

# BS-Holzbrücke im Forstbotanischen Garten Tharandt

Eine fast 120 m lange Holzbrücke verbindet zwei Teile des Forstbotanischen Gartens Tharandt. Dabei muss sie eine Straße überbrücken und einige wertvolle Bäume umgehen. Das filigrane Bauwerk ist eine ungedeckte im Grund- und Aufriss gekrümmte Konstruktion aus BS-Holz-Platten, die von Stahlrohrstützen getragen wird.



**Bild 1 Gelungener Entwurf, gelungene Konstruktion. Wertvoller Baumbestand wurde gezielt umgangen. Gleichzeitig erhalten die Besucher beim Gehen über die Brücke außergewöhnliche Einblicke in die auf Brückenhöhe befindlichen Baumkronen im Wechsel der Jahreszeiten.**

Bauherr **Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement, Niederlassung DresdenII, 01067 Dresden**  
 Entwurfskonzept **Studentenwettbewerb TU Dresden, Katrin Gaedeke, Andre Dressler**  
 Entwurfsbearbeitung **Planungsbüro Bonk & Herrmann, 01279 Dresden**  
 Tragwerksplaner, Ausführungsplanung **Planungsbüro Bonk & Herrmann, 01279 Dresden**  
 Ausführende Holzbaufirma **Schmees & Lühn Holz- und Stahl-ingenieurbau GmbH, 49762 Fresenburg**  
 Herstellung BS-Holz und CNC-Bearbeitung: **Derix Holzleimbau, 41372 Niederkrüchten**  
 Bilder **Schmees & Lühn Zeichnungen und Bilder 16 und 17: Planungsbüro Bonk & Herrmann**

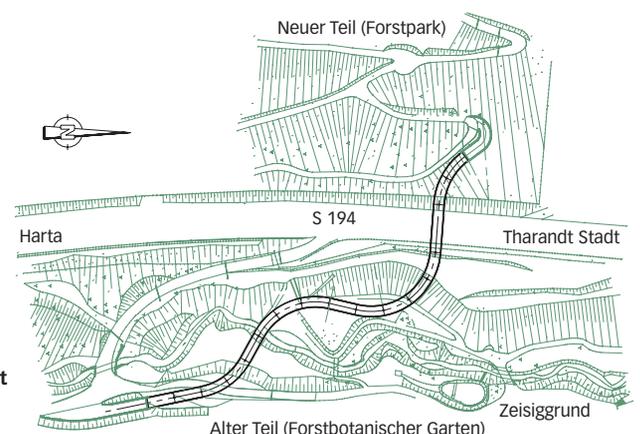
Der Forstbotanische Garten in Tharandt ist der Technischen Universität Dresden, Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, angegliedert. Er liegt westlich der Stadt Tharandt auf zwei felsigen Berghängen beidseitig des Zeisiggrundes. Durch einen Flächenenerwerb konnte der Forstbotanische Garten vor einiger Zeit sein Gebiet um über

15 ha vergrößern. Der neue Teil ist aber vom bisherigen Forstgarten durch die Staatsstraße S 194 getrennt. Ziel der Baumaßnahme war es daher, beide Teile des Forstbotanischen Gartens durch eine die Staatsstraße überquerende Brücke miteinander zu verbinden (**Bild 2**). Die Brücke sollte mit Kleingeräten (bis 2,5 t) zur Pflege und Bewirtschaftung beider Gartenteile befahren sowie von Fußgängern genutzt werden können. Weiterhin war beabsichtigt, mit der Brücke in ihrer exponierten Lage über der stark befahrenen Straße zwischen Dresden und Freiberg ein markantes „Aushängeschild“ für den Forstbotanischen Garten zu schaffen und somit Gäste zum Besuch der Stadt und des Forstgartens einzuladen.

## Vorgaben

Als Werkstoff sollte, wo dies möglich war, Holz zum Einsatz kommen, um die Brücke in das Gesamtkonzept des Forstbotanischen Gartens einzufügen. Auf der Länge von über 100 m war ein Höhenunterschied von etwa 9 m zu überwinden.

Für die Planung und den Bau der Brücke standen nur begrenzte Mittel des Freistaates Sachsen sowie Sponsorengelder für den Ausbau des Forstbotanischen Gartens bereit.



