

Vorplanung

Dimensionierung und Vorplanung Tragwerk gemäß HOAI 2021, §51, Lph 2

Bauvorhaben

NEN – Geh- u. Radwegbrücke B65/Erlengrund Bad Nenndorf

Erlengrund / Bubikopf-Allee

D- 31542 Bad Nenndorf

Bauherr

Samtgemeinde Nenndorf / Stadt Bad Nenndorf

D -Rodenberger Allee 13

D- 31542 Bad Nenndorf

Architekt / Objektplaner

KRP Architektur GmbH

Erkelenzdammm 59/61

D - 10999 Berlin

aufgestellt:



Berlin, Juni 2022

EiSat GmbH · AG Charlottenburg · HRB 110082 B

Erkelenzdammm 59/61

D - 10999 Berlin

EiSat@EiSat.de · www.EiSat.de

T +49 (0) 30 319 85 50-30

F +49 (0) 30 319 85 50-50

Geschäftsführer· Managing Partners

Prof. Karen Eisenlöffel, M.Sc.

Dipl.-Ing. Achim Sattler

Prof. Dipl.-Ing. Volker Dick, M.Sc.

Dipl.-Ing. Jan Mommert

Gerd Dochan, M.Eng.

NEN | Geh- u. Radwegbrücke B65/Erlengrund Bad Nenndorf



„Baufeld“ aus googlemaps 2023

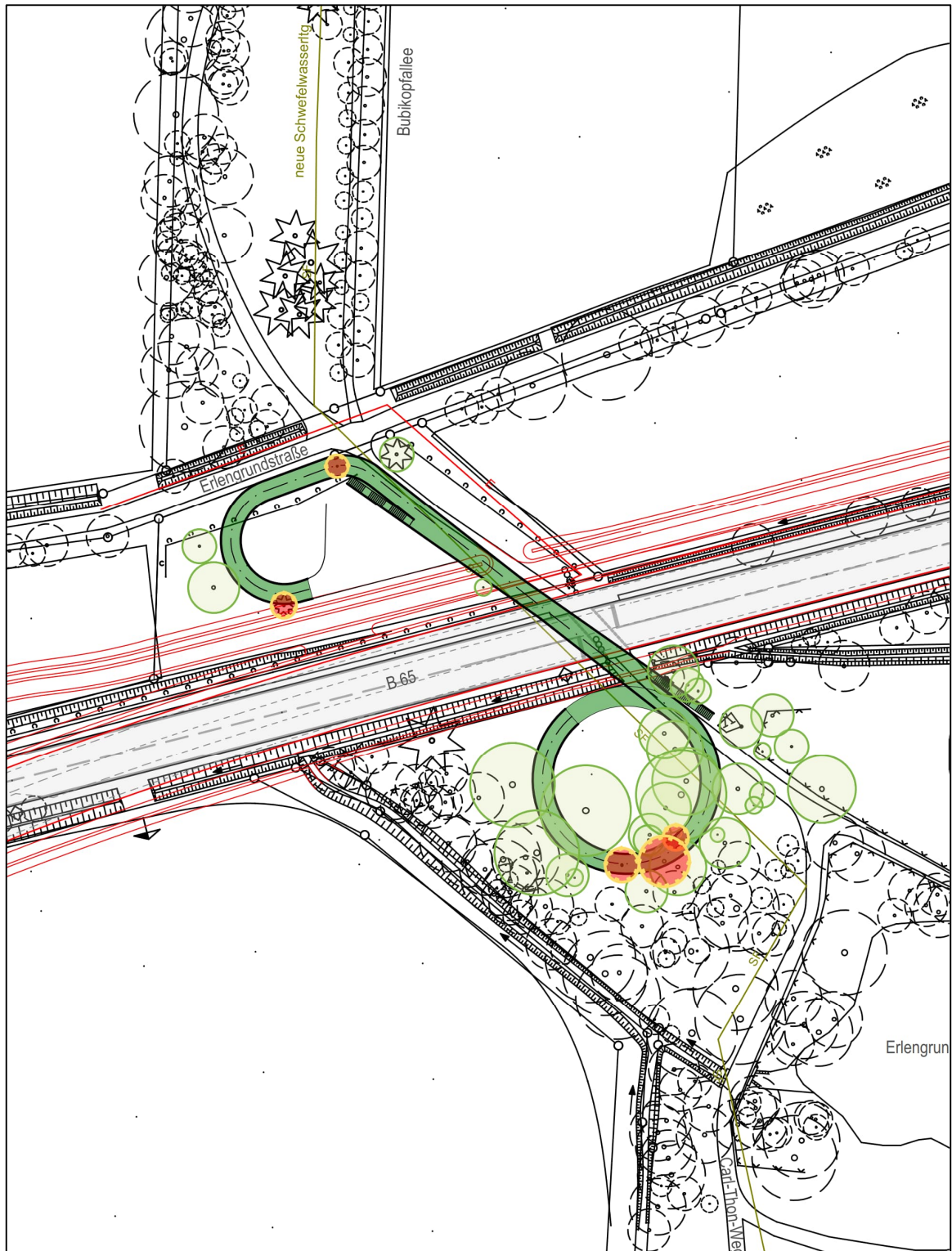


Anschluss Nord, Bubikopf-Allee
(Drohnenbilder AG)



