

Effiziente Verkehrswege nach innovativem nachhaltigem Entwurf

## Drei Fuß- und Radwegbrücken für die Landesgartenschau in Fulda

■ ■ ■ von Nils Maevius, Florian Foerster

Im Rahmen der städtebaulichen Maßnahmen zur hessischen Landesgartenschau Fulda 2023 wurden drei neue Fuß- und Radwegbrücken eröffnet: die Brücke überm Engelshaus, der Steg zur Hornungsmühle und der Steg am Badegarten. Die Brücke überm Engelshaus überspannt mit einem filigranen Deck aus Holz die Sickelser Straße und das talartige Gelände des Heimatgartens Fulda. Die beiden Stege bilden einen Übergang von der Stadt in die Fuldaauen und queren die Fulda und den innerstädtischen Fuldakanal am Badegarten. Die Konzeption zur Landesgartenschau soll neben der Ausstellung auch eine städtebauliche Weiterentwicklung des Stadtrands zur Fuldaaue schaffen. A24 Landschaft gewann den Wettbewerb zusammen mit yellow-z urbanism architecture. Der Entwurf führt peripherie Industriearale sowie einen neuen Stadtteil an die Fuldaauen heran, die wiederum eine Verknüpfung zur Innenstadt bieten. Teil der Landesgartenschau sind die Brücken für Fußgänger und Radfahrer, welche die Freiraumvernetzung unterstützen.



1 Brücke überm Engelshaus  
© Büro Happold

### 1 Brücke überm Engelshaus

#### 1.1 Gestaltung und Einbindung in das Umfeld

Der schlanke Brückenträger aus Brettschichtholz, der auf hohen, geneigten x-förmigen Stützen gelagert ist, hat den Charakter eines Landschaftsstegs, der behutsam über das Tal führt. Die im Lageplan z-förmige Grundfigur der Brücke vermittelt zwischen den Fluchten der Anbindungsachsen und erzeugt so sich ändernde Perspektiven und Ausblicke, die zum Verweilen auf der Brücke einladen. Während der Landesgartenschau boten temporäre Sitzmöbel aus Holz in der Brückenmitte die Möglichkeit zum Ausruhen.

Die Trasse der Brücke nimmt Rücksicht auf den dichten Baumbestand des Tals, der weitestgehend erhalten blieb. Das Geländer mit einer Füllung aus einem Edelstahlseilnetz unterstützt die Transparenz des Stegs und somit auch die entstehenden unterschiedlichen Aussichten.

Der Entwurf und die Baustoffe ermöglichen ein filigranes und elegantes Brückenbauwerk, das sich nahtlos in die Landschaft einfügt. Unterstützt wird dies durch den organischen Baustoff Holz, der als warm und lebendig empfunden wird. Um diese Wirkung zu wahren, wurde eine weißliche Holzlasur, die dem Farnton von frisch geschnittenem Holz gleichkommt, verwendet. Unterstrichen wird die natürliche Anmutung zusätzlich durch den mäandrierenden Verlauf der Brücke.



2 Steg zur Hornungsmühle  
© Buro Happold

### 1.2 Funktion

Der Entwurf schuf ein Bauwerk, das im Einklang mit der Ästhetik des Infrastrukturkonzepts für die Landesgartenschau steht. Zudem entsteht ein städtebaulicher Mehrwert durch die barriere- und autofreie Überquerung der Sickeler Straße und des talartigen Geländeeinschnitts Schnarrehohle, so dass eine wichtige Anbindung des Stadtteils Neuenberg an die Fuldaaue in Nord-Süd-Richtung ermöglicht wird. Durch die Brücke entsteht ebenfalls eine wesentliche, neue Radwegverbindung. Darüber hinaus schafft die neue Brücke auch eine Verknüpfung mit dem (über-)regionalen Wander- und Radwegenetz, was die Attraktivität des Wohn- und Tourismusstandorts Fulda erhöht.

