

# 12 Dezember 2003 bauen mit holz

Fachzeitschrift für konstruktiven Holzbau und Ausbau



BRUDERVERLAG, Postfach 11 02 48, 76052 Karlsruhe PVST Deutsche Post AG, „Entgelt bezahlt“ E 2388

## **Holzbrücken**

Von Rundholz über Weltrekord bis Kunstwerk

## **Restauratoren**

Herbsttreffen

## **Beruf**

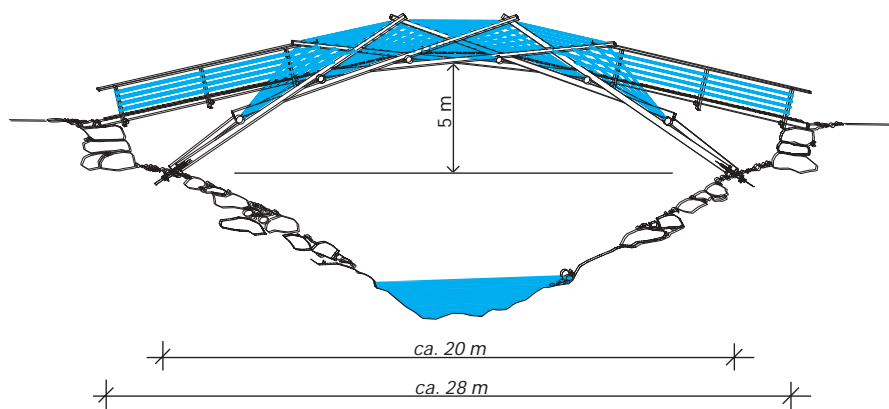
Neues Berufsbildungs-Konzept, Pläne

# Filigrane Rundholzbrücke

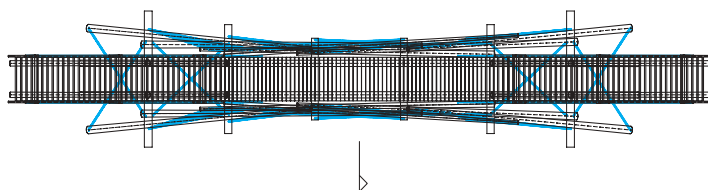
oder wie aus dem Projekt eines Architektur-Studenten Wirklichkeit wurde



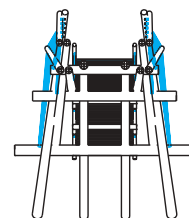
**Bild 1:** Der Standort der Brücke liegt an der Grenze zwischen der bewirtschafteten Tschapit-Alm und der unberührten hochalpinen Landschaft des Naturparks. Mit ihren naturbelassenen Rundhölzern fügt sie sich gut in das Umfeld.



**Bild 2:** Entwurf der neuen Tschapitbrücke aus Rundhölzern mit einer Brückenlänge von 28 m, einer Spannweite von 20 m und einer Bogenstichhöhe von 5 m.



**Bild 3:** Aufsicht



**Bild 4:** Querschnitt

Viel zu schade, um in der Schublade zu verschwinden, fand ein Student der Universität Innsbruck seinen Projekt-Entwurf für eine Brücke aus Rundholz. Er bot ihn seiner Heimatgemeinde Kastelruth (Südtirol) an, die eine neue Brücke über den Frötschbach im Naturpark Schlern bauen musste. Wegen der heftigen Hochwasser des Wildbaches wurden die Brücken dort des Öfteren weggeschwemmt. Die neue Brücke sollte den Fluss nun in einem weiten Bogen überspannen. Aus dem Entwurf des Studenten wurde die neue Tschapitbrücke mit einer freien Spannweite von 20 Metern. Die Konstruktion aus weitgehend unbearbeiteten Baumstämmen des unmittelbaren Umfeldes fügt sich gut in die Landschaft des Naturparks.

## Projektarbeit für die Praxis

Die Aufgabe für die Architekturstudenten der Universität Innsbruck, Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen, bestand darin, eine Brücke mit den Baustoffen zu entwerfen, die sich in unmittelbarer Nähe des Bauwerkes befinden. Der Entwurf des Studenten Lukas Burgauner zeigte eine Bogenbrücke aus Baumstämmen mit einer Spannweite von 14 m. Sein Ziel war es, die Konstruktion so filigran wie möglich auszubilden. Da sich ein Modell dieser Brücke nicht realisieren ließ, entschloss sich der Student, gleich in die Praxis zu gehen. Seine Heimatgemeinde Kastelruth fand im Naturpark einen geeigneten Platz und übernahm die Kosten der Ausführung von etwa 25 000 Euro (**Bild 1**).