**Bild 2 Lageplan/Grundriss: Durch die wechselnde Krümmung im Grundriss schlängelt sich die Brücke durch den vorhandenen Baumbestand.**

**Entwurfskonzept**

Der Entwurf basiert auf dem Ergebnis eines Studentenwettbewerbes der TU Dresden, Fakultät Architektur. Die Gestaltungsidee der beiden Studenten Katrin Gedecke und Andre Dreßler sah eine filigrane, im Grundriss mehrfach gekrümmte plattenartige Holzbrücke aus Brettstapelelementen

**Gehbahnaufbau**

- 3,5 cm Gussasphalt
- 3,5 cm Gussasphalt-Schutzschicht
- 1,0 cm Bitumenschweißbahn
- Voranstrich als Haftgrund
- 4,0 cm Kerto-Platte
- ≥1,0 cm Holzkeil für Querneigung
- 22 cm Brückenträger

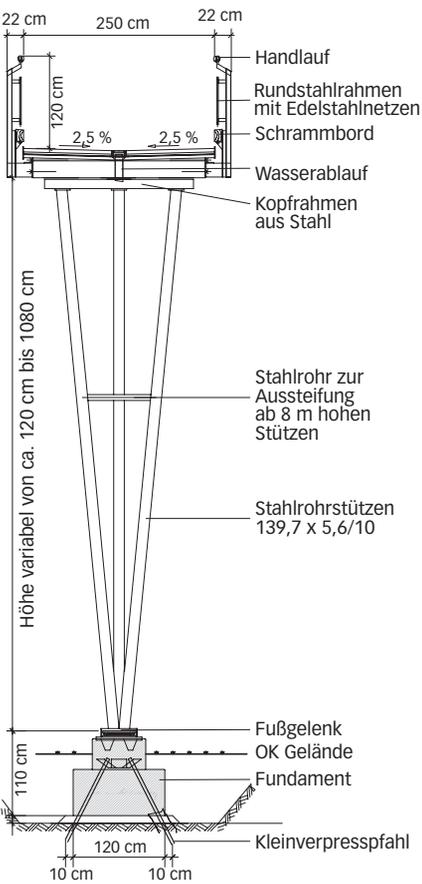


Bild 3 Zeichnung Querschnitt



Bild 4 Stützenfundament: Die Stahlplättchen sind genau „auf Höhe“ gelegt ...



Bild 5 ... und die Stützenverankerung wird in die Aussparung gesetzt und danach ausbetoniert. Die Schrauben zwischen Unter- und Oberlager werden nach dem Setzen der Stütze entfernt.

auf dreiteiligen, unten zusammenlaufenden Stützen aus Rundhölzern vor.

**BS-Holz-Band**

Im Rahmen der Entwurfs- und Bauplanung erfolgte durch das Planungsbüro Bonk & Herrmann, Dresden, eine grundsätzliche Überarbeitung der Gestaltungskonzeption für das Bauwerk sowohl in geometrischer als auch in statisch-konstruktiver Hinsicht. Die tragende Holzkonstruktion des Überbaus musste auf Grund nicht lösbarer Probleme bei der Maßhaltigkeit und Dauerhaftigkeit insbesondere der gekrümmten Bauteile von der Brettstapel- zur Brettschichtbauweise verändert werden.

Die 117 m lange Brücke passt sich durch wechselnde Krümmungen (Radius rechts und links mit  $R = 16,25$  m, gerade mit  $R = (\infty)$  im Grundriss der örtlichen Situation des Forstbotanischen Gartens an und überwindet mit einer kontinuierlichen Steigung von 6,50 % bis 8,35 % den Höhenunterschied.

Der Überbau der Brücke wurde in 16 einzelne gerade oder gekrümmte BS-Holzelemente unterteilt. An den Elementstößen sind Stützen angeordnet. Die Holzelemente sind jeweils 7 m lang und 2,25 m breit und bestehen aus 22 cm breiten Brettern, die hochkant miteinander verklebt sind. Nur das Element über der Staatsstraße bildet mit 12 m Länge eine Ausnahme. Um für dieses Feld die Durchbiegung zu begrenzen, wurde die statische Bauhöhe hier auf 26 cm vergrößert. Die gekrümmten Elemente muss-



Bild 6 Bogenelemente Montage fertig. Man erkennt, dass die Verwindung wider Erwarten gering ist. Die unterlüfteten Kertoplatten sind in der Mitte schon aufgebracht.

ten in sich verdreht ausgebildet werden, um jeweils senkrecht zur Brückenachse eine horizontale Ober- bzw. Unterkante zu gewährleisten.

