterungsschutzkonzept:**

Druckriegel durch Gehweg und abgedeckte Windscheibe vor Witterung geschützt. Übrige bewitterte Konstruktionsteile bei unbelasteter Brücke ohne Hilfsmassnahmen auswechselbar.

**Unterhalt:**

Periodische Inspektion der Konstruktionsteile. Gehweg und Brüstungen als Verschleisssteile mit beschränkter Lebensdauer.

- Bauherrschaft: Verein KulturRaum Viamala, Chur
- Bauingenieure: Branger & Conzett AG, dipl. Ing. ETH/SIA, Chur. Mitarbeiter: René Fanchini, dipl. Holzbauing. HTL, Maurus Cadosch, Tiefbauzeichner
- Montagebau in Holz: Flüttsch AG, Thusis
- Stahlseile: Riss AG, Dällikon
- Stahlknoten: Romei AG, Rothenbrunnen
- Baumeisterarbeiten: V. Luzi AG, Zillis
- Einflug: Heliswiss, Domat/Ems



Bewegungen elastisch auf. Bei Bedarf können die Schrauben gelöst und im Langloch nachgestellt werden.

Nach dem Versetzen des Unterbaus wurden die weiteren Brückenteile mit einem leichteren Helikopter paketweise zur Baustelle geflogen und dort auf den Unterbau abgesetzt. Dies erforderte die Ausbildung von je drei biegesteifen Stößen in der Windscheibe und den seitlichen Brüstungen. Bei der Windscheibe bestehen diese Verbindungen aus eingeschlitzten Blechen und Passbolzen. Bei den dünnen Brüstungselementen wurden die Stöße jeweils in die Mitte zwischen zwei Geländerpfosten gelegt und anschliessend mit aussen angebrachten Stosslaschen verschraubt und verleimt. Die Stosslaschen sind exakt zwischen die Geländerpfosten eingepasst, so dass sie nicht auffallen und die Brüstung als eine einzige durchgehende Platte wahrgenommen wird.

**Bauausführung**

Im Frühjahr 1994 wurde das Bauprojekt zusammen mit einem Modell im Massstab 1:30 den Mitgliedern des Vereins KulturRaum Viamala und der Öffentlichkeit vorgestellt. Dank des unermüdligen Einsatzes von alt Bundesrat Leon Schlumpf als Vereinspräsident konnte die Finanzierung des Bauwerks über Sponsoring und öf-

fentliche Beiträge innerhalb der nächsten zwei Jahre sichergestellt werden. Im Februar 1996 erfolgte der definitive Baubeschluss, und im April begannen die Arbeiten an den Widerlagern. Gleichzeitig wurde der Brückenunterbau in Rongellen neben der alten Kantonsstrasse aufgerichtet, etwa 500 Meter von der Einbaustelle entfernt. Besonders zu erwähnen bleibt die millimetergenaue Abbundarbeit der ausführenden Holzbaufirma - die Toleranz der Endgewinde der Ausfachungsstangen von  $\pm 5$  mm brauchte nirgends voll ausgenützt zu werden. Schon während des Abbunds wurden die Gewichte der Konstruktionsteile stichprobenweise überprüft. Nach Beendigung des Aufrichtens wurde der ganze Unterbau an jedem Auflager mit einer Federwaage angehoben. Die gemessenen Werte stimmten innerhalb der Messtoleranz mit den berechneten überein. Während des Aufrichtens wurden sämtliche Holzteile mit Plastikfolien abgedeckt, um eine Feuchtezunahme möglichst zu vermeiden.

Der Einflug erfolgte am 18. Juni 1996 mit dem derzeit stärksten in der Schweiz verfügbaren Helikopter, dem Kamov K36 russischer Bauart. Die Brücke hing in 60 Meter Abhängedistanz vom Helikopter, wodurch die Abtriebskräfte des *downwash* gering blieben. Die zwei konzentrisch drehenden Rotoren des Kamov erzeugen praktisch keine drehende Windströmung, so dass der Flug bemerkenswert ruhig erfolgte. Bei der Einbaustelle wurde die Brücke mit Seilzügen gefasst und nach unten in ihre definitive Lage gezogen - ein angesichts der sperrigen Anhängelast und der wenig Platz bietenden Widerlager heikles Unterfangen, das jedoch glücklich bewältigt wurde. Querträger und Geländerpfosten wurden anschliessend von zwei paarweise über den Unterbau gehängten Leitern aus montiert, wobei die Zimmerleute an einem über die Brücke gespannten Fangseil gesichert wurden. Auch die weiteren Fertigstellungsarbeiten erfolgten speditiv, so dass der Traversiner Steg Mitte Juli 1996 für die Wanderer freigegeben werden konnte.

**Adresse des Verfassers:**

Jürg Conzett, dipl. Bauing. ETH/SIA, Herren-gasse 6, 7000 Chur