

Bearbeiter/in:
Thomas Gruseck
06.03.2014



DRUCKSACHE NR: 08/2014

Vorlage

Verbandsversammlung am 20.03.2014

öffentlich

Betreff

Vorstellung der Machbarkeitsstudie für eine Fußgängerbrücke über den Langen See

Anlage/n

Anlage 1: Machbarkeitsstudie für eine Fußgängerbrücke über den Langen See
Anlage 2: Harfenbrücke über den Langen See (Auszug aus Machbarkeitsstudie)

Beschlussvorschlag

- 1. Die Verbandsversammlung nimmt die Machbarkeitsstudie für eine Fußgängerbrücke über den Langen See des Büros schlaich bergemann und partner, Stuttgart, zur Kenntnis.**
- 2. Die Verbandsversammlung stimmt der Empfehlung, eine Harfenbrücke zu realisieren, zu.**
- 3. Die Zweckverbandsverwaltung wird ermächtigt, die weiteren Planungen zu beauftragen und die Entwurfsplanung der Brücke in einer weiteren Zweckverbandsversammlung vorzustellen.**

Kurzfassung

Die Brücke über den Langen See ist seit dem städtebaulichen Wettbewerb für das gesamte Flugfeld Bestandteil der verkehrlichen Erschließung des Flugfelds sowie ein wichtiges Gestaltungselement des Freiraums in der Grünen Mitte. Sie dient als wichtiges Bindeglied des südlichen und nördlichen Flugfeldareals. Die Brücke soll damit nicht nur den funktionalen Anforderungen eines Verkehrswegs für Fußgänger und Radfahrer Rechnung tragen, sondern wegen ihrer symbolhaften Verbindung der beiden Flugfeldareale auch architektonischen und gestalterischen Ansprüchen in hohem Maße gerecht werden und zu einem weiteren Erkennungsmerkmal und Identifikationspunkt des Flugfelds werden. Dabei ist auf die Wirtschaftlichkeit zu achten.

Um diesen hohen Anforderungen gerecht zu werden, hat die Zweckverbandsverwaltung durch das Büro schlaich · bergemann und partner, Stuttgart, eine Machbarkeitsstudie für eine Brücke über den Langen See erstellen lassen.

In der Anlage zur Drucksache befinden sich Auszüge aus der Machbarkeitsstudie.

Im Ergebnis wird empfohlen, eine Sonderform einer Schrägseilbrücke, eine sogenannte Harfenbrücke, zu realisieren. Als Fußgänger- und Radwegebrücke ist eine Harfenbrücke in Deutschland noch nicht realisiert worden und bildet so ein Alleinstellungsmerkmal für das Flugfeld aus.

Sachdarstellung

Das Seebauwerk auf dem Flugfeld (Langer See) stellt eines der entscheidenden und prominentesten Gestaltungselemente im öffentlichen Raum des Flugfelds dar. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, bedarf auch der Bau einer Brücke über den See besonderer gestalterischer Anforderungen. Die Brücke soll nicht nur den funktionalen Anforderungen eines Ingenieurbauwerks Rechnung tragen, sondern gleichzeitig hohen architektonischen und gestalterischen Ansprüchen genügen, um künftig als weiteres Identifikationsmerkmal für das Flugfeld zu dienen.

Die Zweckverbandsverwaltung hat dazu das Büro schlaich · bergemann und partner (sbp) beauftragt, eine Machbarkeitsstudie für eine Brücke über den Langen See zu erstellen. Das Büro sbp ist nicht nur deutschlandweit, sondern auch international eines der bekanntesten Büros für Tragwerksplanung und insbesondere auch für den Brückenbau. Die Qualität des Büros ist durch eine Vielzahl von realisierten und preisgekrönten Bauwerken belegt (z. B. IGA-Brücken in Stuttgart, Neckarbrücken, EXPO-Brücken in Hannover, aber auch das Dachtragwerk der Mercedes-Benz-Arena). Die Konstruktionen zeichnen sich in der Regel durch ein filigranes und transparentes Tragwerk aus, das gerade bei der Brücke über den Langen See wichtig ist, um einen weiterhin weitgehend ungestörten Blick über die ganze Länge des Langen Sees zu erhalten. Neben der Entwurfsplanung kann das Büro sbp auch Erfahrung bei der Realisierung von Bauwerken und damit auch bei Einhaltung von Bau- und Budgetkosten nachweisen.

In der Machbarkeitsstudie werden im Wesentlichen

- a) die funktionalen Anforderungen (Lichtraumprofil, Widerlagersituation, Belastungen, Brückenbreite),
- b) die Materialwahl (Konstruktionsstahl, Seilstahl, Stahlbeton, Spannbeton, Holz, Aluminium, Kohlefaser, Glas) und
- c) die Konstruktionsart (Balkenbrücke, Fachwerkbrücke, besondere Fachwerkbrücke, Hängebrücke, Bogenbrücke, Schrägseilbrücke, besondere Schrägseilbrücke wie z. B. eine Harfenbrücke)

dargestellt, erläutert und im Hinblick auf die Anwendbarkeit für die Brücke über den Langen See bewertet.

Die unterschiedlichen Brücken unterscheiden sich überwiegend in der Konstruktionsart; die funktionalen Anforderungen sowie die Materialität sind für alle Brückenvarianten gleich. Insgesamt wurden neun Varianten zunächst auf ihre grundsätzliche Realisierbarkeit auf Basis der gegebenen Rahmenbedingungen geprüft und anschließend in Bezug auf ihre städtebauliche Integration, Transparenz, Zeichenhaftigkeit, Robustheit und Wirtschaftlichkeit beurteilt. Die Varianten reichen von einfachen, stegartigen Brückenkonstruktionen bis zu aufwändigen Hängebrücken. Die Kosten differieren zwischen ca. 600.000 € bei einer einfachen Balkenbrücke bis ca. 950.000 € bei einer Bogenbrücke. Für drei nach den o. g. Kriterien ausgewählte Varianten wurden detailliertere Überlegungen angestellt und eine Kostenschätzung erarbeitet (siehe Anlage 1).

Auf der Grundlage der Machbarkeitsstudie werden für die Brücke über den Langen See folgende Empfehlungen gegeben:

Konstruktionsart	Harfenbrücke
Konstruktionsmaterial	Konstruktions- und Seilstahl
Brückenbreite	4,0 m (erhöhte Aufenthaltsqualität und Nutzungsmöglichkeit)
Lichtraumprofil unter der Brücke	Lichte Höhe von 1,5 m auf 10 m Breite (Anforderung der Feuerwehr im Rettungsfall)
Belag	Stahlbetonplatte mit Dünnschichtbelag auf Epoxidharzbasis (robust, rutschfest, pflegeleicht)
Geländer	z.B. Seilnetz mit Maschenweite 40 mm
Baukosten	ca. 880.000 € (netto) bzw. 1,05 Mio. € (brutto)
jährlicher Unterhalt	ca. 1 % der Baukosten
Bauzeit	ein Jahr

Die Harfenbrücke (Anlage 2) kann als gebaute Geste empfunden werden, welche ein spannungsgeladenes Zeichen setzt und gleichzeitig an das Thema Fliegen erinnert. Mit dieser Konstruktion wird ein Zeichen der Aufmerksamkeit („Landmark im Park“) gesetzt. Die Asymmetrie führt zudem zur Betonung des Südufers und setzt der dichten Bebauung des Nordufers ein markantes Gegengewicht.

Ergänzend soll eine passende Beleuchtung einerseits das Sicherheitsempfinden erhöhen und gleichzeitig zur Betonung der skulpturalen Wirkung der Brücke beitragen. Diese ist beispielsweise durch ein Anstrahlen des Mastes und durch eine LED-Beleuchtung im Handlauf denkbar. Geprüft wird auch, ob Infostafeln zum Flugfeld und seiner Geschichte in den Handlauf integriert werden können. Die Planungsdetails bezüglich Geländer und Beleuchtung werden in der weiteren Entwurfsplanung konkretisiert.

Kosten

In der Machbarkeitsstudie für eine Fußgänger- und Radwegebrücke über den Langen See wurden für die unterschiedlichen Varianten Baukosten ermittelt. Sie liegen zwischen 600.000,- € bis 950.000,- €. Die Baukosten für eine Harfenbrücke über den Langen See werden mit ca. 880.000,- € (netto) beziffert. Dies entspricht einem Bruttobetrag von ca. 1,05 Mio. €. Die Genauigkeit einer Kostenschätzung im Rahmen einer Machbarkeitsstudie beträgt ca. +/- 20 %.

Im Wirtschafts- und Budgetplan 2014 des Zweckverbandes sind für den Bau einer Brücke über den Langen See Kosten in Höhe von 2,09 Mio € (brutto) zuzüglich Planungskosten von ca. 375.000,- € (brutto) berücksichtigt.

Im Wirtschafts- und Budgetplan sind somit ausreichend Finanzmittel berücksichtigt.

