

Ersatzneubau der 1. Hochbrücke Levensau über den NOK – außergewöhnliche planerische Herausforderungen

Dr.techn. Andreas Meisel



WKC Hamburg GmbH
Planungen im Bauwesen

Veritaskai 8

21079 Hamburg

www.wk-consult.com



Veritaskai 8
21079 Hamburg

www.wk-consult.com

Warnowufer 42
18057 Rostock

WK Consultants

- über 150 engagierte Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen
- zahlreiche Experten: SFI's, Taucher ...
- Dr. Drude: Prüfsachverständiger KIB EBA



Hochbau



Industriebau



Ingenieurbau/
Infrastruktur



Wasserbau/
Ingenieurbau



Baumanagement /
Bauwerksprüfung



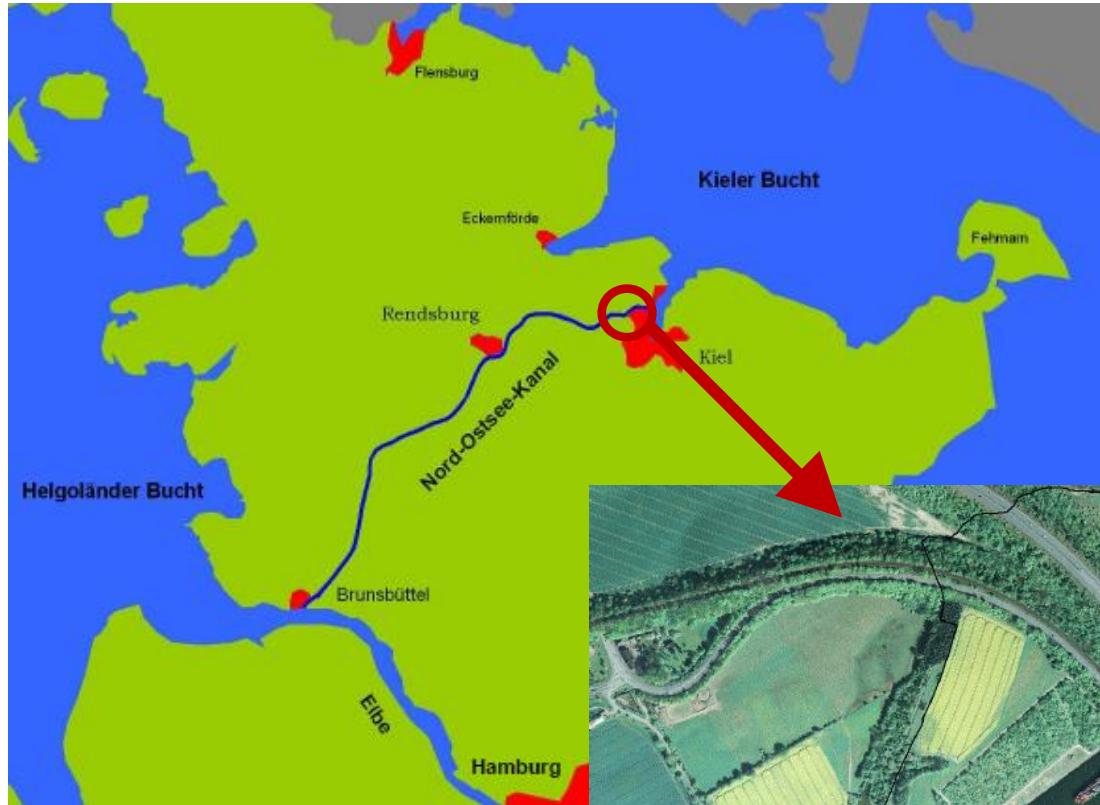
Statische Prüfung

für die Hochbrücke Levensau:

Ingenieurgemeinschaft mit

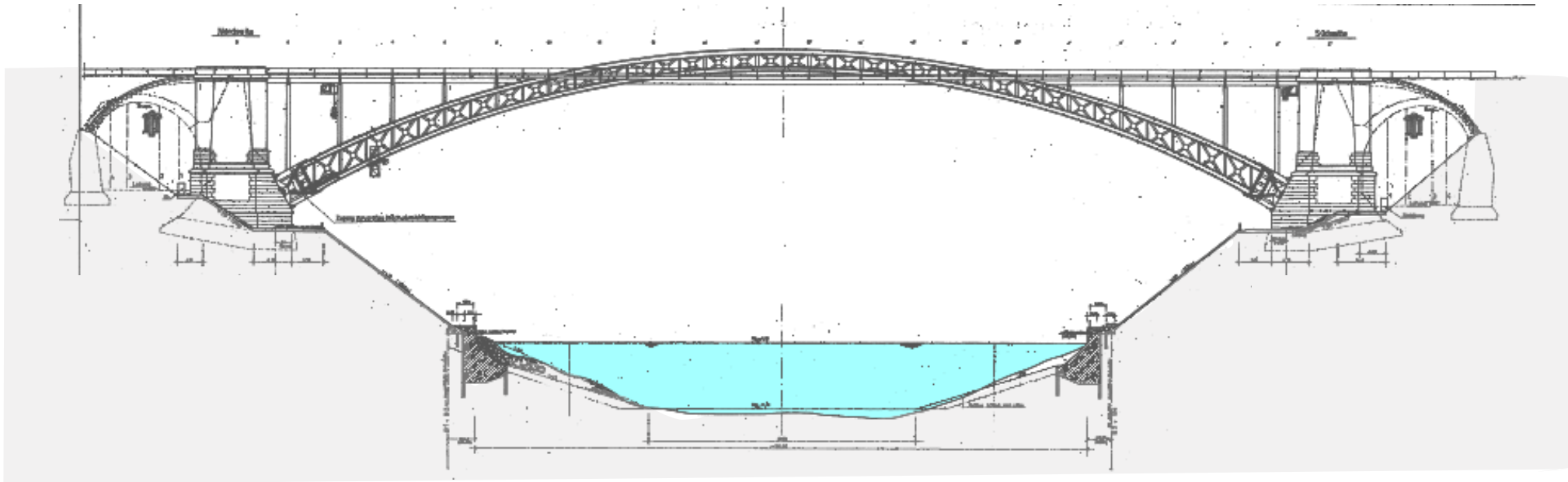


Nord-Ostsee-Kanal



- Eröffnung im Juni 1895
nach ca. 8 Jahren
Bauzeit
- Wegersparnis
gegenüber Umweg über
Skagerrag ca. 800 km
- meistfrequentierte
Wasserstraße der Welt

Bestandsbrücke (1892 – 1894, inkl. Kanalausbau 1911)

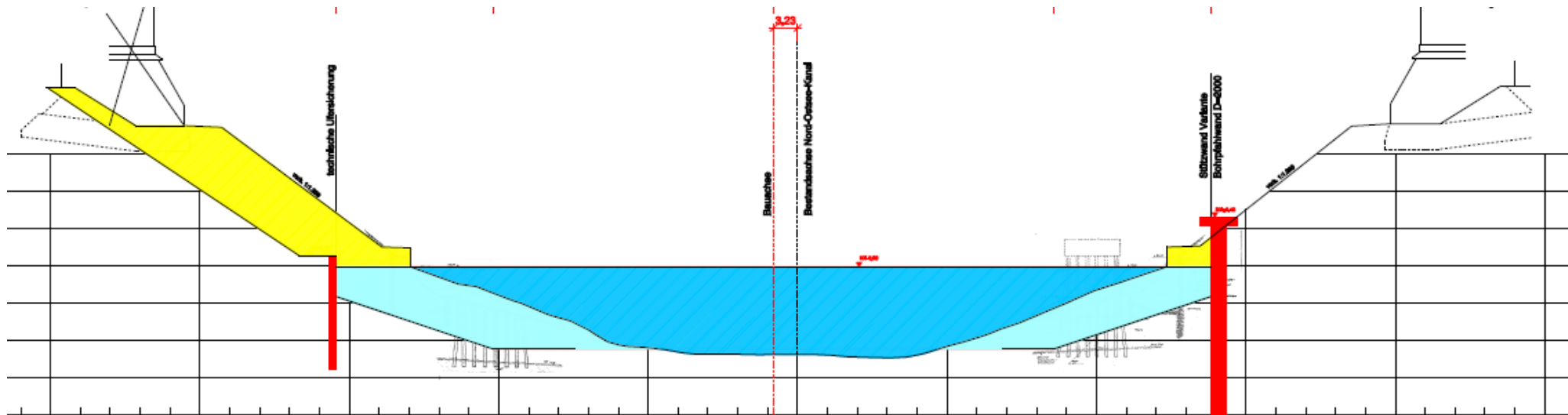


- Fachwerkbogenbrücke
- 163,4 m Stützweite
- eingleisige Bahnstrecke
- zwei Fahrspuren zzgl.
Geh- und Radweg



Gründe für den Ersatzneubau

- Kanalverbreiterung von 101,2 m auf 117 m



- Vergrößerung des Lichtraumprofils
- Restlebensdauer der Bestandsbrücke endet zeitnah

