

## Panoramasteg als Wahrzeichen der Bundesgartenschau Skulpturales Brückenbauwerk in Mannheim

■ ■ ■ von Jochen Ehmman, Slobodan Kasic, Timo Krämer



1 Panoramasteg über dem Augewässer  
© Harrer Ingenieure GmbH

In diesem Jahr findet die Bundesgartenschau in Mannheim statt. Auf zwei Parkflächen, dem Luisenpark und dem Spinelli-Gelände, haben Besucher die Möglichkeit, verschiedene Ausstellungen und Programme zu erleben. Als prägnantes Wahrzeichen der Bundesgartenschau 2023 wurde ein skulpturales, weithin sichtbares Brückenbauwerk errichtet: der Panoramasteg. Mit seiner Auskragung von 42 m Länge ist er ein nicht alltägliches Bauwerk.

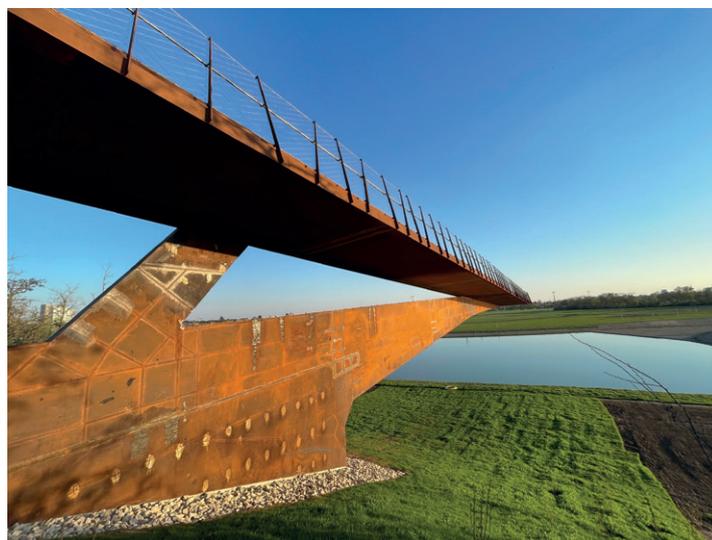
### 1 Einleitung

Dieser Fußgängersteg stellt weit mehr als eine Verbindung von A nach B dar. Kontinuierlich aufsteigend, wird der Besucher vom Straßenniveau auf eine 42 m weite Auskragung über das Augewässer zu einer Aussichtsplattform geführt. Nahezu schwerelos schwebt hier der Steg 11 m über einem neu angelegten See und bietet einen Panoramablick über das beliebte innerstädtische Landschaftsschutzgebiet Feudenheimer Au. Von dort führt der Steg, weiter ansteigend, zurück zur Straße Am Aubuckel, die er überquert, bevor das Brückende auf dem in einer Anrampung befindlichen überschütteten Widerlager aufliegt.

### 2 Gestaltungsidee

Durch die Konversion des Gebiets der Bundesgartenschau 2023 und trotz des verkehrstechnisch erforderlichen Erhalts der Straße Am Aubuckel wird der regionale Biotopverbund zwischen dem Neckarufer, der Feudenheimer Au und dem Hochgestade gestärkt. Um die Straße optisch aus dem Grünzug auszublenden, wird auf das Gestaltungsmittel eines »Gedeckten Gangs« zurückgegriffen.

Dieser verbindet fußläufig das nördliche Freiland Spinelli mit der Au mittels des Panoramastegs samt Aussichtsplattform über dem Augewässer. Ausgebildet ist er als filigrane Stahlkonstruktion, die freitragend über dem Gewässer auskragt. Das Entwurfskonzept wurde von RMP Stephan Lenzen Landschaftsarchitekten und imagine structure erstellt und von Harrer Ingenieure hinsichtlich Umsetzbarkeit überarbeitet.