Alle Elemente wurden werksseitig vorgefertigt. Durch das einheitliche Raster, dem jeweils gleichen Radius der gekrümmten Elemente sowie einer Vereinheitlichung der Verbindungen und Lagerungen war ein hoher Grad an Vorfertigung unter minimalen Aufwendungen möglich.

Die biegesteife Kopplung der Einzelemente zu einem Durchlaufträger über alle 16 Felder erfolgte mit teilweise in den Elementen eingelassenen, nach der Montage nicht mehr oder nur unterseitig sichtbaren Stahlteilen (Stoßträger, Laschen). Die Stirnseiten der Überbauelemente wurden ausgeklinkt sowie geschlitzt, wobei jeweils an den Außenseiten der volle Querschnitt erhalten blieb. Damit wurde für den Überbau optisch eine durchlaufende Seitenfläche gewährleistet. Die Elemente greifen am Stoß beidseitig in einen Stoßträger (HE-B 200) ein. Die Fuge zwischen den Elementen und dem Stoßträger wurde mit Vergussmörtel druckfest vergossen. Damit konnte eine formschlüssige Verbindung zwischen Element und Träger erreicht werden. Über die Stoßträger erfolgte gleichzeitig die Auflagerung des Überbaus auf den Stützen.

Durch Stirnbleche und Stabdübel an den Trägersaußenseiten erfolgten die Verbindung der Elemente sowie ein horizontal biegesteifer Anschluss. Die Durchlaufwirkung der Elemente wurde durch Anordnung von sechs



**Bild 7 Hilfskonstruktion zur horizontalen Fixierung der ersten Fahrbahnplatte am Widerlager**

Flachstahllaschen (8 mm bzw. 10 mm × 200 mm) je Stoß erreicht. Die Laschen wurden jeweils auf die Oberseite der Elemente aufgelegt und verschraubt. Eine Verbindung zum Stoßträger erfolgte nicht. Durch die Laschen wird der über den Stützungen an der Oberseite des Überbaus auftretende Zug aufgenommen. Die Druckübertragung erfolgt durch die ausgegossene Fuge zwischen Stoßträger und Elementen.

Zur Begrenzung der seitlichen Verformung des Überbaus wurden jeweils nach vier Elementen, also ca. alle 28 m, Abspannungen in Form von um 30° zur Vertikalen geneigten Zugstäben zum Baugrund vorgesehen. Die Zugstäbe sind an den hier verstärkten ausgeführten Stoßträgern angeschlossen.

### Dreiteilige Stützen

Die Beibehaltung der dreiständigen Stützung der Gestaltungsidee erfolgte nur im Hinblick auf die vorgegebene Form. Die Rundhölzer wurden aus statischen Gründen durch Stahlrohre (Außendurchmesser 139,7 mm) ersetzt. Da die Stützen entsprechend dem sehr bewegten Geländeverlauf sehr unterschiedliche Höhen von 1,2 m bis 11 m aufweisen, wurde als durchgängiges Gestaltungselement eine einheitliche Spreizung der Einzelstiele von 1,5 m am Stützenkopf angewendet.

Die in der Gestaltungsidee der Studenten geplante direkte Stützung war statisch jedoch nicht durchführbar. Für die Überbaulagerung wurden daher obere Dreiecksträger neu konzipiert. Die Stützen werden an den oberen



**Bild 8 Einbau von Stütze und Plattenabschnitt drei**

Enden durch diese im Querschnitt viereckigen, im Grundriss dreieckige, geschweißten Kopfrahmen miteinander verbunden. Der Kopfrahmen mit innenliegenden Aussteifungen bildet sowohl die obere Halterung der Einzelstiele als auch das Auflager für die Überbaukonstruktion. Die Stoßträger des Überbaus und die Kopfrahmen sind jeweils an zwei Punkten durch Gewindebolzen miteinander verbunden. In der Fuge wurden Distanzplatten angeordnet. Durch die Kombination verschiedener Dicken war damit ein Ausgleich der Höhentoleranzen möglich.

Die Wanddicken der Rohre und des Rahmens variieren je nach statischen Erfordernissen unter Beibehaltung der äußeren Geometrie. Die Stahlrohre sind auf einer Fußplatte dreieckförmig direkt nebeneinander angeordnet. Die längeren Rundstützen (ab ca. 8,0 m) erhielten zur Verringerung der Knicklänge zusätzlich eine Aussteifung aus Stahlrohren (Außendurchmesser 76,1 mm) bei ca. 2/3 der Höhe.

