

Dr.-Ing. Markus Gabler
Arup Deutschland GmbH, Düsseldorf

Digitalisierung im Stahlbrückenbau

Erfahrungsberichte aus BIM-Pilotprojekten und robotergesteuerter Fertigung

Fachtagung Brückenbau

Bayreuth, 24. September 2019

Digitalisierung im Stahlbrückenbau

ARUP

Erfahrungsberichte aus BIM-Pilotprojekten und robotergesteuerter Fertigung

Bayreuth, 24. September 2019



Agenda

Digitalisierung im Stahlbrückenbau

1. Stahlbau – Vorreiter der Digitalisierung?
2. Umsetzung der BIM-Methode in der Infrastrukturplanung
3. BIM-Pilotprojekt Schwelmetalbrücke
4. MX3D – Die gedruckte Brücke
5. Zusammenfassung und Ausblick

„Zukunft ist etwas, das die meisten
Menschen erst lieben, wenn es
Vergangenheit geworden ist.“

William Somerset Maugham

Stahlbau – Vorreiter der Digitalisierung?

Chancen, die wir nutzen können...

Stahlbau – Vorreiter der Digitalisierung?

Chancen, die wir nutzen können...

Warum ist gerade der Stahlbau für die Digitalisierung prädestiniert?

- Vorfertigung im Werk
- Hohe Präzision im Stahlbau
- Additive Fügung aus universellen Halbzeugen
- Wirtschaftlicher Druck außerhalb Europas



Queensferry Crossing © Arup

Stahlbau – Vorreiter der Digitalisierung?

Chancen, die wir nutzen können...

Wie bleibt der europäische Stahlbau zukunftsfähig?

- Automatisierung in der Fertigung
- Effiziente Montage
- Optimale Materialausnutzung



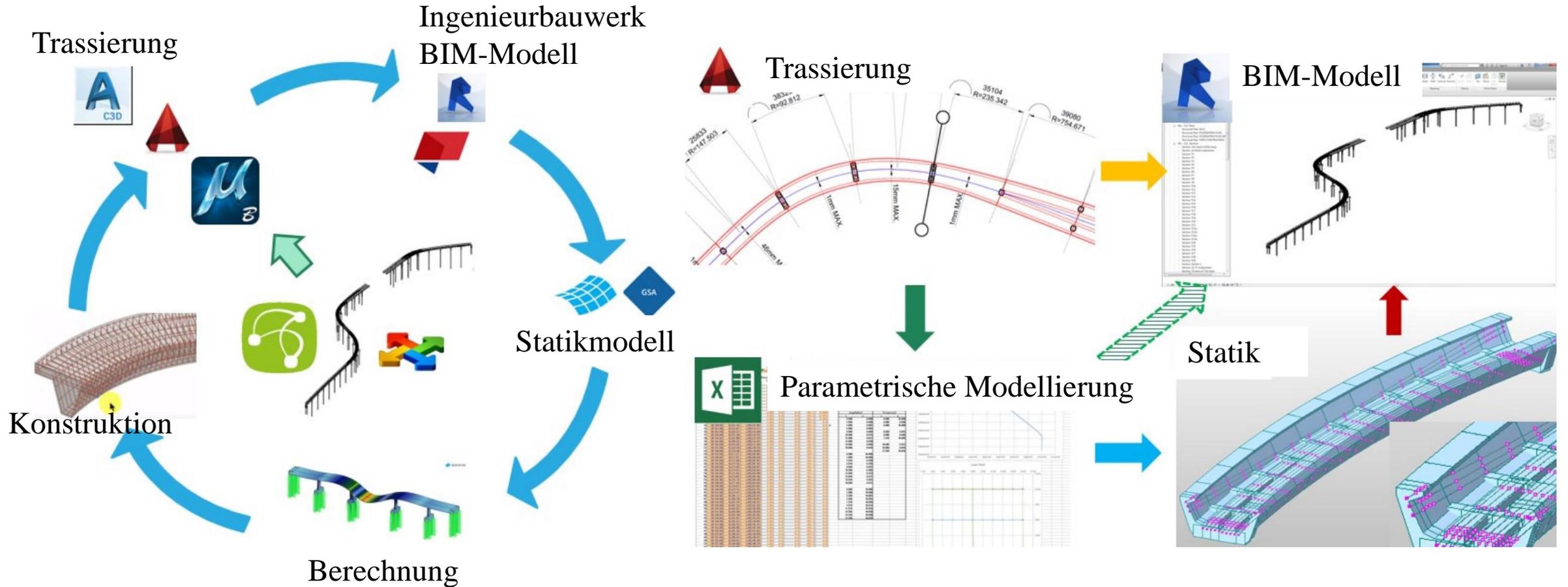
Queensferry Crossing © Arup

Umsetzung der BIM-Methode in der Infrastrukturplanung

Ein Blick über den Tellerrand...

Workflow

Interaktion Trasse - Ingenieurbauwerk



Suurhoffbrug, Niederlande

Modellierung – Bauwerk und Gelände



Suurhoffbrug, Niederlande

BIM-Modell



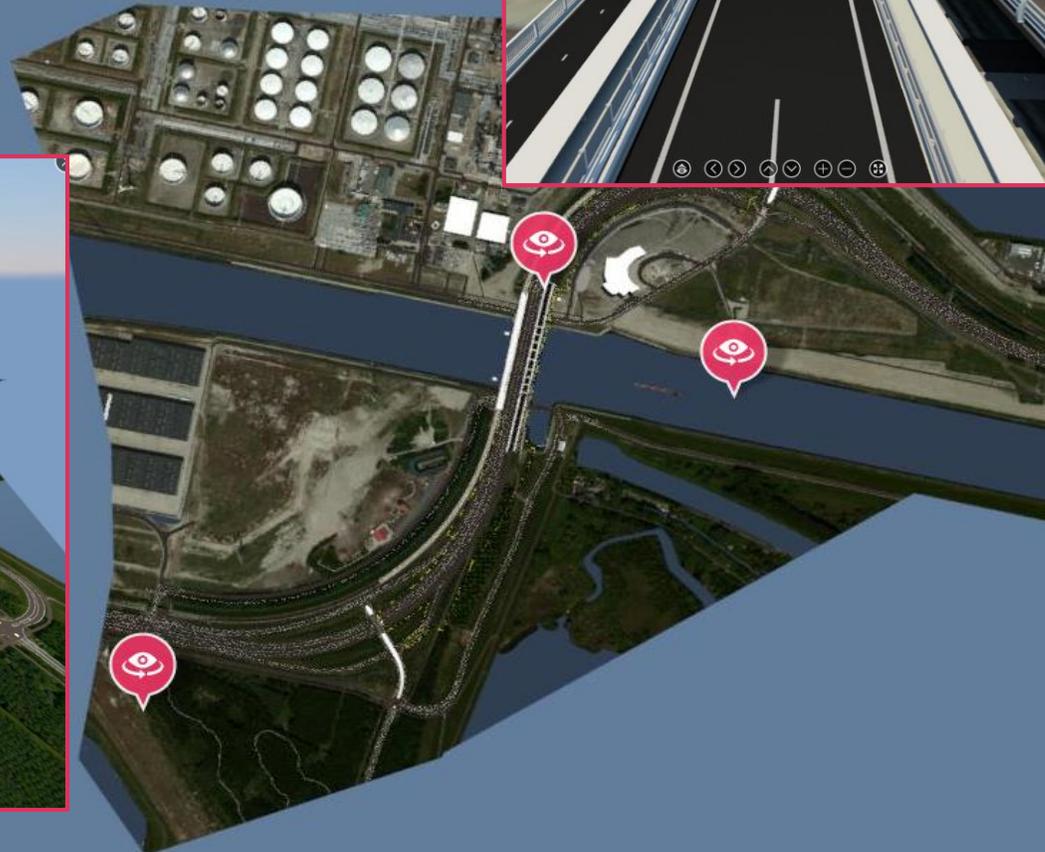
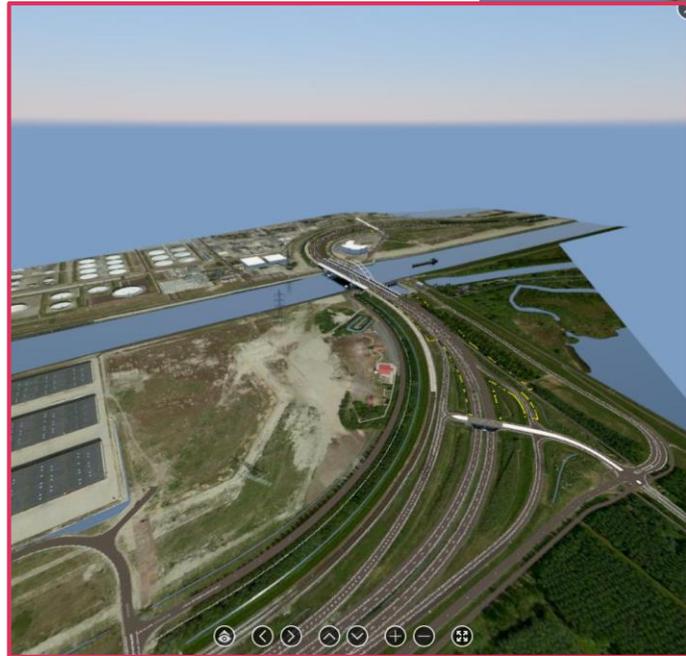
Suurhoffbrug, Niederlande