2 Blick vom Straßenniveau auf den Panoramasteg  
© Harrer Ingenieure GmbH



3 Später ausbetonierte Kammer in der Kontaktzone von Stahlüberbau und Widerlager  
© Harrer Ingenieure GmbH

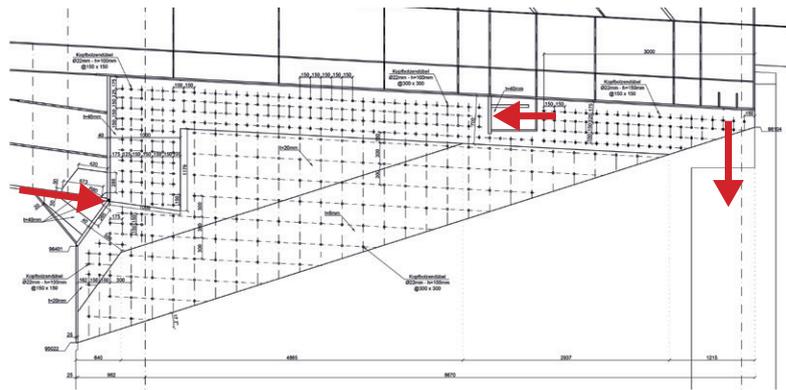
### 3 Tragwerkskonzept

Der Panoramasteg gehört zur Gruppe der auskragenden Konstruktionen, die im Bereich des Hochbaus für Dächer und in jenem des Brückenbaus als Aussichtsplattformen bzw. sogenannte Skywalks sehr beliebt sind. Im Hochbau werden sie meistens als Stahlstabwerk ausgebildet, um Eigengewicht zu sparen.

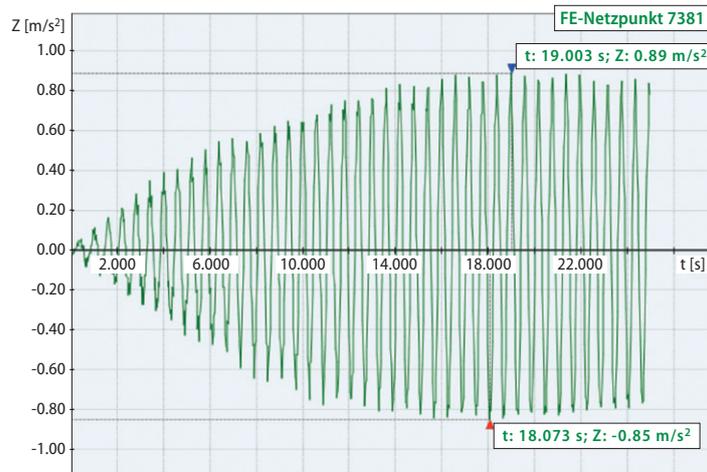
Die weite Auskragung des Panoramastegs über das Augewässer erforderte ebenfalls ein geringes Eigengewicht der Konstruktion. Daher fiel die Querschnittswahl auf einen dichtgeschweißten Stahlhohlkasten. Der ausgeführte Querschnitt besitzt eine L-Form: Die Gehfläche befindet sich auf dem horizontalen Schenkel, während die Hauptlängstragwirkung dem oberhalb der Gehfläche liegenden vertikalen Schenkel zugewiesen wird. Das Deckblech hat eine Dicke von 10 mm und ist mit Trapezsteifen verstärkt.

Möglich wird die Auskragung durch die Einspannung der Stahlkonstruktion in ein ausgedehntes und in Wandscheiben aufgelöstes Stahlbetonfundament, das in die vorhandene Böschung des Hochstadestades eingegraben ist. Das 10 m × 20 m große, flach gegründete Fundament ist vollständig von Erde bedeckt, so dass trotz enormer Einspannkräfte der Eingriff in die Landschaft minimal bleibt.

Das Biegemoment der Auskragung nimmt eine Betonwandscheibe der Betongüte C45/55 auf. Die Druckkomponente wird direkt über Kontakt eingeleitet. Die Zugkraft wird auf der Wandoberseite durch eine Schubknagge und am Wandende über Bewehrungsstäbe übertragen, die in Anschweißmuffen eingeschraubt sind. Zusätzlich sichern Kopfbolzendübel die Verbindung von Stahlblech und Beton.