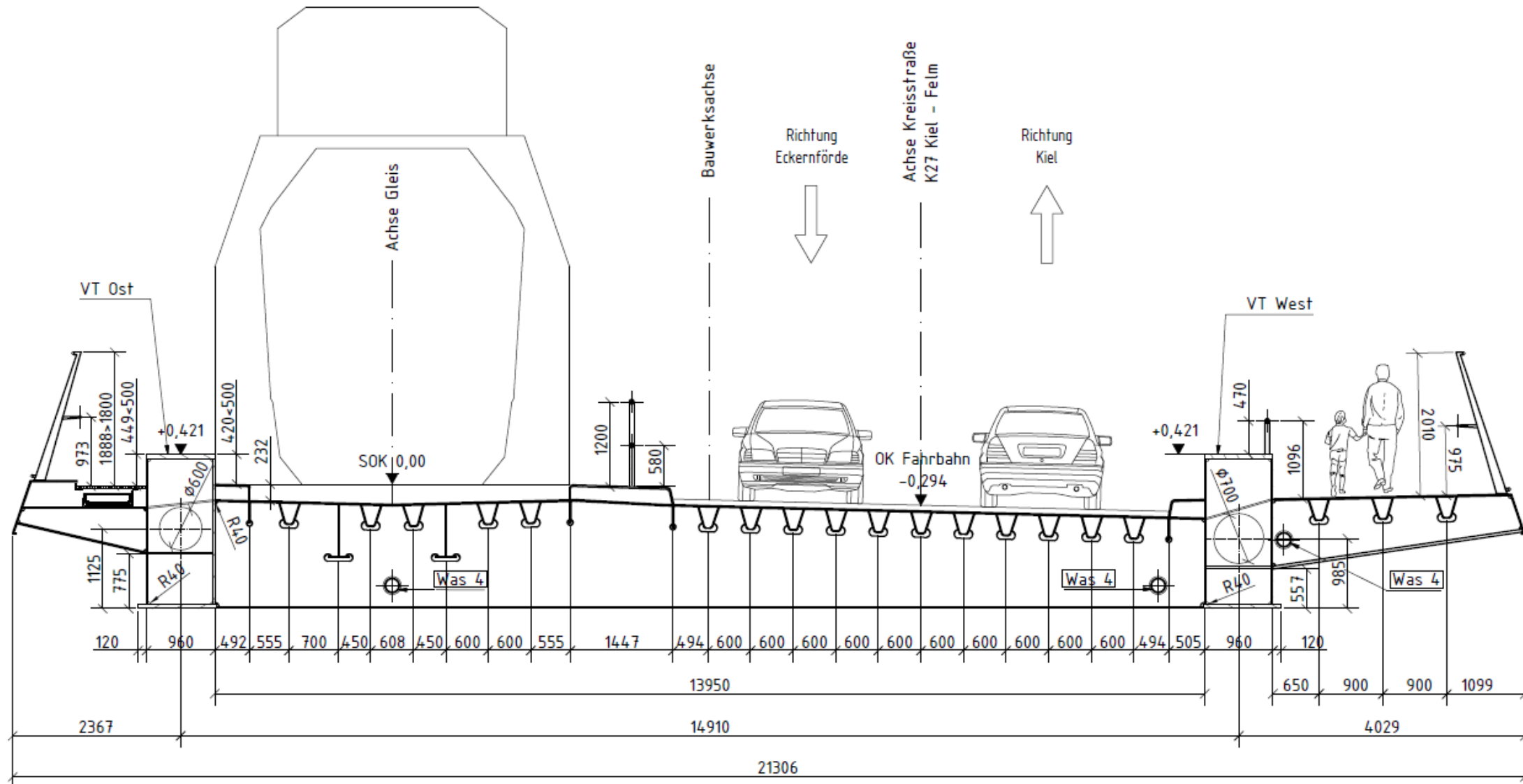
Randbedingung: Fledermaushabitat



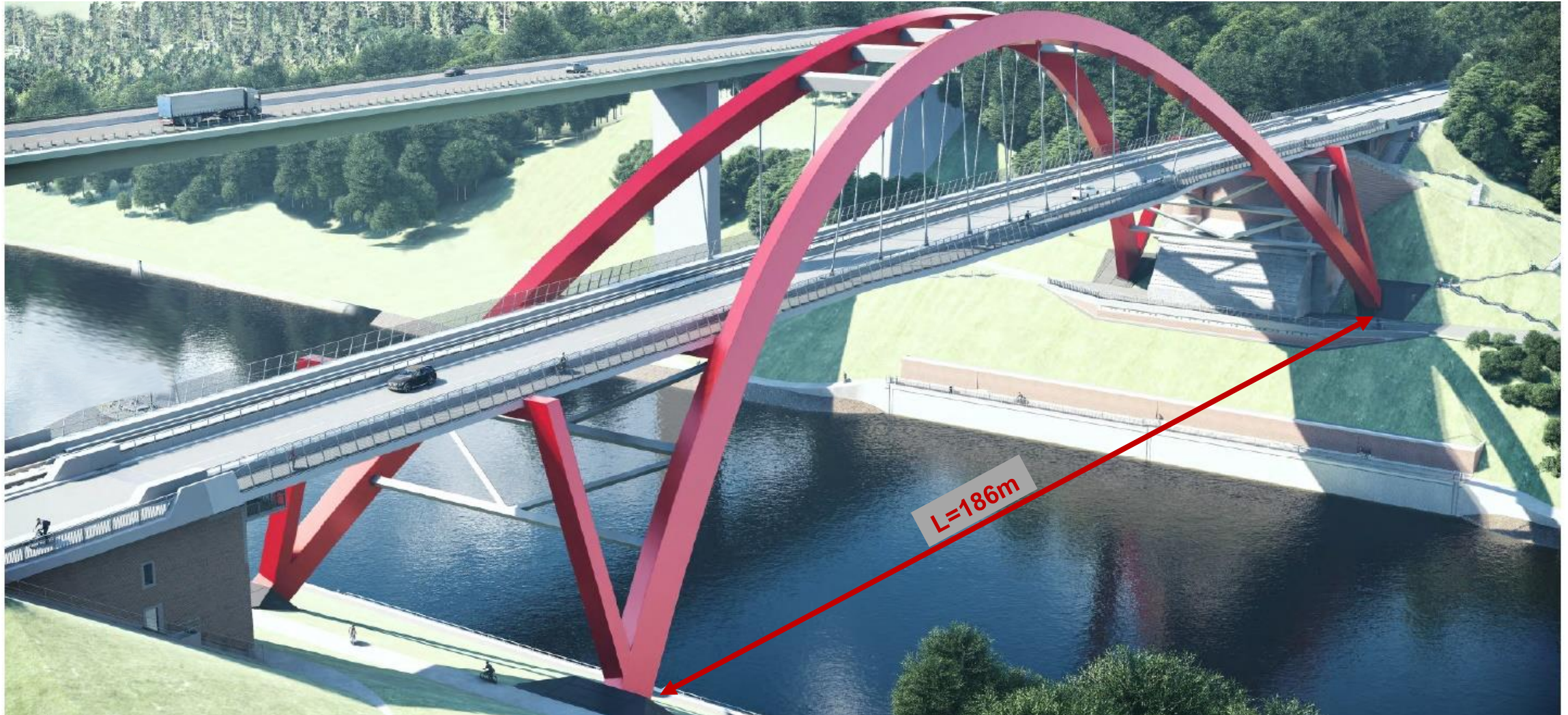
- Winterlager des „großen Abendseglers“ und anderer Fledermausarten (streng geschützt)
- Bestandswiderlager Süd muss erhalten werden
... als Naturhabitat