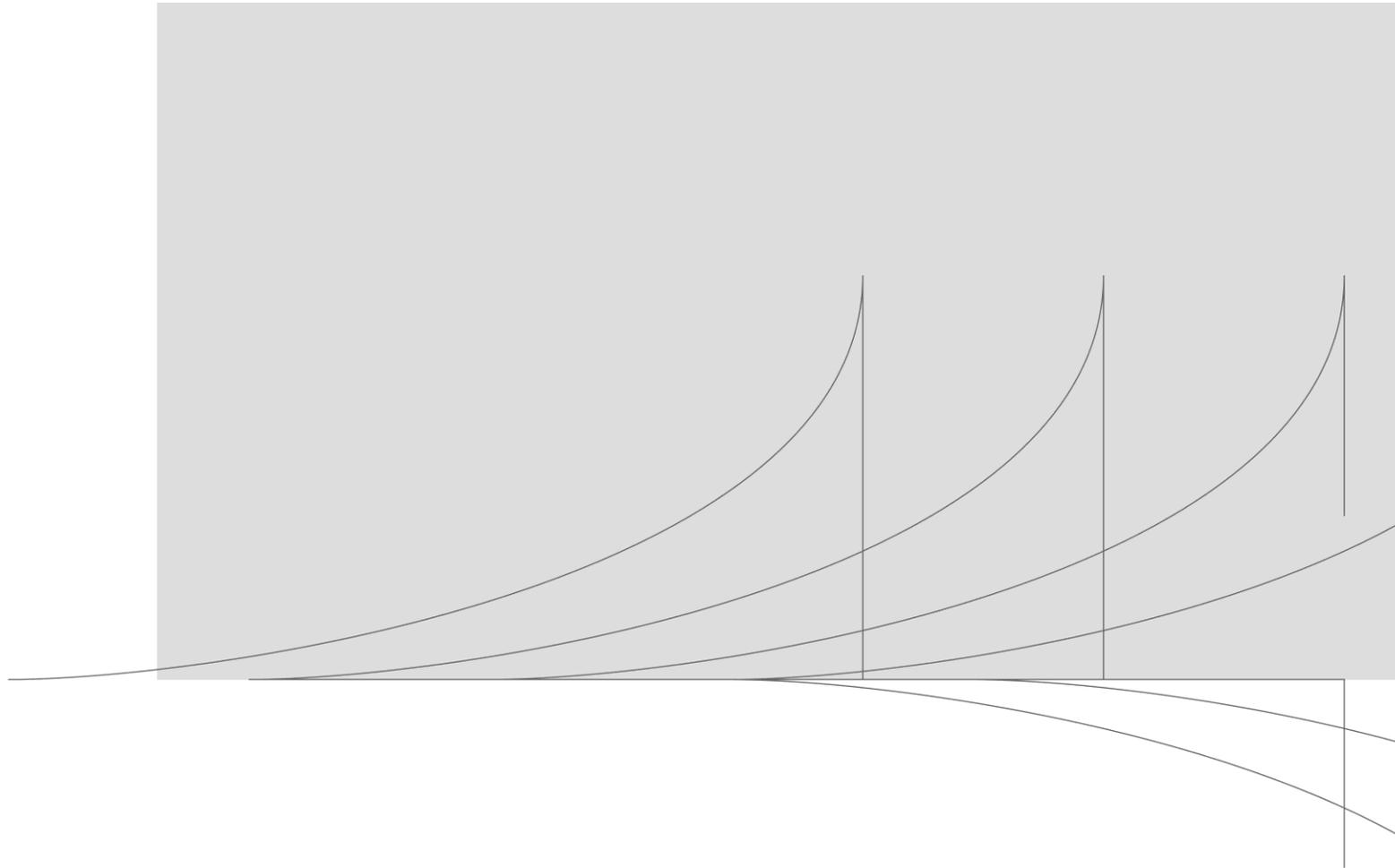
Weitere Vorgehensweise

Nach Zustimmung der Zweckverbandsversammlung zum o. g. Beschlussvorschlag wird die Zweckverbandsverwaltung nach einem entsprechenden Vergabeverfahren die weiteren HOAI-Leistungen für die Objektplanung und die Tragwerksplanungen der Brücke vergeben. Die Ergebnisse der Entwurfsplanung werden in einer weiteren Zweckverbandsversammlung vorgestellt (voraussichtlich 4. Quartal 2014).

Mit dem Bau der Brücke könnte dann im Sommer 2015 begonnen werden. Bei einer geschätzten Bauzeit von ca. einem Jahr könnte die Brücke im Sommer 2016 fertiggestellt werden.

Durch die in 2012 und 2013 erfolgten Grundstücksverkäufe im GE-Nord wird der Aufstellungsgrad des GE Nord in den kommenden 1-2 Jahren deutlich steigen. Da die Brücke über den Langen See das GE Nord an das Nahversorgungszentrum am Leonardo-da-Vinci-Platz anbindet und die Wegezeiten zur S-Bahnhaltestelle Böblingen Bf verkürzt, ist ein zeitnaher Bau der Brücke bei einer zunehmenden Zahl an Unternehmen und Beschäftigten des GE Nord insgesamt von Bedeutung.

Peter Brenner
Geschäftsführer



**Machbarkeitsstudie
Fussgängerbrücke über den Langen See.
Flugfeld Böblingen/Sindelfingen
März 2014**

Projekt **Fussgängerbrücke über den
Langen See**

Ort **Böblingen/Sindelfingen.
Deutschland**

Bauherr **Flugfeld
Böblingen/Sindelfingen**



Landschaftsarchitekten **Faktorgruen**



Planung Brücke



Beratende Ingenieure
im Bauwesen

Schwabstraße 43
70197 Stuttgart
Tel. +49 (711) 64871-0
E-mail: stuttgart@sbp.de
www.sbp.de

Andreas Keil
Enrique Goberna

Inhalt

0	Allgemeines	4
1	Funktionale Anforderungen	5
2	Brückenbreite	6
3	Konstruktion und Material	7
4	Konstruktionsarten	8
5	Auswahl von drei Varianten	23

0 Allgemeines

Ziel dieser Machbarkeitsstudie ist für die Überquerung des Langen Sees auf dem ehemaligen Flugfeld Böblingen eine geeignete Brückenlösung herauszuarbeiten. Dabei werden die folgenden Belange untersucht und diskutiert:

- Funktionale Anforderungen
- Materialwahl
- Brückentypen

In der ersten Phase wurden 9 verschiedene Varianten erarbeitet. In einem Abstimmungsprozess mit den Verantwortlichen der Städte Böblingen und Sindelfingen, wurden aus diesen 9 Varianten 3 ausgewählt, die dann genauer ausgearbeitet und über Computeranimation dargestellt werden.



Abbildung 1: Überblick
der Standort der neuen Brücke ist rot markiert

1 Funktionale Anforderungen

Lichtraumprofil und Widerlagersituation

Südseite

keine größeren
Einschränkungen
beim Bau des
Fundaments

Nordseite

Fundament kann
keine größeren
Horizontal- und
Vertikalkräfte
aufnehmen

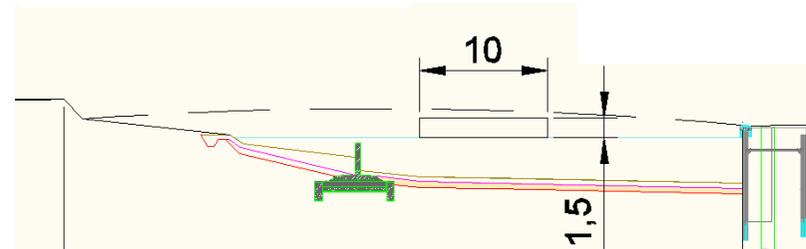


Abbildung 2: Lichtraumprofil Langer See

Belastungen

Neben den gemäß Eurocode vorgegebenen Vertikal- und Horizontallasten für Fuß- und Radwegbrücken werden Lasten für ein Betriebsfahrzeug gemäß Abbildung 3 angesetzt.

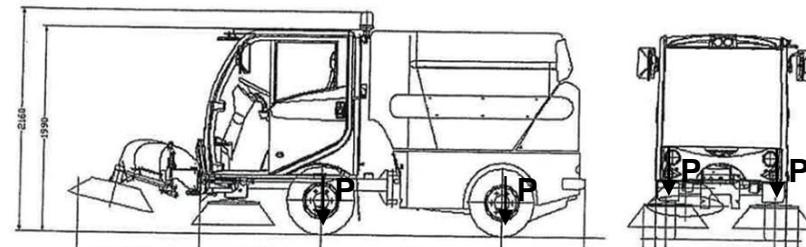


Abbildung 3: Betriebsfahrzeug P = 2.250 kg

2 Brückenbreite

Die empfohlene Mindestbreite für Fuß- und Radwegbrücken beträgt 3m.

Aufgrund einer geforderten, höheren Aufenthaltsqualität auf der Brücke wird die Brückenbreite auf 4 m erhöht, um damit eine gegenseitige Störung von stehenden und gehenden Fußgängern oder Radfahrern zu vermeiden.

Abbildung 4 zeigt im Grundriss die qualitative Kapazität einer 4m breiten Brücke.