4 Kräfte bei der Einleitung des Einspannmoments aus dem Stahlüberbau in die Widerlagerwand  
© Harrer Ingenieure GmbH



5 Vertikale Beschleunigung der Brücke beim Hüpfen einer Person auf der Plattform  
© Harrer Ingenieure GmbH

Auf dem höhergelegenen Widerlager ist der Überbau auf einem Elastomerlager längsverschieblich gelagert, so dass die Zwängungen eine untergeordnete Rolle spielen. Die Wahl eines einzigen Lagers wurde getroffen, weil die vertikale Lagerkraft gering ist und sich bei Anordnung zweier Lager abhebende Kräfte nicht vermeiden ließen. Da das Widerlager komplett eingeschüttet ist, war ein Kontrollraum im Widerlager zur Inspektion des Elastomerlagers auszubilden. Die Breite des Stegs beträgt 3 m im Lichten, seine Gesamtfläche ca. 378 m<sup>2</sup>. Über die Länge des Stegs von ca. 130 m wird in Summe ein Höhenunterschied von ca. 6 m barrierefrei überbrückt. Die Aussichtsplattform im auskragenden Bereich des Bauwerks ist 6 m lang und 7 m breit.

### 4 Dynamik

Im Rahmen des Entwurfs und der Ausführungsplanung wurde beim Panoramasteg eine umfangreiche dynamische Analyse vorgenommen. Hierbei kommen mehrere dynamische Effekte aus personen- und windinduzierten Schwingungen zusammen. In Kombination können diese dynamischen Beanspruchungen die Ermüdung der Brückenkonstruktion beeinflussen. Aus der großen Auskragung bei gleichzeitig geringer Konstruktionshöhe und -breite resultieren geringe Eigenfrequenzen der Tragstruktur und, damit verbunden, eine erhebliche Schwingungsanfälligkeit. Der Panoramasteg wurde dynamisch mit mehreren nationalen und internationalen Einwirkungsmodellen gerechnet. Insbesondere die horizontale Eigenfrequenz liegt mit 1,10 Hz in einem Bereich der durchschnittlichen Schrittgeschwindigkeit, so dass es unter Umständen zu einem Lock-in-Effekt kommen kann. Dabei werden horizontale Schwingungen schon bei niedrigen Beschleunigungen als unangenehm empfunden.



6 Geöffnete Sitzbank mit Schwingungsdämpfern  
© Harrer Ingenieure GmbH

Bei der Brücke, die einen durchgehenden L-förmigen Querschnitt aus der Fahrbahnplatte und der innenliegenden Geländeraufkantung aufweist, sollten sowohl böenerregte als auch wirbel-erregte Schwingungen rechnerisch untersucht werden. Die Ursache für wirbel-erregte Schwingungen sind regelmäßige Wirbelablösungen an der Brückentrogwand und die Erregerkräfte entstehen hauptsächlich quer zur Windrichtung. Dieser Effekt kann sich in großen Bewegungsamplituden äußern. Aus der dynamischen Analyse unter Fußgängereinwirkung folgte die Notwendigkeit der Anordnung und damit die Dimensionierung eines Schwingungstilgers, um die Brückenbewegung auf ein Minimum zu reduzieren.

Mit den Optimierungskriterien Massenverhältnis, Frequenzverstimmung und Dämpfungsgrad konnten nach [1] die Kenngrößen des Massendämpfers bestimmt werden. Auf dieser Grundlage wurden Schwingungstilger konzeptioniert und über Messungen überprüft. Um das filigrane Erscheinungsbild der schmal auslaufenden Aussichtsplattform nicht zu beeinträchtigen, wurden die Schwingungstilger auf der Aussichtsplattform angeordnet und optisch nicht sichtbar in eine Sitzbank integriert. Für Inspektions- und Wartungszwecke lässt sich die Sitzfläche der Bank öffnen.