Brückenquerschnitt



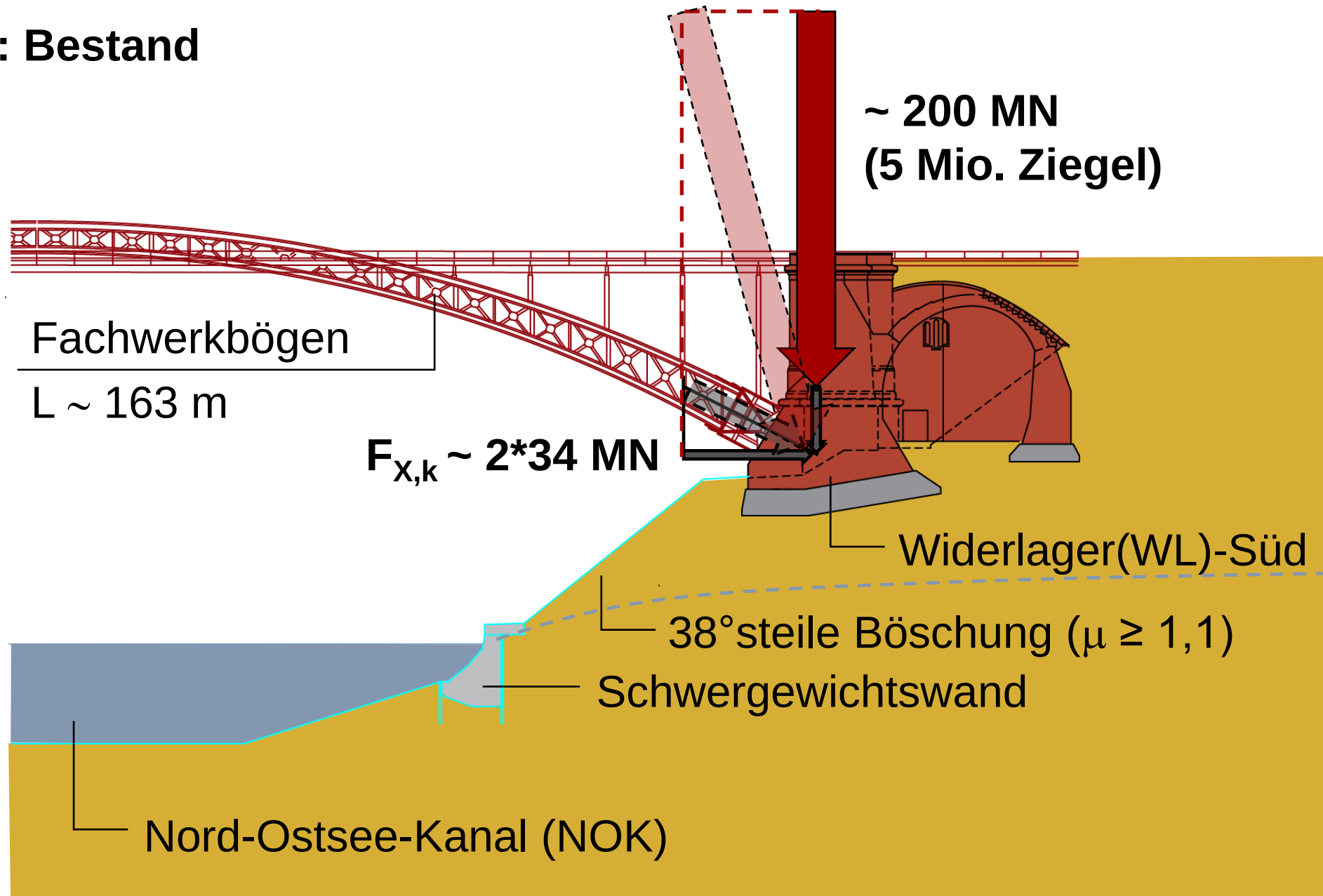
Brückenplanung Visualisierung



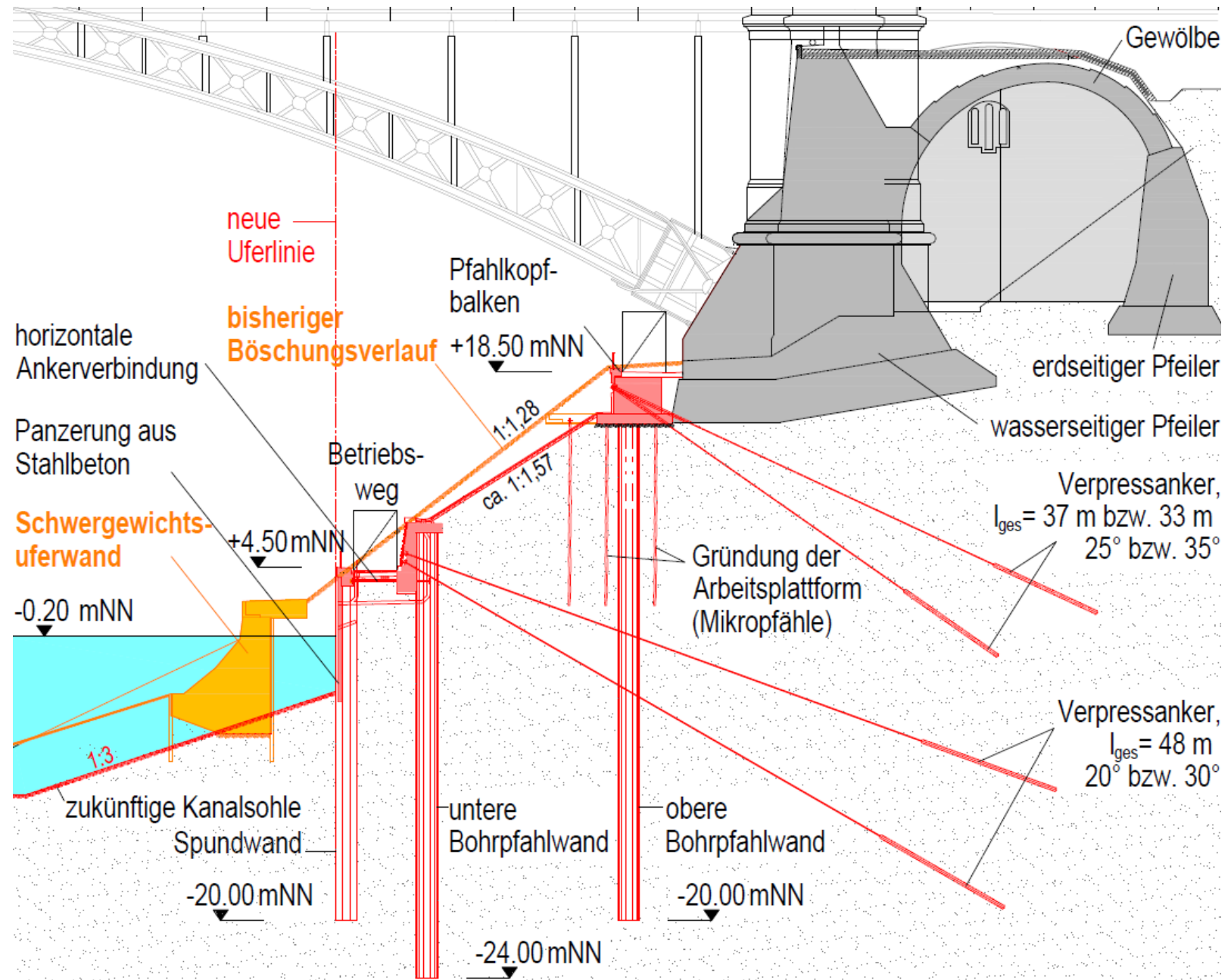
Brückenplanung Visualisierung



I. Südufer: Bestand



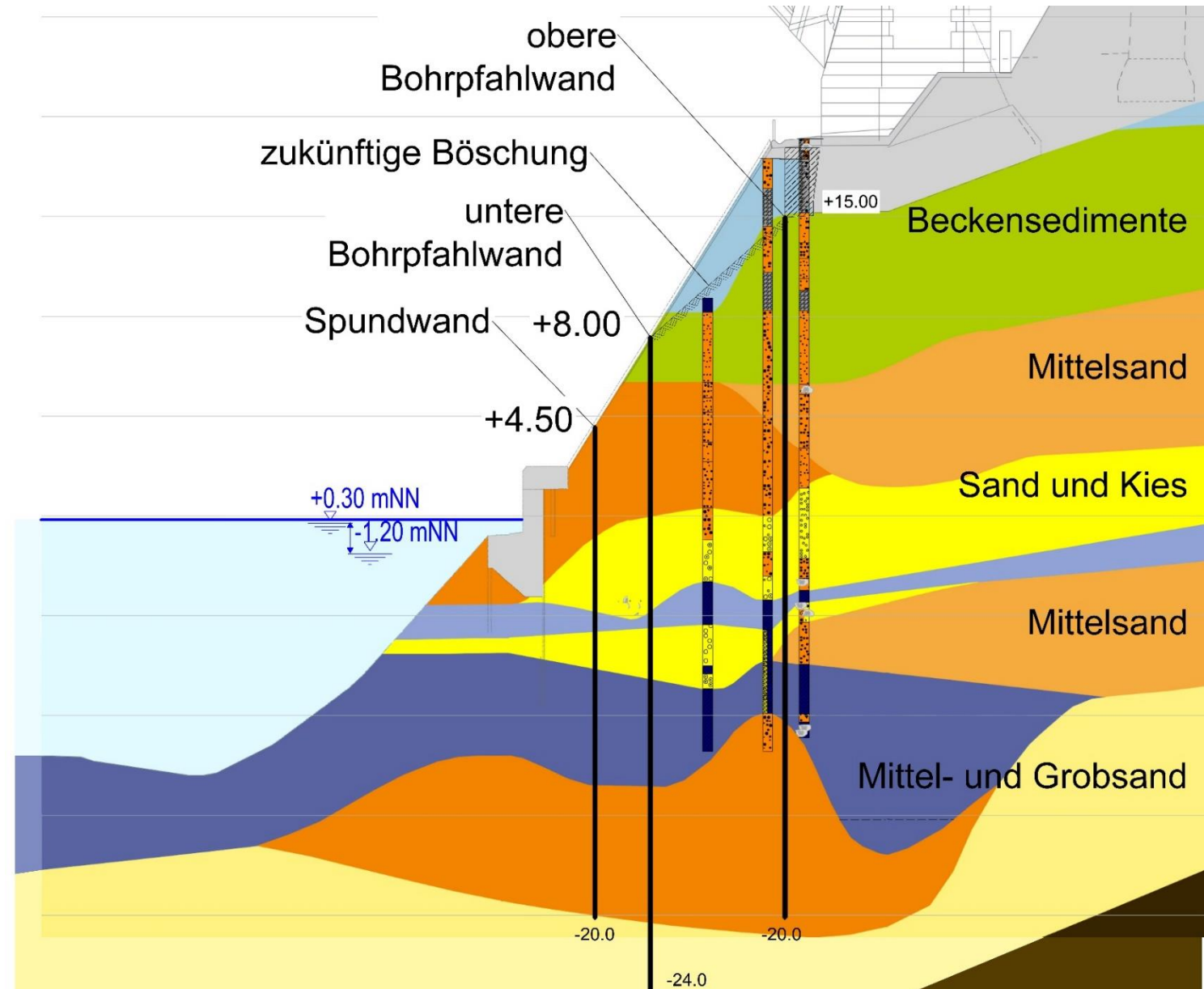
I. Südufer: zukünftig



I. Südufer: Baugrund

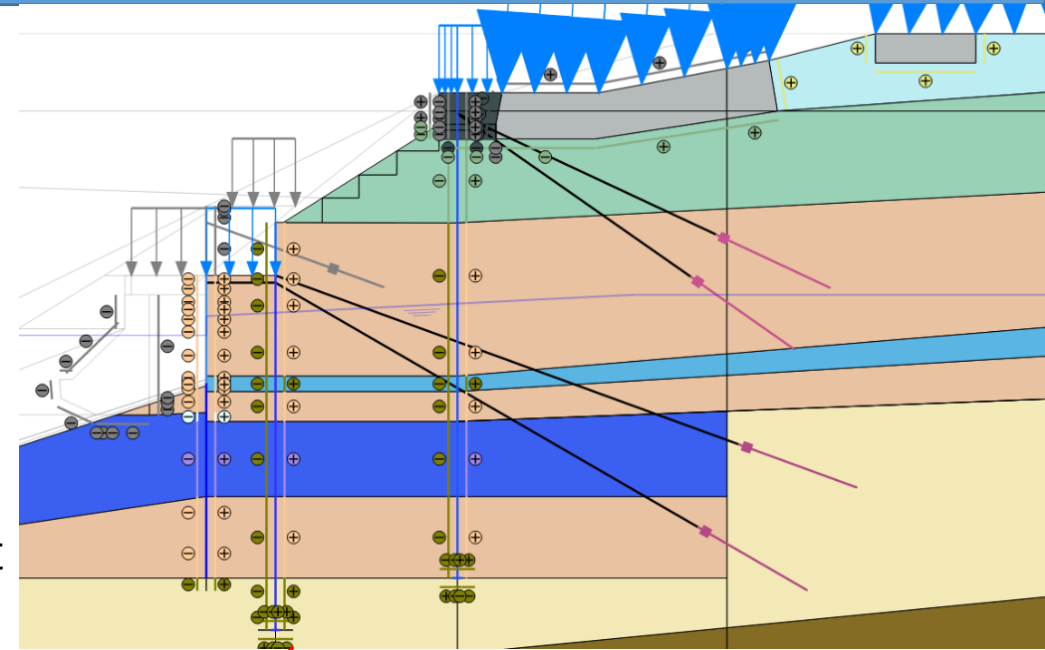
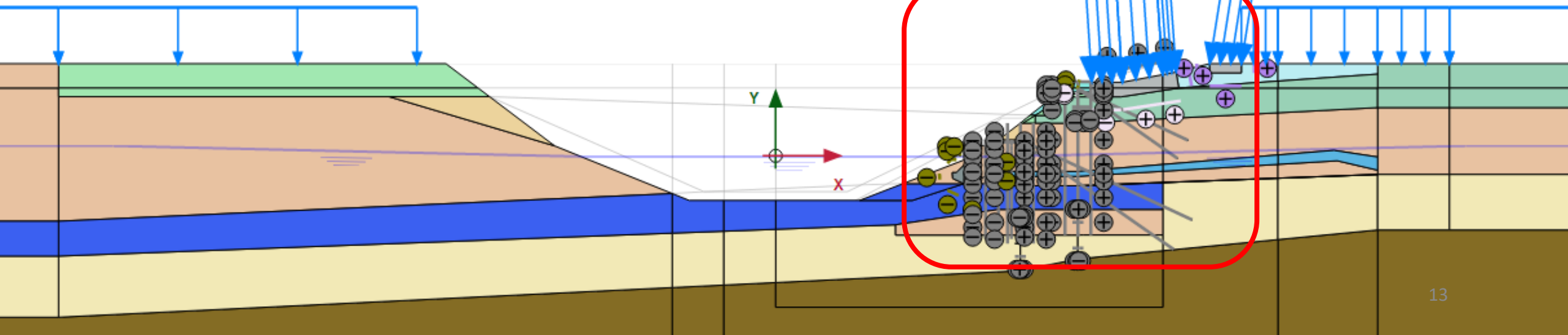
- heterogen
- überkonsolidiert

Homogenbereiche	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
Beckensedimente	21/ 11	30,5	0
Feinsande/ Sand + Kies	19/ 11	38	0
Oberer Geschiebemergel	20/ 11	32	3
Mittlerer Geschiebemergel	22/ 12	32	3
Unterer Geschiebemergel	22/ 12	32,5	5