Quantitativ kann die Kapazität wie folgt ermittelt werden: Bestimmung der Fußgängergeschwindigkeit m/sec in Abhängigkeit von der Fußgängerdichte Person/m² (siehe Abbildung 5). So ergibt sich pro m Brückenbreite bei einer Fußgängergeschwindigkeit von ca. 3 km/h eine zugehörige Dichte von 1,72 P/m², woraus sich ein Gesamtkapazität von

$$Q = 3000 \text{ m/h} * 1,72 \text{ P/m}^2 = \mathbf{5160 \text{ P/m} \cdot \text{h}}$$

ergibt.

Das würde bei einer 3 m breiten Brücke eine Gesamtkapazität von 15.480 P/h, bei 4 m Breite von 20.640 P/h bedeuten, was sicher weit über dem zu erwartenden Fußgängeraufkommen liegt.

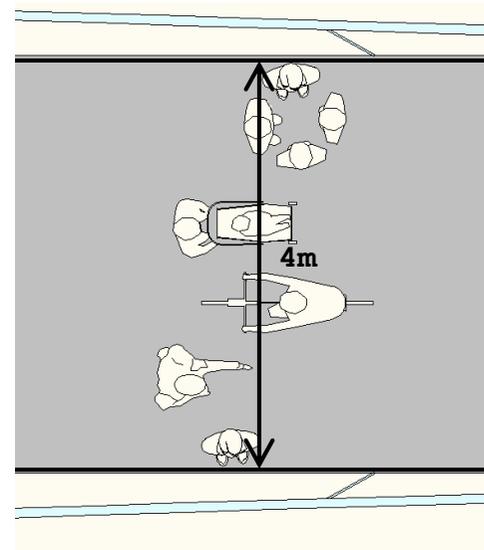


Abbildung 4:
Nutzungsmöglichkeiten einer 4m breiten Brücke

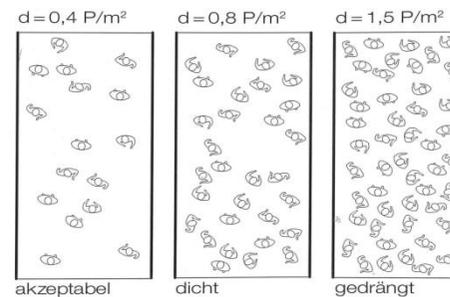


Abbildung 5: Verschiedene Dichten von Fußgängerverkehr

3 Konstruktion und Material

Beim Bau von Fußgängerbrücken kommen unterschiedliche Materialien zur Anwendung

- Konstruktionsstahl
- Seilstahl
- Beton (Stahlbeton, Spannbeton)
- Holz
- Aluminium
- Kohlefaser
- Glas



Aluminium



Holz



Beton



Stahl und
hochfester Stahl



Karbonfaser

Beispiele für Brücken aus unterschiedlichen Materialien

Zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit eines Materials kann die sogenannte Reißlänge herangezogen werden. Die Reißlänge ist diejenige Länge eines am oberen Ende aufgehängten vertikalen Stabs, bei der er gerade nicht reißt.

Baustoff	Materialzugfestigkeit β_z [MN/m ²]	Materialgewicht γ [kN/m ³]	Reißlänge R [km]
hochwertiger Baustahl	520	78	6,7
Stahlseile höchster Qualität	2100	78	27
Fichte	80	4,7	17
Beton	ca. 2,5	ca. 25	0,13
Glasfaser	1500	25	60
Kohlefaser	2100	15	140

Abbildung 6: Reißlängen unterschiedlicher Baustoffe

Auch wenn Glas- und Kohlefaser die zur Zeit leistungsfähigsten Werkstoffe sind, so sprechen die hohen Kosten und noch nicht ausgereifte Verbindungstechnik noch gegen einen Einsatz im Brückenbau.

Holz als nachwachsender Rohstoff mit einem sehr günstigen Verhältnis von Gewicht zu Steifigkeit würde sich statisch-konstruktiv für einen Einsatz bei Fußgängerbrücken empfehlen, allerdings nur dann, wenn ein aktiver Holzschutz möglich ist, was in vielen Fällen schwer umzusetzen ist.

Aus den genannten Gründen sind für den Bau von Fußgängerbrücken nach wie vor Stahl und Beton die am meisten verwendeten Materialien insbesondere bei größeren Spannweiten (>30m).

Bei diesen Materialien bestehen hinsichtlich

- Verbindungsdetails
- Herstellung
- Montage

vielfältige Möglichkeiten. Mit ihnen lassen sich wirtschaftlich und gestalterisch ansprechende Lösungen realisieren.

4 Konstruktionsarten

Aufgrund der vorgegebenen Randbedingungen wurden im Rahmen der Studie die möglichen Brückenvarianten erarbeitet

Balkenbrücke

Fachwerkbrücke

Besondere Fachwerkbrücke - Fink-Träger-Brücke

Hängebrücke

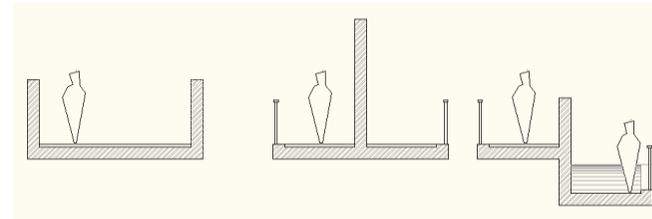
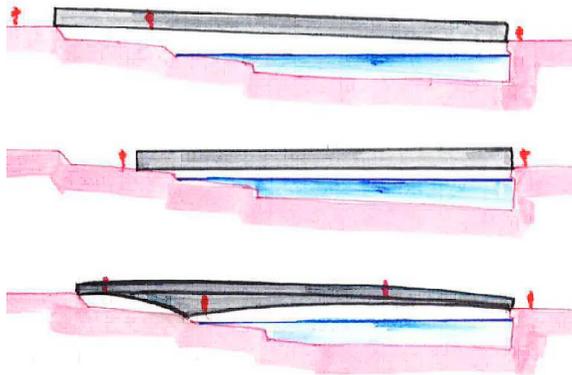
Bogenbrücke

Schrägseilbrücke

Besondere Schrägseilbrücke - Harfenbrücke

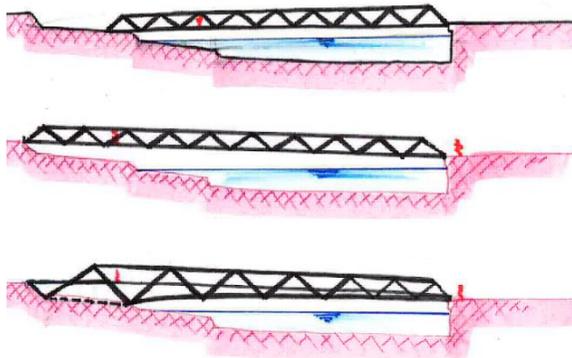
Für alle gezeigten Varianten ist ein Dünnschichtbelag auf Epoxidharzbasis vorgesehen. Ebenso kommen bei allen Varianten Füllstab- oder Seilnetzgeländer in Frage.

Balkenbrücke



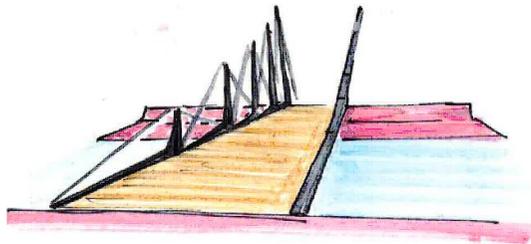
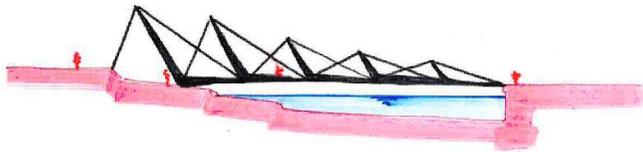
KONSTRUKTION	MATERIAL	MONTAGE	KOSTEN
Ein oder Zweifeldträger Trogquerschnitt, T-Querschnitt	Stahl, Holz, Beton	Vormontage seitlich Einhub mit Mobilkran Fertigstellung Querschnitt Ausbau	ca. 2500 - 3000 € / m ²

Fachwerkbrücke



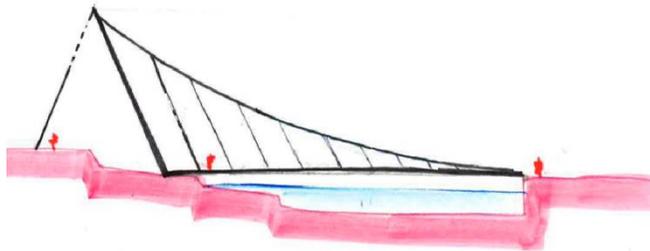
KONSTRUKTION	MATERIAL	MONTAGE	KOSTEN
Fachwerk aus Diagonalen, symmetrische, asymmetrische Anordnung	Stahl, (Holz), (Beton)	Vormontage seitlich Einhub mit Mobilkran Fertigstellung Querschnitt Ausbau	ca. 3000 - 3500 € / m ²