Anschluss Süd, B65/Erlengrund

NEN | Geh- u. Radwegbrücke B65/Erlengrund Bad Nenndorf

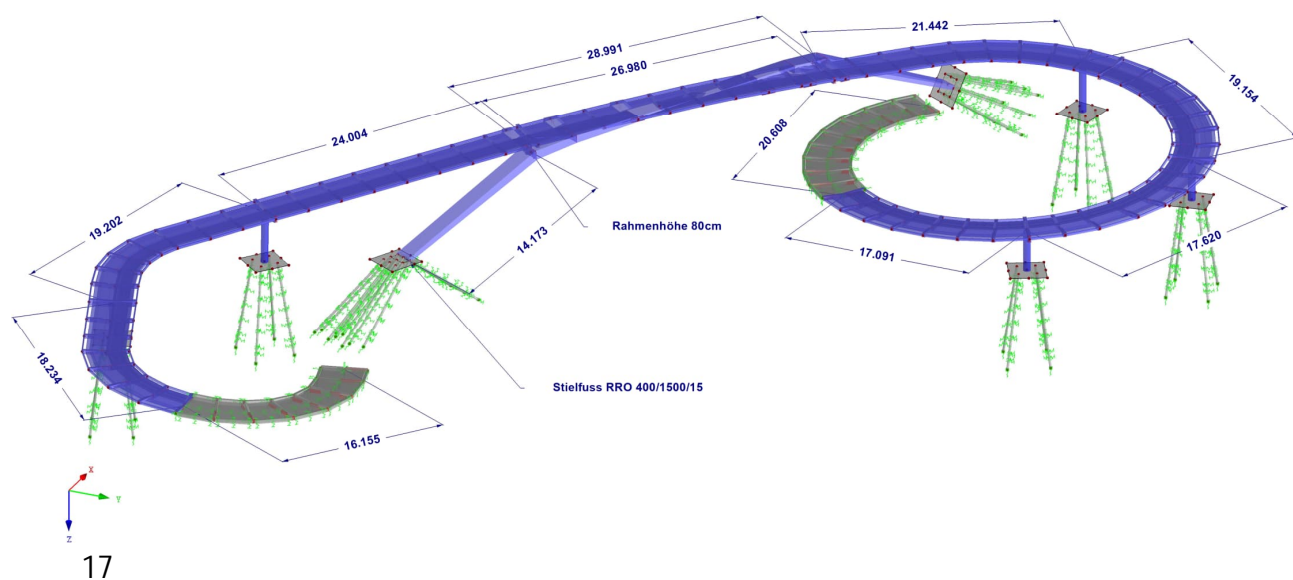


Vorzugsvariante – Lage/Gradiente

Inhalt

1.	Grundlagen	6
1.1	Projektvorgaben	6
1.2	Ausführungsvorschriften der Obersten Bauaufsicht	6
1.3	Fachliteratur - Regelwerke	6
2.	Baubeschreibung	7
2.1	Situation - Notwendigkeit der Maßnahme	7
2.2	Tragkonstruktion - Bauwerksgestaltung	7
2.3	Überbau	10
2.4	Unterbauten	12
2.5	Lager	12
2.6	Baugrund	13
2.7	Gründung	14
3.	Baustoffe	15
4.	Lastannahmen	16
5.	Dynamik	16
6.	Anlagen Modelle - Vorbemessung	17

6.1 Vorzugsvariante Rahmensprengwerk



17

- 6.2 Variante Durchlaufträger Hohlkasten.....19
- 6.3 Variante Durchlaufträger Trogbrücke19

1. Grundlagen

1.1 Projektvorgaben

- Objektplanung Vorentwurfsplanung, Stand 09.07.2021
- Digitale Grundrisse *. dwg / *.pdf mit Stand 09.07. 2021
- mündliche Angaben Architekt
- Vorentwurf B65, Algesdorf - Bad Nenndorf, Ausbau 2+1, Kirchner, Stand 06/2018
- Arbeitskarte FNP, 2017
- Arbeitskarte Zielplanung, Stand 11.01.2023
- Geotechnischer Bericht – noch offen!
- Baumkataster und Vermessungspläne Örtlichkeit, BW Vermessungsingenieure
- Rahmenkonzept Vom Erlengrund zur Kraterquelle, HNW Landschaftsarchitektur, Stand 06/2020
- Faunistische Erfassungen Erlengrund zur Kraterquelle, Stand 05.03.2021
- Hinweise aus Protokollen, Emails und Telefonaten

1.2 Ausführungsvorschriften der Obersten Bauaufsicht

Liste der Technischen Baubestimmungen (AV LTB) 9. Juli 2015

insbesondere hier Eurocode und DIN-Normen in den derzeit gültigen Fassungen:

- DIN EN 1990 – EC 0 Grundlagen der Tragwerksplanung
- DIN EN 1991 – EC 1 Einwirkung auf Tragwerke
- DIN EN 1992 – EC 2 Stahlbeton- und Spannbetontragwerke
- DIN EN 1993 – EC 3 Stahlbauten
- DIN EN 1995 – EC 5 Holzbau
- DIN 4102, 4108, 4109, 4123
und andere

1.3 Fachliteratur - Regelwerke

- Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung u. Ausstattung v. Ingenieurbauten - RE-ING
- Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten - RAB-ING
- Regelungen u. Richtlinien für die Berechnung und Bemessung von Ingenieurbauten - BEM-ING
- Schneider Bautabellen für Ingenieure, 23. Auflage

2. Baubeschreibung

2.1 Situation - Notwendigkeit der Maßnahme

Bad Nenndorf ist Ausrichter der Landesgartenschau Niedersachsen 2026. Hierzu wurde ein Gestaltungswettbewerb ausgelobt, der sich insbesondere mit dem Stadtzentrum und dem Kurpark auseinandersetzt. Den Wettbewerb konnte das Berlin Büro hutterreimann Landschaftsarchitektur GmbH aus Berlin für sich entscheiden.

Südöstlich von Bad Nenndorf stößt der Kurpark über einen schmalen Grünzug mit der sogenannten, denkmalgeschützten Bubikopf-Allee auf die Bundesstraße B65. Hier besteht aktuell eine Wegekreuzung zum anschließenden Park Erlengrund (nicht Bestandteil der Landesgartenschau) über eine Lichtsignalanlage. Für die komfortable Anbindung des Laga-Geländes mit dem Erlengrund und für die langfristige Attraktivierung der touristischen Infrastruktur, soll eine Fußgängerbrücke entwickelt werden, die die Bundesstraße barrierearm überspannt, die Verkehrssicherheit erhöht und den Ort insgesamt aufwertet.

Dabei ist dem behutsamen Umgang mit dem Naturdenkmal und der in der Tiefe liegenden Heilquelle besondere Rechnung zu tragen. Die Planung des Brückenbauwerks erfolgt unabhängig von der Landesgartenschau selbst, muss sich aber den Belangen und Terminen der Landesgartenschau unterordnen.

Das Architekturbüro KRP Architektur mbH hat beim ausgeschriebenen Vergabeverfahren, zusammen mit FUGMANN JANOTTA und PARTNER mbB und EiSat GmbH den Zuschlag erhalten.

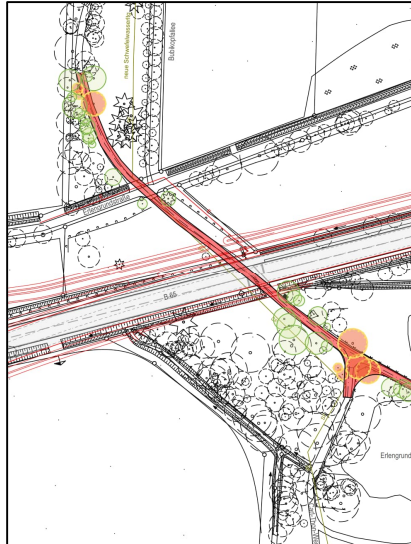
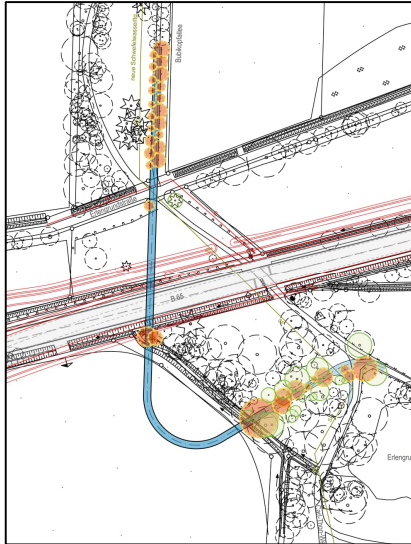
Die EiSat GmbH wurde dann im März 2023 mit den Leistungen der Tragwerksplanung beauftragt.