## 5 Konstruktion und Details

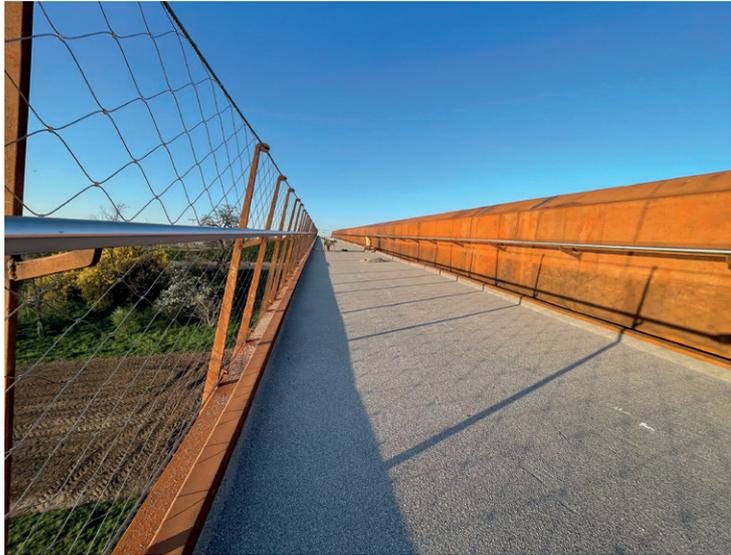
Die gesamte Stahlkonstruktion des Überbaus besteht aus wetterfestem Stahl S355 J2 W. Bei allen luftberührten Außenflächen der Stahlbleche und Schweißnähte wurde in der statischen Berechnung gemäß der Richtlinie 007 des Deutschen Ausschusses für Stahlbau (DASt) ein Abrostzuschlag von 1,20 mm berücksichtigt. Bei bodennahen Flächen beträgt die Abrostrate 3 mm. Die Wasserrinnen sind wegen der Spülwirkung des Wassers entsprechend DIN EN ISO 12944-5 beschichtet. Die begehbare Oberfläche verfügt über eine Beschichtung aus reaktionsgebundenen Dünnschichten (RHD). Im Übrigen entwickelt der wetterfeste Stahl aufgrund der Legierungselemente Kupfer und Chrom eine fest anhaftende und kompakte Oxidschicht. Durch diese Patina wird die Korrosion verlangsamt, der Stahl schützt sich sozusagen selbst vor Korrosion, so dass keine Beschichtung notwendig ist. Das zahlt sich langfristig aus, denn eine Erneuerung des Korrosionsschutzes ist bei zukünftigen Instandsetzungsintervallen nicht zu berücksichtigen. Zudem kann die Stahlkonstruktion an ihrem Lebensende vollständig und schadstofffrei recycelt werden. Dies reduziert wiederum die Unterhaltungskosten und ermöglicht zugleich die problemfreie Rückbaubarkeit und Wiederverwertung des Bauwerks nach dem Cradle-to-Cradle-Prinzip. [2] [3]



7 Perspektive vom unteren Brückenlauf »durch« das Bauwerk  
© Harrer Ingenieure GmbH

Die Absturzsicherung wird auf der einen Seite über den vertikalen Schenkel des L-förmigen Stegquerschnitts und auf der anderen Seite über ein Edelstahlnetz sichergestellt. Das Edelstahlnetz ist in zwei in Steglängsrichtung vorgespannte Seile eingehängt, die an unterschiedlich geneigten Pfosten aus wetterfestem Stahl befestigt sind. Im äußeren Geländerholm wurde die Stegbeleuchtung angeordnet, deren Versorgungskabel im Radabweiser, einem Rechteckhohlprofil, geführt werden.