Besondere Fachwerkbrücke - Fink-Träger-Brücke



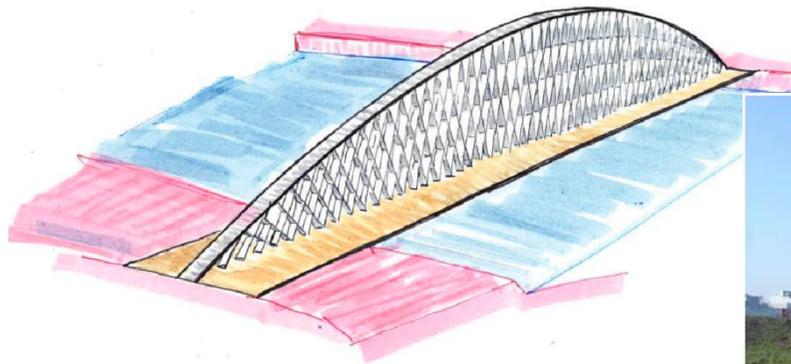
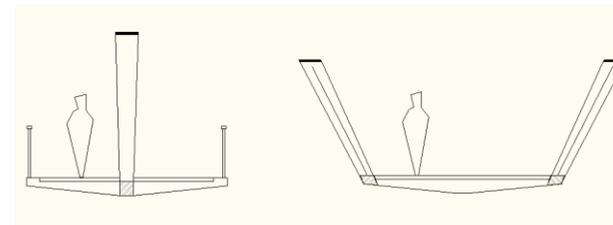
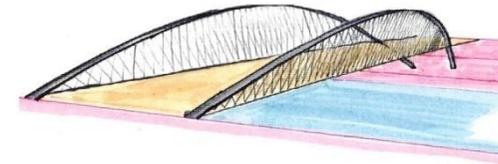
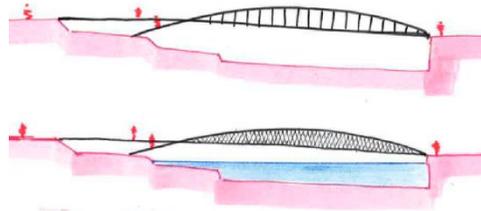
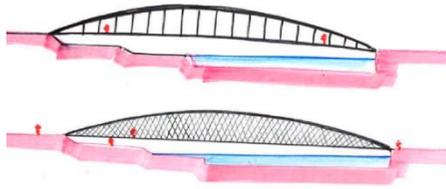
KONSTRUKTION	MATERIAL	MONTAGE	KOSTEN
Fachwerk differenziert nach Druck und Zug asymmetrische Anordnung	Stahl, Seilstahl, (Beton)	Freivorbau von Süden (einzelne Dreiecke) Einhub mit Mobilkran Fertigstellung Querschnitt Ausbau	ca. 3500 - 4000 € / m ²

Hängebrücke



KONSTRUKTION	MATERIAL	MONTAGE	KOSTEN
Fachwerk differenziert nach Druck und Zug asymmetrische Anordnung	Stahl, Seilstahl, (Beton)	Freivorbau von Süden (einzelne Dreiecke) Einhub mit Mobilkran Fertigstellung Querschnitt Ausbau	ca. 3500 - 4000 € / m ²

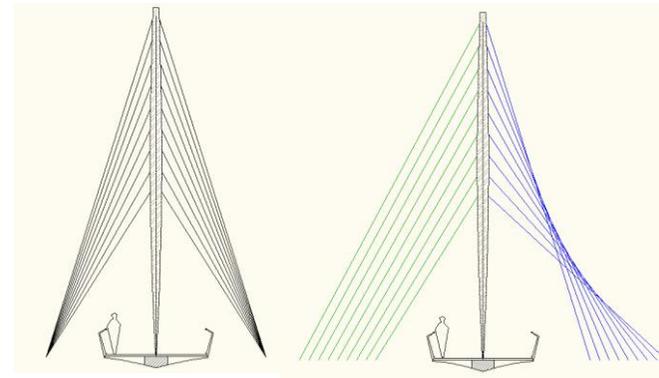
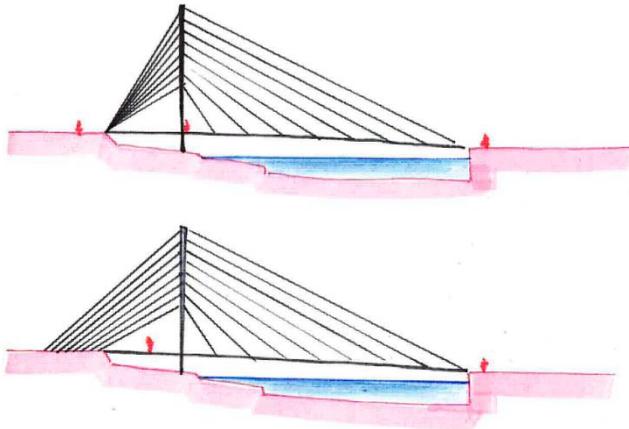
Bogenbrücke



KONSTRUKTION	MATERIAL	MONTAGE	KOSTEN
Selbstverankerte Bogenbrücke Gehplatte als Zugband Hänger vertikal / diagonal Bogen seitlich oder zentral	Stahl, Seilstahl, (Beton)	Herstellung Gehplatte auf Gerüst mit Überhöhung Montage Bogen Ablassen Gerüst	ca. 4000 - 5000 € / m ²

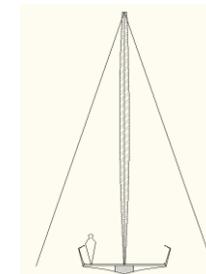
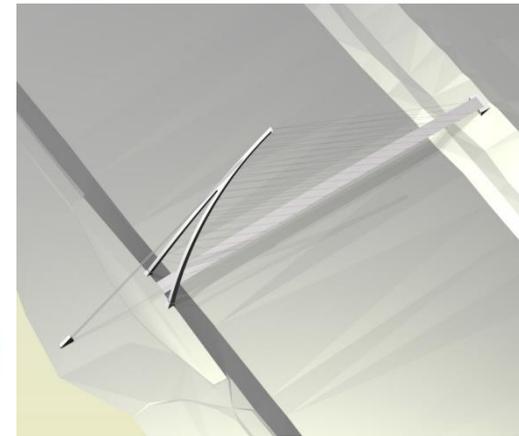
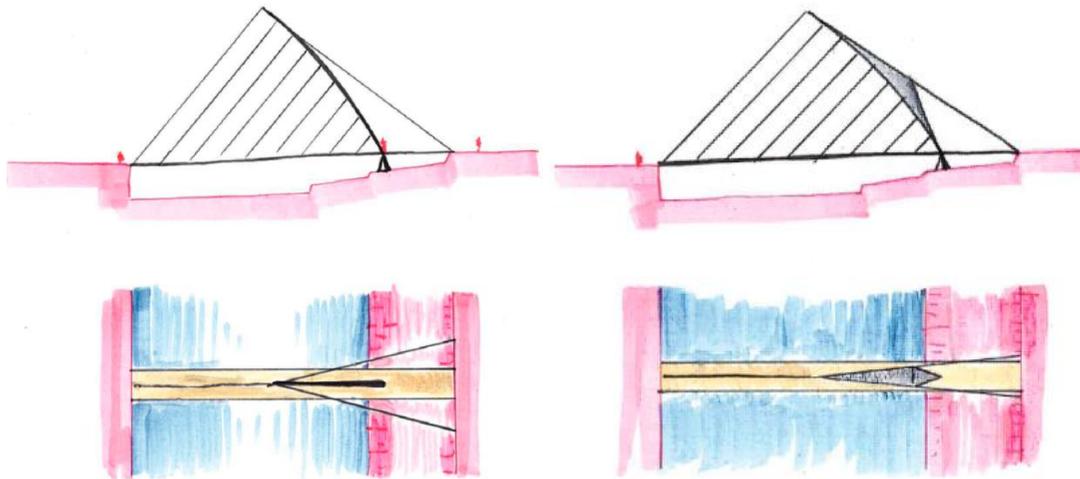
		Ausbau	
--	--	--------	--

Schrägseilbrücke



KONSTRUKTION	MATERIAL	MONTAGE	KOSTEN
Selbstverankerte Bogenbrücke Gehplatte als Druckglied Harfe oder Fächeranordnung Seilaufhängungen seitlich oder zentral	Stahl, Seilstahl, (Beton)	Freivorbau Ausbau	ca. 3500 - 4500 € / m ²