2.2 Tragkonstruktion - Bauwerksgestaltung

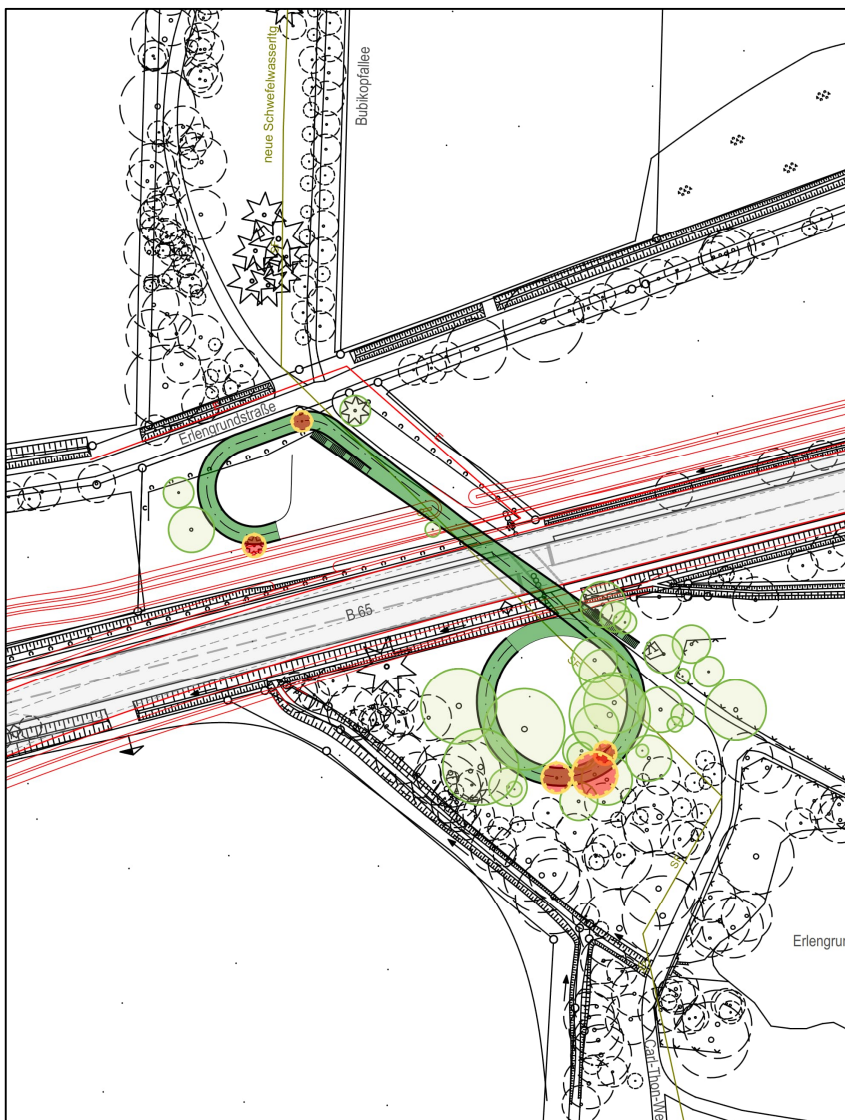
In Abstimmung mit dem Auftraggeber und den Objektplanern wurden mehrere Varianten in der Lage und der Gradienten untersucht. Nach eingehender Diskussion blieben drei Hauptvarianten für eine vertiefte Bewertung übrig.

Den vertieften Vergleich und die Bewertung der drei Hauptvarianten siehe Objektplanung. Als Vorzugsvariante wird ein doppelter „Loop“ festgelegt, der mit minimalem Eingriff in die Landschaft, die vorhandenen Wegebeziehungen optimal anbindet. Das Bauwerk wird auf den Nahbereich der Bundesstraße begrenzt und mit seinen dynamischen Rampenbereichen taucht es als Baumerlebnispfad langsam in die angrenzende Parklandschaft ein. Schützenswerte Bäume werden maximal erhalten.

Variantenuntersuchung Lage, Gradiente



verworfenne Varianten



Vorzugsvariante

Als Tragwerk wird sehr früh eine minimierte Bauhöhe unter der Fahrbahn entwickelt. Mit der Planung der Bundesstraße im späteren Ausbau und den notwendigen Sicherheitsabständen wird eine notwendige Spannweite von rund 27m in jedem Fall notwendig. Es wird also eine mehrfeldrige Konstruktion entwickelt mit möglichst gleichmäßigen Spannweiten, welche sich zum Ende hin harmonisch verjüngen. Damit wird ein möglich gleichmäßiger Schnittkraftverlauf und damit eine materialoptimierte Bemessung des Überbaus realisiert.

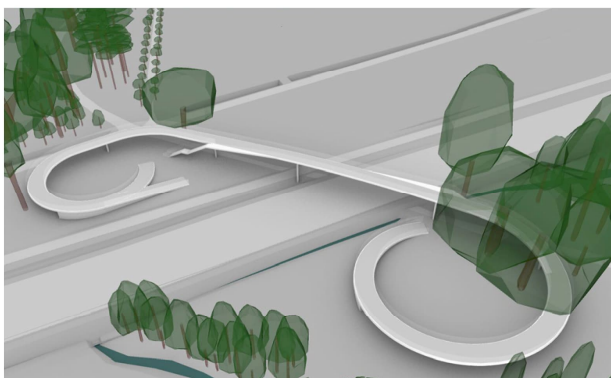
Im Weiteren wurden für das Tragwerk über der Bundesstraße vier Tragwerks-Varianten untersucht. Neben dem reinen Durchlaufträger wurden eine Rahmensprengwerk, ein überschnittener Bogen und eine Pylon-Konstruktion untersucht. Die letzten beiden Varianten wurden aus Kostengründen und aufgrund der Angemessenheit der Örtlichkeit verworfen. Genaue Bewertungsmatrix siehe Objektplanung.

Als Vorzug wurde schlussendlich die Variante 2 als Rahmensprengwerk festgelegt.

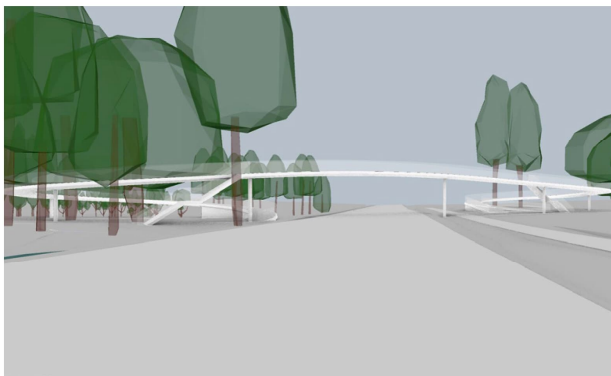
Bei der Variante Rahmensprengwerk steigt die maximale Spannweite über der Bundesstraße geringfügig auf rund 29m, um das notwendige Lichtraumprofil sicher zu stellen.

