

Gestaltet und Nachhaltig

# 1.500m VOLLINTEGRALE STAHLVERBUNDBRÜCKE ÜBER DEN ERLANGER REGNITZGRUND

Jacqueline Donner  
Julian Seisenberger



## Teil 01

---

### **WETTBEWERBSENTWURF 2021**

- › Randbedingungen
- › Wettbewerbsentwurf
- › „Atmende Brücke“
- › Bauablauf
- › Unterquerung A73
- › Nachhaltigkeit



## Teil 02

---

### **PLANUNGSSTAND 2024**

- › Trassenfindung
- › BIM-Methode
- › Feste Fahrbahn
- › Unterquerung A73
- › Bürgerentscheid 2024
- › Nachhaltigkeit



## Teil 01

---

### WETTBEWERBSENTWURF 2021

- › Randbedingungen
- › Wettbewerbsentwurf
- › „Atmende Brücke“
- › Bauablauf
- › Unterquerung A73
- › Nachhaltigkeit



## Teil 02

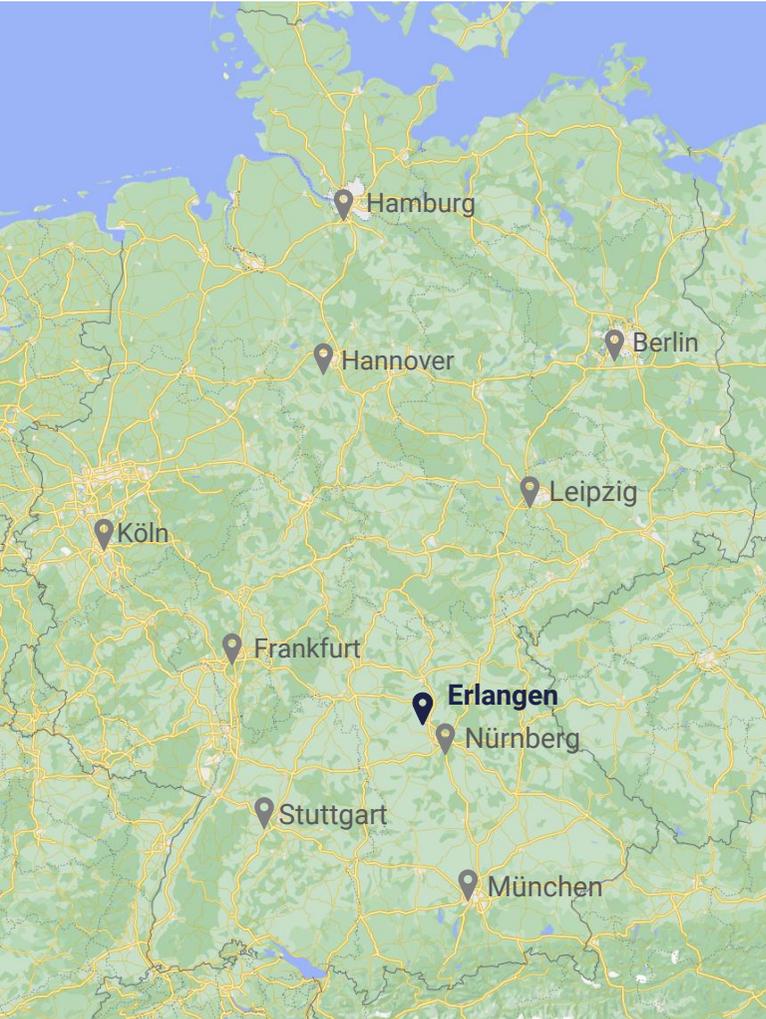
---

### PLANUNGSSTAND 2024

- › Trassenfindung
- › BIM-Methode
- › Feste Fahrbahn
- › Unterführung A73
- › Bürgerentscheid 2024
- › Nachhaltigkeit