## Planung

Die bisherigen Brücken über den Frötschbach waren häufig von den Wassermassen bei Hochwasser während der Schneeschmelze zerstört worden. Die neue Brücke sollte nun so hoch liegen, dass das Wasser sie nicht mehr erreichen kann. Dadurch ergab sich eine Spannweite von 28 m, also die doppelte Spannweite wie beim Entwurf. Dieser wurde von Burgauner und zwei seiner Studienkollegen umgearbeitet, indem die Rundhölzer einfach „verlängert“ wurden.

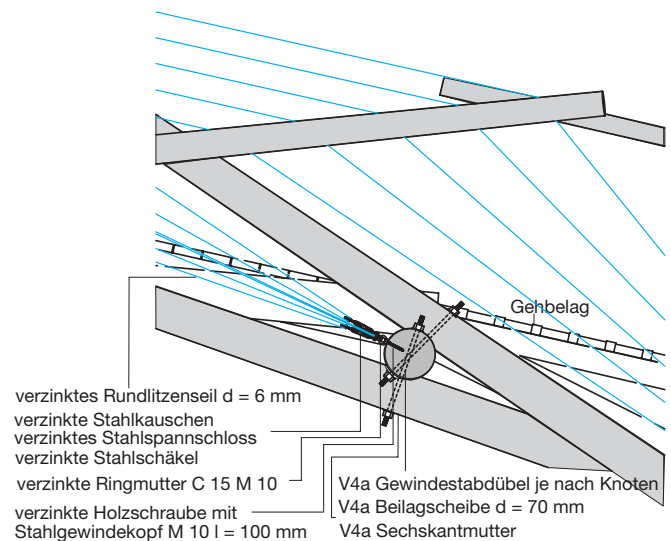
## Flechtwerk in Bogenform

Das Hauptwerk gliedert sich in drei Abschnitte mit einem mittleren „Flechtwerk“ in Bogenform und beidseitigen Rampen. Das Flechtwerk aus Rundhölzern (ca. Ø 27 cm) übernimmt die Lasten aus dem mittleren Gehbahnabschnitt von ca. 10 m Länge und trägt die horizontalen Wind- und Stabilisierungskräfte ab. Es nimmt zudem die Auflagerkräfte aus den Rampen auf. Diese bestehen aus Balken mit aufgeschraubtem Gehbelag, die auf zwei Stützen lagern und 9 m frei spannen.

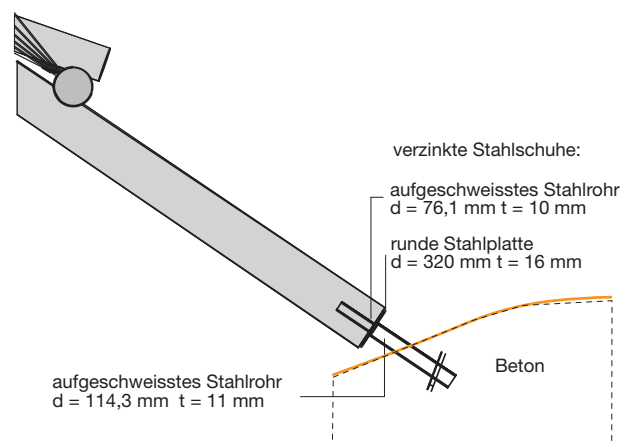
Das Bogen-Flechtwerk – ein Druck-Bogen ist es nicht – ist statisch nicht klar definiert, weil die Verbindungsstellen weder bezüglich der Tragfähigkeiten noch der Verschiebungen ausreichend genau bekannt sind. Das Tragverhalten der Struktur dürfte zwischen den Extremen „gekrümmter Einfeldträger“ (Verbindungen so weich, dass an den Widerlagern keine nennenswerten Horizontalkräfte geweckt werden) und Dreigelenkrahmen (Bogenscheitel so drehweich, dass er als Gelenk angesehen werden kann) liegen. Das tatsächliche Tragverhalten dürfte etwa dem eines Zweigelenkrahmens mit schrägen Stützen entsprechen. Wegen der vielen Verbindungsstellen und entsprechend vielen elastischen „Federstellen“ sowie, was die langfristigen Verformungen angeht, vielen Formänderungen in Folge Schwindens der Rundhölzer ergibt sich ein rechnerisch kaum zu fassendes Konglomerat von Schnittgrößen-Umlagerungen in Folge



**Bild 5:** Die Brücke besteht aus einer bogenförmigen Hauptkonstruktion aus Rundhölzern und darauf „aufgelegten“ Rampen als Gehweg.