Variante 1

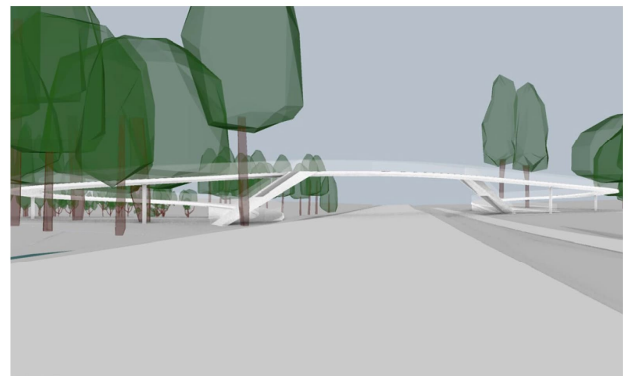
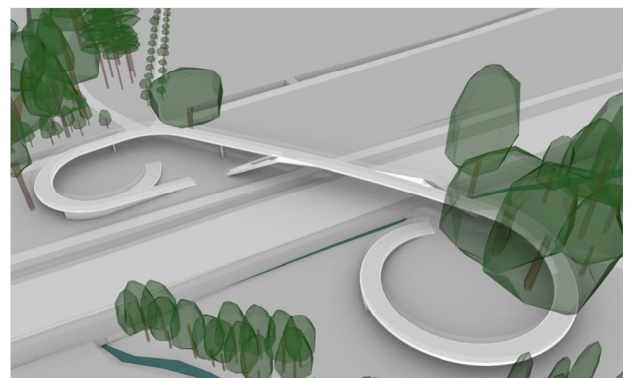
Eingespannte Stützen und angehängte Treppe



Luftbild

**Variante 2**

Sprengwerk mit integrierter Treppe



Varianten Tragwerk in der engeren Wahl

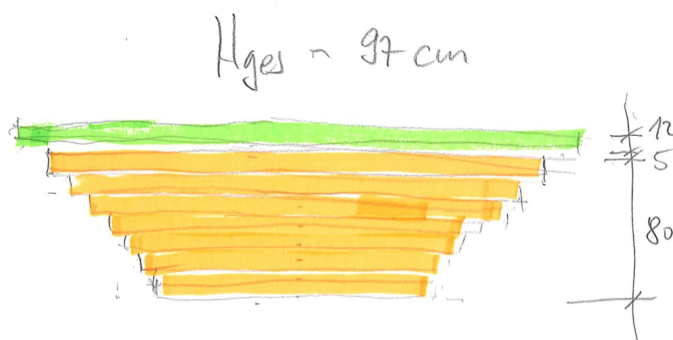
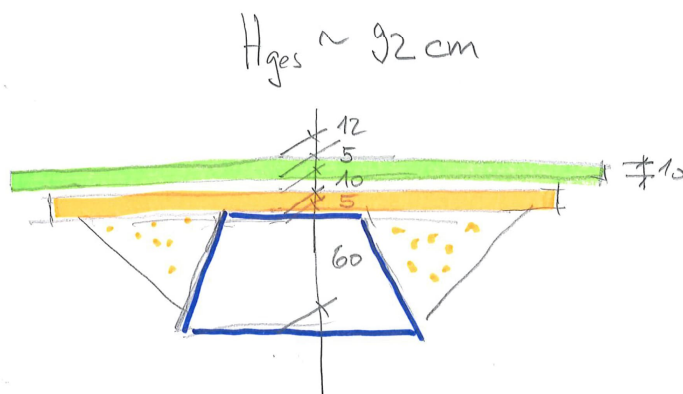
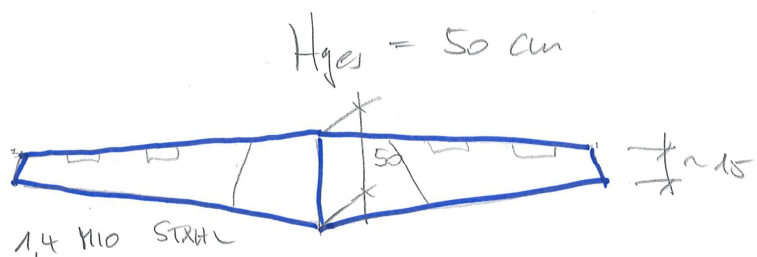
Links: Durchlaufträger mit angehängten Treppenläufen

Rechts: Rahmensprengwerk mit integrierten Treppenläufen über der Bundesstraße, an den Rändern Durchlaufträger -> Vorzugsvariante

Das Rahmensprengwerk überkreuzt jeweils einhüftig in spitzem Winkel die Fahrbahn. Die Treppen kragen aus dem Rahmenstiel seitlich aus. Der Überbau nimmt bei der Querung die Richtung unterseitig auf und moduliert die Untersicht entsprechend dem Kraftfluss. Am Rahmeneck verbreitert sich der Überbau um die Breite des Treppenlaufes. Der Überbau tailliert sich dadurch bis zur Brückenmitte hin wieder auf die Regelbreite.

2.3 Überbau

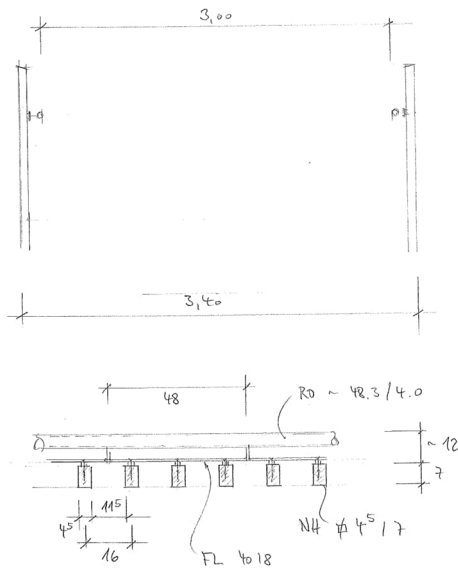
Für die Minimierung der Gradiente und damit für die Minimierung der Rampenlängen wurde eine maximale Reduktion der Bauhöhe des Überbaus angestrebt. Dies kann entweder durch einen Vollquerschnitt über die gesamte Brückenbreite oder über eine Trog-Konstruktion erreicht werden. Der Baustoff Beton für den Überbau wurde bereits frühzeitig verworfen, um aufwendige Arbeiten über der Bundesstraße und damit um Behinderung im Verkehrsfluss zu vermeiden. Abgewogen wurden die Baustoffe Holz und Stahl.



(STAND 18.04.23/AS)

Variantenstudien

Die Breite des Überbaus ergibt sich aus der lichten Nutzbreite zzgl. der Konstruktionsbreite der Geländerkonstruktion. Die Nutzbreite zwischen den Handläufen wurde seitens des Bauherrn mit 3,00m vorgegeben.



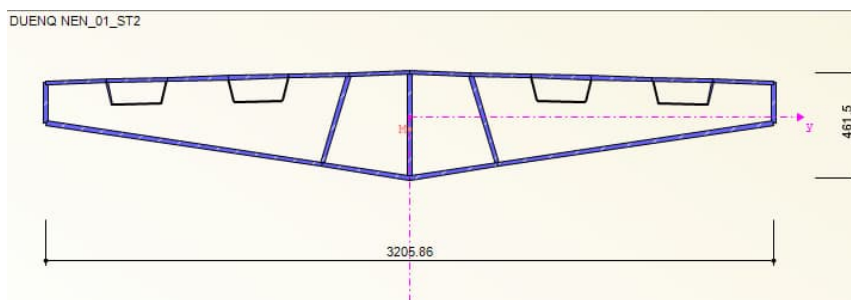
Vorkonzept Geländer

Die maximale Steigung der Gradiente wurde mit bis zu 6% ohne Zwischenpodeste festgelegt. Damit ist die Brücke barrierearm aber nicht barrierefrei gemäß Norm.