# STADT-UMLANDBAHN – 26 KM NACHHALTIGE VERKEHRSMODALITÄT

GRASSL



Quelle: <https://www.stadtumlandbahn.de/strecke/> abgerufen am 29.08.2024



Alterlangen

Erlangen Hauptbahnhof

Regnitz

A73

ÖPNV-Querung

Neue  
Regnitzstadt

Bestehende  
Radwegbrücke

Überflutungsflächen  
HQ100

Wöhrmühlinsel

Breite des  
Talraums ca. 1 km

Seelöcher

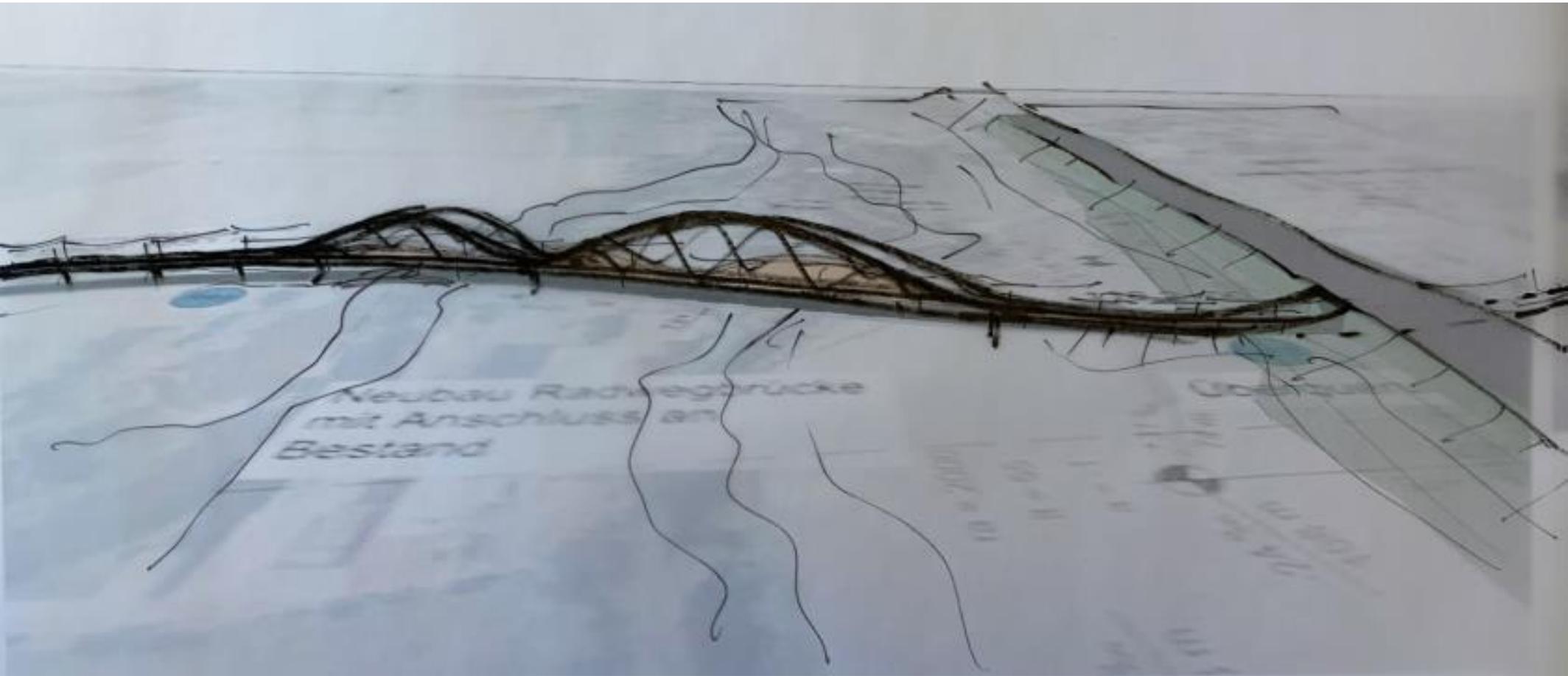
Schützenswerte  
Baumgruppen

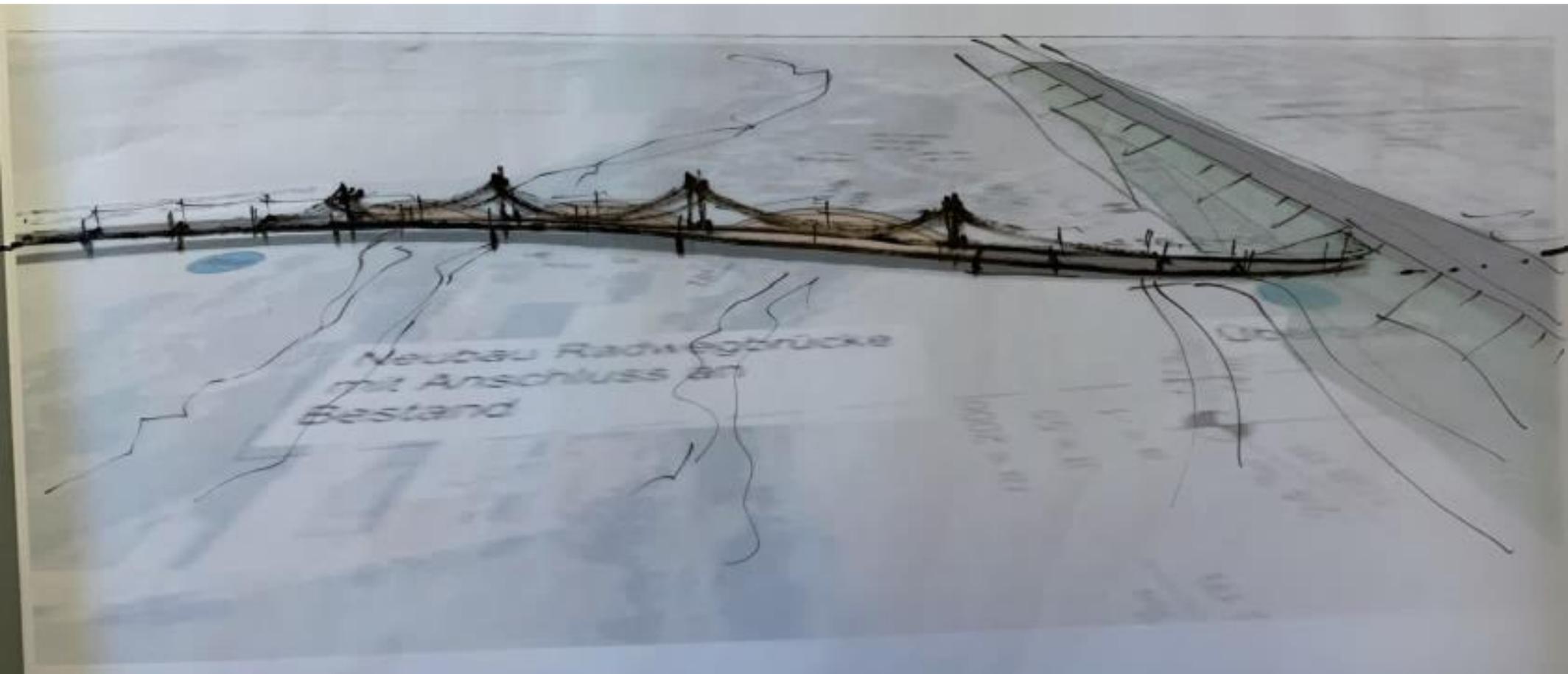


Bestehendes Radwegnetz



Landwirtschaftliche Nutzfläche













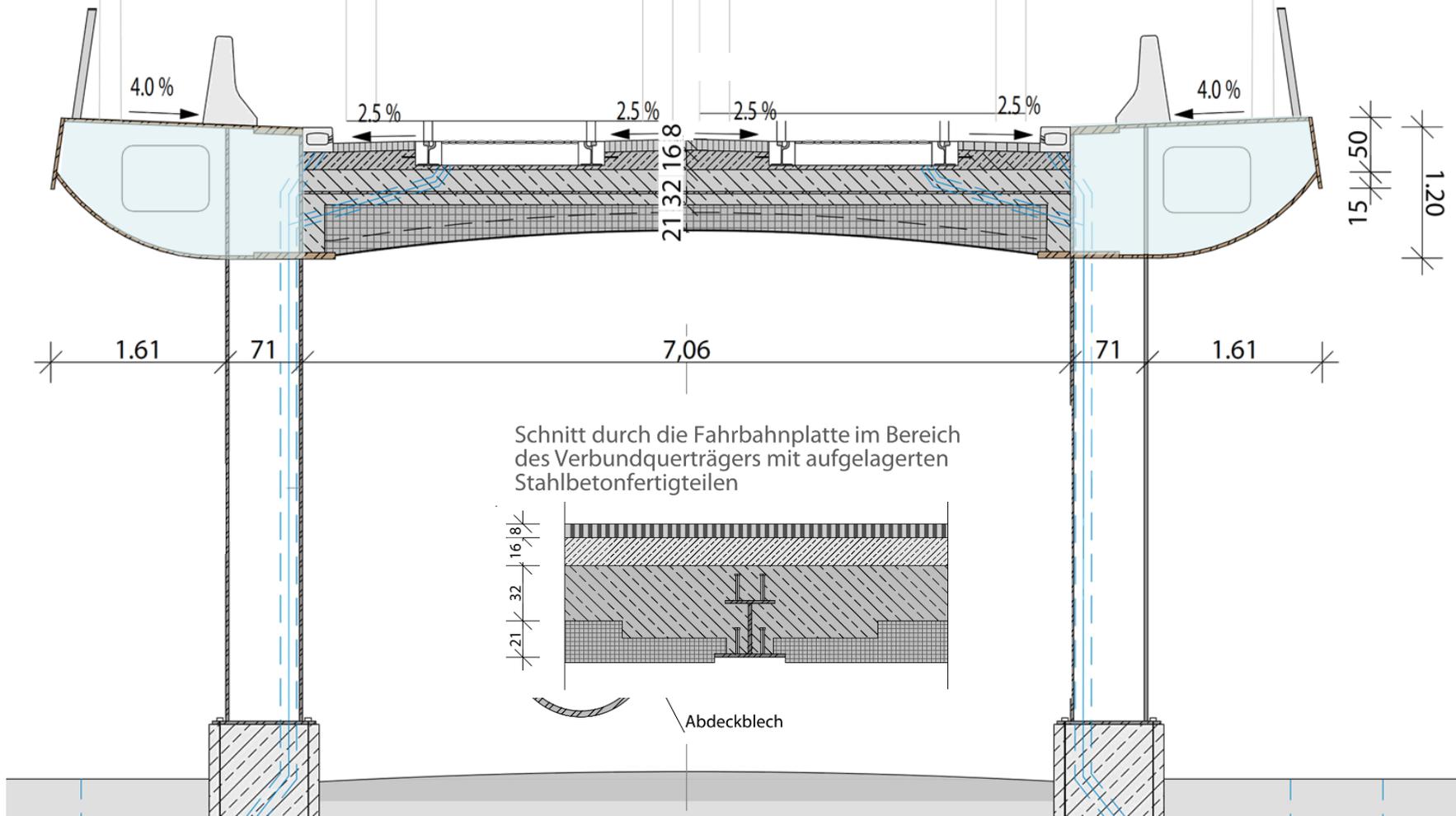