Besondere Schrägseilbrücke - Harfenbrücke



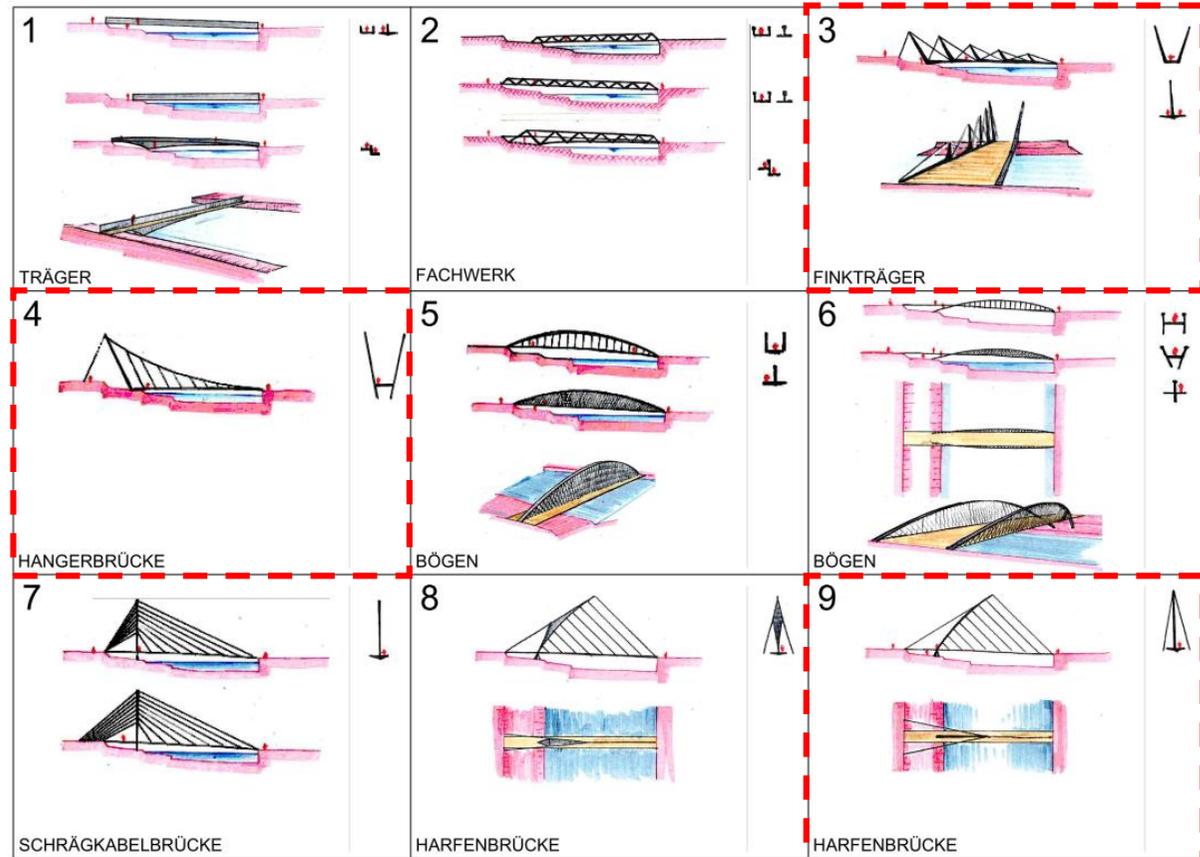
KONSTRUKTION	MATERIAL	MONTAGE	KOSTEN
Selbstverankerte Bogenbrücke Gehwegplatte als Druckglied Harfe oder Fächeranordnung Seilaufhängungen seitlich oder zentral	Stahl, Seilstahl, (Beton)	Freivorbau Ausbau	ca. 3500 - 4500 € / m ²

5 Auswahl von drei Varianten

Im Rahmen der Erörterungen mit Vertretern der Stadt Böblingen, der Stadt Sindelfingen und des Zweckverbandes wurden die Varianten 3, 4 und 9 für eine weitere Bearbeitung ausgewählt. Entscheidende Kriterien für die Auswahl waren:

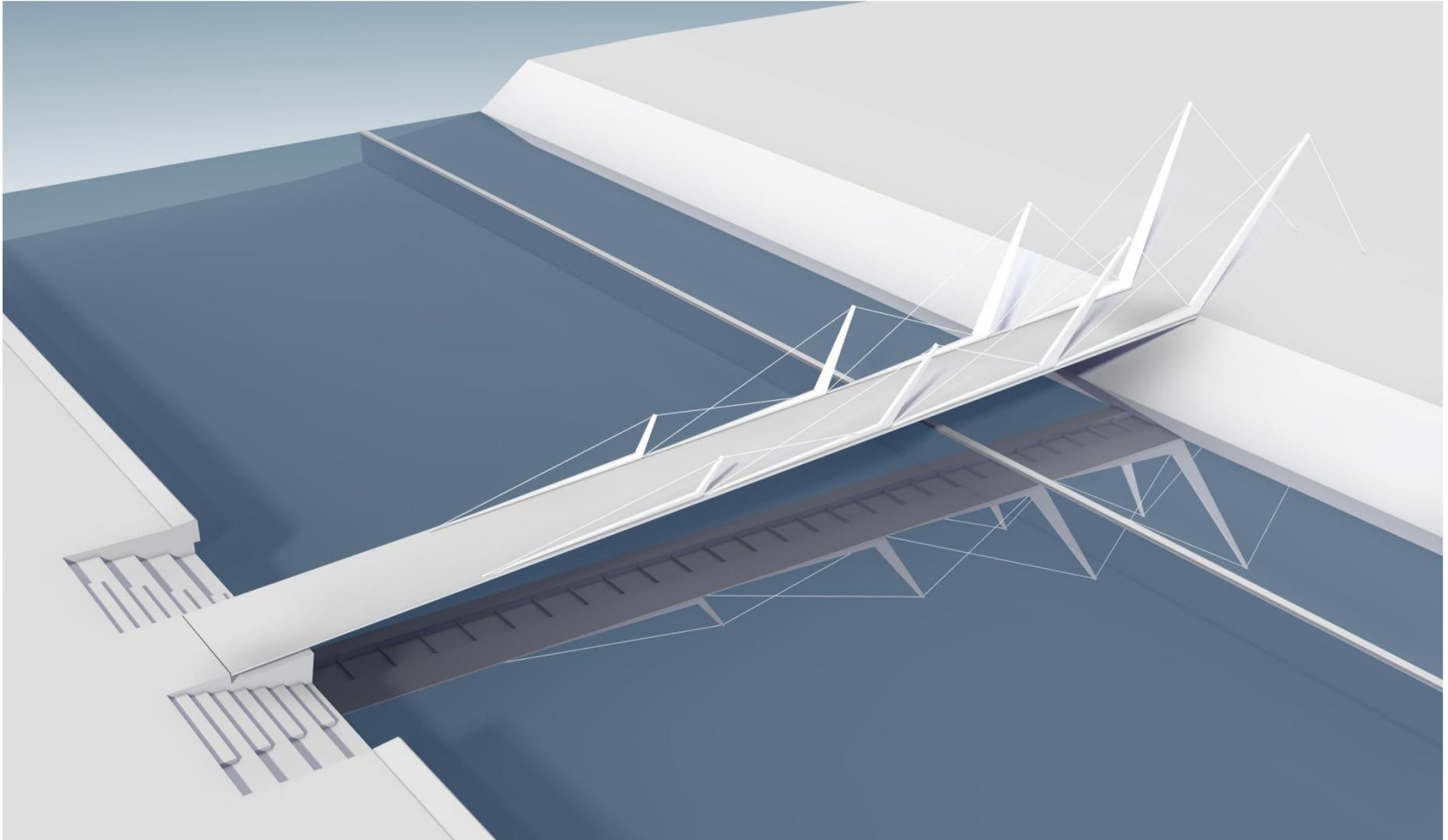
- Städtebauliche Integration
- Transparenz
- Wirtschaftlichkeit
- Robustheit
- Zeichenhaftigkeit