### Widerlager, Fundamente

Die Widerlager aus Stahlbeton (B 25, B St 500 S) sind als flach gegründete, ein- bzw. zweiseitig offene Kastenwiderlager ausgebildet. Der Überbau ist an den Widerlagern mit bewehrten Elastomerlagern jeweils auf drei Lagersockeln aufgelegt. Das mittlere Lager ist zweiseitig gehalten, die äußeren Lager sind frei verschieblich ausgebildet. Die Sicherung gegen eine Verwindung des Überbaus erfolgt durch senkrechte Gewindestäbe in den seitlichen Lagern.



**Bild 9 Die ersten drei Abschnitte sind gerichtet, Zeit für Versper. Hier gut erkennbar, dass die Konstruktion im Bauzustand horizontal nur durch die Einspannung am Widerlager gehalten ist.**

Die Gründung der Brückenstützen musste an die teilweise extreme Geländeneigung sowie an die sich über den Brückenverlauf stark ändernde Baugrundsituation angepasst werden. Außerdem sollten sich die Gründungskörper als Teil der Brückenkonstruktion harmonisch in das Gelände einfügen. Dies wurde durch die Ausbildung einer aus Kleinverpresspfählen bestehenden räumlichen Gründung sowie einem minimierten zylinderförmigen Pfahlkopf erreicht.

Die zylinderförmigen Stützenfundamente (**Bilder 3 und 4**) aus Stahlbeton (B 25, B St 500 S) ruhen auf jeweils 3 Kleinverpresspfählen, welche bis in den Felshorizont geführt wurden. Diese Pfähle sind im Winkel von 30° zur Vertikalen geneigt und horizontal jeweils 120° versetzt um die Fundamentachse angeordnet. Die Stützen sind mit zweiseitig gehaltenen bewehrten Elastomerlagern auf den Fundamenten aufgesetzt. Die Fußplatten und Lagerkörper sind in Kreisform ausgebildet. Zur Vermeidung von Verschmutzungen wurde jeweils eine umlaufende Blende angebracht.

Die Zugstäbe der Brückenabspannung sind jeweils über vier Gewindestangen mit einem Kleinverpresspfahl verbunden. Der Anschlusspunkt auf Höhe Gelände wurde zum Schutz jeweils mit einem Betonsockel umkleidet.

### Wasserableitung

Die Gehbahn wird durch 3,9 cm dicke KERTO-Q-Platten gebildet, welche auf keilförmigen Querhölzern aufgelegt und ver-



**Bild 10 Koppelungselemente für den Montagezustand: Die I-Profile sind auf die Platten geschraubt, mit den Muttern lässt sich das gegenüber liegende Ende der „neuen“ Platte exakt horizontal „steuern“.**



**Bild 11 Die erste Querabspannung ist erreicht: Im Hintergrund die „frisch“ fertig verschraubten Stoßlaschen, in Bildmitte Verschraubung und Abnehmen der Hilfsjustierkonstruktion, vorne hängt das nächste Teil schon über die Montagehilfen gekoppelt an dem ersten Bauabschnitt.**

schraubt sind (*Bild 6*). Die Platten sind zur Brückenmitte hin mit einem Gefälle von jeweils 2,5 % geneigt, so dass das Oberflächenwasser nach innen geleitet wird. In ca. jedem zweiten Brückenfeld verläuft in der Brückenachse ein Wasserablauf mit freier Entwässerung in das darunter liegende Gelände. In den Elementen über der Staatsstraße und dem Parkweg liegt kein Ablauf.

Die Kerto-Platten kragen 12,5 cm über die BS-Holzelemente aus und bilden damit einen Witterungsschutz. Der Spalt zwischen Außenkante Überbauelement und Unterseite der Platte wird durch Leisten geschlossen, welche mit Lüftungsöffnungen versehen sind.

Für die Herstellung der Brückenabdichtung auf den KERTO-Platten waren umfangreiche Tests an einem Probeelement erforderlich, da sich eine Ausbildung nach den vorhandenen Richtlinien für diese Brückenkonstruktion als nicht durchführbar herausstellte. Die Platten dienen als Träger für die einlagige Bitumenschweißbahn. Die Dichtungsschutzschicht und der Deckbelag werden durch jeweils 3,5 cm dicke Gussasphaltschichten gebildet. Auf Grund der Längsneigung von 6,50 % bis 8,35 % war ein äußerst sorgfältiger Einbau erforderlich. Der Deckbelag wurde nach dem Einbringen zur Erhöhung der Griffbarkeit abgestreut. Als Dichtungsabschluss für Schweißbahn und Gussasphaltschichten an den Stirn- und Längsseiten wurde ein geschweißtes Abschlussprofil (T-Querschnitt) angeordnet.