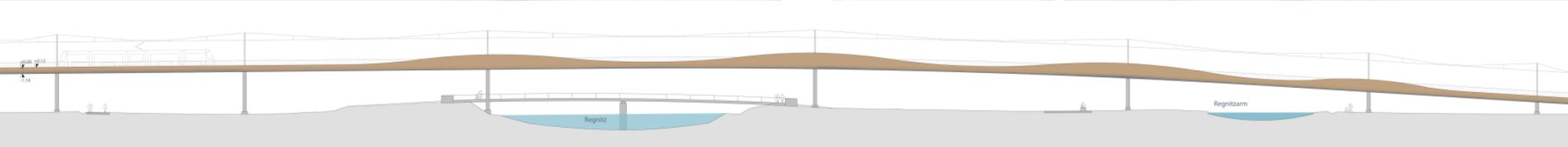
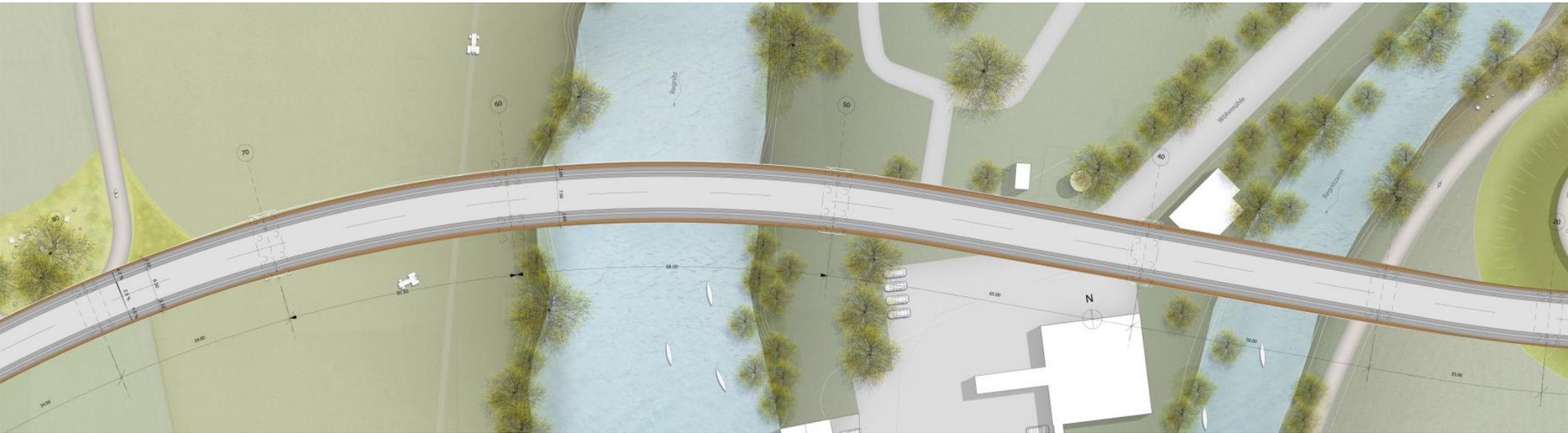
- › **1435,5 m Gesamtlänge** verteilt auf **40 Felder**  
(24+34,5+50+65+68+51+39+30x34+32+29,5+21,5)
- › **Querschnittsbreite von 11,7 m**
- › **Bündelung der Wege** im Regnitzgrund

- › **Vollintegrale Bauweise** ohne Lager, Übergangskonstruktionen und Schienenauszüge
- › **Irritationsschutz** für Fledermäuse aus Edelstahlnetzen im Bereich der Fledermaushauptflugrouten

# WETTBEWERBSENTWURF – KONSTRUKTION IM REGELBEREICH

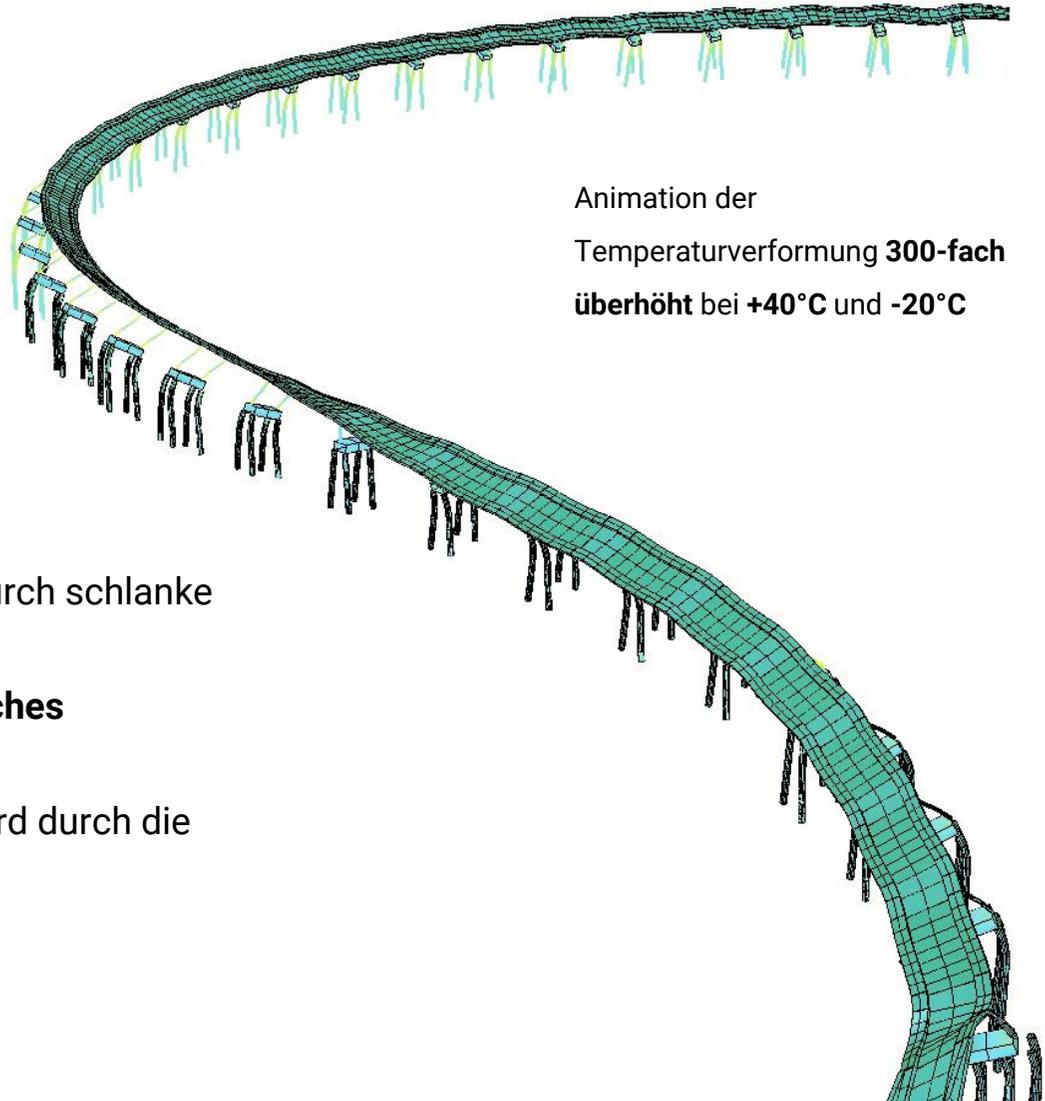
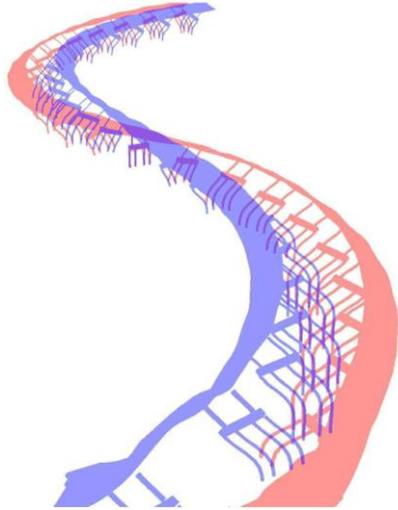
GRASSL