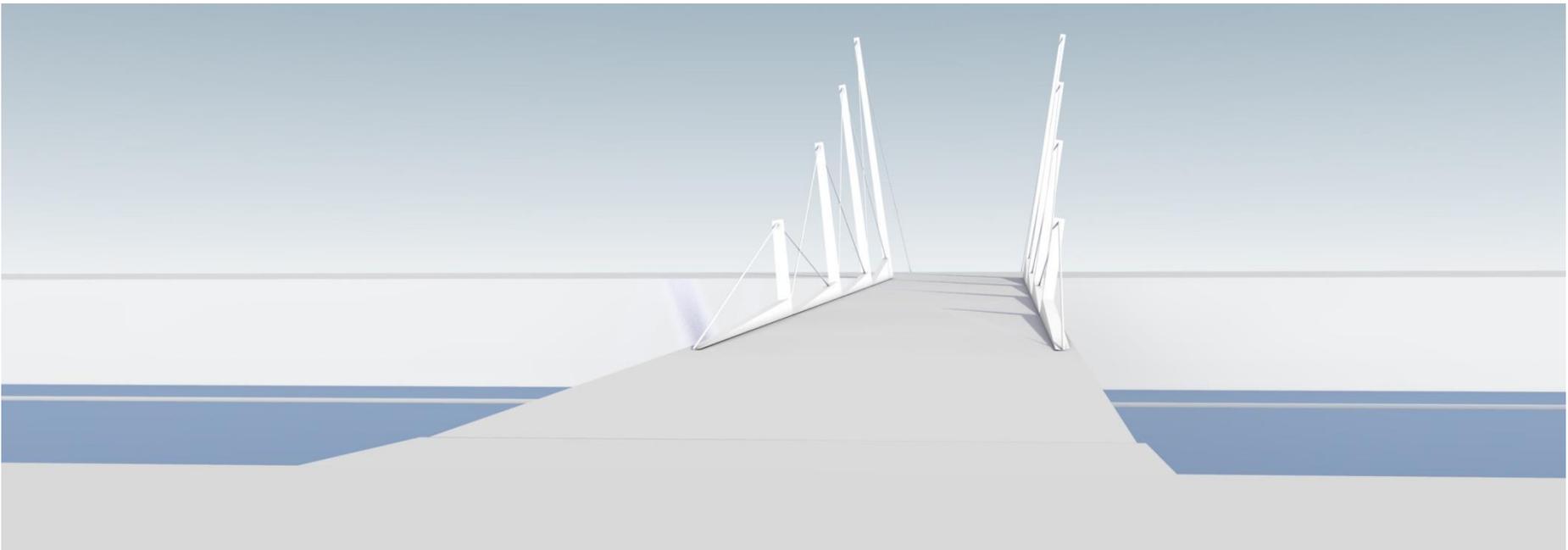
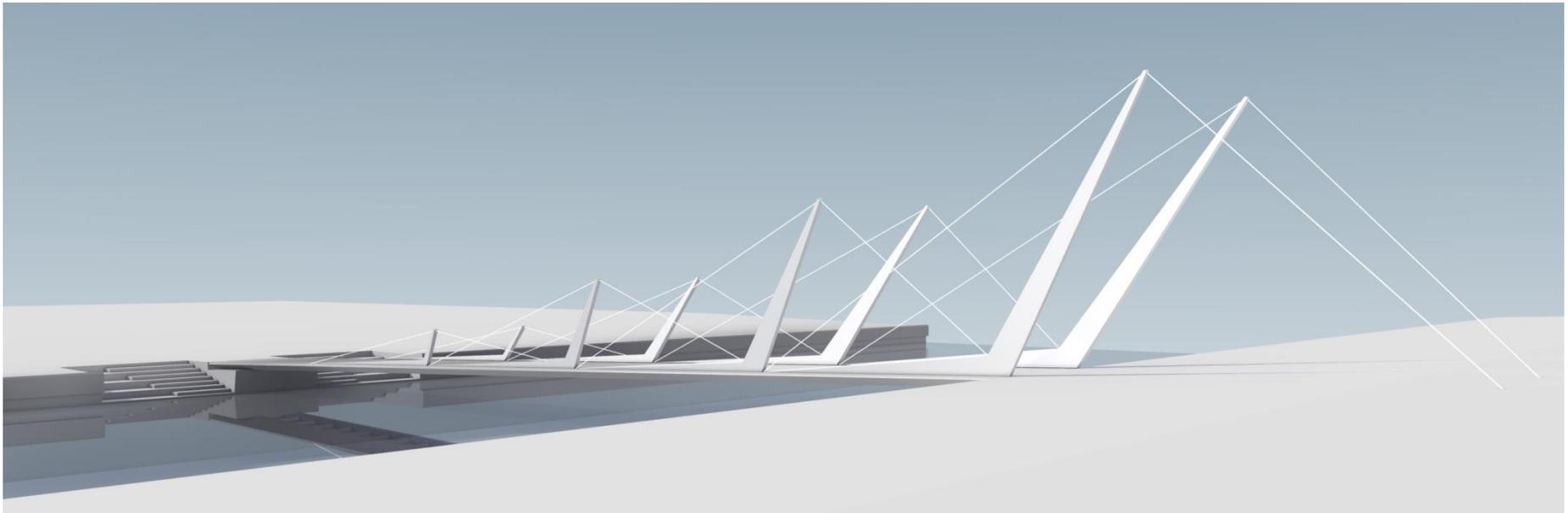
Für die drei ausgewählten Varianten wurden Computeranimationen erstellt und die Konstruktion beschrieben. Darüberhinaus wurden die Kosten der 3 Varianten abgeschätzt.



Variante 3

FINKTRÄGER





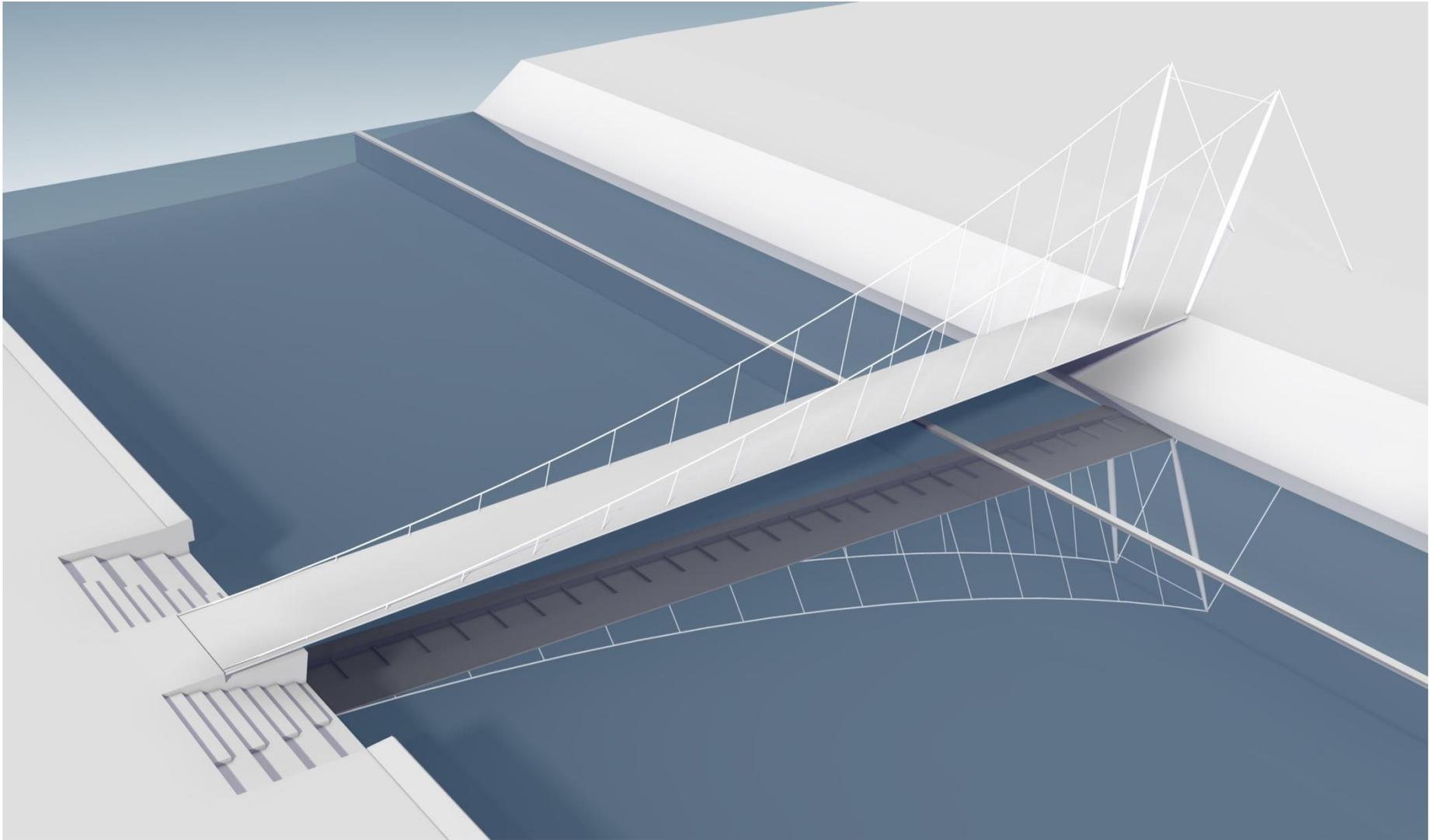
Die Finkträger-Brücke ist eine moderne Fachwerkbrücke, deren Tragwerk nach Druck und Zug aufgelöst ist. Schräg geneigte, direkt im Brückendeck verankerte Pfosten tragen in Wechselwirkung mit den Verspannungen aus Seilen die auf Längs- und Querträgern aufgelagerte Betonplatte. Das Stahltragwerk ist gut segmentierbar und im Freivorbau einfach herzustellen.