Visualisierung



Suurhoffbrug, Niederlande

Online Bürgerinformation



BIM-Pilotprojekt Schwelmetalbrücke

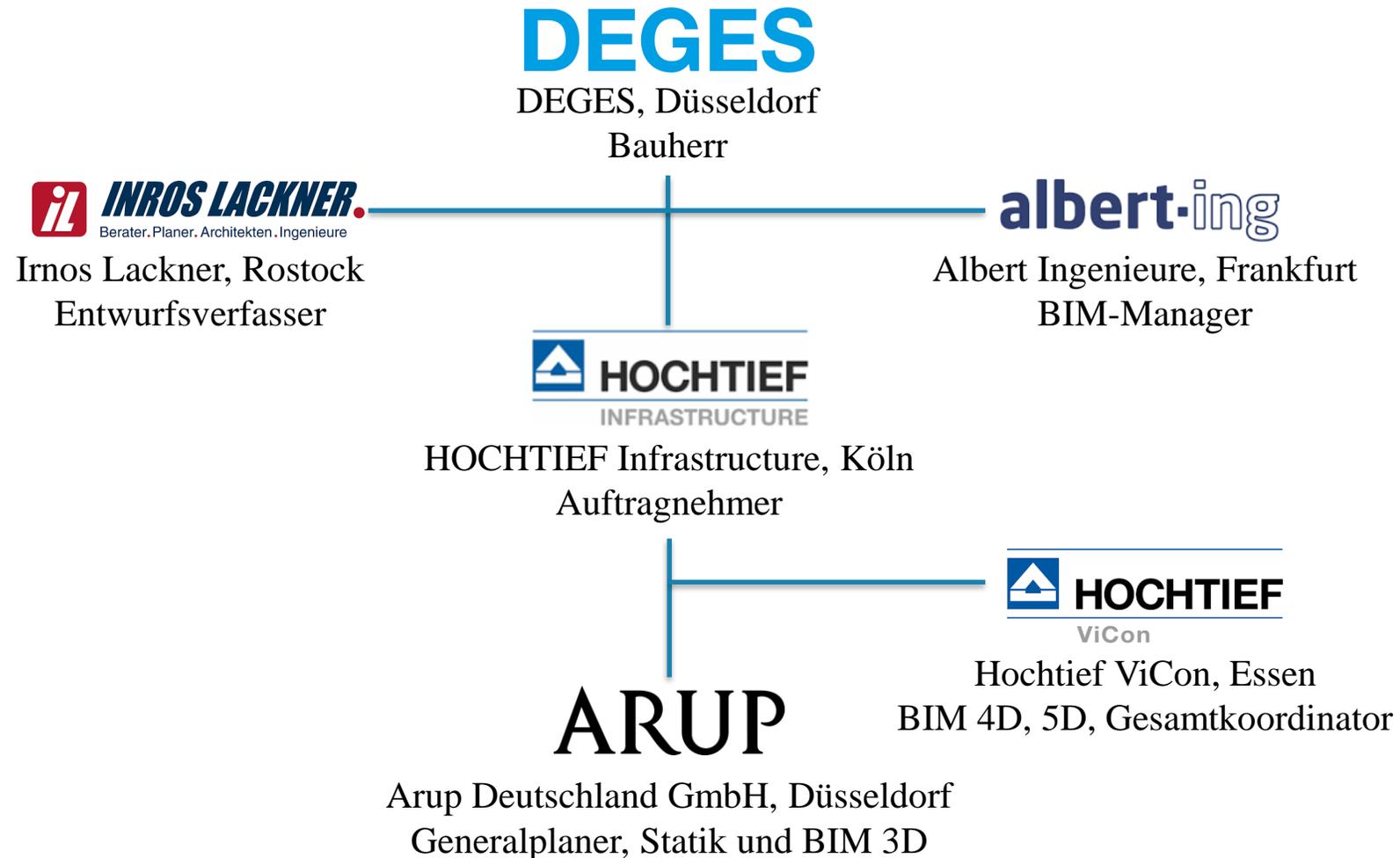
BIM auf der Baustelle...