I. Südufer: FE-gestützte Bemessung

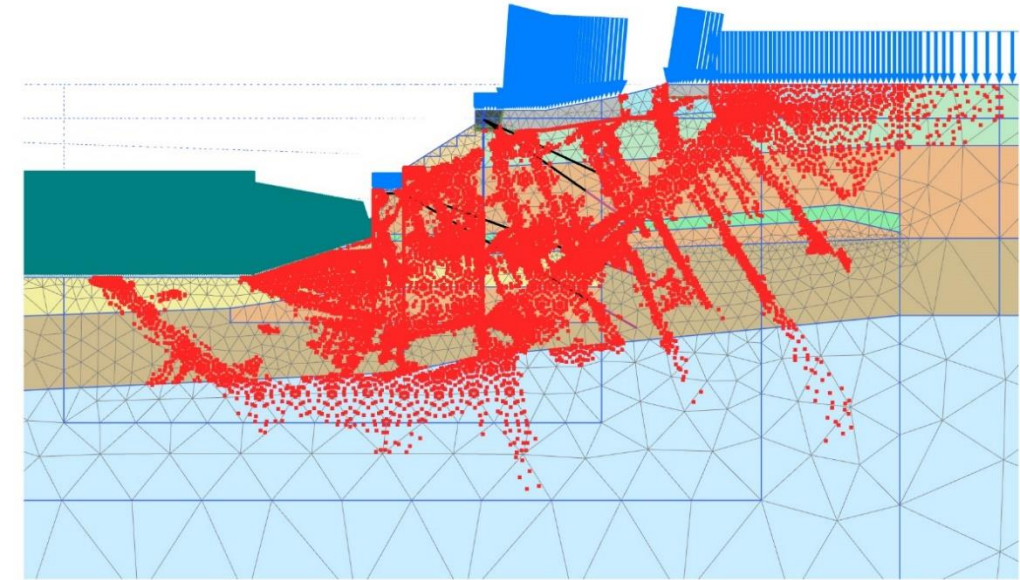
- Interaktion der Wände
- Abbildung der komplexen Bauphasen
- realitätsnahe Verformungsprognosen
- Umsetzung in Plaxis 2D, Bodenschichtung und Wände idealisiert
- Materialmodell: Hardening Soil Small Strain (MIN/MAX)



I. Südufer:

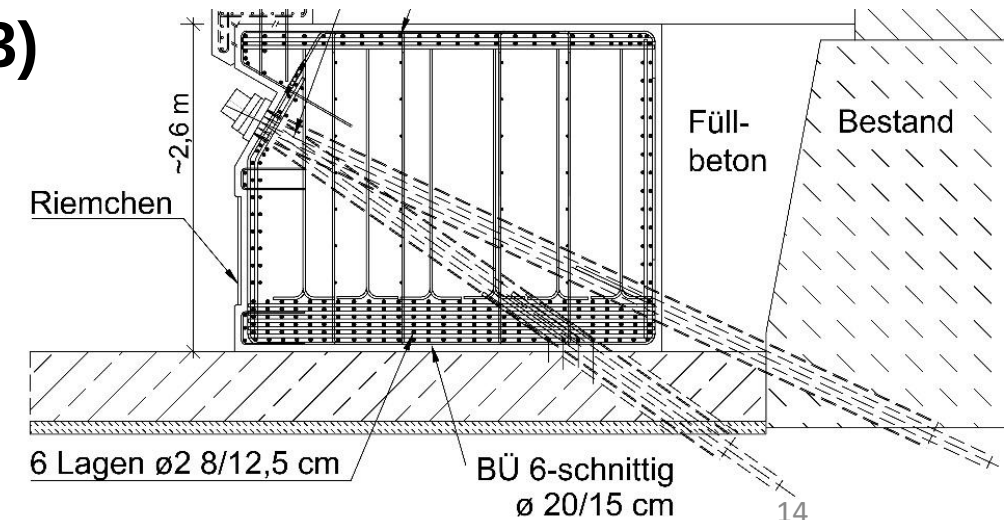
Standardsicherheit des Gesamtsystems (GEO-3)

φ-c-Reduktion: Versagen bei einer Reduktion der MIN-Parameter um 1,46



Standardsicherheit der Bauteile (GEO-2 UND GEO-3)

Spundwand, Bohrpfähle und Rückverankerungen



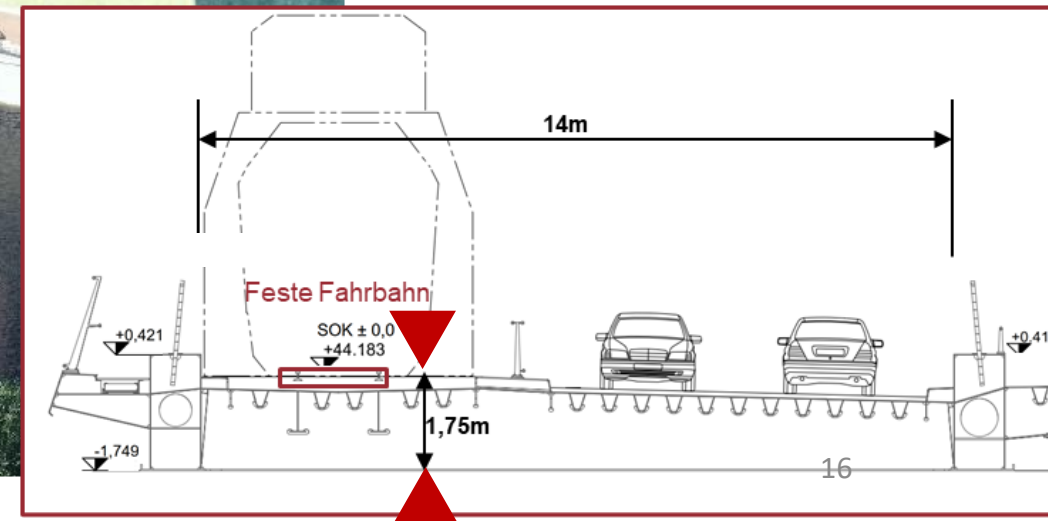
II. Abstimmungen mit der DB: unternehmensinterne Genehmigungen (UiG)

Regelung nach	Inhalt	
Ril 804.5401 (9)	Nachweis der Eignung der Brücke für die Feste Fahrbahn	InGe
Ril 804.5101, 1, (9)	Beurteilung Feste Fahrbahn auf der Brücke (ungeregelte FF)	IB Dannenberg
Ril 820.2040, 6 (2) und 7 (2), (3)	Schienenauszüge, Anordnung und Auflagerung der Schienen	IB Dannenberg
Ril 820.2040	Befestigung der Schiene und Unterguss	IB Dannenberg
Ril 804.5101 1 (6) bzw. 2 (15)	Lagerung mit mehreren Festpunkten	InGe
Ril 836.4106	Übergangsplatten am Übergang WL-Damm	InGe
Ril 804.9050	Hilfsbrückenkette am WL Nord	InGe

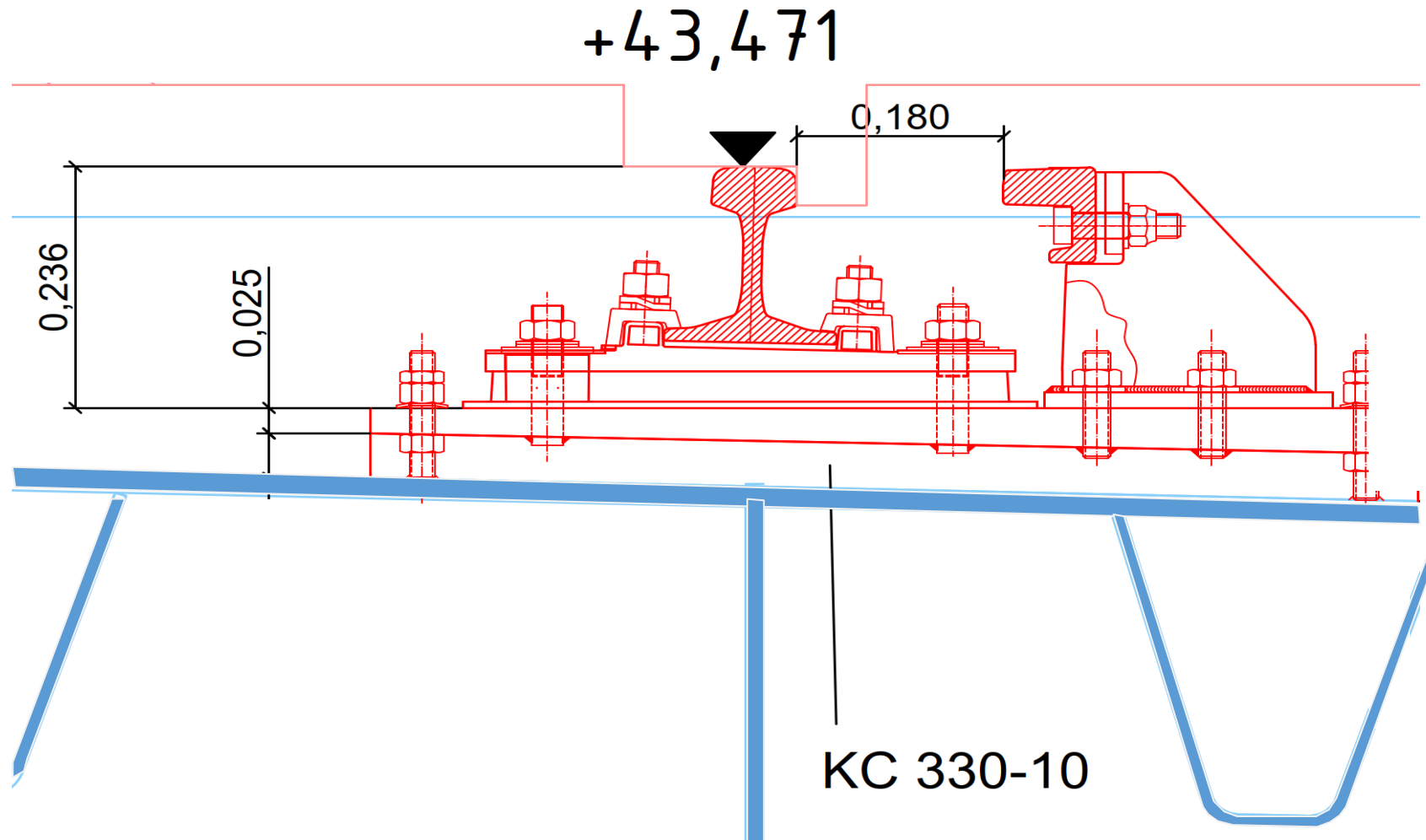
II. Feste Fahrbahn: Notwendigkeit aufgrund geometrischer Randbedingungen



- $V \leq 100$ km/h
- Lichtraumprofil Schifffahrt
- Gradiente „fix“
(Dämme, Planfeststellung)
- $L_{\text{Stütz}} = 186$ m



II. Feste Fahrbahn: geplante Schienenbefestigung



auf dem Überbau:

- ohne Gleistragplatte, mit direkter Schienenbefestigung auf dem Deckblech

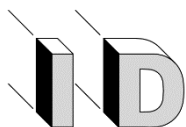
- unregelmäßige FF

- **Nachweis:** mittels Laborprüfungen

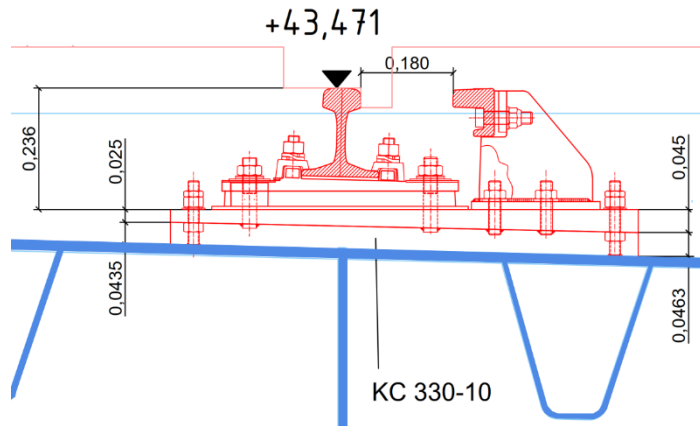
auf den Widerlagern:

- Gleistragplatte, Typ „Rheda 2000“

Planung:



II. Feste Fahrbahn: Herausforderungen und Umsetzung



- ZIEL: Unversehrtheit des Gleises
- unmittelbare Kopplung der Schiene mit dem Überbau => „ein“ statisches System
- **hohe Sensibilität** gegenüber großen:
 - => Endtangentialdrehwinkeln
 - => Dilatationen
 - => Versätzen

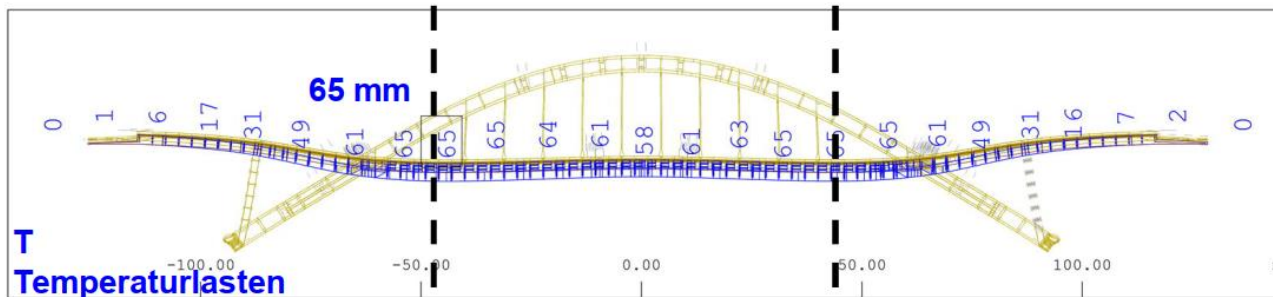
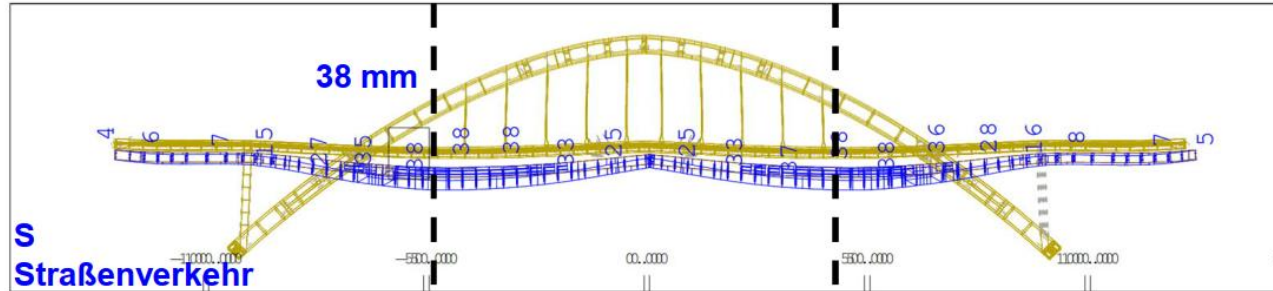
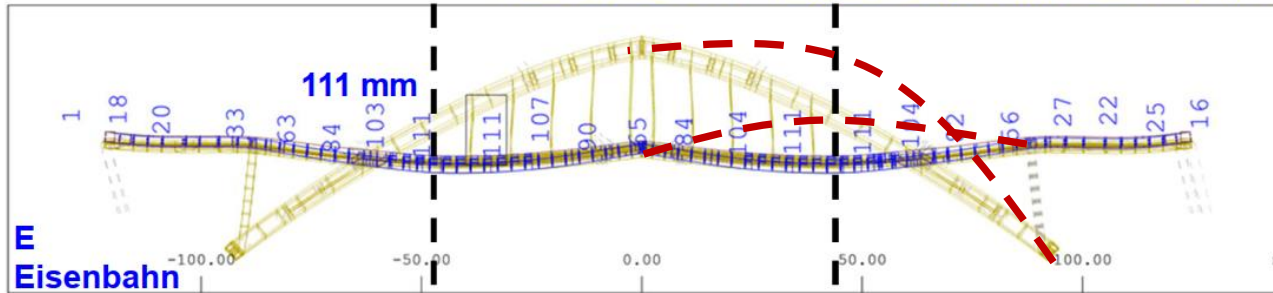


Umsetzung:

- **Ausgleichsplatten** (System STOG) an den Überbauenden
- **Schienenauszüge** an den Überbauenden
- abgestimmte **Lagerung**

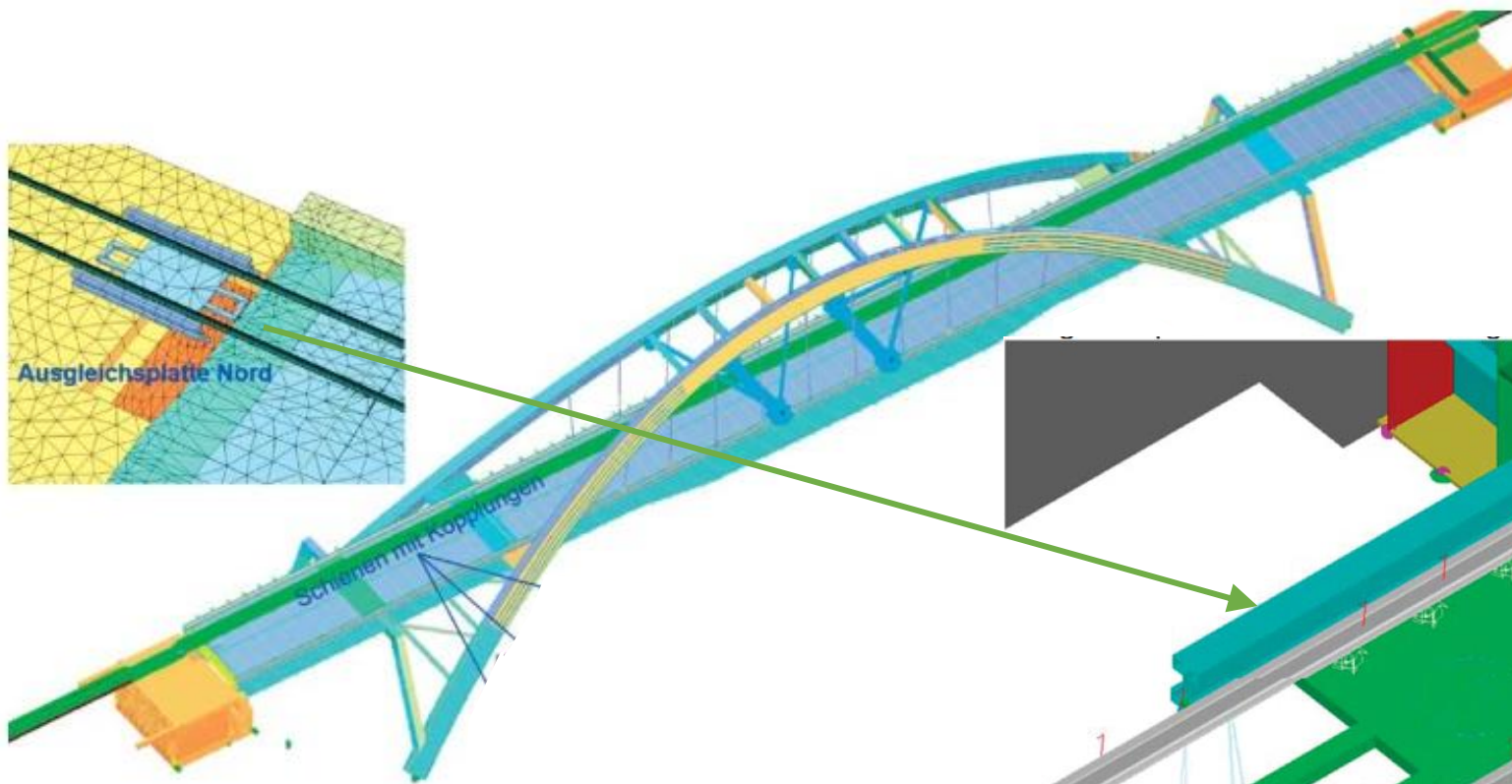
II. Feste Fahrbahn: Verformungsverhalten des Überbaus