Südwestlich der Sickeler Straße wurde im Zuge der Landesgartenschau eine neue dauerhafte Parkanlage namens »Überm Engelshaus« errichtet. Auf der Nordwestseite des Tals Schnarrehohle wird der vorhandene Heimattiergarten wesentlich erweitert. Die Brücke verbindet die neu geschaffenen öffentlichen Freianlagen zu einem zusammenhängenden autofreien Naherholungsgebiet.

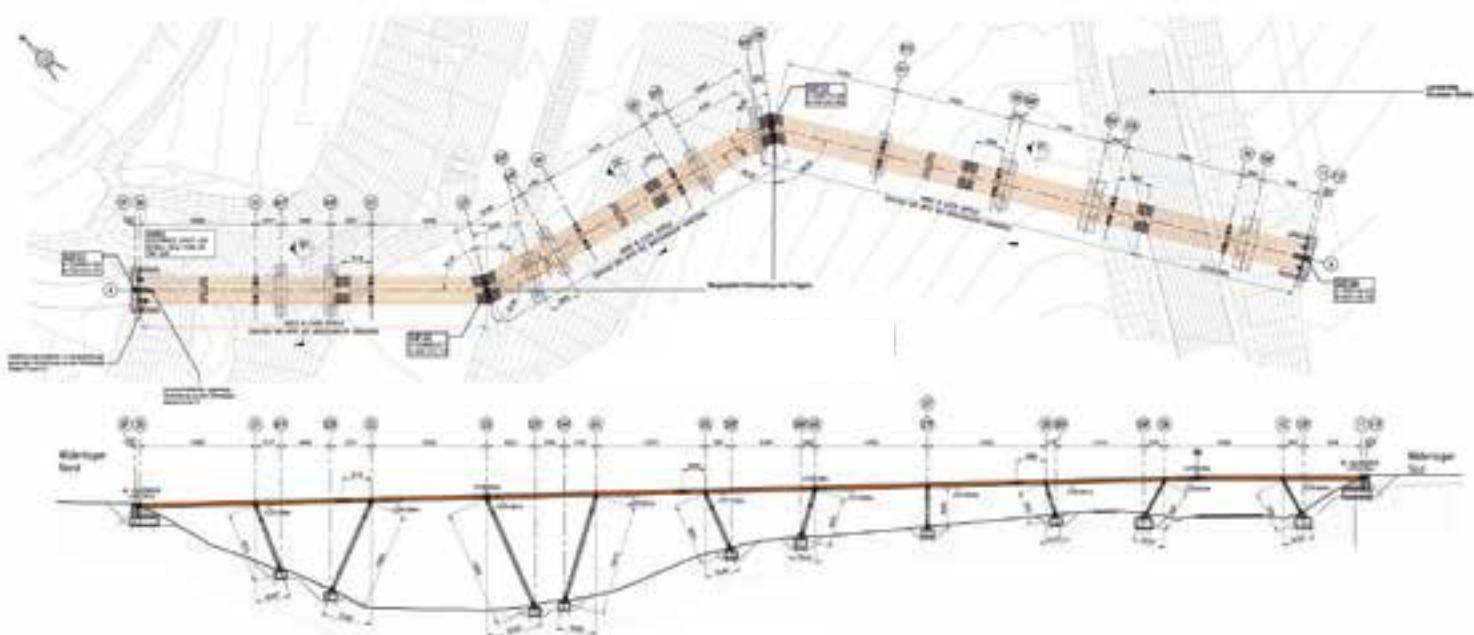


3 Steg am Badegarten  
© Buro Happold

### 1.3 Konstruktion

Die Brücke wurde als Holzbrücke geplant, mit einem Überbau aus sieben blockverleimten Brettschichtholzträgern. Der Querschnitt des Überbaus hat eine konstante Breite von 3,66 m und eine Höhe von 0,50 m. Das Bauwerk hat eine Länge von ca. 160 m und besteht aus drei Abschnitten, die im Grundriss in einem Winkel zueinander angeordnet sind. Die Spannweiten der insgesamt elf Felder betragen zwischen 10,20 m und maximal 15,45 m. Die lichte Breite des Brückendecks misst 4 m. Das Längsgefälle des Brückendecks beträgt 2,6 %, das Quergefälle 2 %.