Schwelmetalbrücke im Zuge der A1 bei Wuppertal

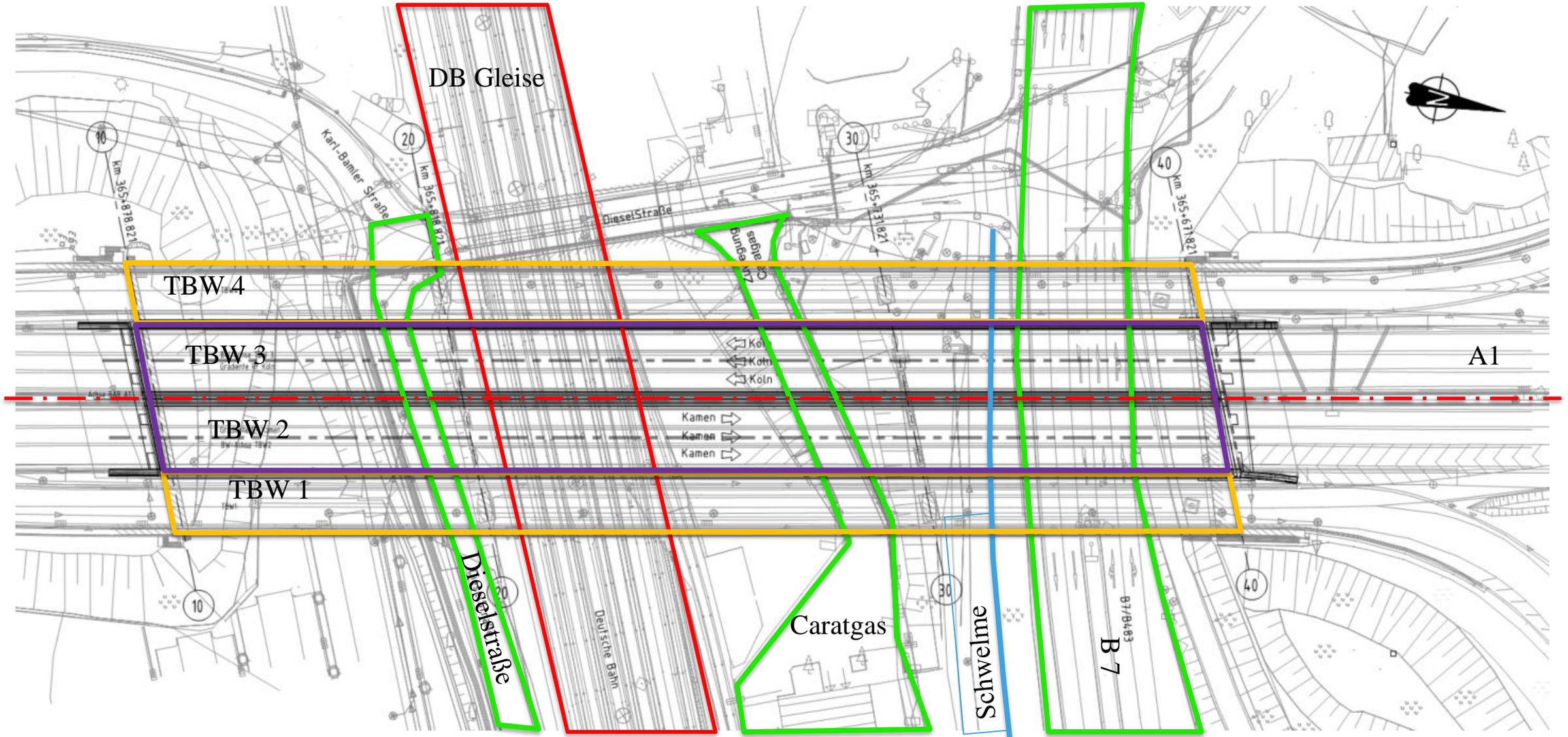


Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

Projektbeteiligte



Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal



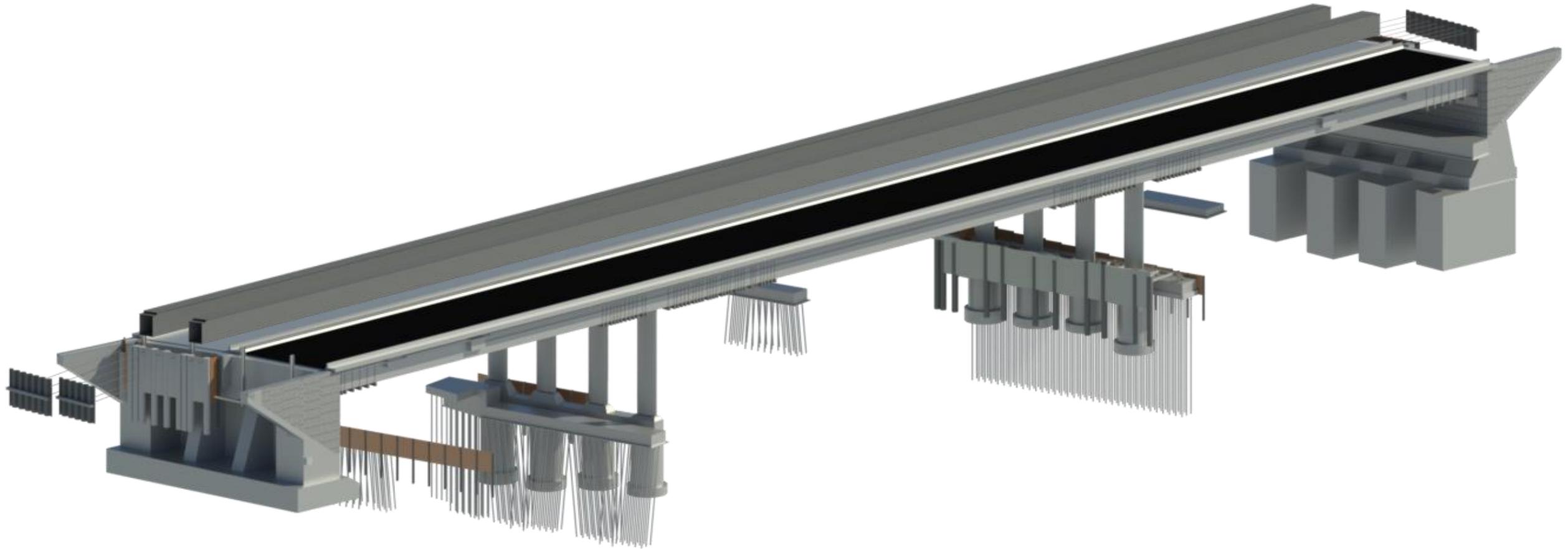
Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

Phase 1: Bestand



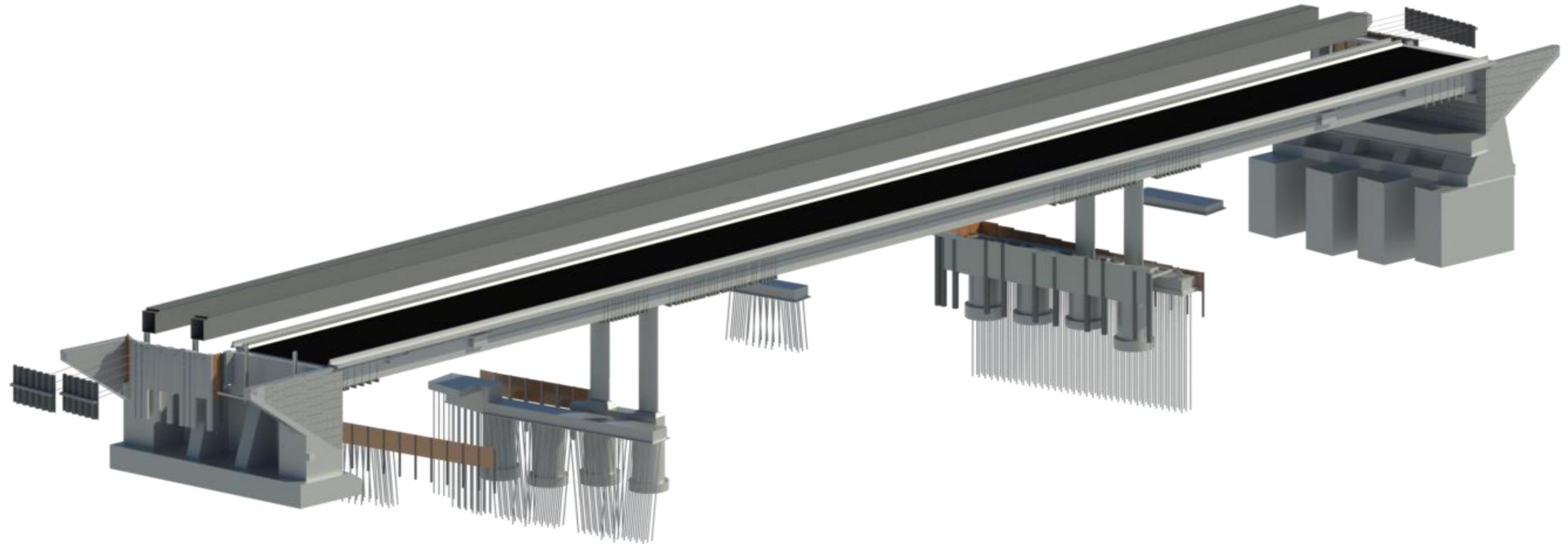
Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

Phase 2: Baubehelfe + Vormontage Stahlhohlkästen



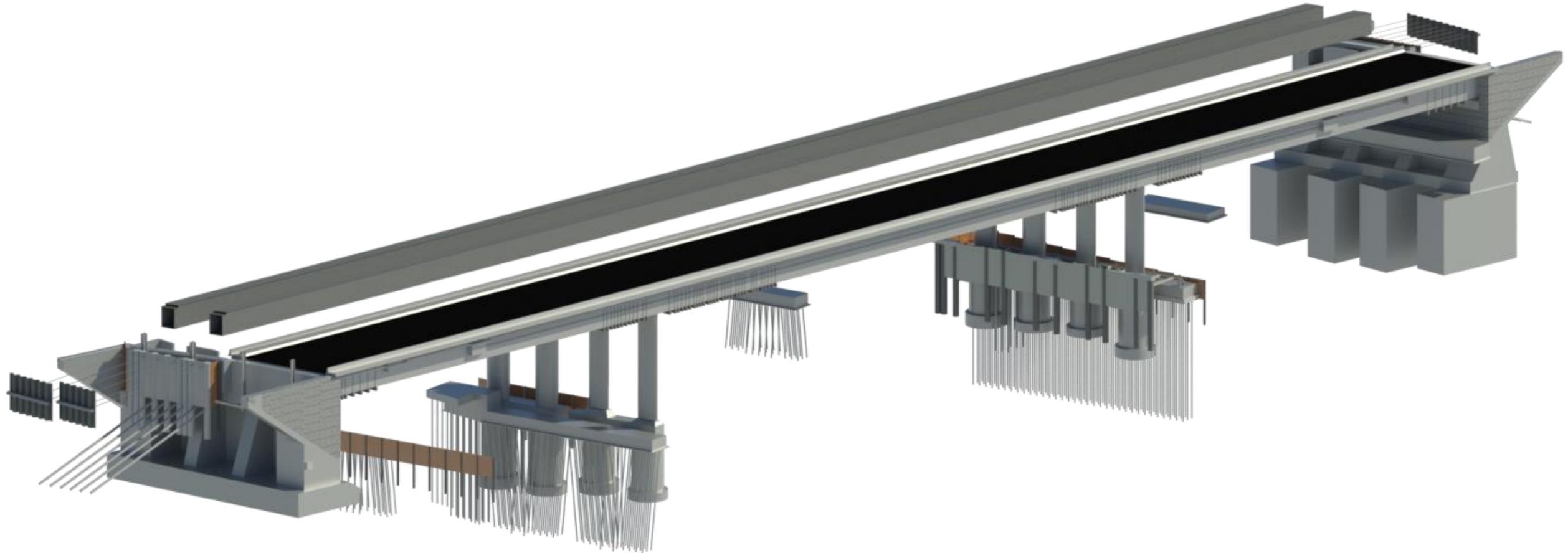
Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