- › **wellenförmige Aufweitung** des Querschnitts bei **Stützweiten bis 68 m**
- › Querschnittsaufweitung folgt dem **Verlauf der Stützmente**

- › Freihalten des Flussbereichs für **maximale Transparenz**
- › Überbauen und Erhalten der **bestehenden Fuß- und Radwegbrücke** über die Regnitz

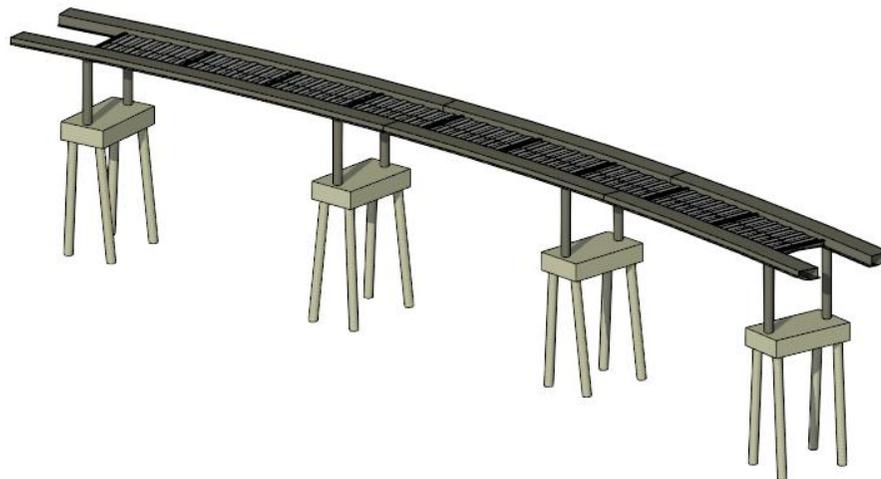


Animation der  
Temperaturverformung **300-fach**  
**überhöht** bei **+40°C** und **-20°C**

- › Gewährleisten einer ausreichenden **Flexibilität** durch schlanke Stahlstützen und eine Tiefgründung
- › Temperaturbeanspruchungen können über **seitliches Ausweichen** „weggeatmet“ werden
- › Ausreichende **Steifigkeit für den Bahnverkehr** wird durch die massive Fahrbahnplatte gewährleistet



Hoher Vorfertigungsgrad





- › Abtauchen der Straßenbahntrasse in einem **Trogbauwerk unter der Autobahn A73** im Osten
- › **Landschaftliche Integration** der zur Hochwassersicherheit benötigten höheren Trogwände
- › Eingliederung der Unterführung ins **Radwegnetz**
- › **Portalwirkung** zwischen Stadt und Naturraum





- › Wartungsfreundlichkeit durch den **Verzicht auf Verschleißteile**
- › Dauerhaftigkeit und Wiederverwertungsmöglichkeit des **wetterfesten Stahls**
- › Verwendung wirtschaftlicher **dichtgeschweißter Hohlkästen ohne Längssteifen**
- › Integration und Aufwerten des bestehenden **Radwegnetzes** und der Fuß- und Radwegbrücke über die Regnitz
- › Reduktion der Baukosten und Umweltbeanspruchung durch hohen **Vorfertigungsgrad** bei der Montage



## Teil 01

---

### WETTBEWERBSENTWURF 2021

- › Randbedingungen
- › Wettbewerbsentwurf
- › „Atmende Brücke“
- › Bauablauf
- › Unterquerung A73
- › Nachhaltigkeit



## Teil 02

---

### PLANUNGSSTAND 2024

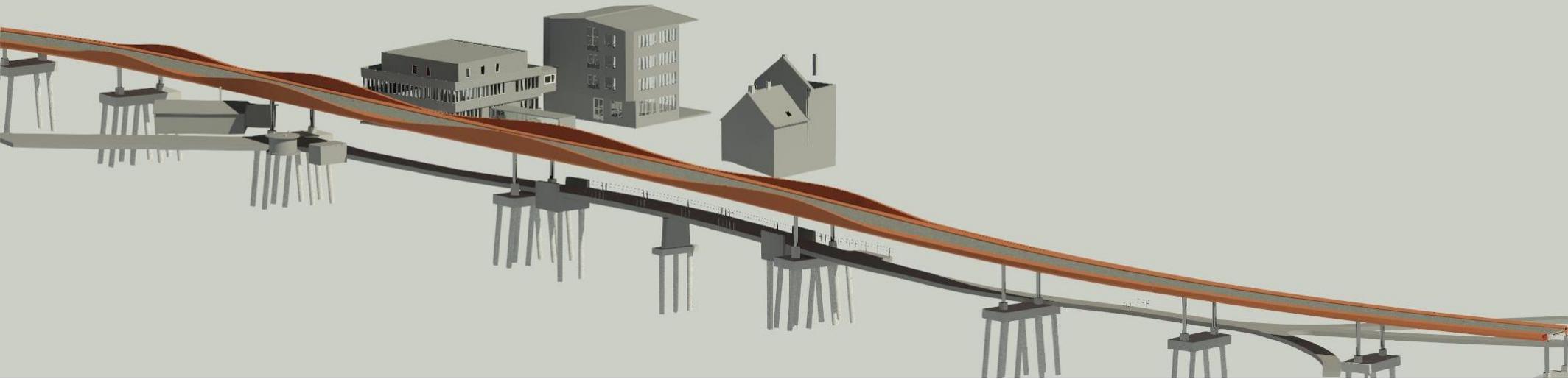
- › Trassenfindung
- › BIM-Methode
- › Feste Fahrbahn
- › Unterführung A73
- › Bürgerentscheid 2024
- › Nachhaltigkeit

- › Geänderte Biotopkartierungen
- › Großes öffentliches Interesse zum Erhalt des Baumbestands
- › Veränderte Anforderungen zum Abstand an die Bestandsbebauung erfordern eine **Modifizierung der bisherigen Trasse** im Regnitzgrund

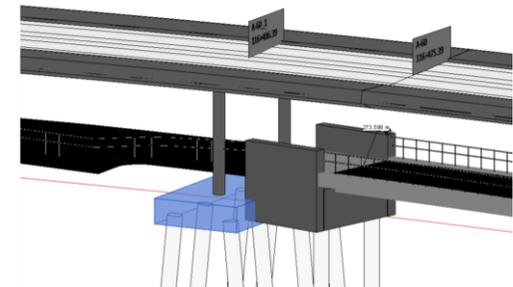
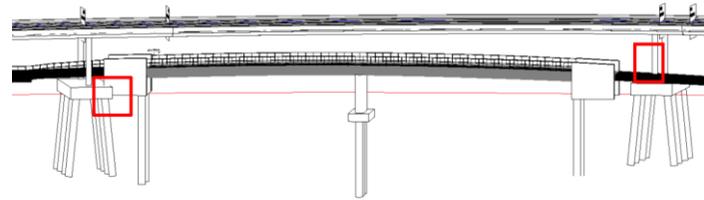