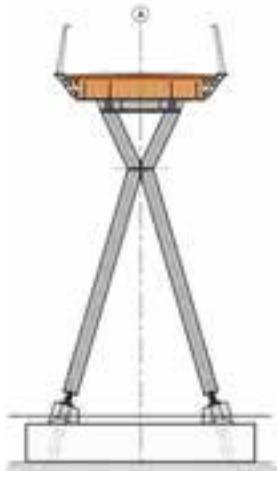
Die zu Sprengwerken geneigten Stützen passen sich dem Verlauf des Tals an, so dass die Stützenlänge zwischen ca. 4,50 m und ca. 15,50 m variiert. Die Verbindung der Stützen mit dem Überbau wurde so ausgebildet, dass sie sowohl vertikale als auch horizontale Kräfte quer zum Überbau aufnehmen können. Die Stützenfüße werden durch Pfahlkopfbalken gekoppelt. Alle Pfeiler haben einen quadratischen Querschnitt, sind aber unterschiedlich groß: Für die Achsen 1–6 ist es ein Standard-Hohlprofil 400 mm × 16 mm und für die Achsen 7–8 ein Standard-Hohlprofil 300 mm × 12,50 mm.



4 | 5 Brücke überm Engelshaus: Grundriss und Längsschnitt  
© Buro Happold

Die Pfeiler in den Achsen 9–10 sind für Anpralllasten von Fahrzeugen ausgelegt. Zur Einhaltung des gestalterischen Konzepts musste hier ein geschweißtes Profil 300 mm × 50 mm verwendet werden. Der Überbau aus verleimten Brettschicht-holzträgern spannt als Mehrfeldträger mit Durchlaufwirkung zwischen den schräg gestellten Stützen. Die Lasten werden von den als X-Rahmen ausgebildeten Stützen und den Widerlagern abgetragen. Die Gründungslasten werden über eine durch Fundamentbalken gekoppelte Tiefgründung mittels Mikropfählen in den Baugrund eingeleitet. An den Endauflagern liegt das Brücken-deck auf Stahlbetonwiderlagern auf, die ebenfalls mit Pfählen gegründet sind.

Die Tiefgründung wurde mit verpressten Mikropfählen mit einem Außendurchmesser von  $d = 24$  cm bemessen. Die Bewehrung der Mikropfähle erfolgte über Gewi-Bewehrungspfähle; die Pfähle sind aufgrund der Tragstruktur des Überbaus (Sprengwerke mit entsprechenden Zwangskräften) größtenteils durch eine Wechsellast (Druck- und Zuglast) belas-tet. Die Wahl der Gründungsweise resul-tierte aus dem Bodenprofil: tiefliegende tragende Schichten des Sandsteins in Verbindung mit der Auflage, den Baum-bestand und das Wurzelwerk weitest-gehend zu erhalten.



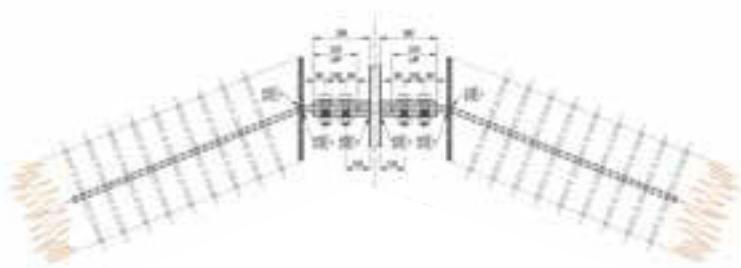
6 Querschnitt in Lagerachse  
© Buro Happold



7 Brücke überm Engelshaus über den Heimatgarten  
© Buro Happold



8 Brücke überm Engelshaus: Knickpunkt im Bauzustand  
© Joachim Swillus



9 Detail des Knickpunkts in der Planung  
© Büro Happold

#### 1.4 Innovation

Die konstruktive und statische Herausforderung lag vor allem in der Planung der Anschlüsse, insbesondere jener der Knickpunkte. Die Knoten des Überbaus wurden so gestaltet, dass eine wartungsintensive Bewegungsfuge vermieden wurde. In enger Abstimmung mit dem Objektplaner und dem Holzbauer entwarf Büro Happold hier einen biegesteifen Anschluss aus nicht sichtbaren Stahlleinbauteilen. So kann sowohl eine Bewegungsfuge vermieden als auch eine statische Durchlaufwirkung aktiviert werden, die die wirtschaftliche Ausnutzung und Fertigung des Brückendecks unterstützt.