Dies wird aber dahingehend akzeptiert, da die Zuwegung beidseits der Brücke ebenfalls nicht barrierefrei ist (siehe hierzu auch Objektplanung).

Als Regelquerschnitt für die Vorzugsvariante wurde ein dicht geschweißte Hohlkasten aus Stahl gewählt. Die Fahrbahn wird als orthotrope Platte mit Trapezrippen umgesetzt. Die maximale Bauhöhe, inkl. Quergefälle wird mit 50cm Vorbemessen. Die Oberfläche ist mit einem Dünnschichtbelag versehen (siehe Objektplanung).

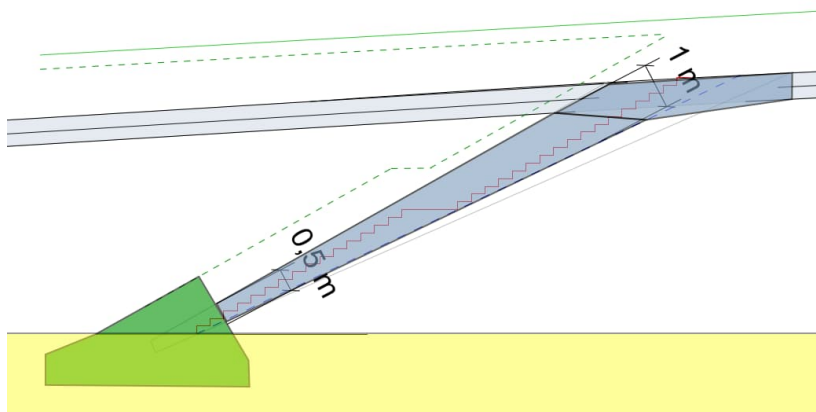
Im Rahmen der Vorplanung wird noch ein einfacher Asphaltbelag als optionale Vorhaltung in den Lastannahmen berücksichtigt.



Querschnitt Vorzugsvariante

2.4 Unterbauten

Das Brückenbauwerk wird im Rahmen der Vorplanung als integrales Bauwerk unterstellt – siehe auch Punkt Lager. Aktuell werden schlanke, eingespannte Stützen aus Stahl Vorbemessen. Es sind Pfeilerscheiben als Schweißprofil-Hohlkasten oder Rundrohre möglich. Aktuelle Dimensionen der Vorstatischen Berechnung sind z.B. Rundrohre 610/25 in S355. Die Steifigkeiten sind so gewählt, dass die vorhandenen Zwängungskräfte sowie sämtliche äußeren Belastungen (auch Anprallschutz an Überbau) von diesen aufgenommen werden können.



Dimensionen Rahmenstiel

Die Rampenbereiche unterhalb der „Kopfhöhe“ (genaue Höhe wird in der Entwurfsplanung festgelegt) sollen als abgeboßtes Bauwerk in Stahlbeton erstellt werden. Die Widerlager sollen sich visuell unterordnen. Zurzeit wird eine Volleinspannung des Stahlbaus in die Betonrampe angenommen. Damit wäre eine Fahrbahn-Übergangskonstruktion entbehrlich. Der Materialwechsel wird im weiteren Planungsverlauf detaillierter betrachte. In jedem Fall wird eine Entwässerungs-Querrinne kurz im Bereich Baustoffwechsel einzubauen sein.

2.5 Lager

Das Brückenbauwerk wird im Rahmen der Vorplanung als integrales Bauwerk unterstellt. Aktuell werden schlanke, eingespannte Pfeilerscheiben aus Stahl Vorbemessen. Der Ruhepunkt des Überbaus wird sich in Etwa über der Bundesstraße einstellen. Dies wird sowohl bei der Variante mit Stützen und angehängten Treppenabgängen, als auch bei der Variante als Rahmensprengwerk der Fall sein.

Die starke Achse der Pfeilerscheiben wird grundsätzlich senkrecht auf die Bewegungsrichtung vom Gesamtschwerpunkt (Ruhepunkt) ausgerichtet. Alternativ werden schlanke Rohrstützen eingesetzt. Durch die gerundeten Randbereiche des Überbaus besitzt die Konstruktion Möglichkeiten zur Aufnahme der Zwängkräfte in Horizontalverformungen. Die Konstruktion kann „atmen“.

Ggf. kann im Übergang von Massivrampe zu Stahlüberbau eine Lagerkonstruktion sinnvoll werden. Vertiefte Zwängungs-Bewertungen erfolgen im Rahmen der Entwurfsplanung für die Vorzugsvariante.

2.6 Baugrund

Ein Baugrundgutachten liegt zum Zeitpunkt der Vorplanung leider noch nicht vor. Es wird aktuell erstellt. Ein verbindliches Fertigstellungsdatum ist ebenfalls offen. Fest scheint bislang nur zu stehen, dass es sich um Ton-Mergelgestein handelt mit einem räumlich wechselnden Schichtenverlauf. Darunter liegt zum Teil gespanntes Grundwasser an, zu welcher auch die zu schützenden Heilquellenbereiche zählen.

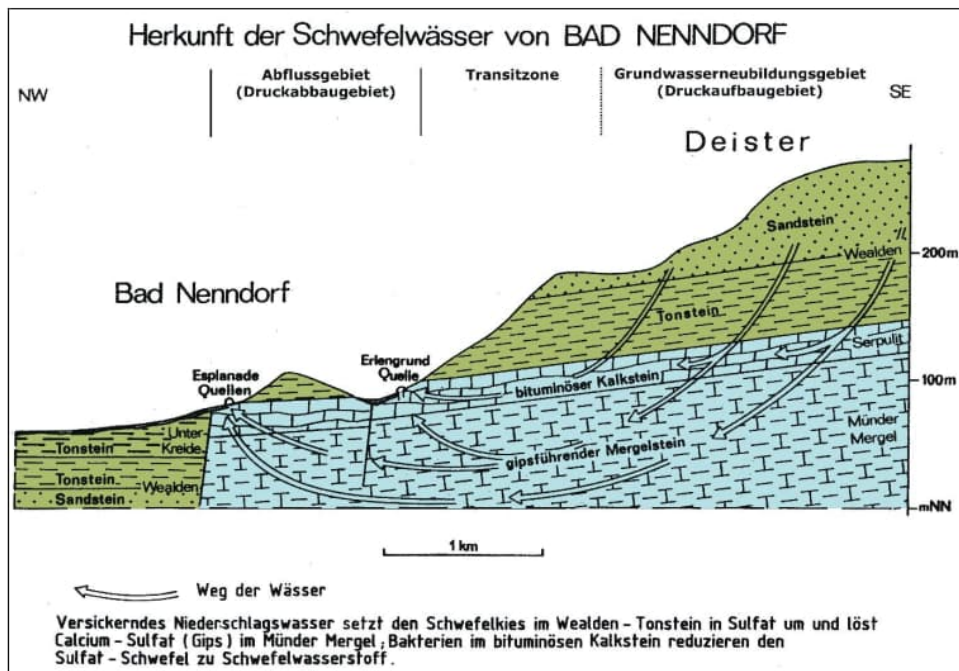


Abb. 3: Schematischer geologischer Profilschnitt nach Scherler (1996, stark überhöht, geändert)