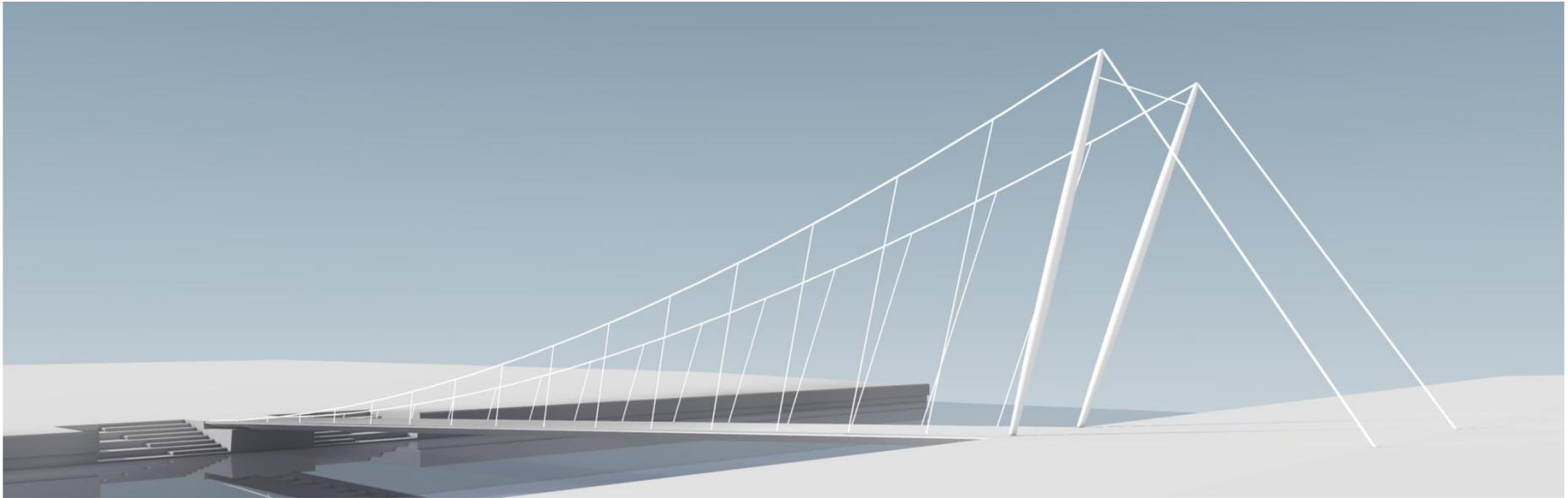
Die Gründungen auf der Südseite sind tief gegründet, auf der Nordseite sind einfache Flachgründungen vorgesehen.

Kosten insgesamt	858.000 €
Gründungen	171.600 €
Überbau	257.400 €
Fachwerk	257.400 €
Ausbau	171.600 €

Variante 4

HÄNGEBRÜCKE





Die Variante 4 ist eine rückverankerte einhüftige Hängebrücke, bestehend aus zwei Masten, zwei Trag- und Abspannseilen und geneigten Hängern. Die Querträger sind über die Hänger des Tragseils abgehängt und tragen die Betonplatte. Die beiden Masten werden mit Abspannseilen gehalten, in Querrichtung werden die Masten untereinander verbunden um genügend Querstabilität zu gewährleisten.

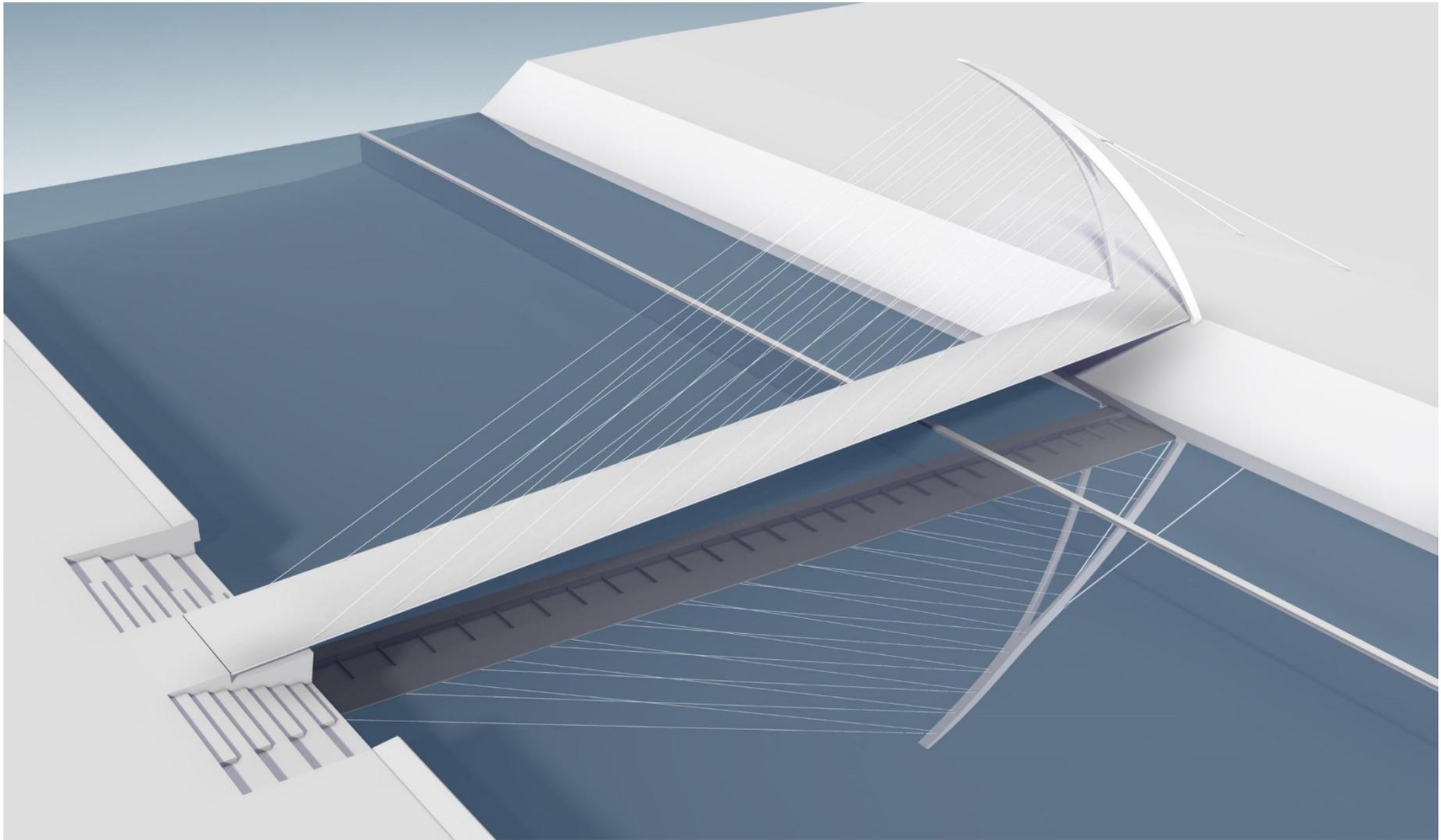
Die Verankerungen der Masten und der Abspannseile werden tief gegründet. Die Nordseite kann aufgrund der geringen Belastung flach gegründet werden.

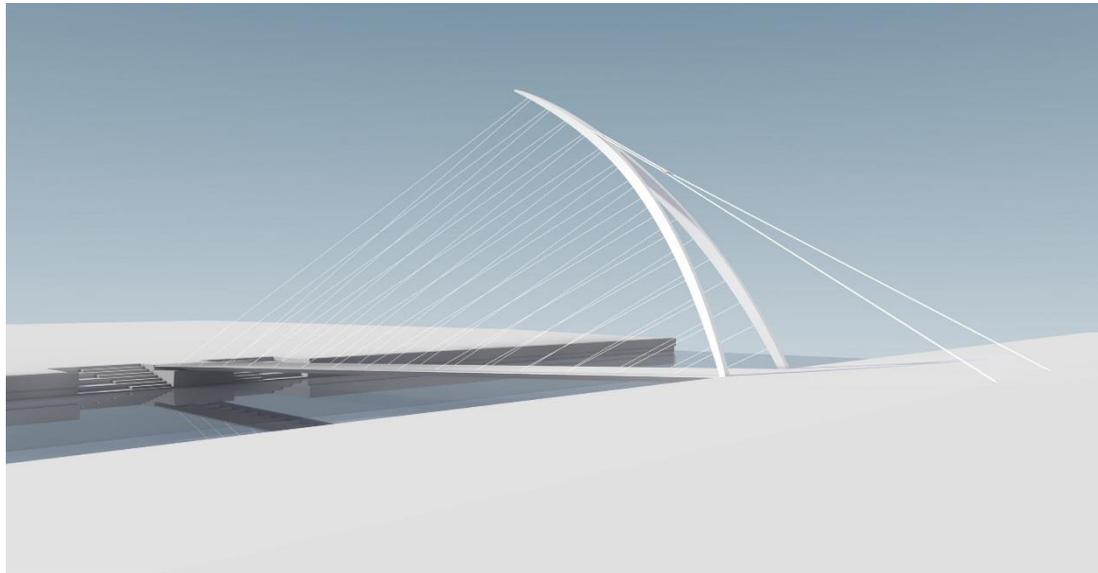
Die Aufstellung erfolgt phasenweise. Nach Aufstellen der Maste und dem Einziehen der Hauptseile wird der Überbau mit Fertigteilsegmenten sukzessive, auf der Südseite beginnend eingehängt.

Kosten insgesamt	902.000 €
Gründungen	135.300 €
Überbau	360.800 €
Seiltragwerke mit Mast	225.500 €
Ausbau	180.400 €

Variante 9

HARFENBRÜCKE





Die Variante 9 ist eine rückverankerte einhüftige Harfenbrücke. Durch die Kürzung des Mastes ist nur eine Abspannung, die tangential in die Mastspitze einläuft, nötig. Der Überbau besteht aus Längsträgern, die die axiale Kraft aus den Schrägseilen "auf sammeln" und mit der Horizontalkomponente der Abspannung "kurzschließen", sowie Querträger, die die Betonplatte tragen. Die Seile werden aus offenen Spiralseilen und verstellbaren Gabelfittingen hergestellt.

Der Mast und die Abspannfundamente werden tief gegründet, das gering belastete Widerlager Süd erhält eine Flachgründung.