Die Anschlüsse des Brückendecks an die Stützen sind Teil der sichtbaren Gestaltung und wurden als gelenkige Konten aus Stahlblechen konzipiert und dementsprechend abgestimmt.

Die Brücke hat an beiden Enden eine in Längsrichtung unverschiebbliche Verbindung zu den Widerlagern. Mit dieser Lösung wurden die Eigenfrequenzen der Brücke außerhalb der kritischen Bereiche gehalten, so dass der Einbau von Schwingungsdämpfern entfallen konnte.

Die Entscheidung für unverschiebbliche Anschlüsse war möglich, da die Zwangskräfte aufgrund von Temperatureinflüssen in einer Holzbrücke, im Vergleich zu einem Brückendeck aus Stahl, gering und nicht maßgebend sind.



10 11 Einhub der Brücke überm Engelshaus  
© Joachim Swillus



## 1.5 Planungs- und Bauverfahren

Die Objektplanung und Tragwerksplanung für die Leistungsphasen 2–6 erfolgte in Zusammenarbeit von Architekt und Ingenieurbüro. Die Beauftragung des Auftragnehmers, der Schmees & Lühn Holz- und Stahlingenieurbau GmbH & Co. KG, war das Ergebnis eines offenen Ausschreibungsverfahrens.

Der Brückenüberbau wurde vorgefertigt und in möglichst großen Überbaumodulen auf dem Straßenweg zur Baustelle transportiert. Schweißarbeiten fanden im Werk statt, somit wurden diese Arbeiten *in situ* vermieden bzw. minimiert. Durch den hohen Vorfertigungsgrad konnten eine entsprechend hohe Ausführungsqualität garantiert und wetterbedingte Verzögerungen minimiert werden. Ferner erhöhte diese Vorgehensweise die Sicherheit auf der Baustelle, Baustelleneinrichtungsflächen wurden zudem reduziert. Die Vorfertigung des Holzüberbaus ermöglichte zusätzlich eine Reduktion der Schallemissionen während der Bauausführung. Die Montage erfolgte mit Hilfe eines Krans, wobei der Einsatz eines kleinen Krans es erlaubte, leicht zwischen dem Baumbestand zu manövrieren und ihn weitestgehend zu erhalten.

Der Bau der Brücke dauerte etwa zwölf Monate, wobei die Installation des Brückendecks bereits innerhalb einer Periode von 28 Tagen abgeschlossen war. Die bautechnische Abnahme erfolgte am 31. August 2022.

## 1.6 Wirtschaftlichkeit

Die horizontal verlaufende, hinterlüftete, abgedichtete BFU-Platte mit Querneigung schützt den Überbau (Brettschichtholzbalken) von oben vor Niederschlägen. Seitlich wurde eine um ca. 30° geneigte Verschalung geplant. Der Überbau kann somit in die Nutzungsklasse 2 eingeordnet werden und ist im Übrigen so konzipiert, dass es für Niederschlagswasser keine Staubereiche oder Pfützenbildung gibt.

Die Stützen sind geneigt ausgebildet, somit gibt es keine Stellen, an denen Wasser nicht abtropfen kann. Ferner ist das Innere der Stützen deutlich weniger korrosionsbelastet als die Außenflächen. Die Stahlprofile sind hermetisch geschlossen.

Die Gründungskörper, also Widerlager und Pfahlkopfbalken, verfügen über eine leichte Neigung, so dass oberflächennahes, stauendes Wasser abfließen kann.

Die Betonelemente weisen eine ausreichende Betondeckung auf. Die Bauteile sind vollständig von der Geländeoberkante aus revisionierbar.