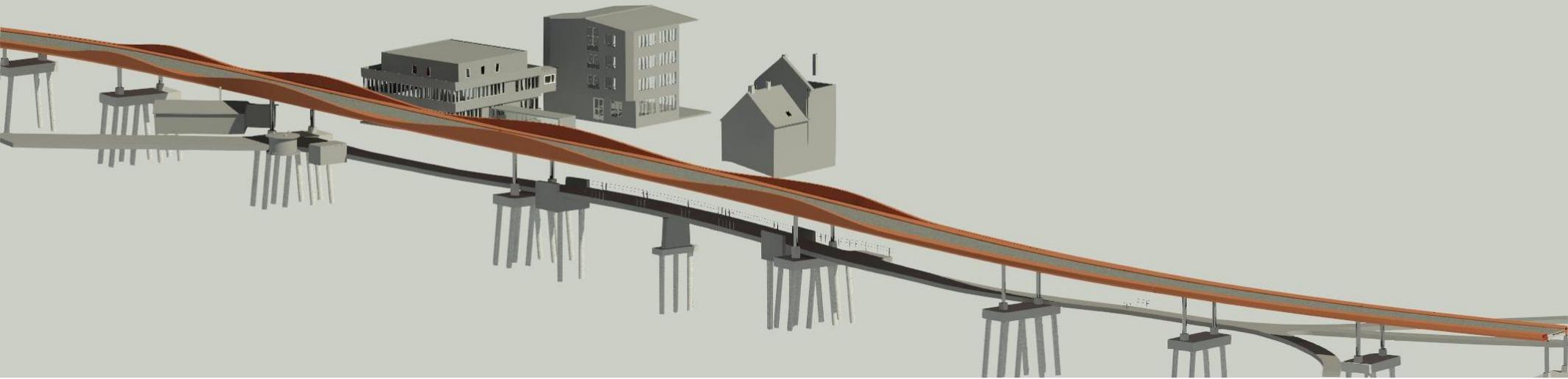


- › Neue Trasse mit kleineren Kurvenradien  
→ Vergrößerung der **Gleisüberhöhung** (Querneigung bis zu 6%) und **Fahrbahnbreite** (von 6,5 m auf 6,9 m)
- › Überprüfung von Kollisionen und Abständen im Planungsprozess unter Anwendung der BIM-Methode

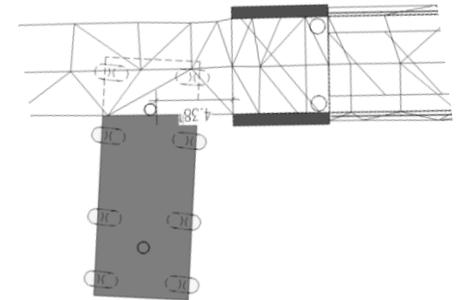
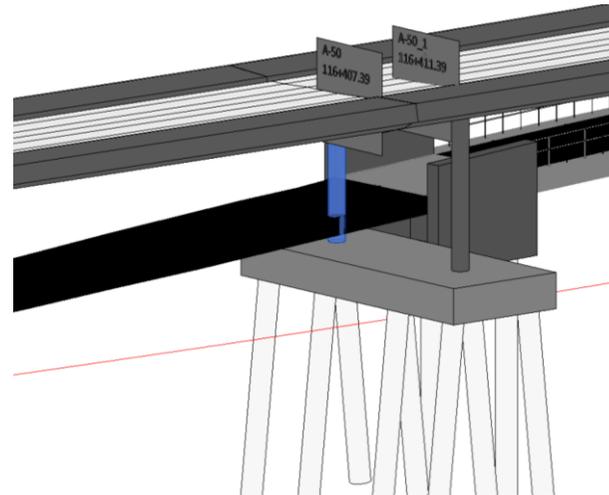


- › Kollisions- und Abstandsprüfung unterschiedlicher Trassenvarianten anhand von 3D-Modellen

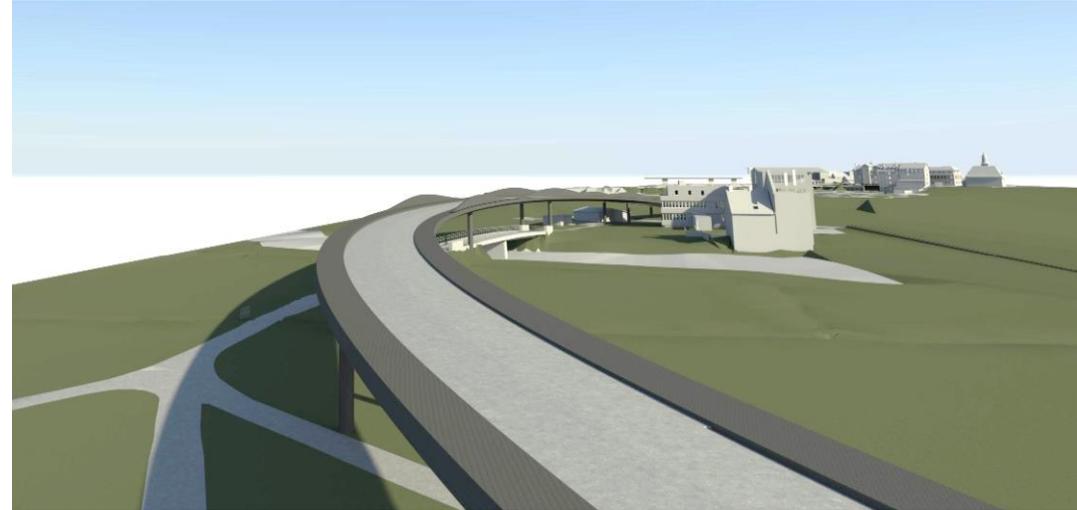
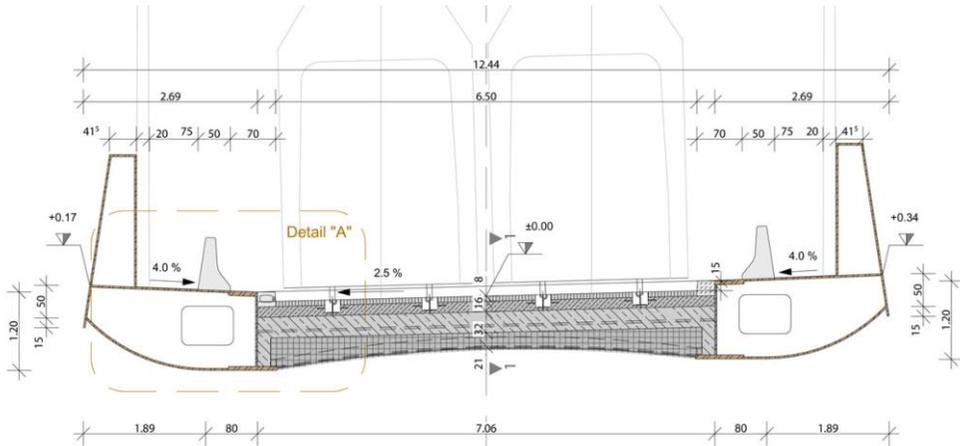