### Absturzsisicherung

Das Geländer musste neben sicherheitstechnischen Aspekten auch dem optischen Gesamteindruck der filigranen Konstruktion angepasst werden. Dies wurde mit dem Herausrücken der Geländerstiele aus dem Brückenquerschnitt und der transparenten Geländerfüllung erreicht. Durch die Verwendung von Holz als Material des Handlaufs sowie des Schrammbords wird die Wirkung der Brücke als Holzkonstruktion unterstützt.

Das Geländer ist 1,20 m hoch und hat Pfosten aus Stahlrundprofilen (Außendurch-

messer 60,3 mm). Der Anschluss der sich senkrecht zur Brückenachse gegenüberliegenden Geländerpfosten erfolgt an den Seitenflächen des Holzüberbaus mit eingeklebten bzw. zur Gegenseite durchlaufenden Gewindestäben. Der gemäß dem Brückenverlauf gekrümmte Handlauf besteht aus einem Rundholzquerschnitt  $\varnothing = 8$  cm, aus BS-Holz gefräst. Als Geländerfüllung wurden in Rahmen gespannte Edelstahlnetze verwendet. Ebenfalls an den Geländerpfosten verankerte Holzbalken (16 cm  $\times$  11 cm, Oberseite geneigt) dienen als Schrammbord.

### Herstellung

Die erste zu überwindende Schwierigkeit bildete die Herstellung der in sich gekrümmten Bogenabschnitte. Geometrisch sind dies Flächen aus Schraubenlinien. Die Platten wurden zunächst als ebene Bögen mit stehenden Lamellen verklebt. Die herauszuarbeitende Verwindung erforderte dabei eine Dicke des Rohlings, die wenige Zentimeter mehr ausmachte als die fertige Plattendicke. Die endgültige Geometrie wurde dann durch vollflächiges Abfräsen der Ober- und Unterseite mit einem CMS-CNC-Automaten erledigt. Dazu musste zunächst die Schräglage in die Ebene projiziert werden. Da kein im Holzbau gebräuchliches CAD-CNC-Programm in der Lage ist, windschiefe Flächen für die Maschinensteuerung abzubilden, musste die Maschinensteuerung der Fräsvorgänge quasi „von Hand“ programmiert werden. Die Enden der Platten wurden ebenfalls komplett von der CNC-Anlage bearbeitet.



**Bild 12 Wie ein Wurm windet sich die Brücke durch das Gehölz.**

Die so vom BS-Holz-Hersteller „herausgeschlitzten“ Platten wurden von dem Holzbaununternehmen in der Werkstatt so weit wie möglich mit den stählernen Verbindungsteilen und den KERTO - Platten vorkomplettiert (**Bild 6**). Gleichzeitig erfolgte dort zur Prüfung der Maßhaltigkeit der komplizierten räumlichen Konstruktion eine Vormontage der vier geplanten Montageabschnitte.

### Montage – in sechs Arbeitstagen

Auf Grund der Geländegeometrie mit sehr großen Höhenunterschieden und dem wertvollen Baumbestand ergab sich eine schwierige Montagesituation. Weiterhin mussten die verkehrstechnischen Gegebenheiten an der vielbefahrenen Staatsstraße S 194 beachtet werden. Das ausführende Unternehmen entschied sich daher gegen eine provisorische Abstützung und für eine Montage des Brückenüberbaus einschließlich der Stützen im „horizontal freien Vorbau“.

Das heißt, die erste Überbauplatte wurde in Brückenlängsrichtung horizontal biegesteif am Widerlager befestigt (**Bild 7**). Alle folgenden Platten wurden ebenso biegesteif fortlaufend „drangehängt“. An den Stützungen mit Seilabspannung erfolgte dann wieder eine horizontale Halterung. Das Brückenband auf seinen Pendelstützen wurde also horizontal auf eine Länge von bis zu



**Bild 13 Richtfest, das andere Ufer ist nicht nur erreicht, sondern wurde auch genau getroffen.**

28 m nur durch Einspannung am vorhergehenden Horizontallager stabilisiert. Auf Grund der komplexen Geometrie war eine Justierbarkeit bezüglich des Grundrisses dringend erforderlich, da ein „Zielen“ vom Anfangswiderlager auf das Endwiderlager ohne Korrekturmöglichkeiten kaum machbar war.