Im Bereich der Widerlager sind die Anschlüsse so konzipiert, dass Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten jeweils von der luftseitigen Widerlagerseite unterhalb des Überbaus durchgeführt werden können. Die Verbindungsmittel wurden aus Stahl gefertigt und in den Holzquerschnitt eingeschraubt oder auch eingeschlitzt. Dank des aufgebrachten Korrosionsschutzes sind sie langlebig und können unter Umständen auch unkompliziert ausgetauscht werden.

Die Geländer sind von der Verkehrsfläche aus wartungsfähig. Ein Austausch der Elemente ist aufgrund einfacher Schraubverbindungen unkompliziert. Die Baukosten für die Brücke betragen 3,14 Mio. €.



12 Brücke überm Engelshaus nach Fertigstellung: Unterseite in Richtung Schnarrehohle  
© Büro Happold

## 1.7 Nachhaltigkeit

Das statische System ist durch die Anordnung der Stützenpaare ausbalanciert und die Konstruktion vergleichsweise leicht, so dass Material für und bei allen Elementen eingespart wurde.

Holz ist nicht nur ein nachwachsender Rohstoff, sondern zeichnet sich als Baustoff auch durch seine hohe Tragfähigkeit bei gleichzeitig geringem Eigengewicht aus.

Die Verwendung von ca. 300 m<sup>3</sup> Holz bindet ca. 300 t CO<sub>2</sub> und wirkt sich positiv auf die Ökobilanz des Bauwerks aus. Der kombinierte Holz- und Stahlüberbau führt zu einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von ca. 35 %, wenn man die Ökobilanz-Stufen A1–A3 im Vergleich zu einem herkömmlichen leichten (300 kg/m<sup>2</sup>) Stahldeck betrachtet. Unter Verwendung geeigneter Schutzmittel ist Holz recycle- bzw. wiederverwendbar. Zusätzlich tragen die oben beschriebenen Maßnahmen zur Dauerhaftigkeit der Holzkonstruktion bei, was insgesamt ebenfalls der Nachhaltigkeit dient.

Die Verwendung von Holz für das Brückendeck hat neben der Nachhaltigkeit den Vorteil, dass sich die Brückenelemente effizient vorfertigen lassen und ihr Eigengewicht gering gehalten wird. Beide Maßnahmen erleichterten die Errichtung der Brücke und den Einhub des Decks maßgeblich.

Für die hochbelasteten schlanken, gestalterisch kritischen Stützen wurde Stahl verwendet, um die Vorteile dieses Baustoffes effektiv zu nutzen. Die Tragfähigkeit von Stahl ist hoch, so dass im Gegensatz zu beispielsweise Stahlbetonbauteilen

relativ filigrane und leichte Pfeilerkonstruktionen erstellt werden konnten und Material für Über- und Unterbau eingespart wurde. Der verbaute Stahl ist vollständig recyclebar.

Durch die Verwendung von Pfählen mit kleinem Durchmesser, vulgo Wurzelpfählen, ließ sich der Baum- und Wurzelbestand weitestgehend erhalten. Ferner machte das leichte und flexible Bohrgerät eine einfache Installation im unwegsamen Gelände möglich.

Die Geländerfüllung und die Seilführung bestehen aus Edelstahl und benötigen keinen applizierten Korrosionsschutz.

## 2 Das Ensemble

### 2.1 Standorte und Auflagen

Die Brücke überm Engelshaus ist Teil eines Ensembles aus drei Querungsbauwerken, die im Rahmen der Landesgartenschau errichtet wurden. Der Steg zur Hornungsmühle, eine 50 m lange und 2,50 m breite Brücke mit fünf Feldern und einer maximalen Spannweite von 16 m, sowie der Steg am Badegarten, eine 10 m lange und 2,50 m breite Einfeldbrücke, komplettieren das Brückentrio.

Die beiden kleineren Brücken, Hornungsmühle und Badegarten, überqueren die Fulda bzw. den Fulda-Kanal. Zu den wichtigsten Auflagen dieser Brücken gehörten die Notwendigkeit eines barrierefreien Zugangs und die Sicherstellung, dass kritische, wartbare Elemente, wie zum Beispiel Lager, oberhalb des 100-jährigen Hochwasserspiegels bleiben. Die Fuldaaue, Standort des Stegs zur Hornungsmühle, kann jederzeit durch Hochwasser-

ereignisse überflutet werden, was auch im Bauzustand berücksichtigt werden musste. Ferner wurden in Bereichen der östlichen Gründungselemente industriell stark belastete Böden vorgefunden, welche im Schutz einer vorhandenen Spundwand zurückgehalten wurden. Dies führte im Laufe der Genehmigungsplanung zu einer Umplanung der Fundamentpositionen im Bereich der Fuldaaue.