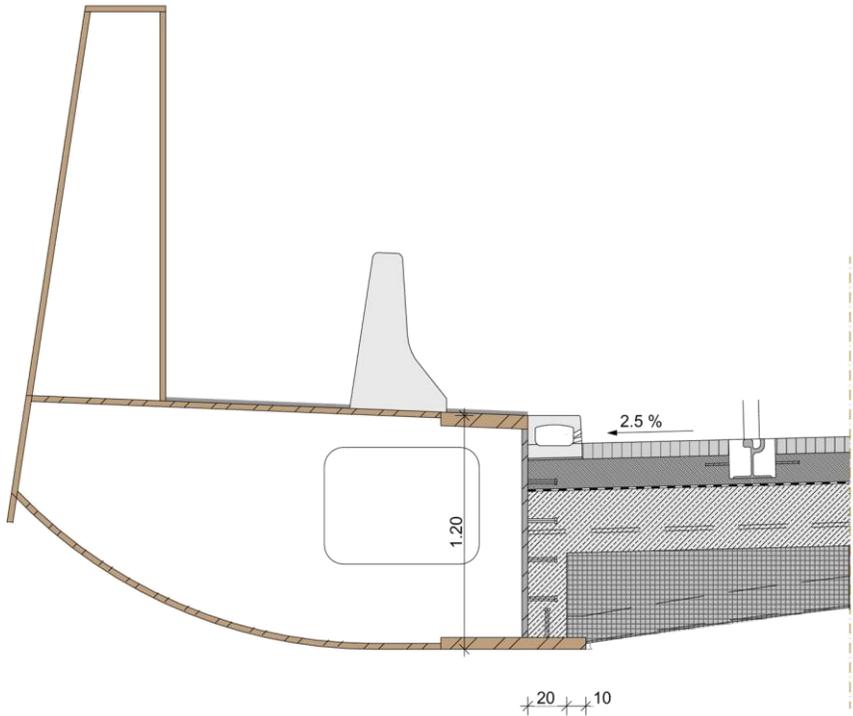
- › Kollisions- und Abstandsprüfung unterschiedlicher Trassenvarianten anhand von 3D-Modellen



- › ... stellt die **Schnittstelle zwischen Verkehrsanlage und Ingenieurbauwerk** dar
- › ... muss hier sowohl für die **Nutzung durch Straßenbahnen wie auch Busse** geeignet sein
- › ... muss in die **schlanke Brücke integriert** werden



- › Die Feste Fahrbahn erfordert eine möglichst **eigenständige und vollumfängliche Planung**, ist jedoch auch an die auf dem Markt verfügbaren Systeme anzupassen



- › Maximale **Aufbauhöhe des Systems unter 40 cm**, um die Schlankheit des Überbaus nicht zu beeinflussen
- › Parallele Nutzung der Festen Fahrbahn durch **Straßenbahnen und Busse**
- › Einsatz von **Rillenschienen** muss möglich sein
- › **Definierte dauerhafte Kraftübertragung** zwischen Fester Fahrbahn und Brücke (Interaktion Tragwerk-Schiene)
- › **Schall- und Streustromisolation** muss gewährleistet sein
- › **keine Durchdringung der Abdichtungsebene** der Brücke
- › **Instandhaltung und Erneuerung** muss möglich sein

**Planungsziel:** Brücke und Feste Fahrbahn sollen so geplant werden, dass möglichst auch **verschiedene Systeme und Hersteller** eingesetzt werden können.

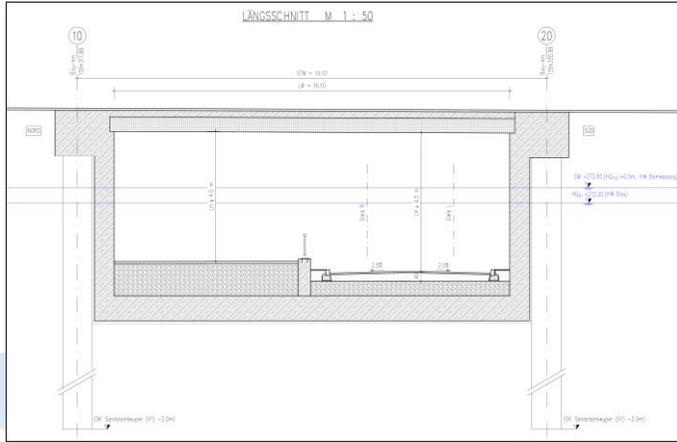
- › Straßenbahnbrücken sind **weder Straßenbrücken noch Eisenbahnbrücken**
- › Straßenbahn-Gleise auf Brücken sind bauaufsichtlich und normativ nicht gesondert geregelt
  - › Konzeption an **verfügbaren Konzepten der DB:**

› Langzeitverformung aus Kriechen und Schwinden:	L/5000	
› Verformung aus veränderlichen Lasten:	L/2000	vs. L/800 bei Brücken mit Schottergleis bzw. vs. L/600 bei Straßenbrücken
› Maximal zulässiger Vertikalversatz:	± 2 mm	
› Maximal zulässiger Lateralversatz:	± 1 mm	
› Maximal zulässige Längsdilatation:	± 40 mm	
› Kraftübertragung aus Schien/ Fester Fahrbahn in das Tragwerk via Reibung ist in Deutschland nicht zulässig (Vgl. Ril 804.5401 und 804.5402 (Feste Fahrbahn auf Brücken))		
› Maximal zulässige Längsneigung:	≤ 40 ‰	(Ril 800)
› Maximal zulässige zus. Schienenspannungen:	σ <sub>zul</sub> ≤ 92 N/mm <sup>2</sup>	(DIN EN 1991-2)
› Bzw. je nach Zulassung evtl. abweichende Vorgaben		

- › Parallele Nutzung durch den Straßenverkehr ist nicht vorgesehen
- › Anforderungen an die Verformungen aufgrund unterschiedlicher Nutzungsprofile (Geschwindigkeit, Gewicht) ggf. fraglich

- › Straßenbahn wird unter der A73 aufgrund des hohen Grundwasserspiegels in einer Grundwasserwanne geführt
- › Für die Grundwasserwanne und Autobahnbrücke wurden im Rahmen der Vorplanung unterschiedliche Stützweiten und Bauweisen untersucht
- › Varianten mit einseitigem Geh- und Radweg und Alternativen mit beidseitigem Geh- und Radweg

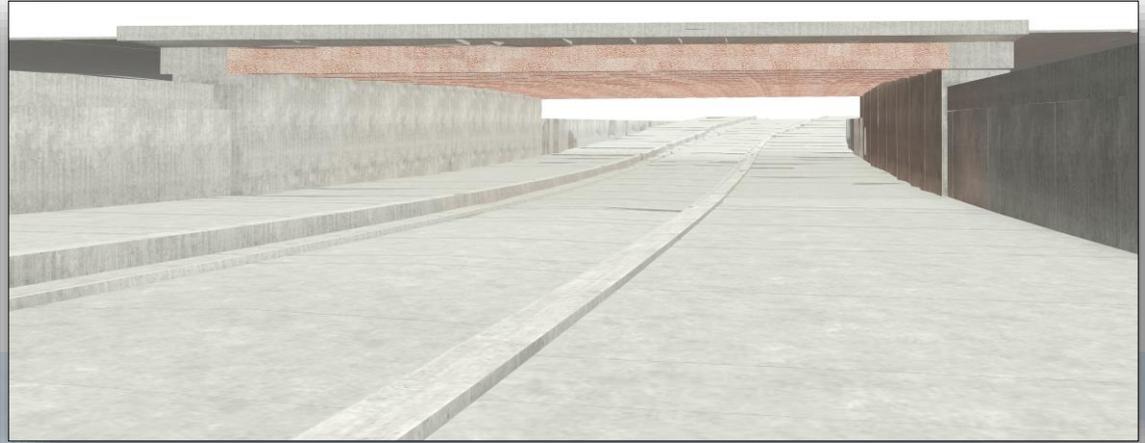
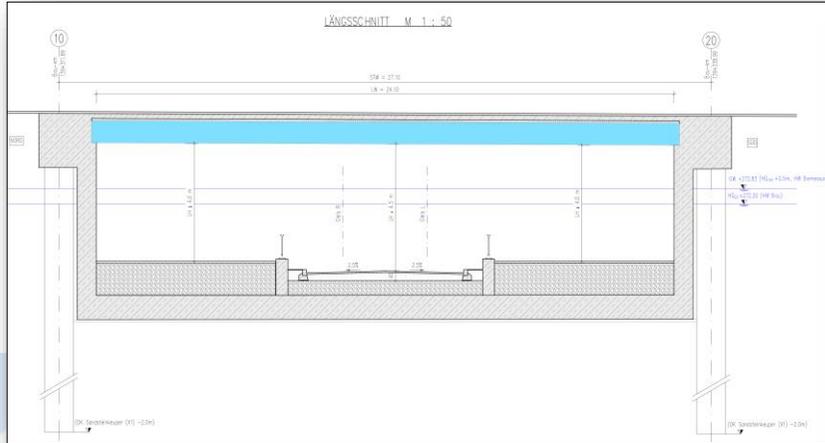