Phase 3: Abbruch Bestand



Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

Phase 4: Neubau Unterbauten



Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

Phase 5: Ablassen Stahlhohlkästen



Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

Phase 6: Betonage Fahrbahnplatte



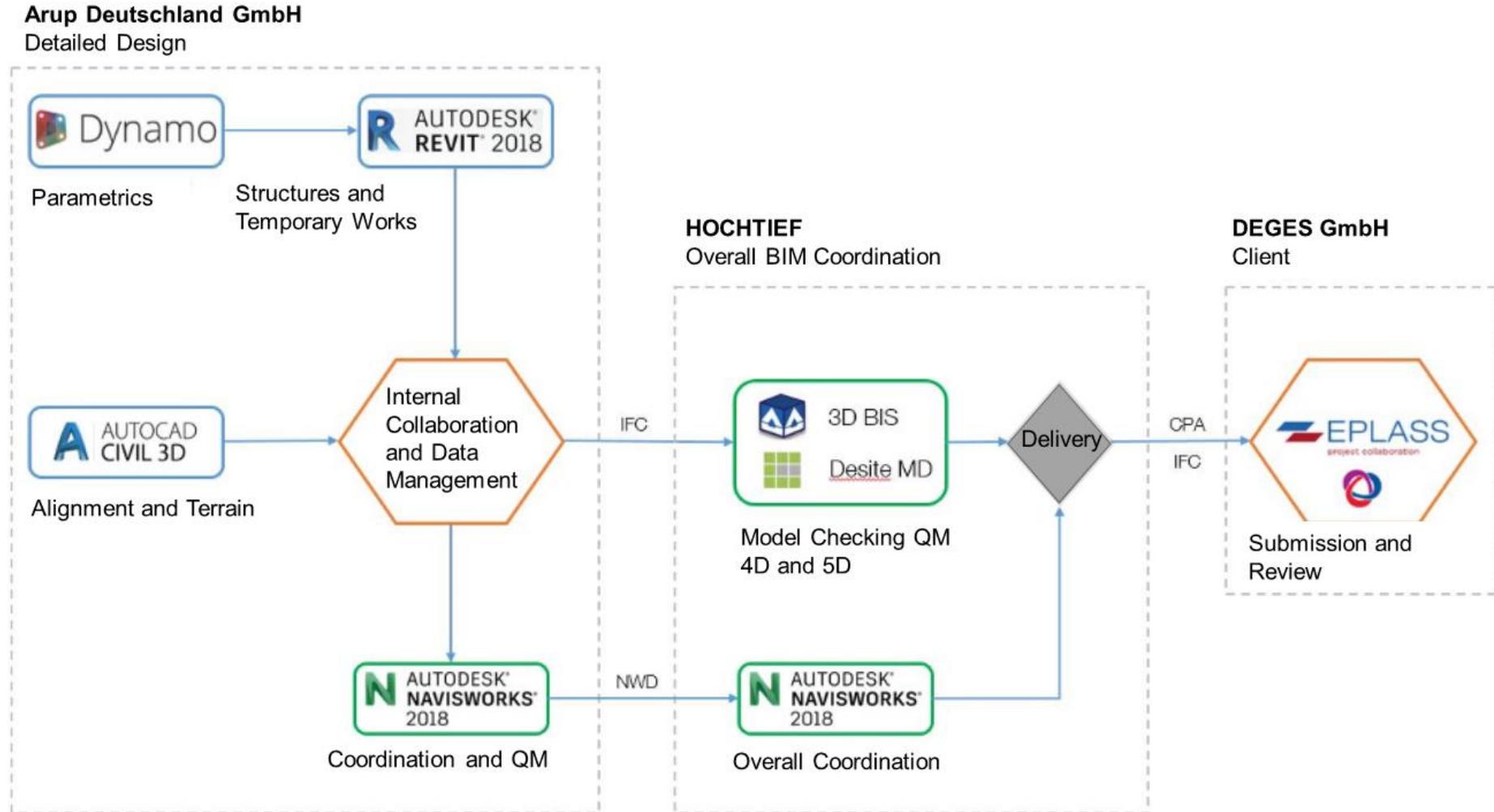
Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

