

bhutan

# tradition braucht die moderne

► Eine zerstörte Brücke wurde nach dem Vorbild der seit Jahrhunderten im Himalaya üblichen Brückenarchitektur neu errichtet – allerdings mit größerer Spannweite und fortschrittlicher Bautechnik.



▲ Die Brücke und der rechte Turm waren durch eine Flutwelle zerstört. Nun ist das wertvolle Ensemble wieder vollständig

Das im Himalaya zwischen Tibet und Indien gelegene Bhutan wirkt bis heute geheimnisvoll. Das „Land der friedvollen Drachen“ ist stark vom Buddhismus geprägt. Alltag und Religion sind eng miteinander verknüpft. Das war auch beim Neubau einer Brücke in traditioneller Form so, die der Ort Punakha erhielt: Geplant war der Bau im Jahr 2007, doch das galt aus religiöser Sicht als ungünstig, sodass das Vorhaben auf 2008 verschoben wurde. Jedem

Baubeginn geht in Bhutan eine buddhistische Zeremonie voraus. Ein Astrologe legt den günstigsten Zeitpunkt fest.

Punakha liegt auf etwa 1100 m Höhe, dort, wo sich die Flüsse Pho und Mo treffen, die von den Gletschern des Himalaya gespeist werden. Der sog. „Dzong“, eine Klosterburg mit bis zu 500 Mönchen, war seit seiner Errichtung im 17. Jahrhundert über 300 Jahre lang Regierungssitz des Landes. Noch heute ist er die Winter-

residenz des obersten Abts Bhutans, Seiner Heiligkeit des Je Kempo, und als Sitz des Distrikt-Gouverneurs eines der wichtigsten Gebäude des Landes. Seit 1907 werden hier alle Könige von Bhutan gekrönt.

Bis 1968 verband eine 35 m lange, aus dem 17. Jahrhundert stammende Holzbrücke den Dzong mit dem anderen Ufer. Dieses Bauwerk wurde durch eine Flutwelle zerstört, als Gletscherabbrüche einen Hochgebirgssee zum Bersten brachten.





▲ Einheimische fällten mit einfachen Mitteln 165 Bäume und verarbeiteten die Stämme zu langen Balken

ren Balkengrößen setzten allerdings natürliche Grenzen: Maximal 30 m konnten mit dieser Technik überspannt werden.

Trotzdem kam für den Brückenneubau als Baumaterial nur einheimisches Vollholz in Frage. Balken mit 25 cm x 40 cm Querschnitt und 22 m Länge waren vor Ort ohne großen Aufwand erhältlich. Insgesamt sollte der Materialverbrauch jedoch so gering wie möglich ausfallen.

Weitere Anforderungen an das neue Brückentragwerk lauteten „Unempfindlichkeit gegen Setzungen“ und „Kompensation versagender Einzelbauteile durch das Gesamt-

system“. Auch bewitterte und nicht kontrollierbare Anschlüsse mit großen Kräften galt es zu vermeiden. Konstruktiver Holzschutz sollte die Dauerhaftigkeit des Tragwerks gewährleisten. Alle Details mussten einfach sein, um die Montage mit einheimischen Arbeitskräften durchführen zu können.

Auch der Kolkschutz der Gründungen besaß große Bedeutung, damit die neue Brücke gegen Flutwellen gerüstet ist. Der Dzong liegt nämlich im „roten Bereich“, also in der Gefahrenzone von Gletscherseen, die aufgrund der globalen Klimaerwärmung irgendwann bersten könnten.