Einfeldrahmen mit Spannbetonüberbau und lichter Weite von ca. 16 m

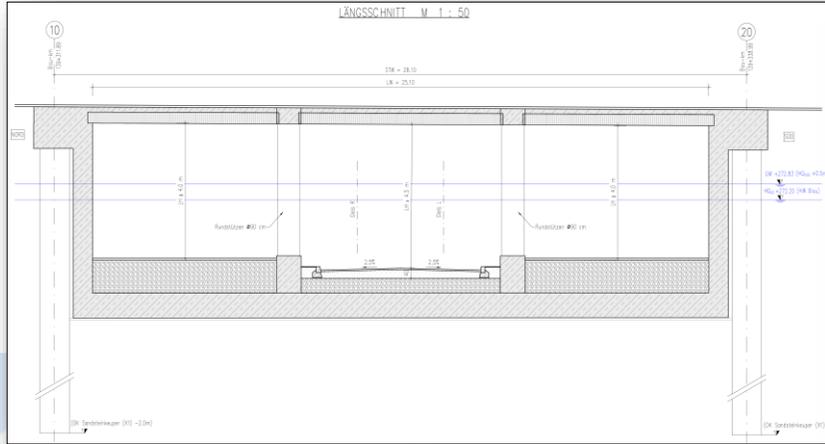






Einfeldrahmen mit Stahlverbundüberbau und lichter Weite von ca. 24 m



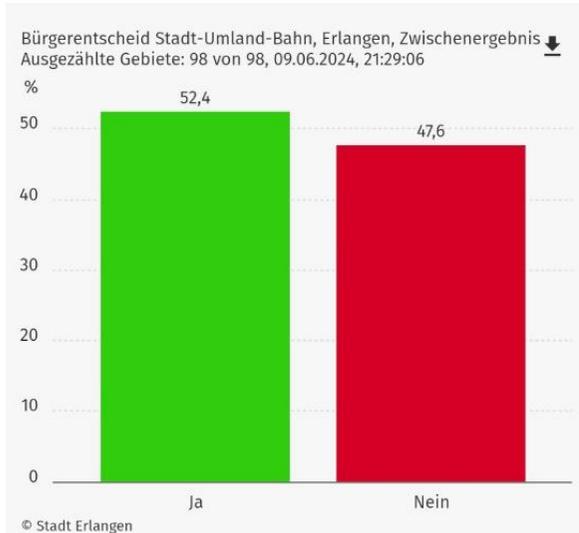


Mehrfeldrahmen mit Spannbetonüberbau und lichter Weite von ca. 24 m

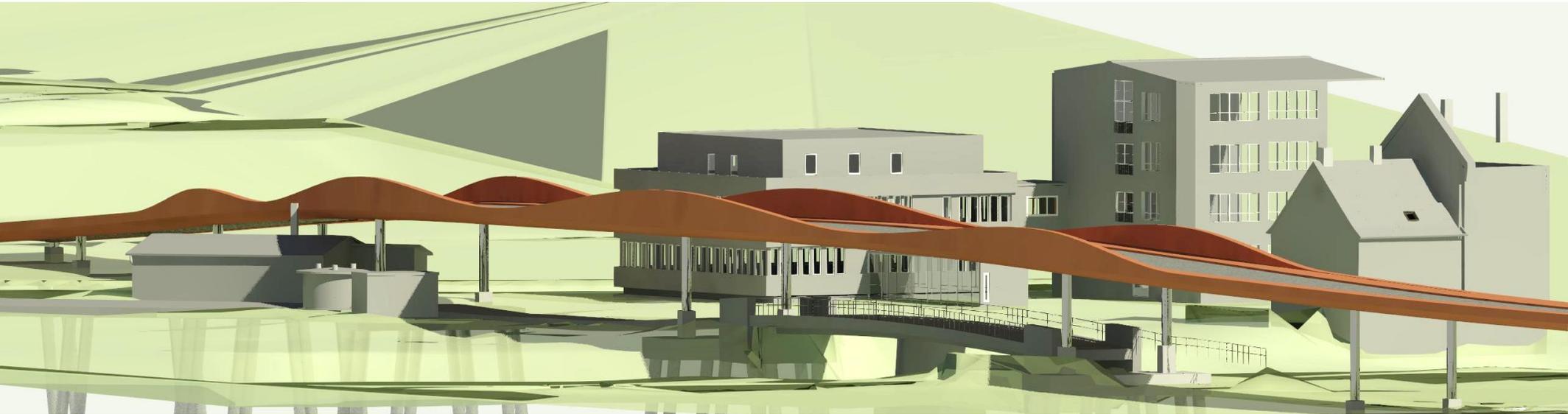


- Nach positivem Bürgerentscheid im Jahr 2016 sprachen sich am 09.06.2024 wieder eine **Mehrheit der ErlangerInnen für die StUB** aus

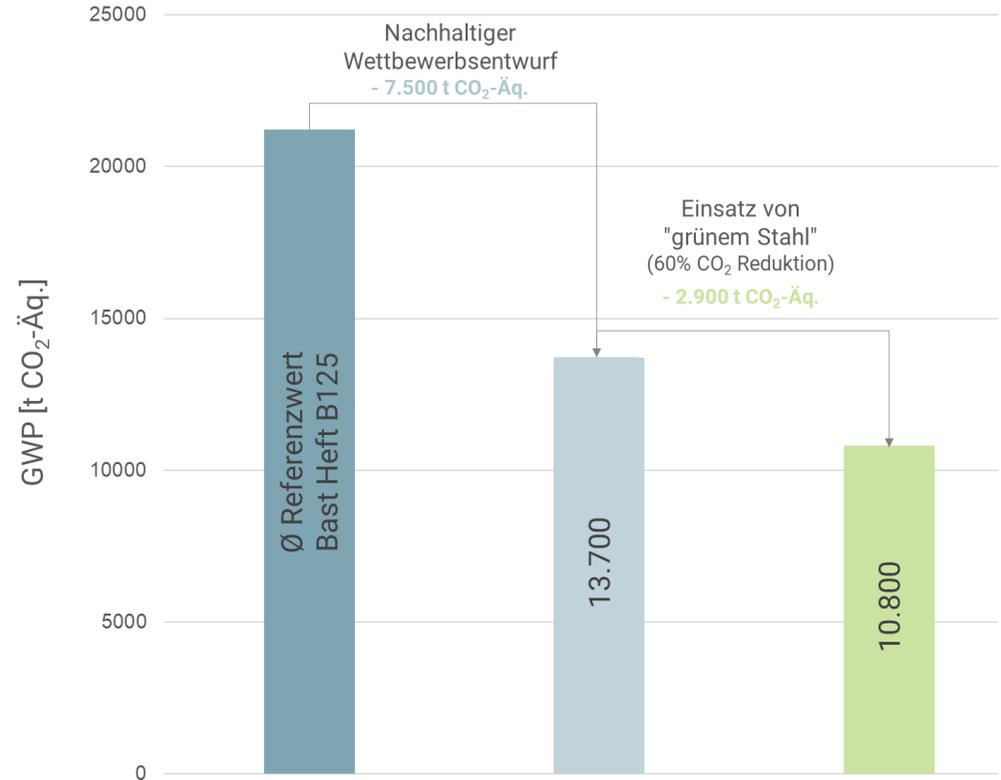
**Sind Sie dafür, dass die Verlängerung der Nürnberger Straßenbahn (Stadt-Umland-Bahn - StUB) durch die Erlanger Innenstadt bis zum Bahnhof und weiter nach Herzogenaurach auf Basis der vorliegenden Planungen gebaut wird ?**