Maximale u_Z -Verformung aus den jeweiligen Einwirkungen

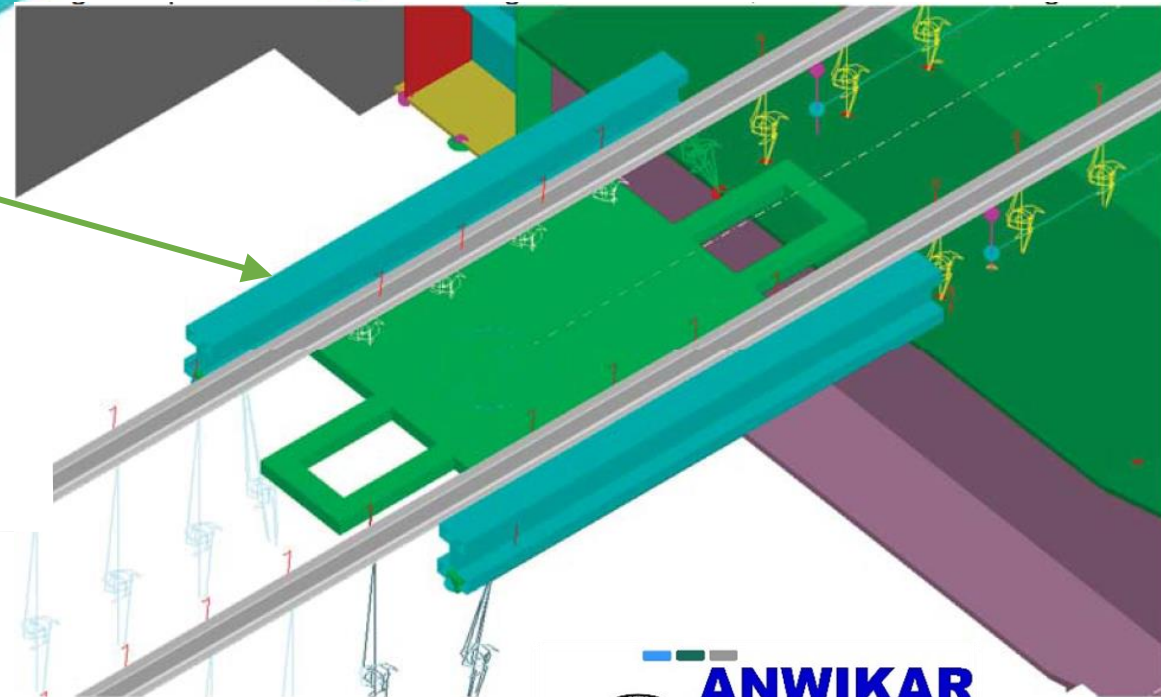


- Dilatation an den Widerlagern längs:
 $u_{x,k} \leq \text{ca. } \pm 0,44 \text{ m} \Rightarrow$ Schienenauszug erforderlich
 - Durchbiegungskriterium lt. RiL 804.5402, Abs. 5.1:
 $u_z \leq L / 2.000$
 vorhanden: $u_z = L / 1.281$... **NICHT** eingehalten
 (aus GZG $u_z = 1 \times E + 1,0 \times S + 0,6 \times T$)
 - Vertikaler Versatz zw. Schienenstützpunkten
 lt. RiL 804.5402, Abs. 5.1:
 $u_z = |u_{z,\text{links}} - u_{z,\text{rechts}}| \leq 2 \text{ mm}$... **eingehalten**
 - Lateraler Versatz zw. Schienenstützpunkten
 an der Fuge lt. RiL 804.5402, Abs. 5.1:
 $u_z = \text{ca. } \pm 2 \text{ mm} > \pm 1 \text{ mm}$... **NICHT** eingehalten
- => somit weitere Nachweise erforderlich!**

II. Feste Fahrbahn: Nachweisführung



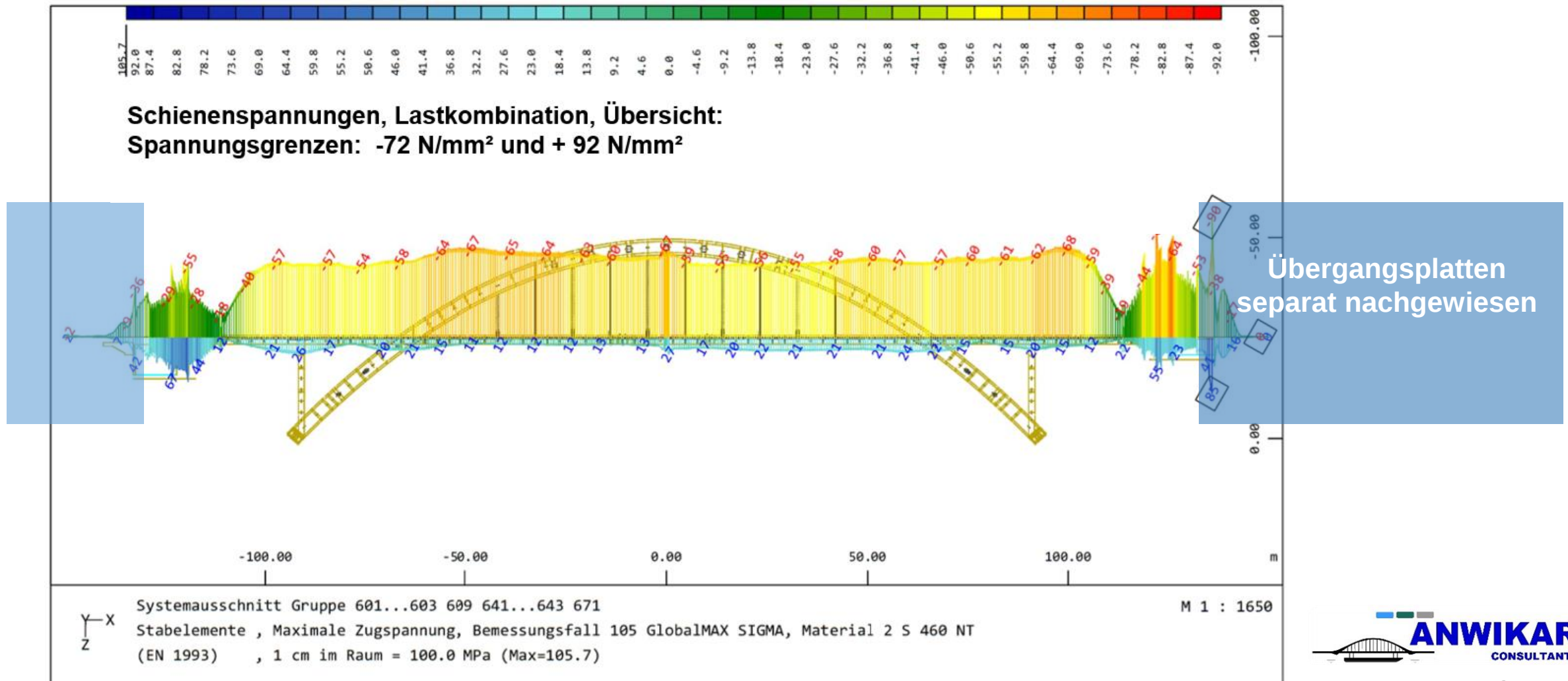
- Nachweis am Gesamtsystem (inkl. Interaktion Baugrund)
- Schienenspannungen und Schienenstützpunktkräfte



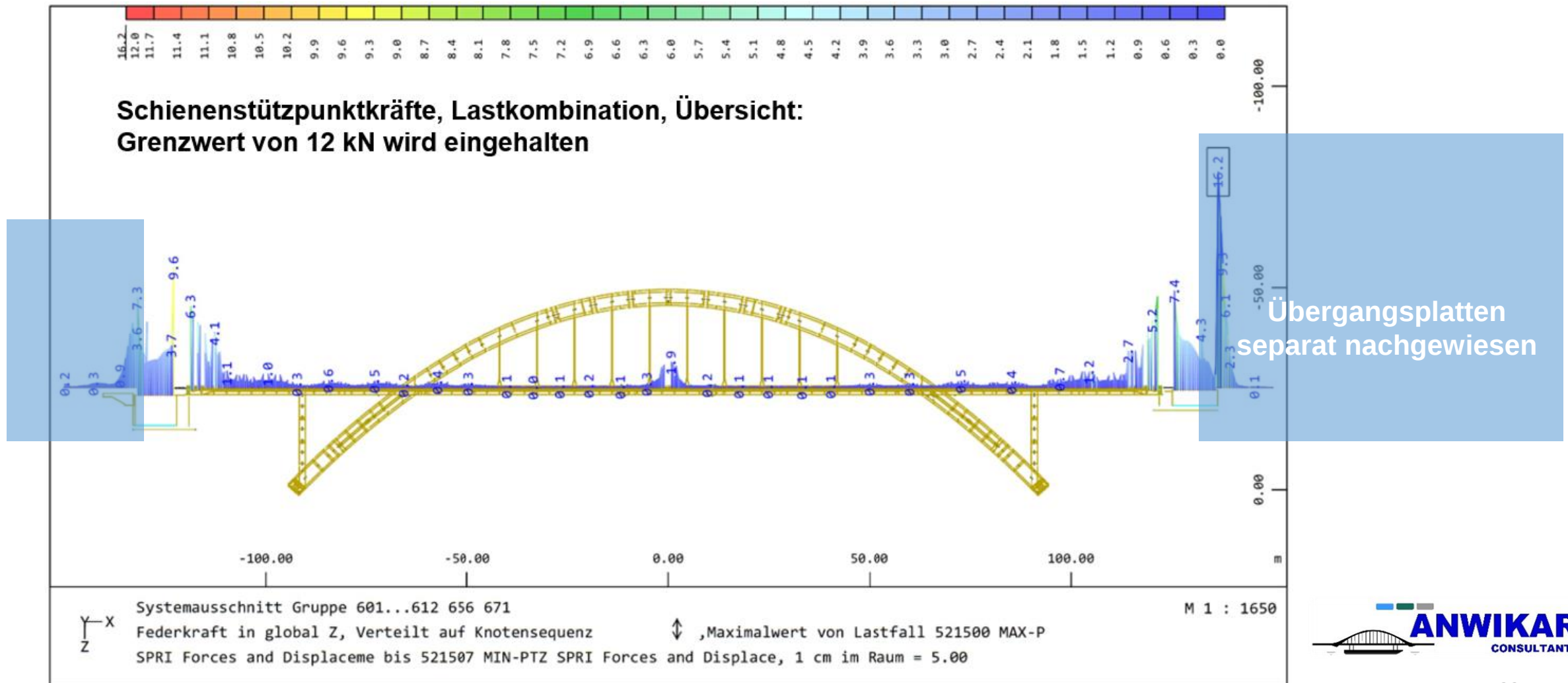
JE Kopplung Schiene – Überbau:

- Zug 641 kN/m (Spannklemme)
- längs bilinear 36 MN/m, Fließgrenze bei 18 kN

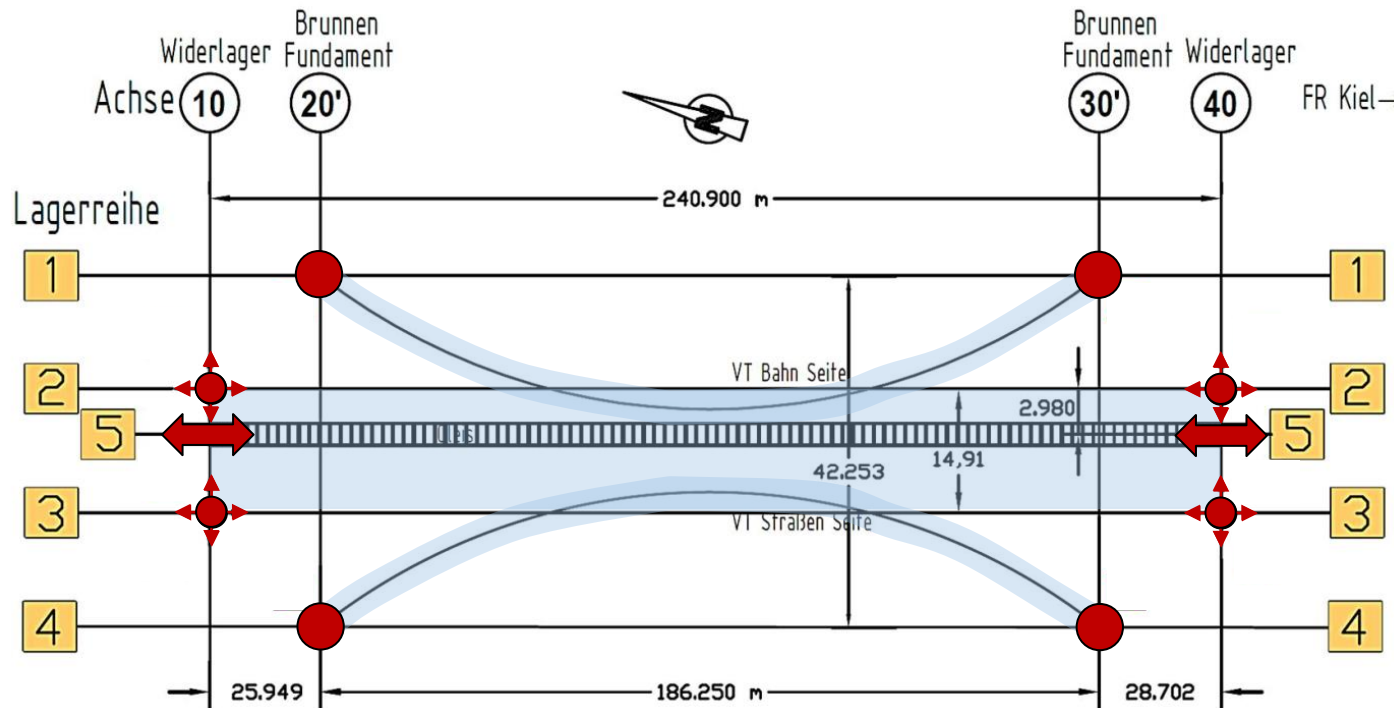
II. Feste Fahrbahn: Schienenspannungsnachweise



II. Feste Fahrbahn: Schienenstützpunktnachweise



II. Lagerung: Konzept



- ZIEL: annähernd zwängungsfreie Lagerung

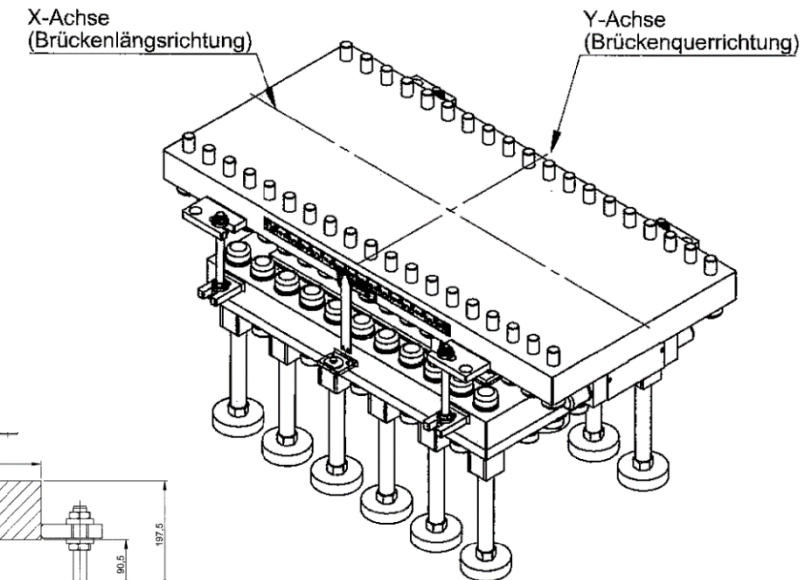
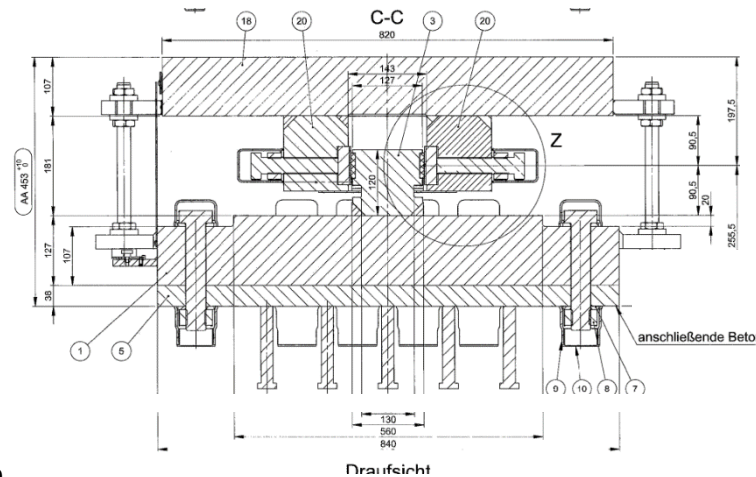
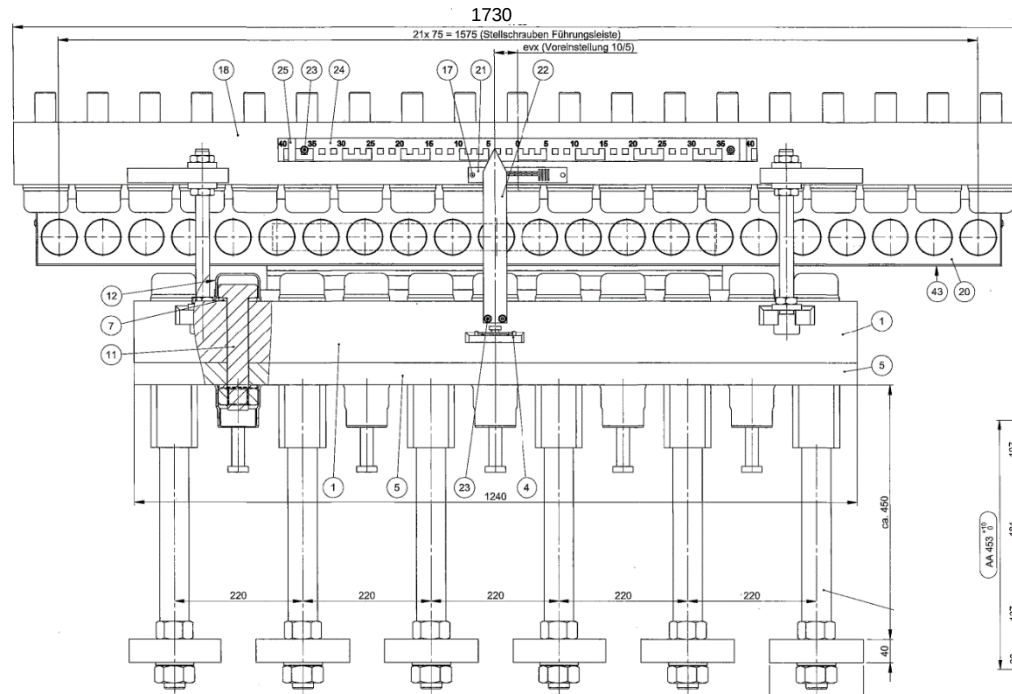
- weitere Herausforderung:
heterogener Baugrund
hohe Kriechverformungen erwartet

- an den Bogenfußpunkten wäre eine
statisch bestimmte Lagerung
nicht zweckmäßig

- **Bogenfußpunkte:** unverschiebliche Kalottenlager mit reduziertem Lagerspiel und mit Höhenausgleich

- **Widerlager:** frei verschiebliche Kalottenlager plus querfeste Lager in Gleisachse

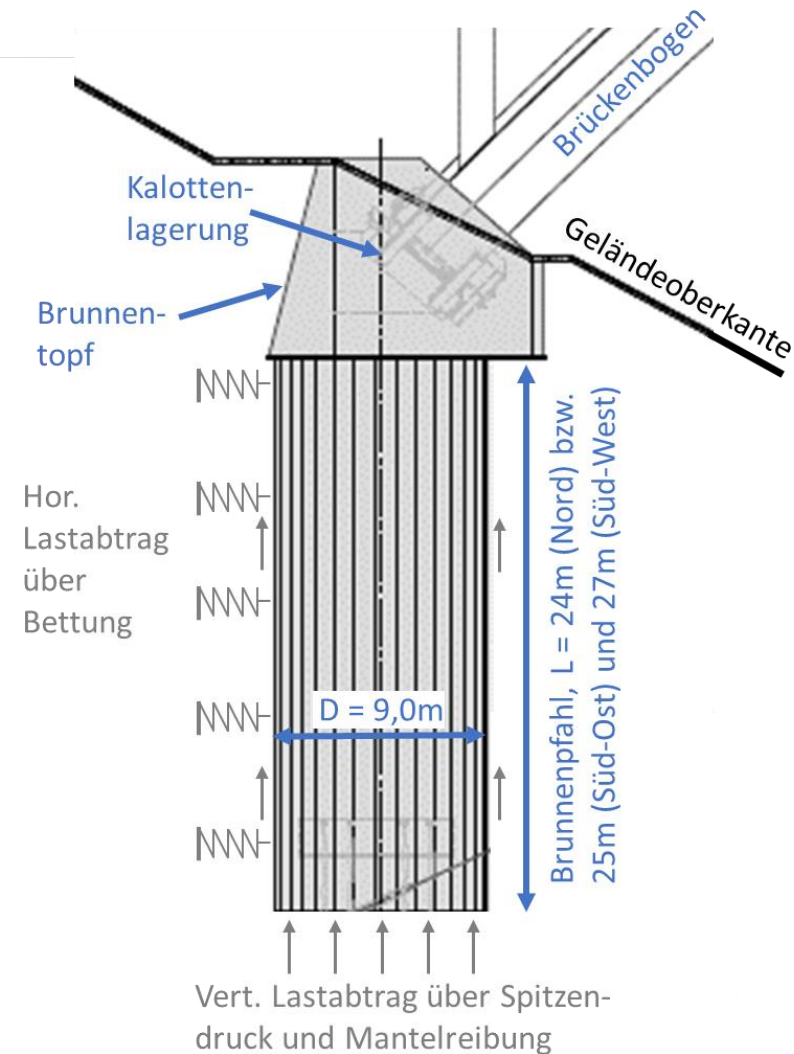
II. Lagerung: querfeste Lager in Gleisachse (H-Kraft-Führungslager)



- doppelt einstellbar, mit einem Lagerspiel $\leq \pm 0,5$ mm
- Ankerschrauben werden vorgespannt und sind einzeln austauschbar