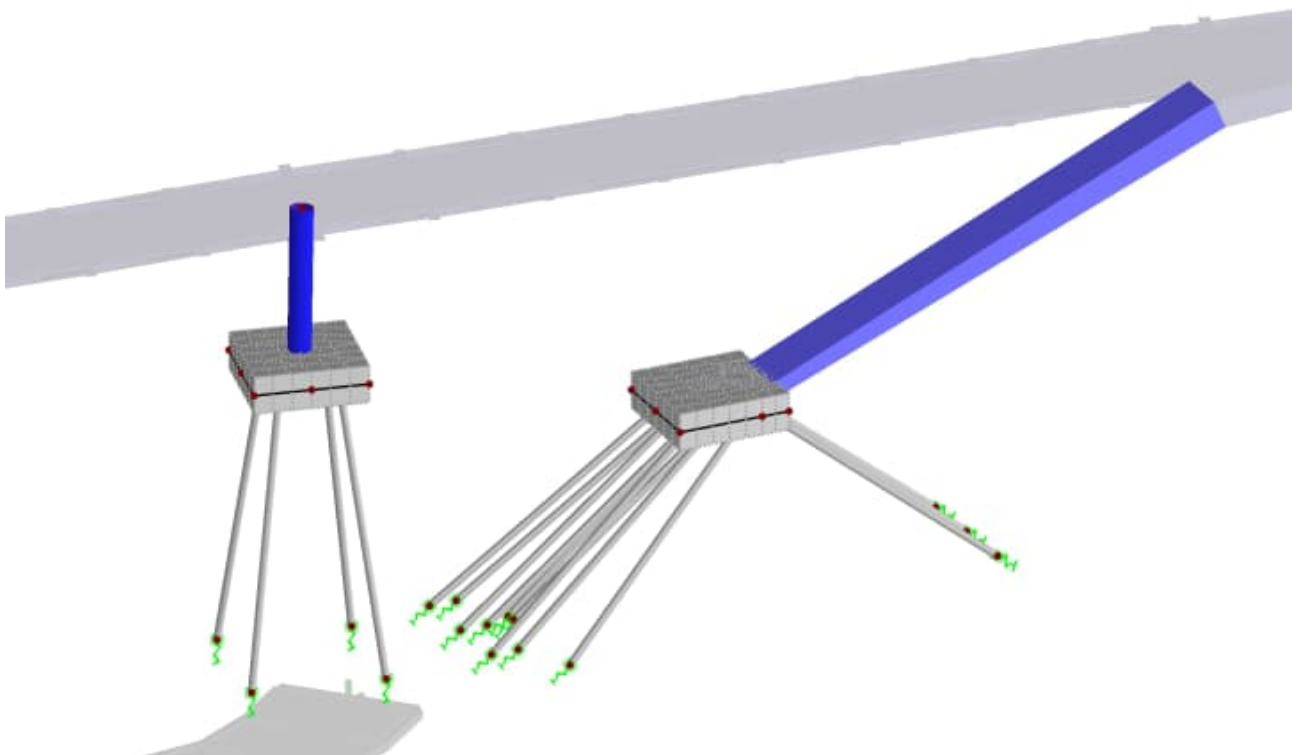
aus Stellungnahme Heilquellenschutz, GeoDienste, 19.04.2023

Mangels Bodenkennwerten wird für die Vorplanung eine Gründung mit Kleinbohrpfählen (Mikropfählen) unterstellt, um die potentielle Schädigung der Wurzelbereiche und die Gefährdung der Heilquellen, weitestgehend zu minimieren. Die Federsteifigkeiten werden für eine ersten Vorbemessung grob nach Vergleichsbauvorhaben angesetzt.

Nach erster telefonischer Rücksprache sollte die vorab unterstellte Gründungsart auch eine Empfehlung im Baugrund-Gutachten erhalten. Gründungstiefen und notwendige Pfahlmengen und damit auch die Kosten der Gründung können somit erst innerhalb der Entwurfsplanung vertieft abgeschätzt werden.

2.7 Gründung

Aufgrund der schützenswerten Vegetation auf dem Baufeld wird versucht, die Gründung vom Eingriff her zu minimieren. Die Fundamentkörper werden so klein als möglich gestaltet, um eine kraftschlüssige Einbindung der Unterbauten zu realisieren. Der Lasteintrag in den Baugrund selbst erfolgt über geneigte Mikropfähle. Diese können, sofern erforderlich, räumlich in gewissem Umfang angepasst werden, um Einzelbäume zu schützen. Zum Stand Vorplanung sind kein Bodenkennwerte für eine belastbare Vorbemessung bekannt. Auch gibt es noch kein Aufmaß eventueller Medien im Baufeld. Insofern sind alle Angaben zur Gründung zunächst vorläufig.



Modellannahme Gründung - Mikropfähle

3. Baustoffe

Regelbaustoff Stahlbeton
Widerlager, Rampen, Fundamente

C 35/45, XC4, XD3, XF4, WA

Stahlbeton
Pfähle

C 30/37, XC4, XD2, XF2, WA

Massenbeton – Gründung

C 12/15, XC2

Betonstahl

B500 B

Stahlbau

S235, S335 (örtlich)
Korrosionsschutz nach ZTV-ING 4-3
bzw. feuerverzinkt

Geländer

Stahl/Holz nach Angabe Objektplanung
Stahl – V4A
Holz – Lärche / Robinie oder Vglb.

4. Lastannahmen

Das Brückenbauwerk ist nach DIN EN 1991-2 für eine Fußgängerbelastung von 5 kN/m^2 zu bemessen. Ein Dienstfahrzeug gemäß DIN EN 1991-2, Abschn. 5.3.2.3 mit 48 kN als Sonderlast sowie ein Anprall am Überbau der Brücke von 500 kN horizontal ist bei der Bemessung des Bauwerkes zu berücksichtigen.

Auf der Brücke sind keine Maßnahmen gegen Anprall vorzusehen.