Die Entwässerung des Stags erfolgt in Querrichtung über in den Hohlkasten eingearbeitete Rinnen. Diese entwässern wiederum in eine Hauptrinne, die entlang des vertikalen Brüstungsschenkels verläuft und am Fußpunkt auf Straßenniveau zur Versickerung in die Böschung der Feudenheimer Au mündet.



8 *Ausbildung von Geländer und Gehbelag*  
© Harrer Ingenieure GmbH



9 Einheben des ersten Stahlteils über das Widerlager  
© Harrer Ingenieure GmbH



10 Aufsetzen des zweiten Stahlteils  
© Harrer Ingenieure GmbH



11 Einheben der dritten Montagegruppe  
© Harrer Ingenieure GmbH



12 Wahrzeichen der Bundesgartenschau 2023 nach Fertigstellung  
© Harrer Ingenieure GmbH

## 6 Montage

Stegwände und Laufflächen wurden in 23 Baugruppen im Werk gefertigt, auf die Baustelle transportiert und dort zu drei Montagebaugruppen verschweißt. Die drei Montagebaugruppen mit einer Masse von jeweils bis 100 t wurden mit einem Raupengitterkran der 600-t-Klasse eingehoben und auf einem zuvor hergestellten Traggerüst abgesetzt.

Bevor die Hilfsunterstützungen abgebaut werden konnten, wurden die Montagebaugruppen in Endlage miteinander verschweißt und der Anschluss an die Widerlager wurde hergestellt. Im südlichen Widerlager wurde hierzu der obere Teil der Widerlagerwand durch temporäre Öffnungen im Stahlüberbau ausbetoniert.

Neben der Ausführungsplanung haben Harrer Ingenieure auch die örtliche Überwachung und Bauoberleitung durchgeführt. Dabei stellten die zahlreichen Schnittstellen zu den Baumaßnahmen rund um die Einrichtung des Ausstellungsgeländes der Bundesgartenschau und die vielfältigen Auflagen bezüglich Naturschutz, Wasserschutz usw. eine besondere Herausforderung dar.

Trotz aller Probleme durch die Coronapandemie, der zwischenzeitlichen Lieferengpässe infolge des Ukrainekriegs, der Insolvenz des Nachunternehmers für den Stahlbau und umfangreicher Schweißnahtprüfungen konnte das Brückenbauwerk dennoch fristgerecht realisiert werden. Die hierdurch notwendigerweise noch engere Zusammenarbeit zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber ist ein gutes Beispiel, wie sich Bauvorhaben auch mit großen Problemstellungen im partnerschaftlichen Dialog sehr erfolgreich umsetzen lassen.

### Autoren:

**Dr.-Ing. Jochen Ehmann**  
**Dr.-Ing. Slobodan Kasic**  
**Dipl.-Ing. Timo Krämer**  
 Harrer Ingenieure GmbH,  
 Karlsruhe

### Literatur

- [1] Hartog, J. P.; Messmer, G.: Mechanische Schwingungen. Berlin, 1952.
- [2] Rademacher, D.: Richtige Verwendung von wetterfestem Baustahl; in: Tagungsband zum 43. Stahlbauseminar der Akademie der Hochschule Biberach, 2023.
- [3] Ungermann, D.; Hatke, P.: European Guide for the Use of Weathering Steel in Bridge Construction; in: Bridge Committee, 2. Aufl., 2021.

### Bauherr

BUGA2023 gGmbH, Mannheim

### Projektsteuerung

Hitzler Ingenieure e.K., Stuttgart

### Gesamtplanung und Freianlagen

RMP Stephan Lenzen Landschaftsarchitekten,  
 Mannheim

### Brückenentwurf

imagine structure GmbH, Frankfurt am Main  
 Harrer Ingenieure GmbH, Karlsruhe

### Tragwerksplanung,

Bauüberwachung und Bauoberleitung  
 Harrer Ingenieure GmbH, Karlsruhe

### Beleuchtung

sbi GmbH, Walldorf

### Prüfingenieur

Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer, Karlsruhe

### Bauausführung

Bauunternehmung Michael Gärtner GmbH, Eberbach