Die Herstellung erfolgt im Freivorbau, beginnend von der Südseite.

Kosten insgesamt	880.000 €
Gründungen	176.000 €
Überbau	352.000 €
Fachwerk	176.000 €
Ausbau	176.000 €

Harfenbrücke über den Langen See –

Beschreibung

Rückverankerte einhüftige Harfenbrücke. Durch die Kürzung des Mastes ist nur eine Abspannung, die tangential in die Mastspitze einläuft, nötig. Der Überbau besteht aus Längsträgern, die die axiale Kraft aus den Schrägseilen "auf sammeln" und mit der Horizontalkomponente der Abspannung "kurzschließen", sowie Querträger, die die Betonplatte tragen. Die Seile werden aus offenen Spiralseilen und verstellbaren Gabelfittingen hergestellt.

Der Mast und die Abspannfundamente werden tief gegründet, das gering belastete Widerlager Nord erhält eine Flachgründung.

Die Herstellung erfolgt im Freivorbau, beginnend von der Südseite.

Kosten insgesamt 880.000 €

Gründungen 176.000 €

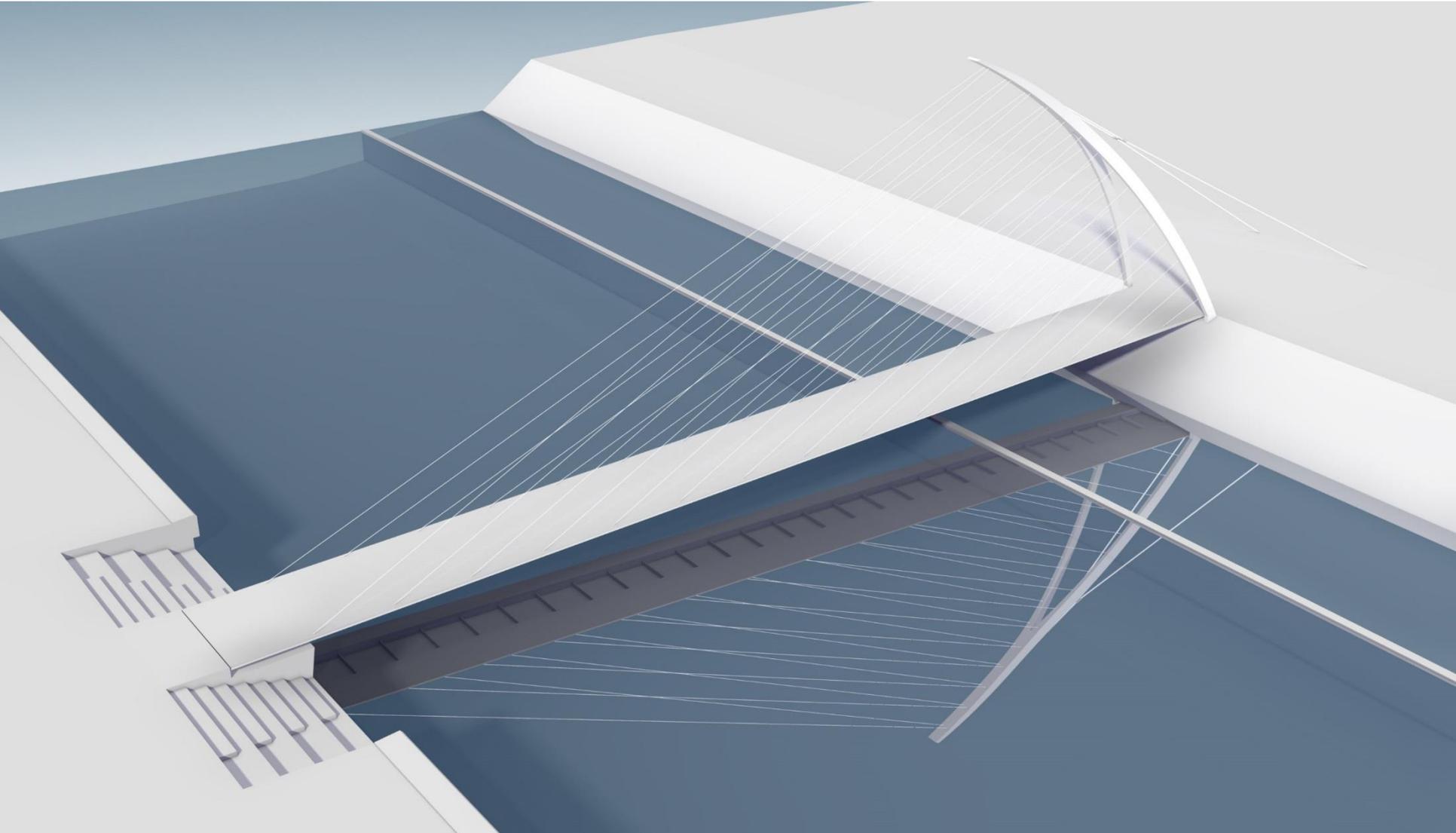
Überbau 352.000 €

Fachwerk 176.000 €

Ausbau 176.000 €

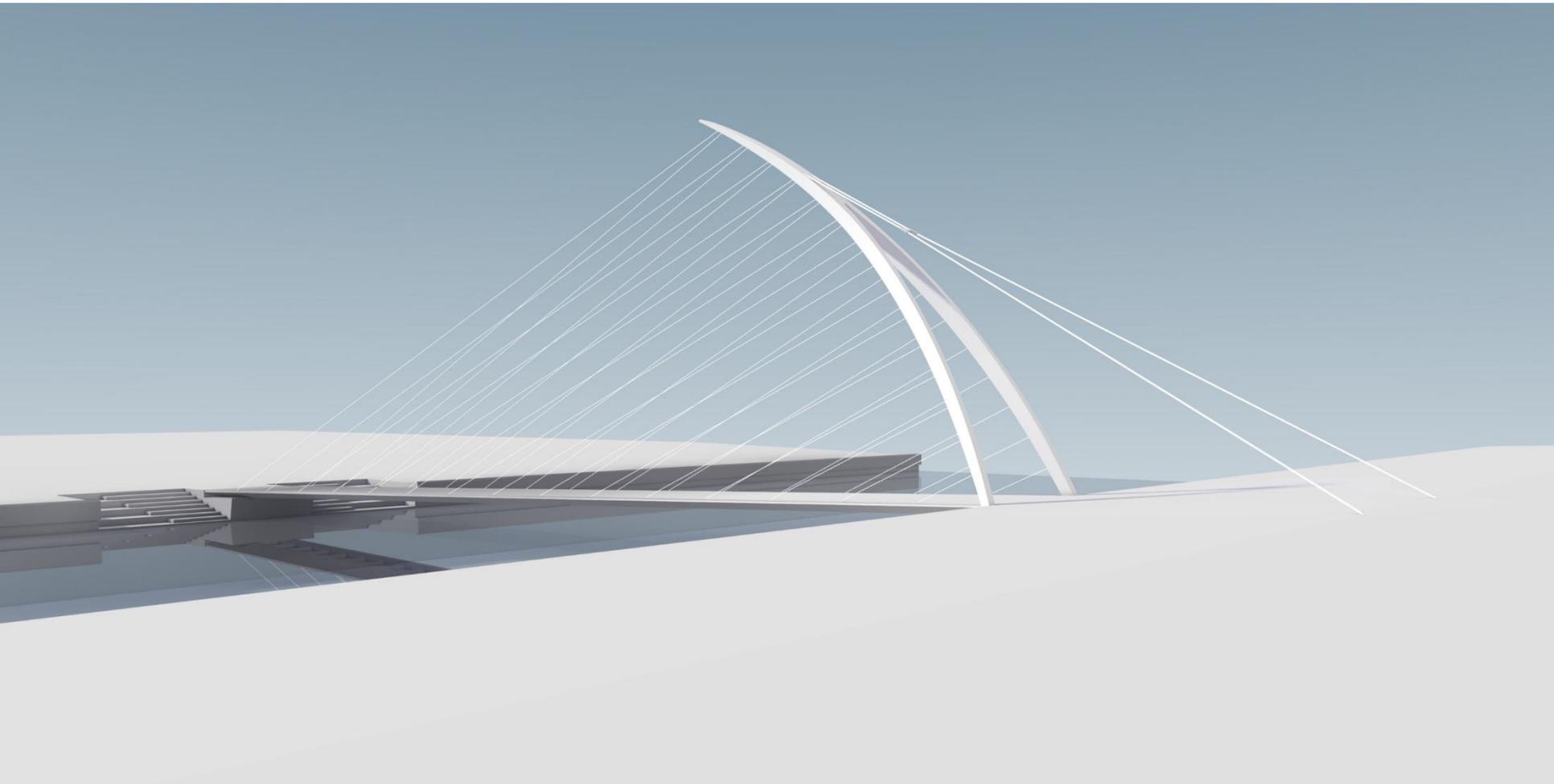
Harfenbrücke über den Langen See –

Axonometrie



Harfenbrücke über den Langen See –

Ansicht von Südwest



Harfenbrücke über den Langen See –

Ansicht von Norden