### Moderne Ingenieurbaukunst ermöglicht traditionelle Form

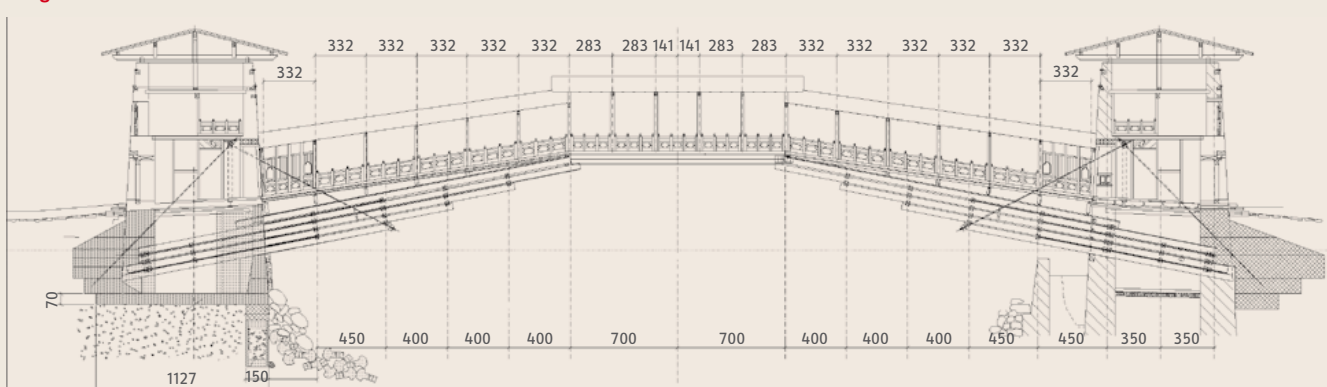
Pläne der alten Brücke gab es nicht. Lediglich ein paar alte Aufnahmen zeigten das ursprüngliche Erscheinungsbild. Der Projektleiter Fritz Baumgartner konnte aber immerhin den Bestand innerhalb des erhaltenen Turmes aufnehmen, denn dort waren die Balkenreste immer noch vorhanden.

Das traditionelle Konstruktionsprinzip solcher Kragbrücken wurde für das neue Tragwerk weitgehend übernommen und durch Abspannungen ergänzt. Damit wurden 21 m Auskragung möglich. Für ausreichende Steifigkeit in horizontaler Richtung sorgten spezielle Balkenknoten beim Übergang von den Kragträgerspitzen zum Mittelträger, die Normalkräfte übertragen können.

Der Gesamtquerschnitt der Kragbalken besteht bei den Einspannungen in den Türmen aus neun nebeneinanderliegenden Stapeln von je fünf Balken mit Balkenlängen bis zu 22 m in der fünften Lage. Die Balken wurden bei der Montage untereinander jeweils zweilageweise über 1,50 m lange Gewindestäbe mit 16 mm Durchmesser zu einem nachgiebigen Verbundträger verschraubt.

Die oberste Balkenlage reicht mit ihrer Länge von 22 m nur bis zur Turmvorderwand. Ihre Normalkräfte nehmen die Gewindestangen auf und leiten sie in die vierte Balkenlage ein. Die überträgt sie dann in das Betonfundament.

### Längsschnitt



Überhaupt ermöglichten erst die Gewindestäbe die Herstellung eines solchen überdimensionalen Verbundträgers mit einer Breite von fast 3,50 m und einer Höhe von 2,50 m an den Einspannstellen. Die Kraftübertragung zwischen den Befestigern und dem Holz erfolgt ausschließlich über die Verzahnung des Gewindes.

Die Queraussteifung übernehmen auf den Balkenlagen diagonal verlaufende, genagelte Bretterschalungen. Die erhielt im Einspannbereich jede der fünf Balkenlagen und ansonsten die oberste Balkenlage.

Die Widerlager bestehen aus einem Betonbauteil und dem typischen Turm aus Bruchsteintrockenmauerwerk, der mit seinem Eigengewicht die Kragbalken einspannt. Seine vordere Wand gründet direkt im Flussbetts. Das Fundament wird durch 20 3,50 m lange Betonrohre und 600 Toskanes vor einer neuerlichen Flutkatastrophe geschützt.