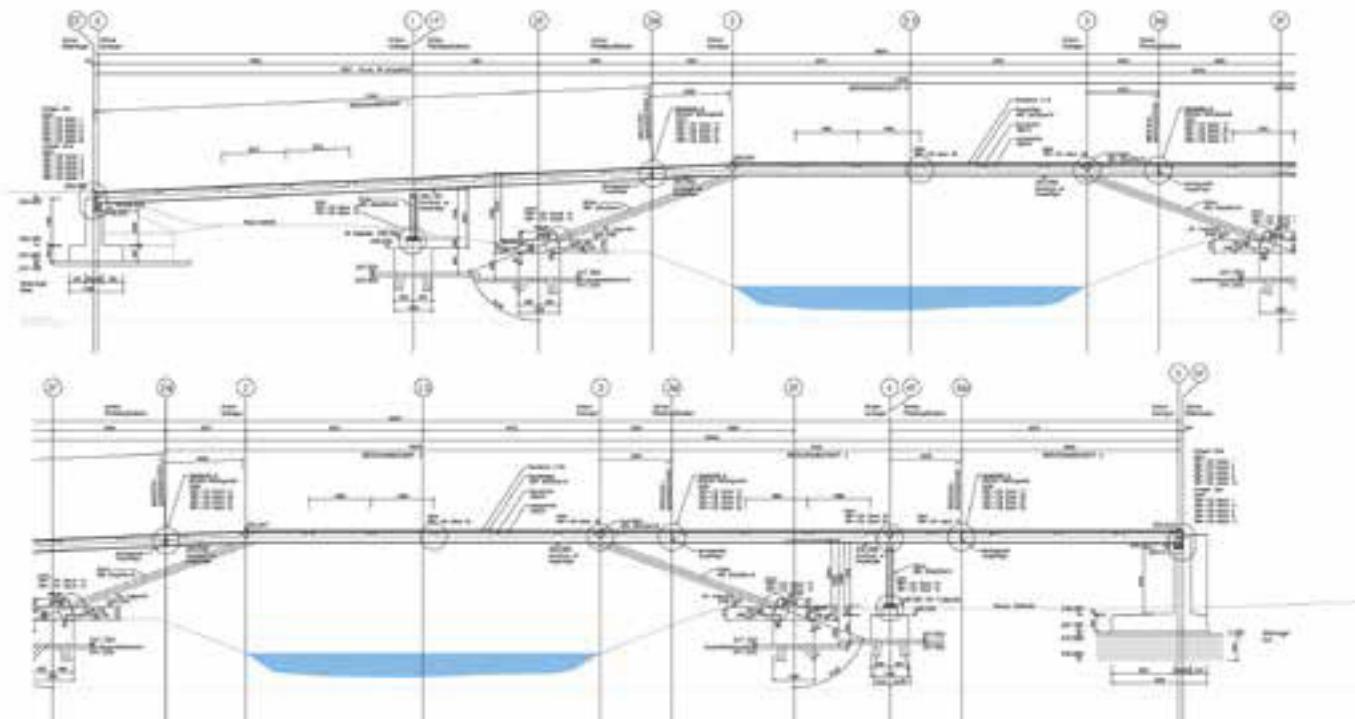
## 2.2 Steg zur Hornungsmühle

Das Tragwerk des Stegs zur Hornungsmühle ist ein Stahlrost mit orthotroper Fahrbahn. Stahl war an dieser Stelle das Material der Wahl, um die Dauerhaftigkeit zu gewährleisten, da die Brücke über die Fulda in einem Gebiet mit häufigem Hochwasser spannt. Der Stahlüberbau ist 50 m lang und hat fünf Felder mit Längen von 9,10–11 m. Er besteht aus zwei 350 mm × 250 mm × 16 mm großen Stahlhohlprofilen, die als Hauptträger dienen, und 200 mm × 200 mm × 16 mm großen Querträgern, die über den Stützen angeordnet sind. Die orthotrope Fahrbahnplatte ist 12 mm dick und alle 2 m quer ausgesteift. Der gesamte Brückeüberbau wiegt ca. 45 t.