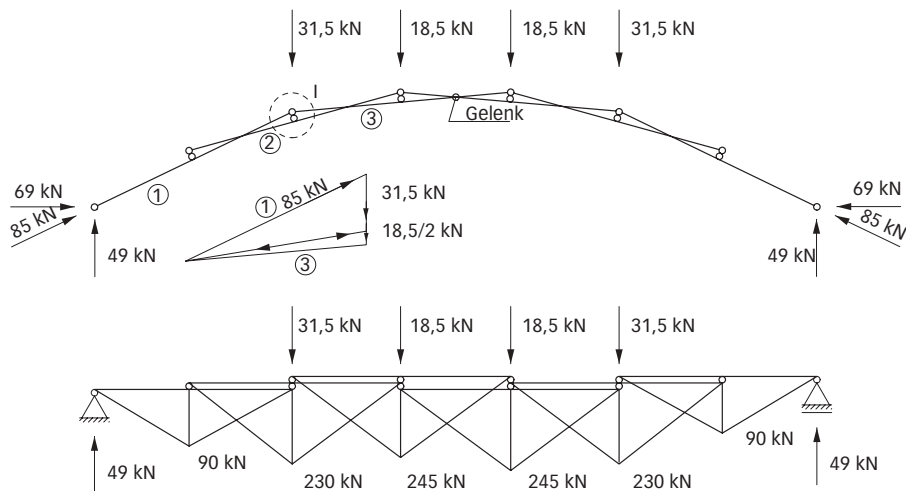


**Bild 6:** „Verkantetes“ Stabwerk mit Stahlseilfüllungen



**Bild 7:** An den Fußpunkten der Rundholzstäme sind Stahlschuhe angebracht worden, die in den Widerlagern einbetoniert wurden.





**Bild 8:** Oben: Abschätzung des Systems als Dreigelenkrahmen bei Volllast: Geometrie und Lasten passen so ideal zusammen, dass im Punkt I in Stab 2 fast kein Moment geweckt wird und dieser praktisch kräftefrei ist! Die Einkerbungstiefe von circa 8 cm entspricht einer Fläche von circa 145 cm<sup>2</sup>, was einer Druckspannung von circa 0,6 kN/cm<sup>2</sup> entspricht.

Unten: Abschätzung des Systems als Einfeldträger: Das maximale Moment ergäbe eine Biegespannung von  $24500/15459 = 1,6 \text{ kN/cm}^2$  bei ungeschwächter Randzone und Sortierklasse S 13 wäre zu ( $\sigma_b = 1,3 \times 120 \% / 100 \% = 1,56 \text{ kN/cm}^2$ ) was durch die Einkerbung allerdings nicht gegeben ist. Zusammengenommen ist eine ausreichende Tragsicherheit, auch unter Berücksichtigung der Abminderung wegen Feuchteeinwirkung zu erwarten.

der Verformungen. Das System des Flechtwerkes zeigt **Bild 8**. Ein rechnerischer Standsicherheits-Nachweis wurde nicht geführt (Belastungsprobe siehe später). In **Bild 8** sind einige Schnittgrößen für die „Grenzfälle“ Einfeldträger und Dreigelenkrahmen abgeschätzt, die zeigen, dass der gewählte Rundholz- Ø von 27 cm ( $W_y = 15459 \text{ cm}^3$ ), was die Tragfähigkeit angeht, ausreicht. Die Verformungen, auch die zu erwartenden, großen

Schwindverformungen, können duktil aufgenommen werden und die Rampen können „geschleppt“, kraftlos seitlich „wegrutschen“. Von daher ist die Verformung bei den Ansprüchen an die Brücke nicht bemessungsrelevant.

### Doppelt gewölbt

In der Aufsicht **Bild 3** ist auch zu erkennen, dass die Bögen konkav nach innen gewölbt sind. Durch das Sprei-

zen der Rundhölzer an den Fußpunkten wurde eine breitere Basis erreicht, die das Bauwerk vor dem Umkippen bewahrt.

Die Bogenstruktur ist unterhalb der Rampen mit Stahlauskreuzungen aus Stahllitzenseilen horizontal unverschieblich gehalten. Als Widerlager dient die felsige Böschung. An den Fußpunkten sollten die Stämme direkt am Fels des Hanges befestigt werden, da der tragende Grund jedoch zu tief lag, musste zwischen Brückenfuß und Fels Beton aufgefüllt werden. Die Fußpunkte der Stämme wurden mit Stahlverlängerungen versehen, die dann einbetoniert wurden (**Bild 7**). Der so geschaffene Abstand zwischen Erdreich und Holzenden sorgt für Schutz vor Feuchtigkeit stellt sich allerdings etwas problematisch bezüglich der Querkraft dar.