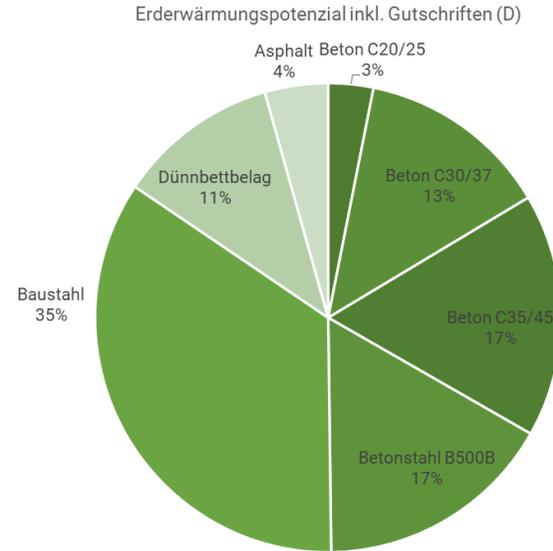
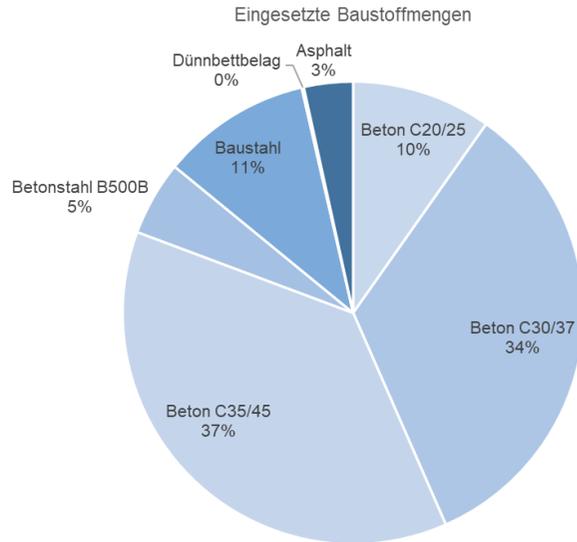
- › Tatsächliche Ermittlung des **Global Warming Potential (GWP)** des Bauwerks
- › „Der GWP-Wert/CO<sub>2</sub>-Äquivalent gibt das Treibhauspotenzial eines Stoffes an und damit seinen Beitrag zur Erwärmung der bodennahen Luftschicht.“ – Definition Statistisches Bundesamt
- › Ermittlung des **GWP-Werts der wesentlichen Bauteile** der Brücke für eine **Lebensdauer von 100 Jahren**
- › Grundlage der Bilanzierung stellen die Datensätze der **ÖKOBAUDAT** des BMWSB dar



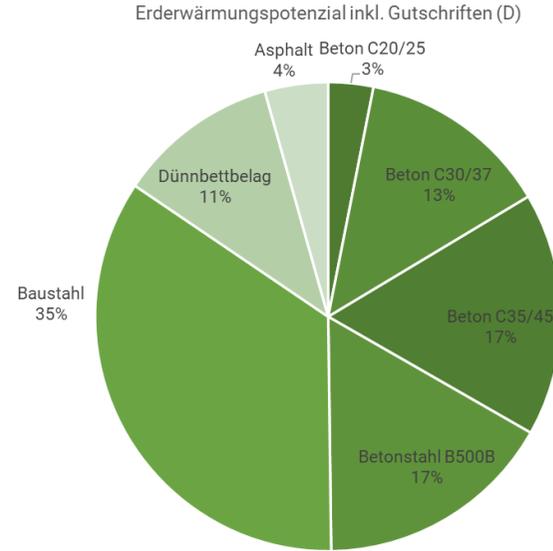
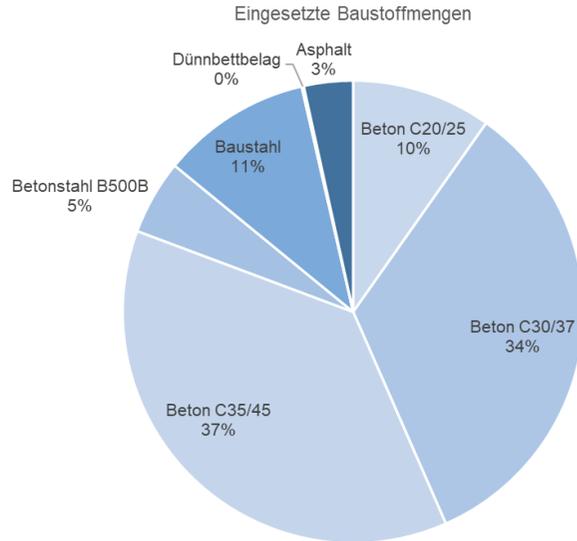
- › GWP-Wert des Wettbewerbsentwurf liegt mit **13.700 t CO<sub>2</sub>-Äq.** deutlich unter dem Referenzwert des Bast Heft B125
- › 13.700 t CO<sub>2</sub>-Äq. auf 100 Jahren entsprechen dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von ca. 13 Haushalten im selben Zeitraum (CO<sub>2</sub>-Ausstoß: 10,35 t CO<sub>2</sub>-Äq./Jahr/Haushalt gem. Daten des Umweltbundesamtes)
- › Trotz des vergleichsweise geringen CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes der Brücke ist eine weitere **Optimierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes** angebracht
- › Z. B. durch den Einsatz von **grünem Stahl** oder weiteren Maßnahmen



CO<sub>2</sub>-Bilanzierung für eine Lebensdauer von 100 Jahren



- › Trotz schlanker Tragstruktur und Gutschriften im Modul D sind dem **Baustahl über ein Drittel des Erderwärmungspotenzials** des Bauwerks zuzuschreiben  
→ **ressourcenschonende und materialeffiziente Planung**  
→ Riesiges Optimierungspotenzial durch den Einsatz von **grünem Stahl**
- › **Dünnbettbelag** besitzt im Vergleich zur eingesetzten Menge ein sehr großes Erderwärmungspotenzial  
→ Einsatz nur dort, wo für die **Dauerhaftigkeit** tatsächlich erforderlich  
→ Einsatz/Entwicklung **alternativer Beläge** mit geringerem Erderwärmungspotenzial



- › **Korrosionsschutz?** Durch den Einsatz von wetterfestem Stahl nur in geringem Maß erforderlich  
 → ÖKOBAUDAT liefert keine Daten für den Einsatz von Korrosionsschutzsystemen  
 → GWP-Betrachtung lebt von **verlässlichen Daten** für alle eingesetzten Baumaterialien
- › GWP-Betrachtung hilft dabei Optimierungsmöglichkeiten von eingesetzten Baumaterialien aufzudecken, aber ist **nur ein Baustein** für die Planung nachhaltiger Ingenieurbauwerke
- › Sicherstellung der **Dauerhaftigkeit über die angenommene Lebensdauer von 100 Jahren**  
 → **Technisch hochwertige Planung und Herstellung** der Bauwerke  
 → Schaffung **soziokultureller Akzeptanz durch zeitlos gestaltete Bauwerke**

# VIELEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT

Jacqueline Donner, M. Sc.  
+49 89 410737 703  
jdonner@grassl-ing.de

Julian Seisenberger, M. Sc.  
+49 89 410737 736  
jseisenberger@grassl-ing.de

Wettbewerbsentwurf:

**GRASSL**

firmhofer + günther  
architekten

**toponauten**