### Internationale Zusammenarbeit führt zum Erfolg

Die Gesamtbauleitung und Verantwortung lag beim Verein „Pro Bhutan“. Projektleiter Fritz Baumgartner erstellte die Architekturpläne vor Ort und führte die Submissionen und Vergaben durch. Das schweizerische Bauingenieurbüro Walt + Galmarini berechnete kosten-frei die Statik und lieferte Werk-, Schalungs- und Bewehrungspläne. Die Ausführung vergab man an einen Generalunternehmer, der sich vor Ort Subunternehmer suchte.

Für den Brückenquerschnitt fällte man in den umgebenden Bergtälern 165 Bäume mit 60 cm Durchmesser und einer Höhe von 25 m und schnitt sie mit Kettensägen roh zu. An der Baustelle trockneten sie etwa ein Jahr und wurden dann zu den erforderlichen Balkenquerschnitten mit Messern zugehauen. Um die Balkenstapel abzubinden und die Gewindestangen einzudrehen, benötigten die Handwerker dann lediglich Kettensägen und starke Bohrmaschinen.

Der Transport der über 20 m langen Balken in den engen Bergschluchten des Himalaya war schwierig. Noch



FRITZ BAUMGARTNER

▲ Zur Einweihung der Brücke fand eine große und farbenfrohe Zeremonie nach alter Tradition statt

### ► Steckbrief

**Bauherr:**

Royal Government of Bhutan,  
Ministry of Home and Cultural  
Affairs  
[www.mohca.gov.bt](http://www.mohca.gov.bt)

**Finanzierung und Gesamtleitung:**

Pro Bhutan e.V.  
D-79539 Lörrach  
[www.probhutan.com](http://www.probhutan.com)

**Projektleitung:**

Dipl.-Ing. Fritz Baumgartner  
Thimphu / Bhutan

**Tragwerksplanung:**

Walt + Galmarini AG  
CH-8032 Zürich  
[www.galmarini.ch](http://www.galmarini.ch)

**Verbindungsmittel:**

SFS unimarket  
CH-6343 Rotkreuz  
[www.sfsunimarket.biz](http://www.sfsunimarket.biz)

**Technische Daten:**

Freie Spannweite: 55 m  
Gesamtlänge: 70 m  
Turmhöhe: 14 m  
Nutzlast: 2,5 kN/m<sup>2</sup>  
(ca. 500 Personen)

**Materialverbrauch:**

Chir-Pine-Vollholz: 250 m<sup>3</sup>  
Nägels: 1,3 t  
Stahlbauteile: 6 t

**Fertigstellung:**

Mai 2008

schwieriger war, den Behörden die Notwendigkeit von Stahlteilen zu erklären. Bei der Materialbeschaffung musste zuerst herausgefunden werden, was überhaupt in Bhutan oder Indien erhältlich ist und was aus Europa bezogen werden musste. Und der Container brauchte lange. Aber er kam an und es klappte dann letztlich doch.

Nach einer effektiven Bauzeit von etwa zwölf Monaten – inklusive drei Monate Unterbrechung wegen des starken Monsunregens – wurde die Brücke fertig und am 10. Mai 2008 von Bhutans Premierminister Jigmi Thinley und von Harald N. Nestroy, dem deutsch-indischen Botschafter a.D., mit einer buddhistischen Zeremonie und einem großen Volksfest eingeweiht.

Am 6. November 2008 fand hier dann auch die Krönung des neuen Königs statt, des 28-jährigen Jigme Khesar Namgyel Wangchuck. Dieser Tag ist nach bhutanischer Zeitrechnung der achte Tag des neunten Monats im Jahr der ernenen männlichen Ratte und bringt dem Thronfolger und seinem Volk besonders viel Glück.

Dipl.-Ing. Wolfram Kübler, Zürich /  
Dipl.-Ing. (FH) Susanne Jacob-Freitag,  
Karlsruhe / gh ■