Phase 7: Inbetriebnahme



Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

Software



Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

Fachmodelle

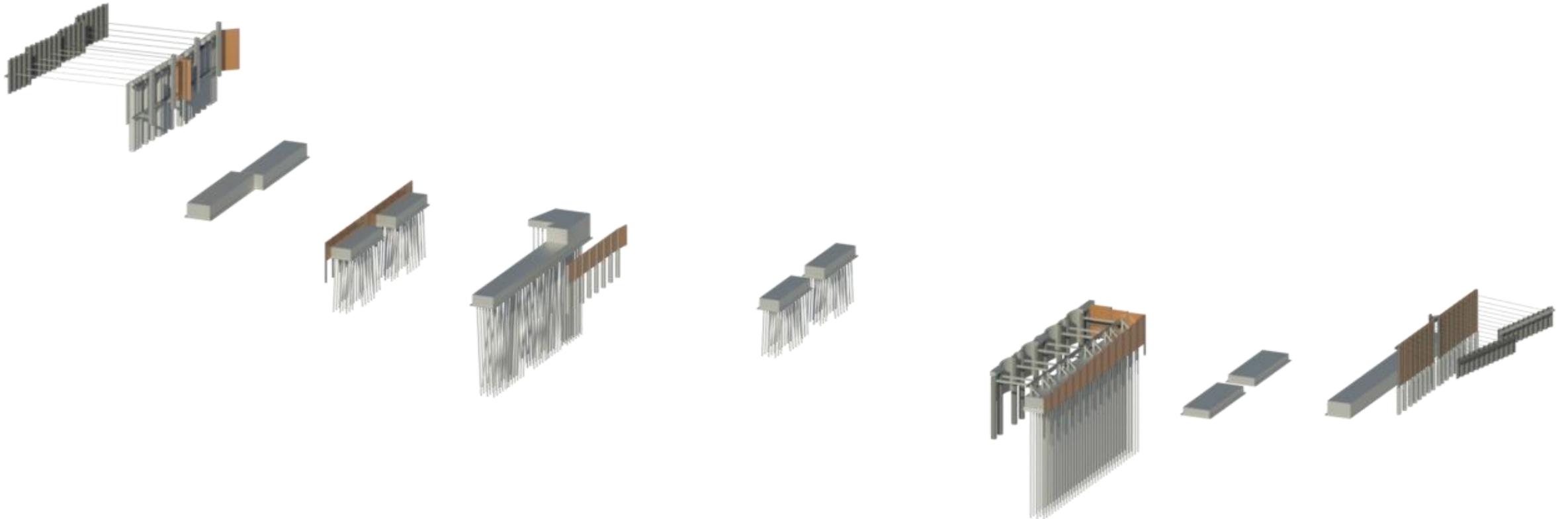
Abbruch



Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

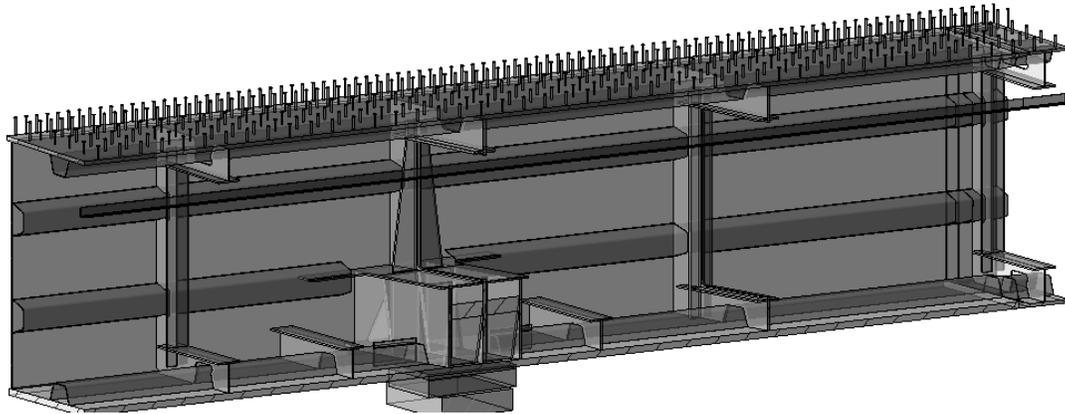
Fachmodelle

Bauehelfe

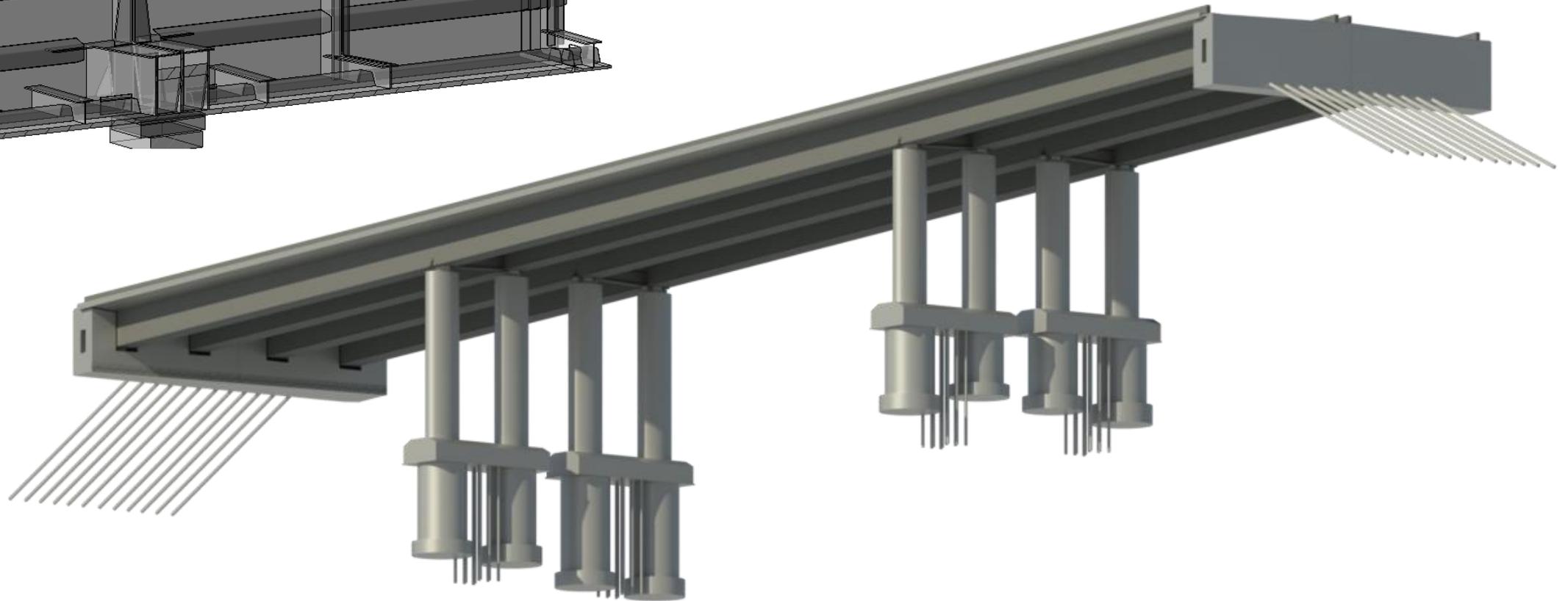


Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

Fachmodelle

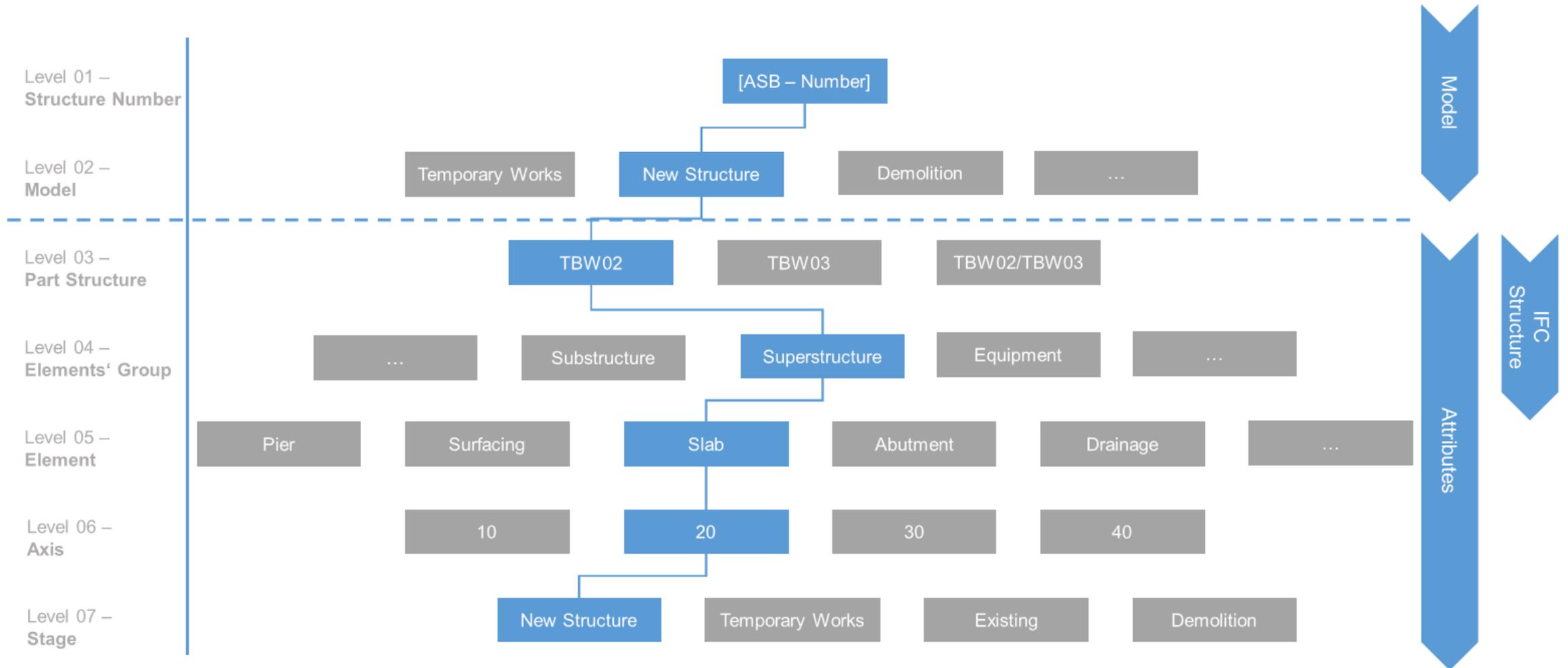


Neubau



Schwelmetalbrücke im Zuge der A1, Wuppertal

Parameter



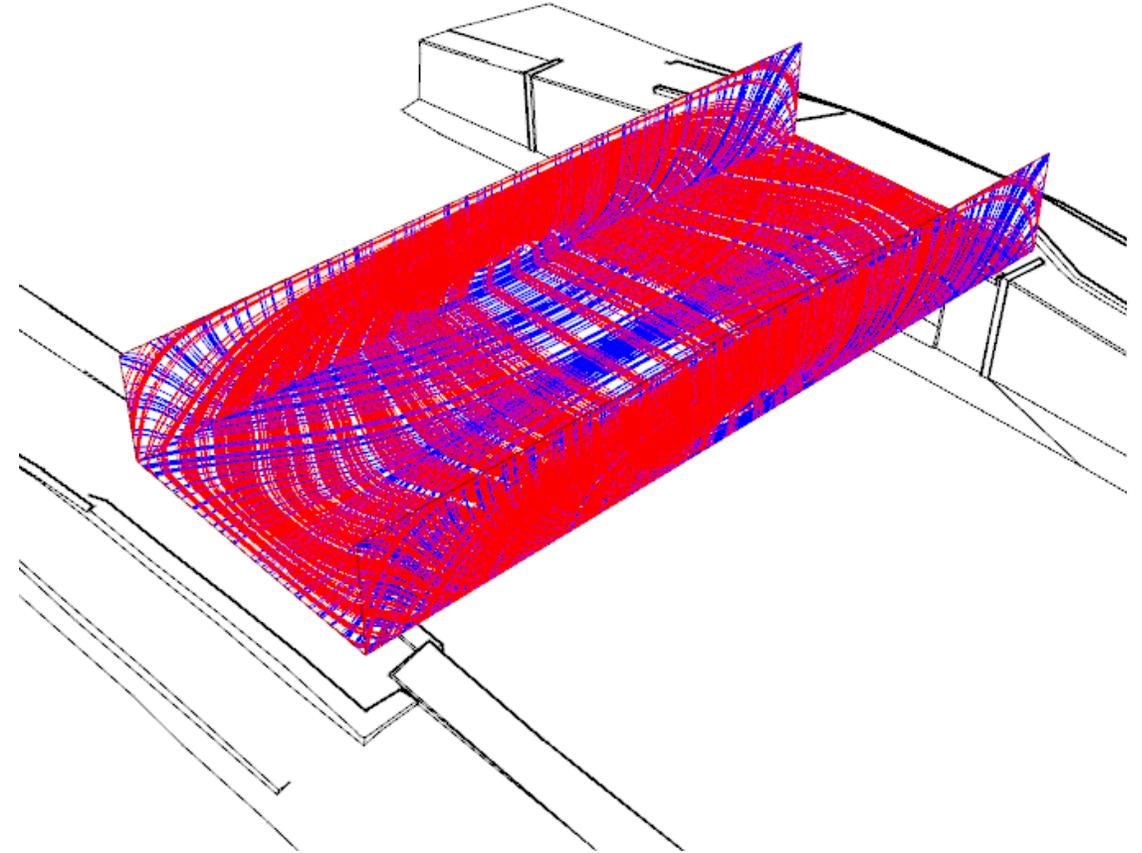
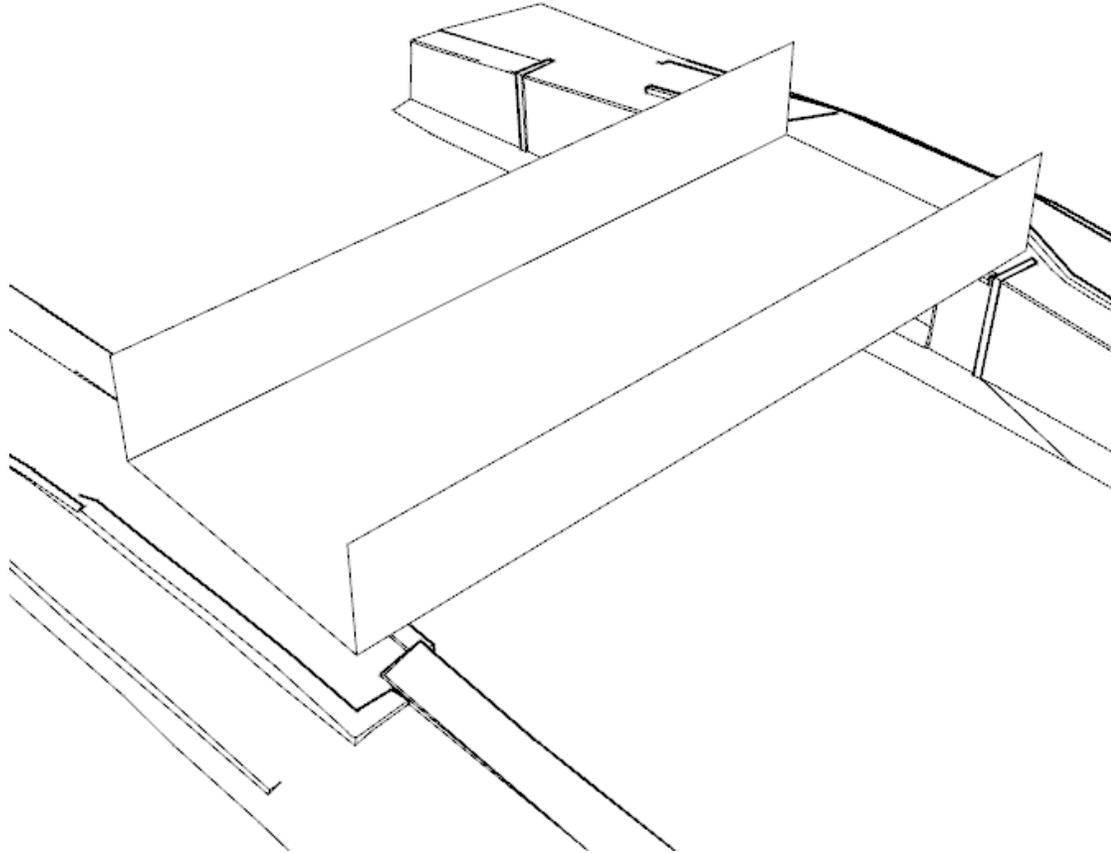
MX3D – Die gedruckte Brücke