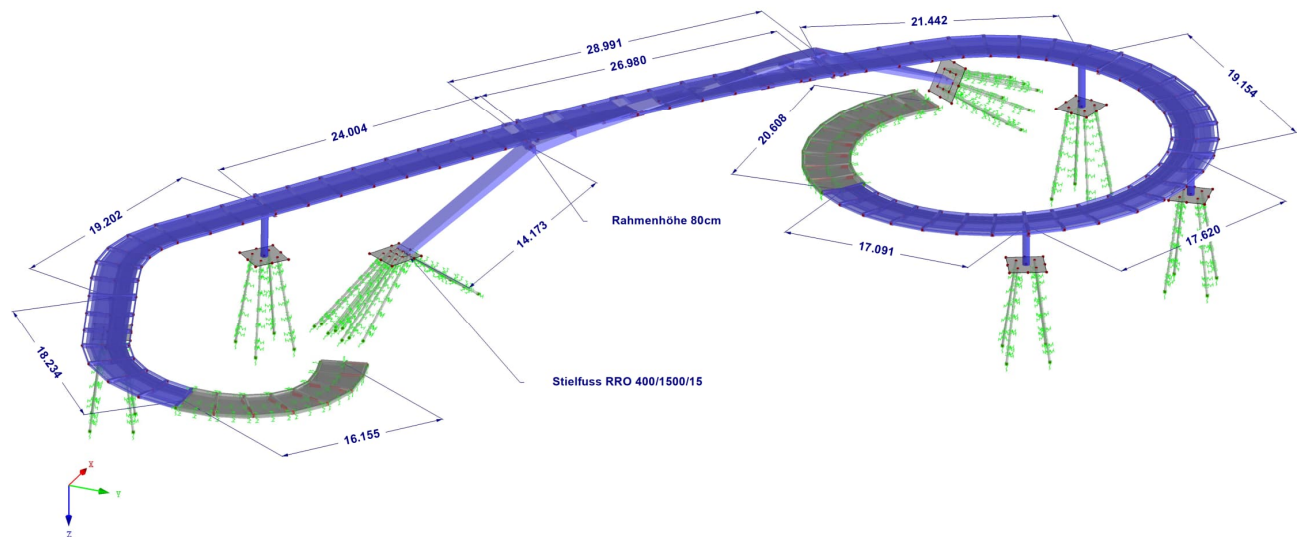
Im Rahmen der Vorplanung wurden Temperaturunterschiede von $\pm 45^\circ \text{ C}$ berücksichtigt.

5. Dynamik

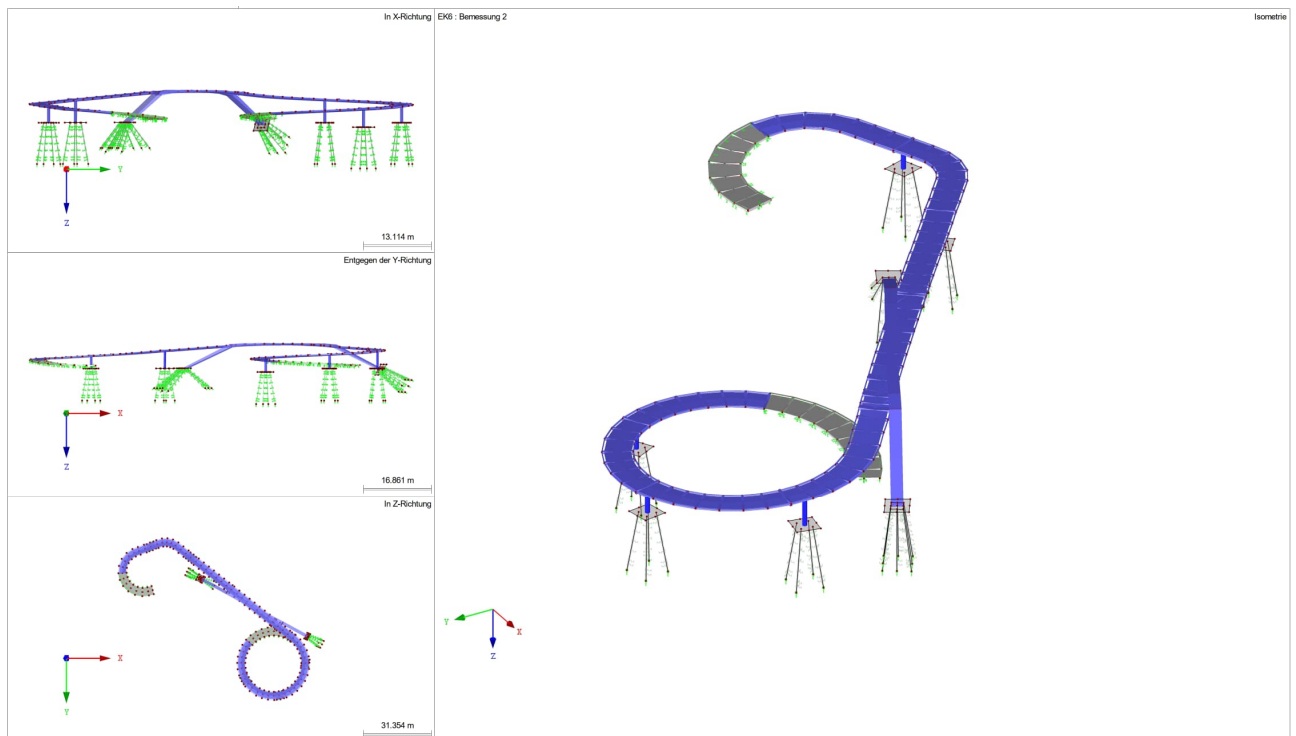
Im Rahmen der Vorplanung wurden erste, grobe dynamische Berechnungen durchgeführt. Die ersten drei der berechneten Eigenfrequenzen liegen erwartungsgemäß in dem durch Menschen erregbaren Bereich zwischen $\sim 1,5$ und 3 Hz . Vertiefende Untersuchungen werden in den weiterführenden Phasen geführt. Der punktuelle Einsatz von Schwingungstilgern ist dabei zu berücksichtigen.