Die Unterkonstruktionen umfassen Stahlbetonwiderlager an jedem Ende der Brücke und geneigte quadratische Hohlprofile von 200 mm × 200 mm × 16 mm mit Längen von 1,40–3,50 m, die als Zwischenstützen dienen. Die Stützen sind über Schweißnähte, die zur Wahrung der Qualität außerhalb der Baustelle ausgeführt wurden, starr mit dem Überbau verbunden und an den Fundamenten gelenkig angeschlossen. Die an das Flussbett angrenzenden Stützen sind geneigt, um die Spannweite zu verringern und das Flussbett frei von Störungen zu halten. Die daraus resultierenden Horizontalkräfte werden über Mikropfähle in den Boden eingeleitet. An den Widerlagern wurden freie und längs geführte Elastomerlager vorgesehen, um Bewegungen der Brücke zu ermöglichen. Die Dehnungsfugen betragen 20 mm, um temperaturbedingte Bewegungen auszugleichen. Die Deckschicht besteht aus einem kombinierten Abdichtungs- und Belagssystem, das eine leichte, rutschfeste Oberfläche bietet, die gleichzeitig als Korrosionsschutz für das Stahldeck fungiert.



13 Stadtplan von Fulda mit Details der Örtlichkeiten: Brücke überm Engelshaus (1), Steg zur Hornungsmühle (2) und Steg am Badegarten (3)  
© Google Maps/Büro Happold



14 | 15 Steg zur Hornungsmühle: Längsschnitte  
© Buro Happold

### 2.3 Steg am Badegarten

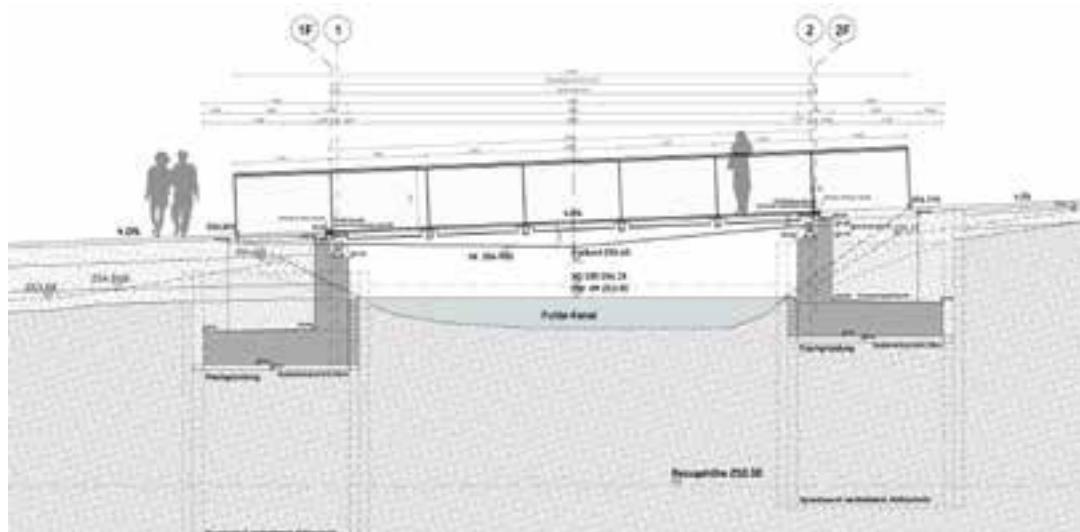
Ähnlich wie an der Hornungsmühle besteht der Steg am Badegarten aus einem leichten Trägerrost mit orthotroper Fahrbahnplatte. Die Brücke ist ein 10 m langes Einfeld-Bauwerk mit einer lichten Breite von 2,50 m, die den Fulda-Kanal überspannt. In der Höhe nehmen die

Hauptträger zur Brückenmitte hin fischbauchartig von 230 mm auf 500 mm zu, was dem Kraftfluss des Bauwerks entspricht. Der Überbau ist an den flach gebrüdeten Stahlbetonwiderlagern über Augenbleche gelagert.