... wo die Reise hinführt.



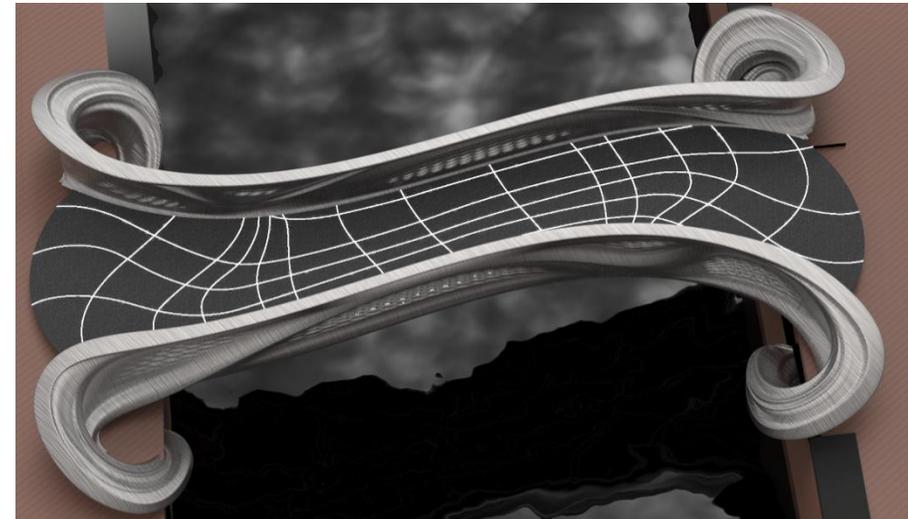
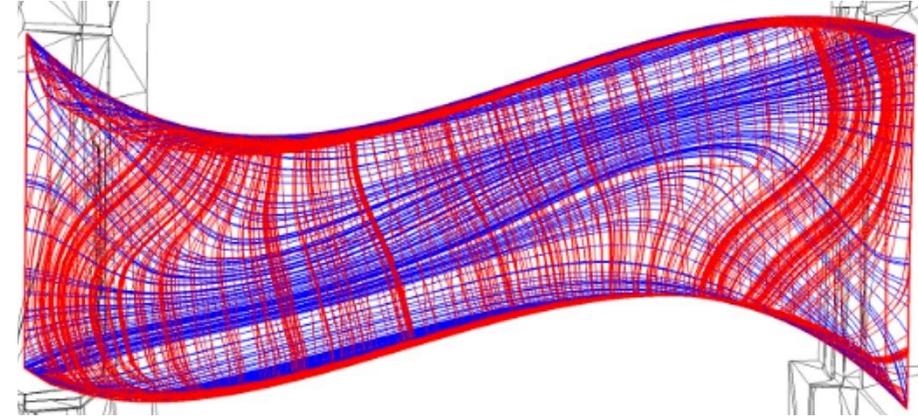
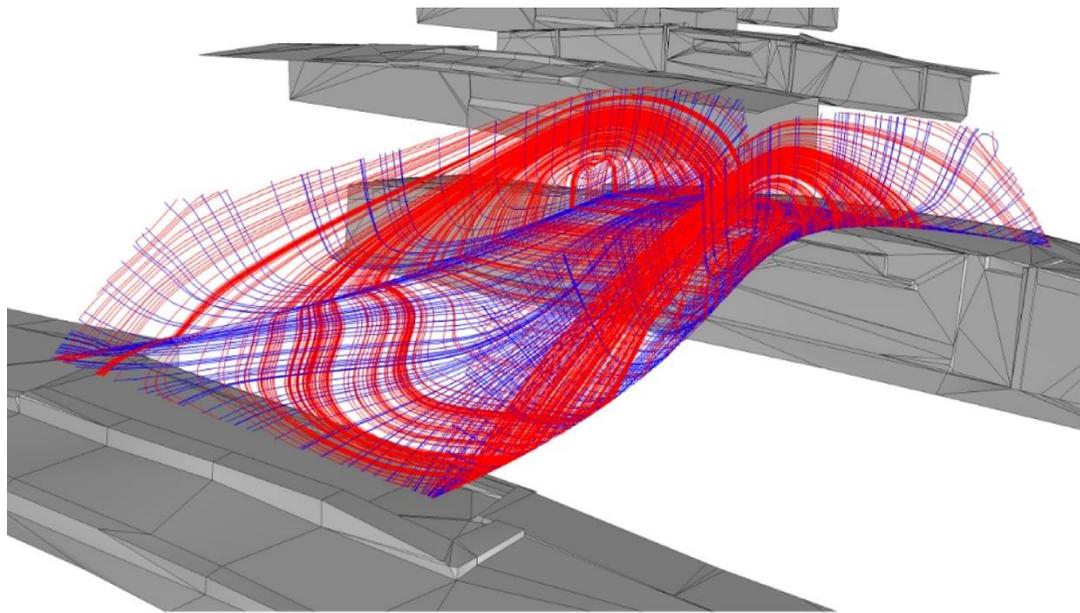
MX3D Gedruckte Brücke