### Gehbahn und Geländer

Die Gehbahn bilden quer zur Brückenlängsachse abwechselnd aufgebrauchte Hölzer  $4 \times 20 \text{ cm}^2$  flachverlegt und  $6 \times 4 \text{ cm}^2$  hochkant verlegt. Damit ergibt sich gute „Griffigkeit“, aber auch ein etwas holpriges „Gehgefühl“ (für Bergwanderer kein Problem).

Die Geländerholme der Rampen sind Rundhölzer, im mittleren Teil sind es die aufragenden Enden der Flechtwerkhölzer.



**Bild 9:** Richtfest der Brückenkonstruktion auf dem Abbundplatz. Die Studenten der Universität Innsbruck halfen beim Aufbau.



**Bild 10:** Auf einem Hilfsgerüst wurde die Grundkonstruktion über dem Flußbett „schwebend“ errichtet und nach dem Aufbau in die Endposition heruntergelassen.



**Bild 11:** Gezähmte Natur mit „halb-wilder“ Brücke. Wie Spinnweben spannen dünne Stahlseile zwischen den Stämmen.

Als Geländerfüllung der Rampen wurden waagrecht verlaufende dünne Stahlseile gespannt. Diese wurden auch in die Felder zwischen den fächerförmig überstehenden Rundhölzern der Bögen weitergeführt, wo sie sie strahlenförmig „ausgefächert“ (**Bild 11**).

### Montage

Vor Ort gab es keine größere ebene Fläche, so dass der Abbund auf dem Platz der Zimmerei in Kastelruth vorgenommen werden musste. Die Hauptkonstruktion wurde dort mit Hilfe des Studenten und zwei seiner Kommilitonen errichtet, wieder zerlegt und zum endgültigen Standort transportiert (**Bild 9**). Über dem Fluss wurde ein Hilfsgerüst errichtet, auf dem die Querträger positioniert wurden (**Bild 10**). Die Stämme sind dann durch die Querträger hindurchgefädelt worden.

### Belastungsprobe

Die filigrane Konstruktion bietet dem Wind wenig Angriffsfläche. Da es sich um eine Fußgängerbrücke handelt ist auch nicht mit hohen Verkehrslasten zu rechnen. Daher wurde die Standsicherheit durch eine Belastungsprobe nachgewiesen. Bei einer Belastung mit etwa 150 Kanistern mit je 40 kg Sand (= 60 kN) senkte sich die Brücke nur um 1,3 cm (**Bild 13**).

Die aufgebrauchten, insgesamt etwa 60 kN entsprechen etwa 1,5 kN/m<sup>2</sup> und etwa 1/3 der Nenn-Verkehrslast für normale Fußgängerbrücken. Bei Volllast, z. B. in Folge eines „Alpen-

Events“ wären wohl 6 cm Durchbiegung des Bogenscheitels nicht unwahrscheinlich.

### Probe bestanden

Seit nun schon über drei Jahren führt die Brücke Wanderer über den Fluss (**Bild 12**). Neben ihrer Funktion als Übergang hat sie aber noch weitreichendere Aufgaben übernommen. Ihre ungewöhnliche Form erweckte hohe Aufmerksamkeit und führte zu zahlreichen Veröffentlichungen. Nicht nur der Naturpark gewann dadurch an Bekanntheit und wohl auch an Besuchern, sondern vor allem der Student und seine Mitstreiter wurden dadurch in Fachkreisen schon zu Studienzeiten bekannt. Die Tschapitbrücke gehört zu



**Bild 13:** Belastungsprobe mit etwa 150 über die Brücke verteilten, 40 kg schweren, mit Sand gefüllten Kanistern.

den gelungenen Beispielen, wie Theorie und Praxis, Studium und Handwerk fruchtbare Verbindungen eingehen können.

SO/KF

### Bauherr:

Gemeinde Kastelruth, I-39040 Kastelruth

### Entwurf und Planung:

Lukas Burgauner, Patrik Pedó, Timon

Tagliacozzo: monovolume,

www.monovolume.cc, A-6020 Innsbruck

### Belastungsprobe:

Dr.-Ing. Fritz Starke, I-31100 Bozen

### Ausführende Holzbaufirma:

Anton Rier, I-39040 Kastelruth

### Fotos und Zeichnungen:

Lukas Burgauner, Patrik Pedó,

Timon Tagliacozzo



**Bild 12:** Seit drei Jahren trägt die Brücke Wanderer und Schnee.