Aufgrund der Vorfertigung im Werk und der leichten Abschnitte konnte der Überbau des Stegs zur Hornungsmühle innerhalb von zwei Tagen vor Ort installiert werden. Der Einbau des Überbaus wurde innerhalb eines halben Tags realisiert.



16 Bau des Stegs zur Hornungsmühle  
© Joachim Swillus



17 Steg am Badegarten: Längsschnitt  
© Joachim Swillus

### 3 Fazit

Die für jede der Brücken entwickelten konstruktiven Lösungen bieten effektive Verkehrswege, die zudem ein innovatives nachhaltiges Vorbild darstellen. Die Integration von Holz bei der Brücke überm Engelshaus fügt sich in die natürliche Umgebung der Landesgartenschau in Fulda ein und schafft nicht nur ein homogenes, ganzheitliches Erlebnis, sondern ermöglicht auch eine wirtschaftliche Tragstruktur und einen geringeren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck im Vergleich zu konventionellen Lösungen aus Stahl und Beton. Die Stege zur Hornungsmühle und am Badegarten hingegen sind Beispiele für effiziente, leichten und ausdrucksstarke Konstruktionen aus Stahl. Die einfache Geometrie stellt einen kühnen, aber komplementären Eingriff in die natürliche Landschaft dar.

Die neuen Brücken in Fulda sind ein Zeugnis für Einfallsreichtum und die Ingenieurskunst unserer Zeit. Dem Bestreben nach einer nachhaltigeren Zukunft wird durch die Minimierung der grauen Emissionen Rechnung getragen. Zu den vielversprechenden Lösungen gehören die Verwendung emissionsarmer Materialien, die Optimierung von Konstruktionen im Hinblick auf ihre Effizienz, die Einführung von Recycling- und Wiederverwendungspraktiken sowie die Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Durch die Anwendung dieser Strategien können wir die Umweltauswirkungen von Infrastrukturprojekten verringern.

Autoren:  
M.Sc. Nils Maevis  
Dipl.-Ing. MlstructE Florian Foerster  
Buro Happold,  
Berlin

Bauherr  
Stadt Fulda, Magistrat (Brücke überm Engelshaus)  
Landesgartenschau Fulda 2.023 gGmbH, Fulda (Stege)

Entwurf  
Swillus Architekten, Potsdam

Tragwerksplanung  
Buro Happold GmbH, Berlin

Bodengutachten  
Baugrundlabor Fulda, Künzell

Prüfingenieur  
Dipl.-Ing. Volker Knaack, Wiesbaden

Bauausführung  
Schmees & Lühn Holz- und Stahlingenieurbau  
GmbH & Co. KG, Niederlangen (Hauptunternehmer)  
Beck Bau GmbH, Eschwege (Stahlbetonbauarbeiten)  
Neidhardt Grundbau GmbH, Hamburg (Spezialtiefbau)  
Stump Franki Spezialtiefbau GmbH, Frankfurt am Main  
(Spezialtiefbau)

**SCHMEESEN & LÜHN**  
HOLZ- UND STAHLINGENIEURBAU

WIR REALISIEREN BRÜCKEN  
UND INGENIEURBAUWERKE  
AUS HOLZ UND STAHL!

WIR SIND #brueckenbauer.

**SCHMEESEN & LÜHN**  
Holz- und Stahlingenieurbau GmbH & Co. KG  
Lathener Str. 1 • 49779 Niederlangen  
[www.schmees-luehn.de](http://www.schmees-luehn.de)



INDIVIDUELLE  
BRÜCKEN ONLINE  
BESTELLEN!

Nutzen Sie unseren  
Brückekonfigurator für  
eine Brücke nach Maß.



[www.brueckenkonfigurator.de](http://www.brueckenkonfigurator.de)