Entwicklung des statischen Systems



MX3D Gedruckte Brücke

Formoptimierung



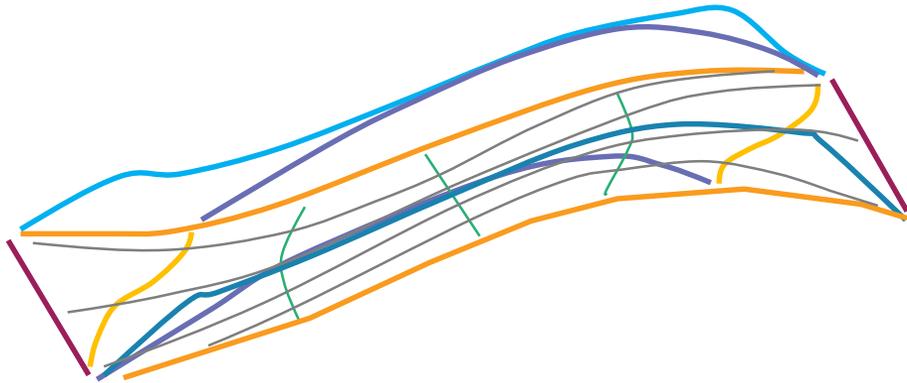
MX3D Gedruckte Brücke

Stege und Perforation

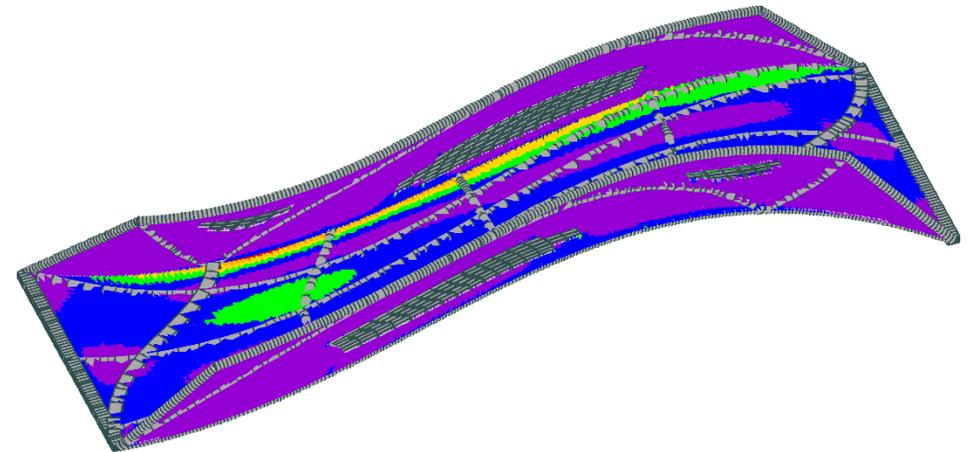


MX3D Gedruckte Brücke

Evolution des statischen Systems



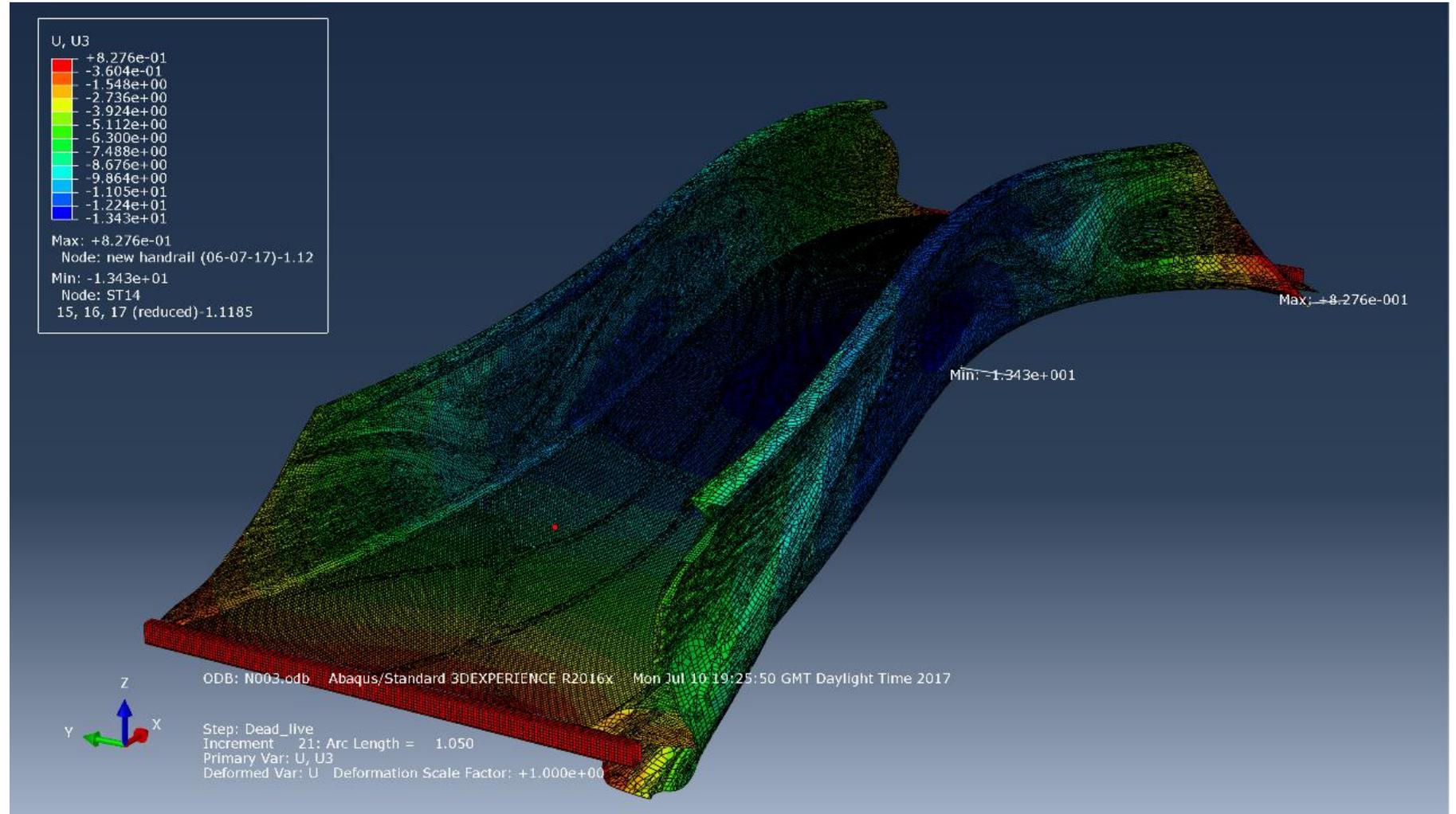
Vereinfachtes GSA Modell



1D Balken mit 2D Schale

MX3D Gedruckte Brücke

ABAQUS-Modell mit nichtlinearen Schalenelementen



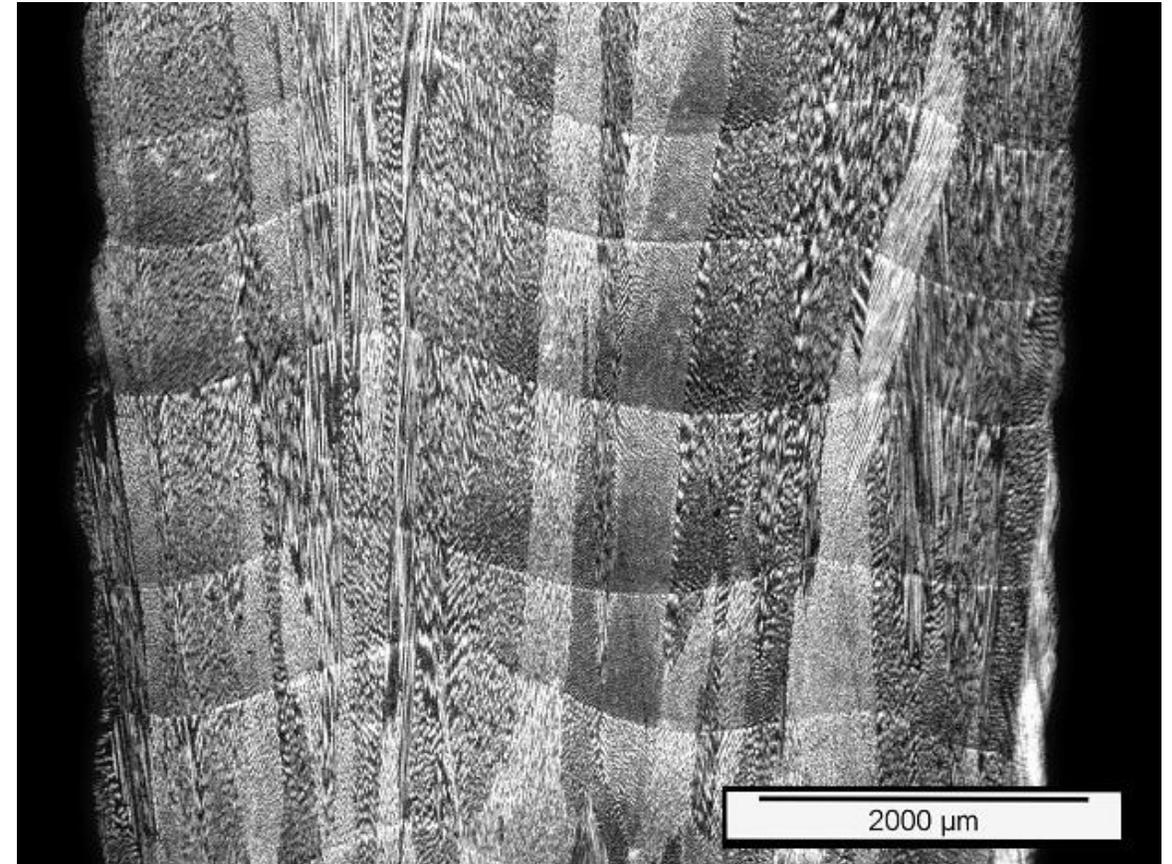
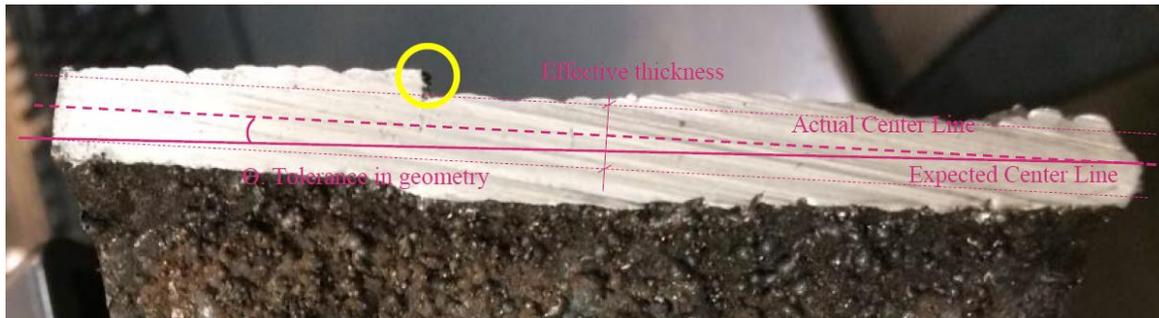
MX3D Gedruckte Brücke