Die Stoßträger zum Anschluss der Brückenüberbauteile an den Stützen wurden jeweils schon an den Überbauelementen vormontiert. Die Lagerpunkte der Stützen wurden vor dem Einheben auf den Fundamenten genau auf Höhe gebracht (**Bild 3**).

Der grundsätzliche Montageablauf sah vor, gleichzeitig mit zwei Autokränen zu arbeiten, wobei ein Kran für die Montage der Überbauteile und ein Kran für die Montage der Stützen vorgesehen war (**Bild 8**). Nach



**Bild 14 Das Horizontallager in der Bahnmitte wird angefahren.**

der jeweiligen Fixierung der Stütze durch das Überbauelement konnte der für die Stützenmontage vorgesehene Kran für das Heben eines Arbeitskorbes zur Durchführung des eigentlichen Anschlusses benutzt werden.

Das erste Überbauteil wurde nach dem Auflegen auf das Widerlager und die erste Stütze mit stählernen Hilfskonstruktionen horizontal unverschieblich und genau ausgerichtet am Widerlager fixiert. Nach Einheben des zweiten Überbauteils wurden nach grobem Ausrichten stählerne Kopplungselemente an beiden Überbauplatten befestigt. Diese Kopplungselemente aus paarweise angeordneten Stahlträgern waren mit Schraubenbolzen gekoppelt, über deren Muttern (**Bilder 10 und 11**) ein zehntel Millimeter genaues Spreizen bzw. Zusammenziehen möglich war. Mittels dieser Kopplung konnte das



**Bild 15 Der Rohbau steht in 6 Tagen**



**Bild 16 Fertig zur Abnahme**

jeweilige Elementende genauestens in das Ziel des Vermessers „gesteuert“ werden. Dieser Vorgang wiederholte sich, bis die nächste Abspannung erreicht war (**Bild 11**) und der Bauabschnitt dort horizontal gehalten werden konnte. Nach Feinjustierung der noch provisorisch zusammenhängenden Elemente wurden diese dann endgültig verschraubt. Die Kopplungselemente konnten abgenommen und beim nächsten Montageabschnitt wieder eingesetzt werden.

Die Bemessung sämtlicher Hilfskonstruktionen erfolgte so, dass für die Montage unter Berücksichtigung der vorherrschenden Lastzustände keine weiteren Abstützungen notwendig waren. Für das Gelingen der Montage trug neben den Hilfskonstruktionen ein perfekt vorbereiteter Messplan bei, der Positionsbestimmung, Zielpunkte und Zielkoordinaten mit jeweils zulässigen Toleranzen exakt vorgab.

Die einzuhaltende Montagegenauigkeit von  $\pm 5$  mm (!) in Höhe und Lage des Bauwerks wurde während der gesamten Dauer der Montage durch ein Vermessungsbüro

kontrolliert. Eine abschließende Bestandsvermessung ergab, dass diese geforderte Toleranz eingehalten und in großen Teilen noch unterschritten werden konnte.

Nach dem Ausrichten der gesamten Konstruktion wurden sowohl die Fugen der Stoßträger als auch die Lager auf den Widerlagern und Stützenfundamenten endgültig vergossen. Die gesamte Montage des Rohbaus erfolgte in nur sechs Arbeitstagen (**Bild 13**).

### Band aus Holz

Die Brücke windet sich wie ein Band aus Holz durch den vom Baugeschehen fast unberührten Baumbestand im Zeisiggrund. Das Bauvorhaben konnte mit einer optimalen Planung, einer CNC-gestützten Herstellung der BS-Holz-Elemente und einer exzellenten Montage im Rahmen der zur Verfügung stehenden Mittel realisiert werden.

Die Holzbrücke bildet mit ihrer eleganten, mit der natürlichen Umgebung harmonisierenden Konstruktion ein gelungenes in-

genieurtechnisches Bauwerk und ein markantes Objekt für den Forstbotanischen Garten Tharandt.

Dipl.-Ing. U. Fischer/KF



# SCHMEES & LÜHN

Holz- und Stahlingenieurbau GmbH

Holz- und Stahlbrücken  
Sonderbauwerke aus Holz und Stahl  
Lärmschutzwände aus Holz nach ZTV-LSW  
Holzsystembau mit Überwachung nach DIN 1052

Lathener Straße 69  
49762 Fresenburg  
Telefon +49 59 33 / 93 65-0  
Fax +49 59 33 / 17 60  
eMail: office@schmees-luehn.de  
Internet: www.schmees-luehn.de