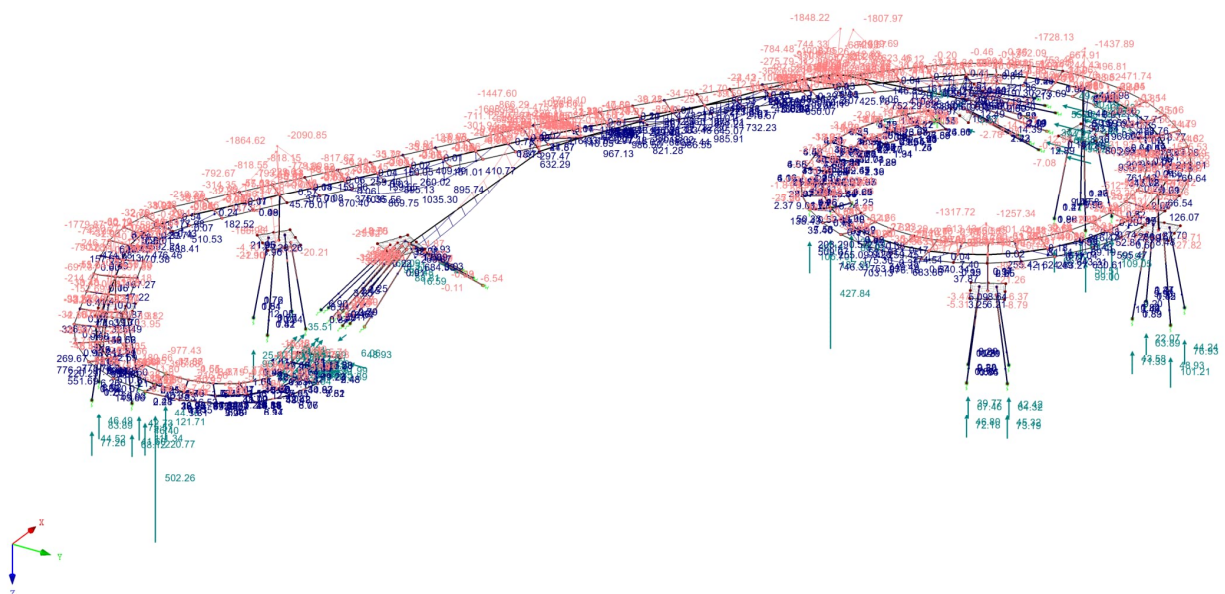
6. Anlagen Modelle - Vorbemessung

6.1 Vorzugsvariante Rahmensprengwerk

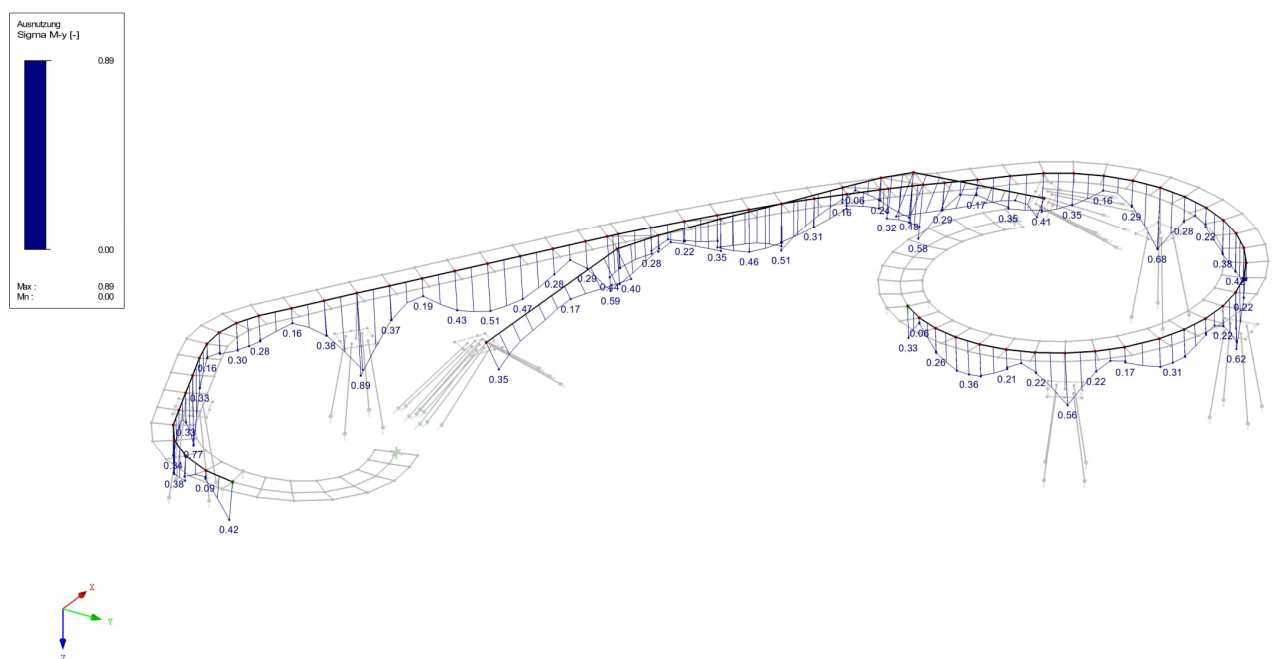


Geometrie



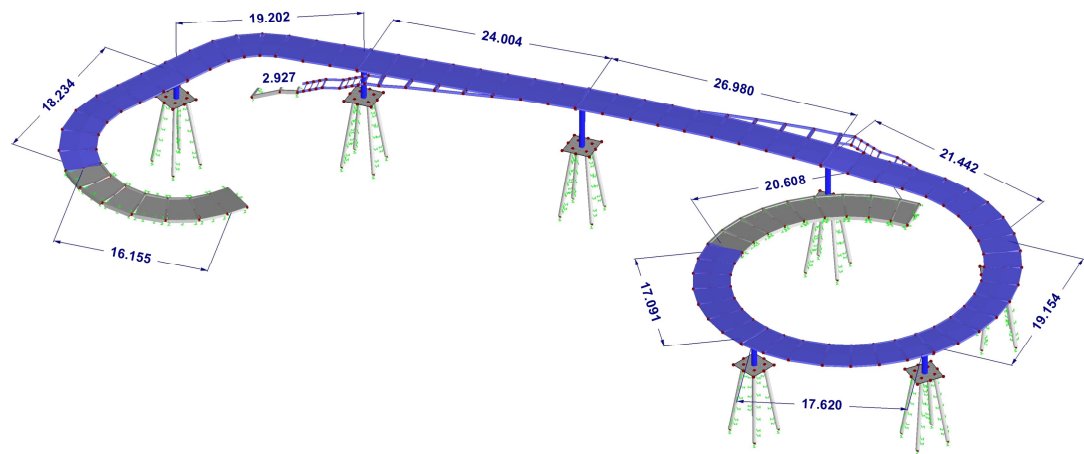


Hauptmomente



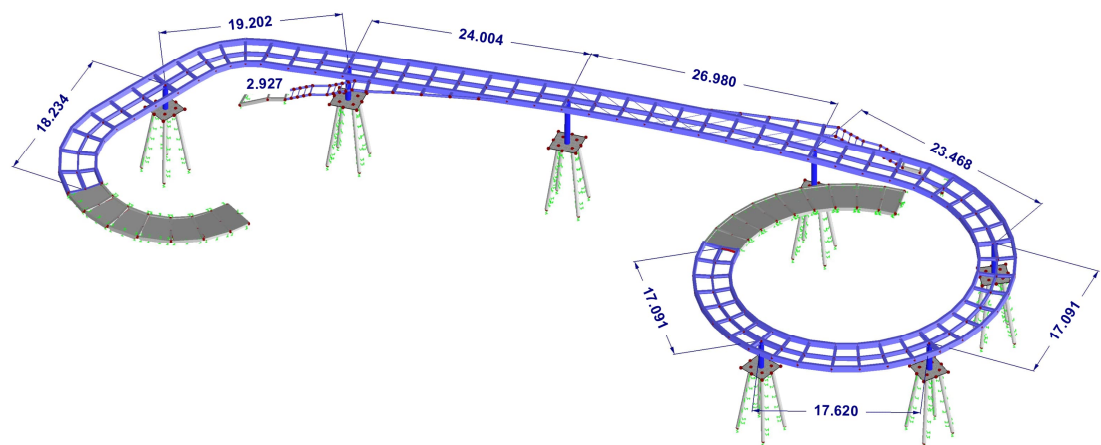
Ausnutzung

6.2 Variante Durchlaufträger Hohlkasten



Geometrie

6.3 Variante Durchlaufträger Trogbrücke



Geometrie