Planung: Fa. Maurer

III. Gründung der Bogenfußpunkte



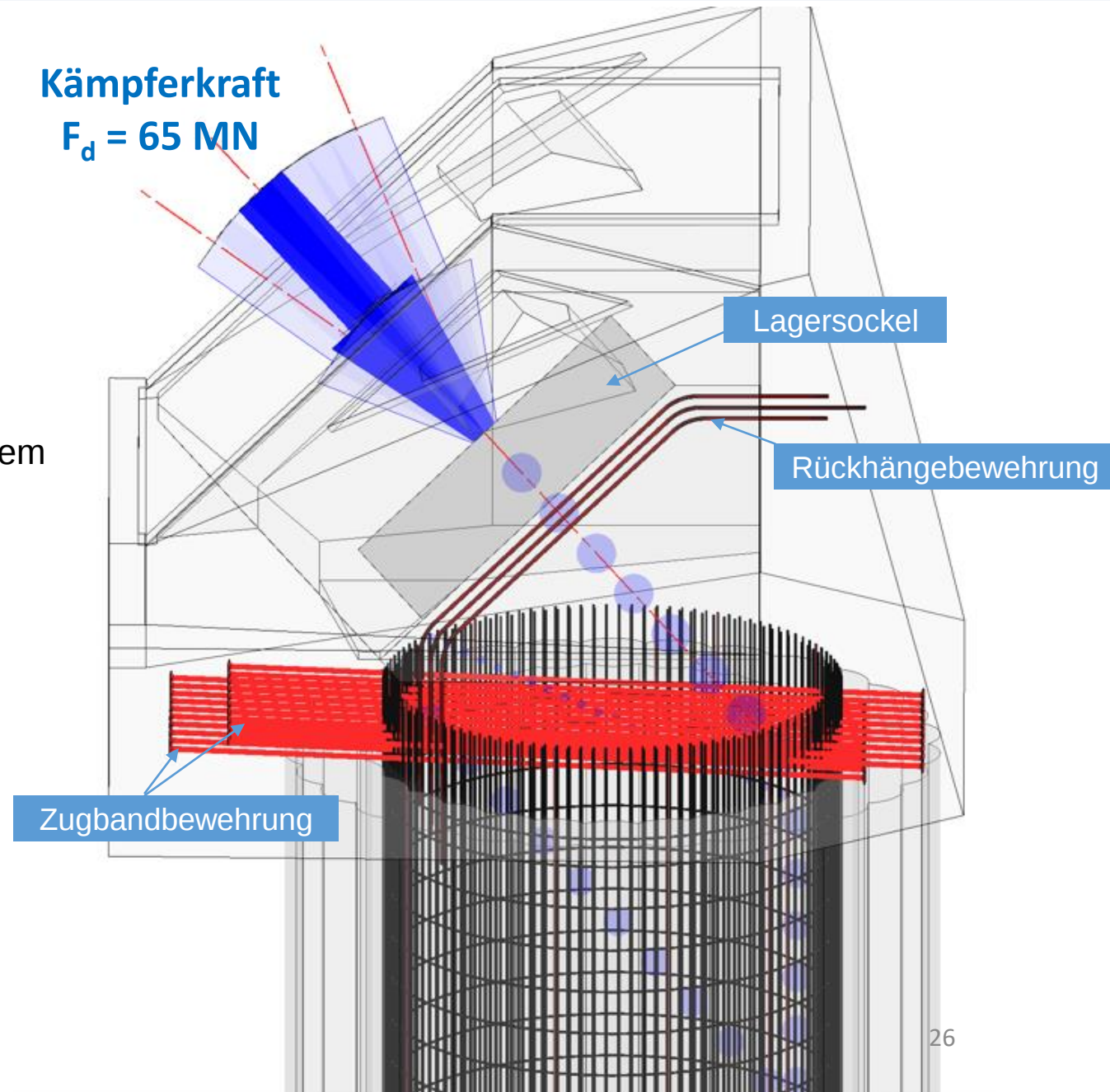
III. Brunnengründung: Bemessungsmodelle

äußere Standsicherheit:

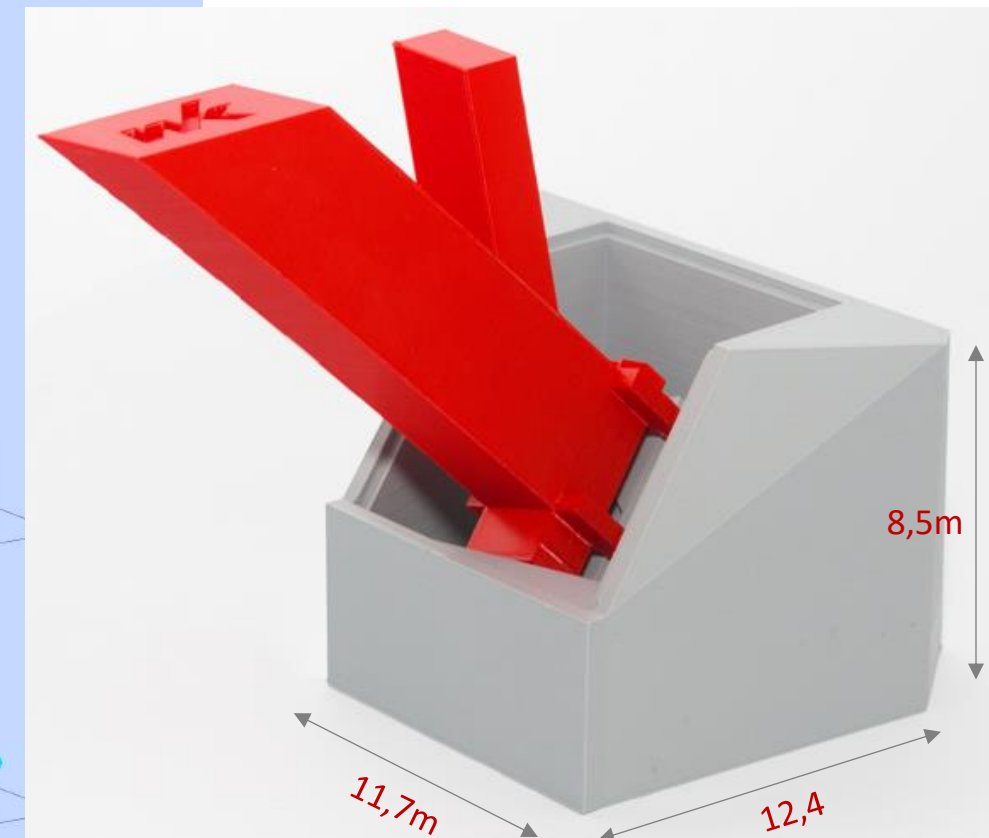
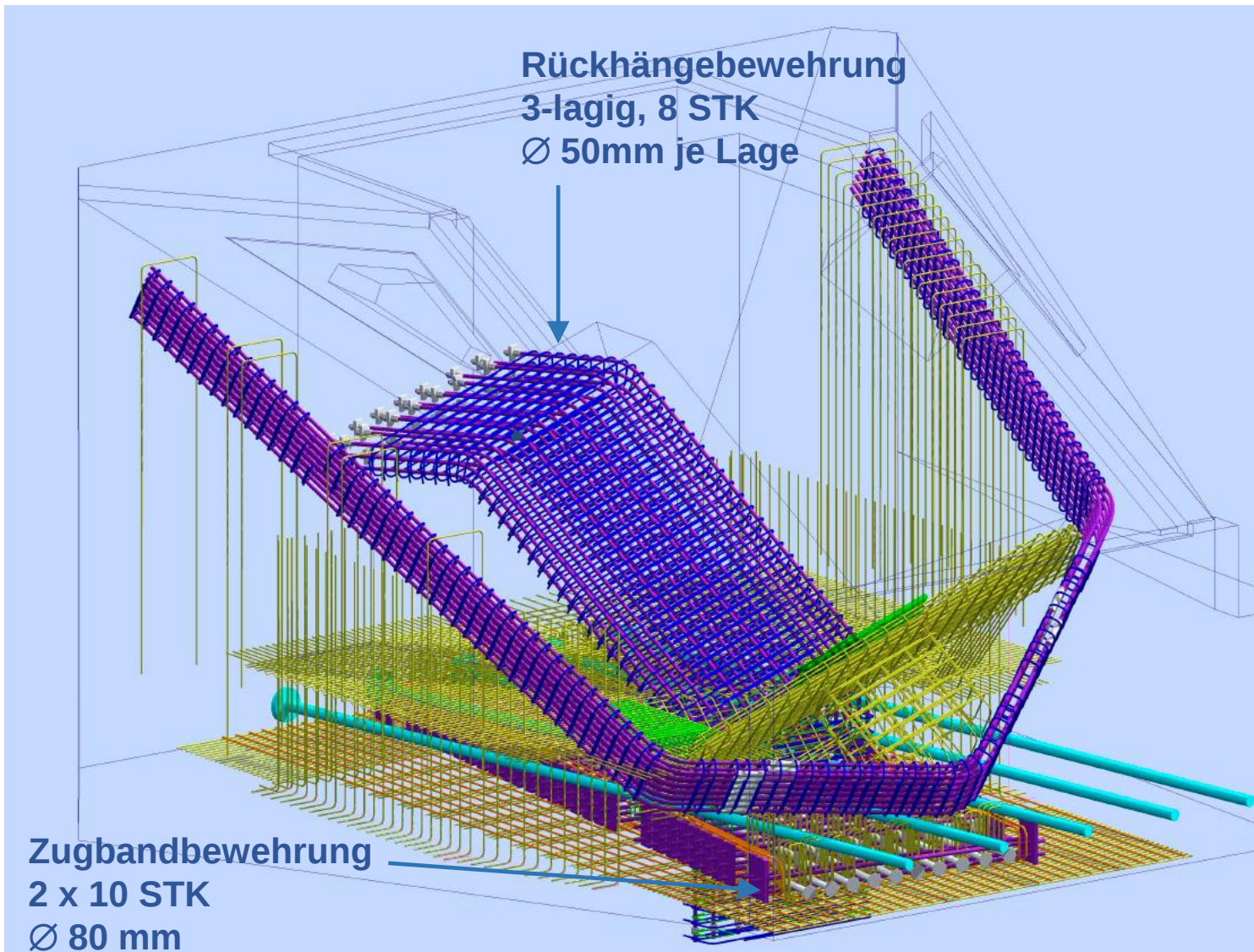
- iterativer Nachweis auf Basis der DIN 4085 in einem 3D-Volumenmodell
- Nachweis auf Basis der modifizierten p-y-Methode
- Nachweis mit Plaxis 3D

innere Standsicherheit:

- Fachwerkmodelle (je nach Lastrichtung)



III. Brunnentöpfe: Bewehrungsführung im BIM-Modell



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



WKC Hamburg GmbH
Planungen im Bauwesen

Veritaskai 8
21079 Hamburg
andreas.meisel@wk-consult.com
www.wk-consult.com

Kontakt bei Fragen zum Ersatzneubau
der ersten Hochbrücke Levensau
Wasserstraßen-Neubauamt
Nord-Ostsee-Kanal
Telefon: 0431/ 3603-371
Telefax: 0431/ 3603-414
wna-nord-ostsee-kanal@wsv.bund.de
www.wna-nord-ostsee-kanal.wsv.de