Bemessung

Besondere Herausforderungen:

Unbekannte Materialeigenschaften

- Toleranzen
- Geometrische Ungenauigkeiten und Imperfektionen
- Eigenspannungen und mikromechanische Eigenschaften
- Schweißdefekte

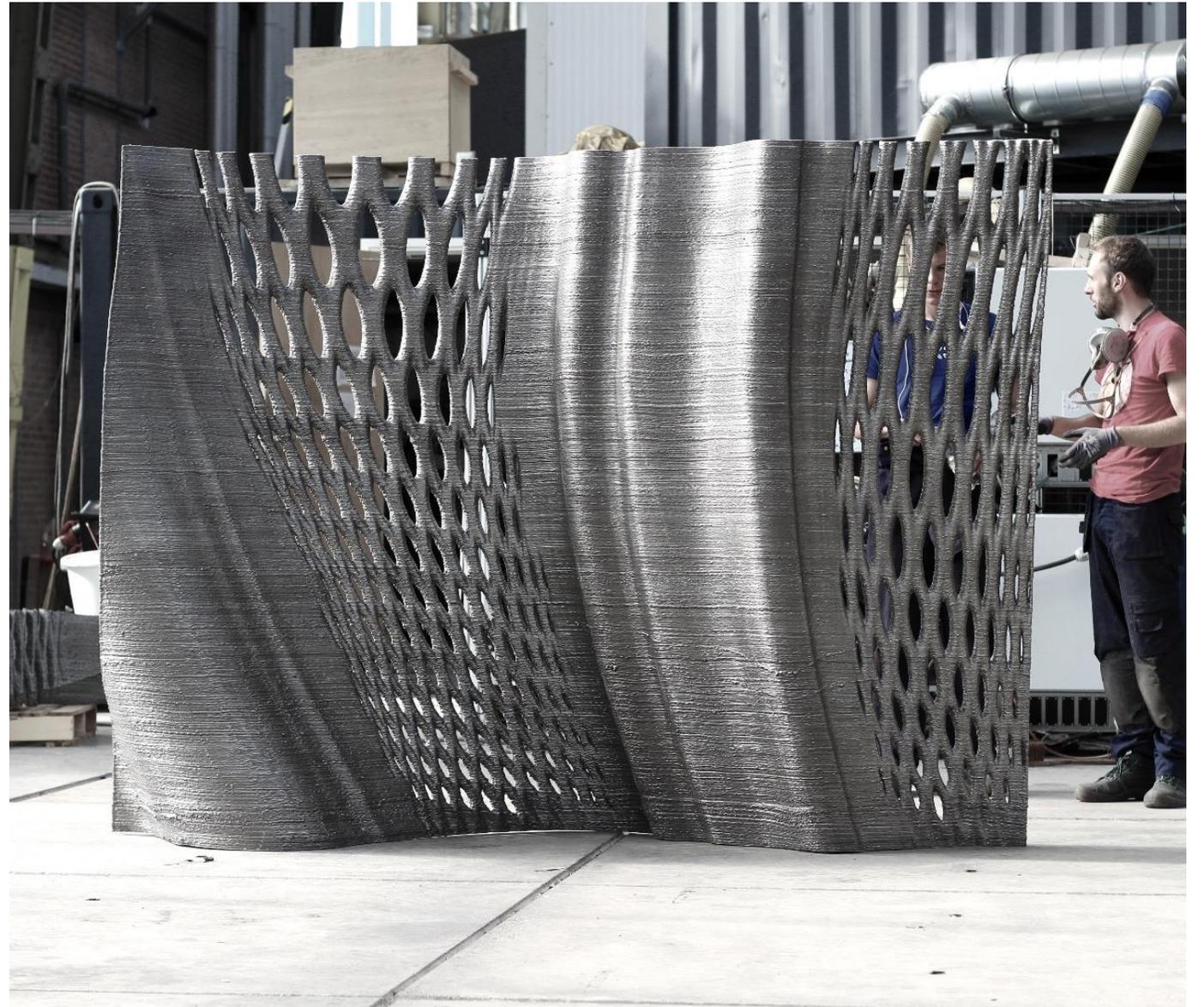


MX3D Gedruckte Brücke

Bauteilversuche

Versuche:

- Bemessung außerhalb genormter Werkstoffkenngrößen
- Experimentelle Bestimmung der Kennwerte
- Materialversuche, Bauteilversuche und großformatige Tragwerkstests



MX3D Gedruckte Brücke

Monitoring

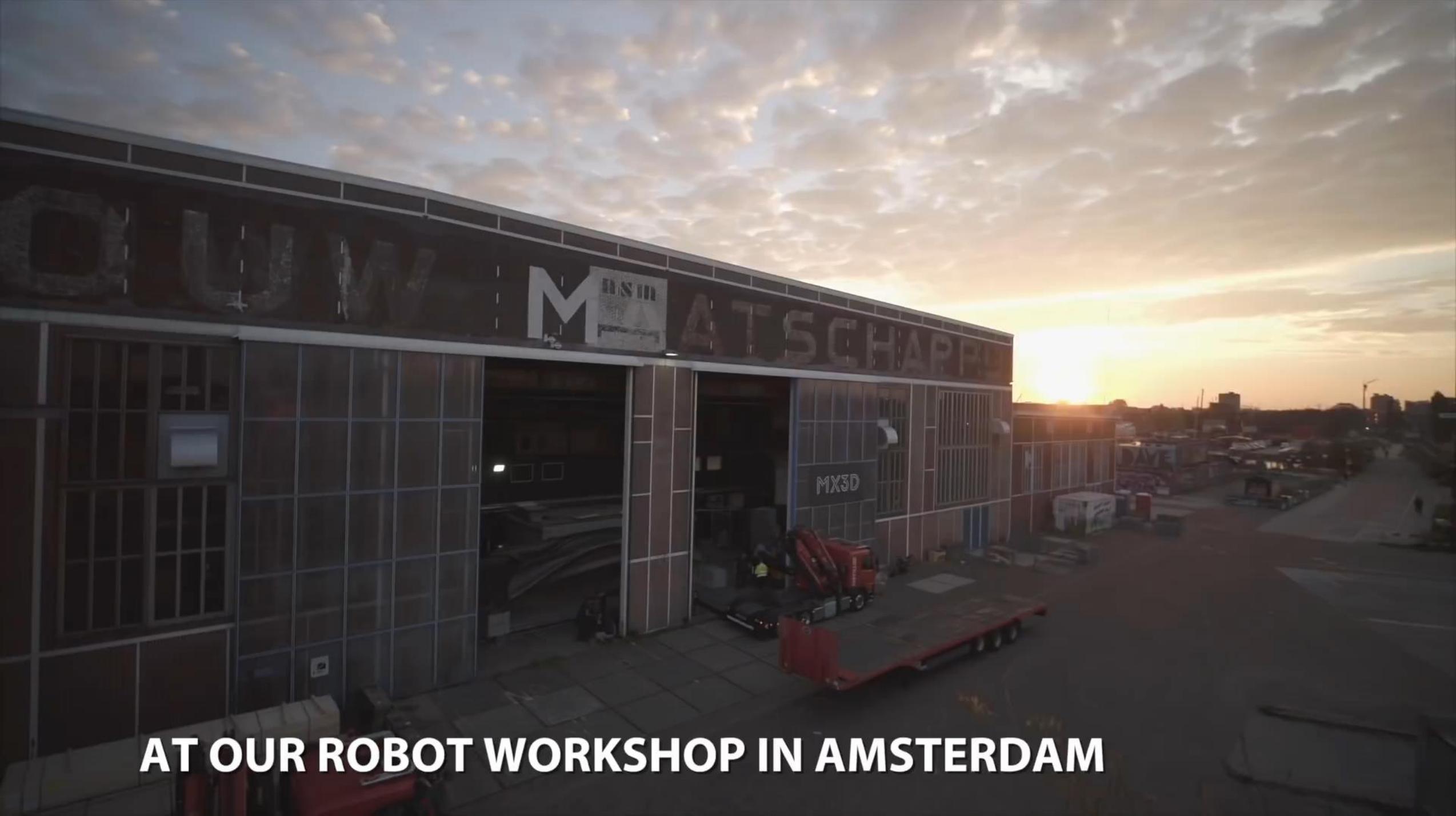
Monitoring der Brücke über gesamte Lebensdauer:

- Echtzeitmonitoring Verformung und Lagerkräfte
- Korrosionsmonitoring





5000



AT OUR ROBOT WORKSHOP IN AMSTERDAM





MX3D



Zusammenfassung und Ausblick

Digitalisierung im Stahlbrückenbau

Zusammenfassung und Ausblick

Digitalisierung im Stahlbrückenbau

- Digitalisierung erlaubt uns größere Gestaltungsfreiheiten
- Ziel: mehr Arbeit beim Ingenieur, weniger Aufwand bei der Fertigung
- BIM-Planung erst schlagkräftig bei robotergestützter Fertigung
- Europa braucht automatisierte Fertigung, um international mithalten zu können

ARUP