

# BPR

Dr. Schäpertöns Consult



Brücke über das Schorgasttal

Daniel Schäfer

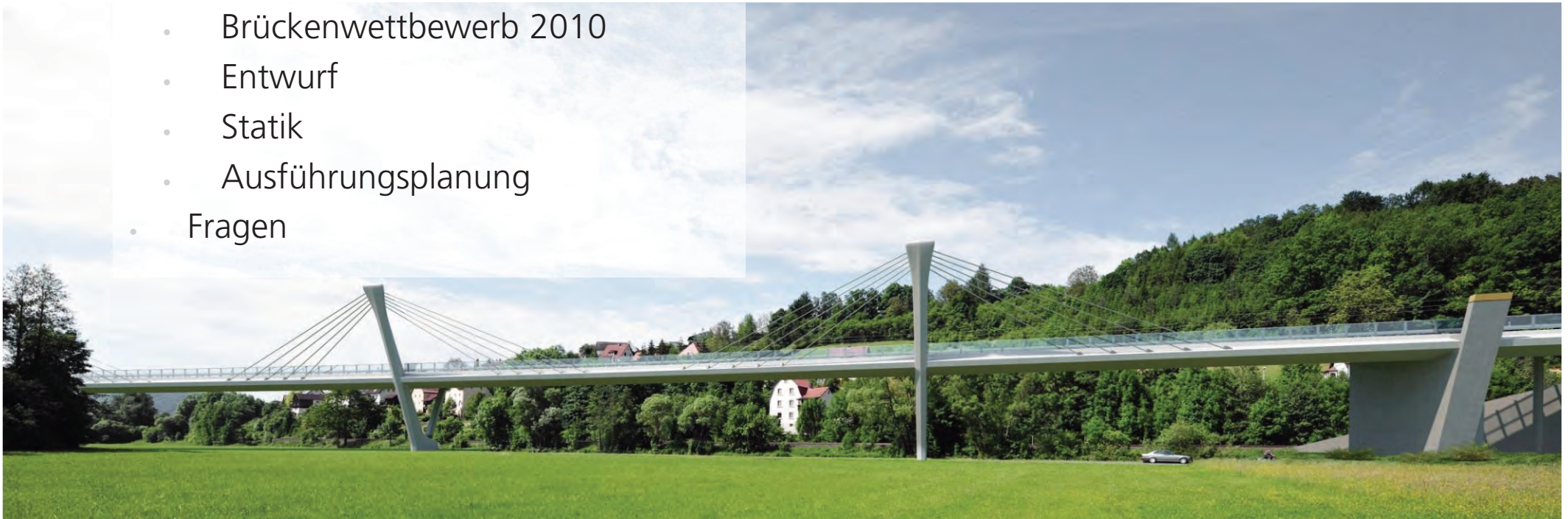
24. September 2019



# Brücke über das Schorgasttal

## Inhalt

- BPR Dr. Schäpertöns Consult
- B 289 Ortsumfahrung Untersteinach
- Talbrücke Schorgast
  - Brückenwettbewerb 2010
  - Entwurf
  - Statik
  - Ausführungsplanung
- Fragen





- BPR Dr. Schäpertöns Consult

Mit 11 Standorten deutschlandweit  
schnell bei unseren Auftraggebern  
und nah an unseren Bauvorhaben

Hauptsitz München  
Schwerpunkt Bayern, Berlin  
über 170 festangestellte Mitarbeiter  
Ausbildungsbetrieb  
rund 16 Mio. Euro Umsatz



- BPR Dr. Schäpertöns Consult
- SRP Schneider & Partner
- D.A.K. Dünser.Aigner.Kollegen
- BPR Künne & Partner
- ZWP Ingenieure-AG

Mehr als 70 Mio. € Umsatz  
Über 700 Mitarbeiter  
an mehr als 30 Standorten  
Inhaber geführt





# Ortsumfahrung Untersteinach

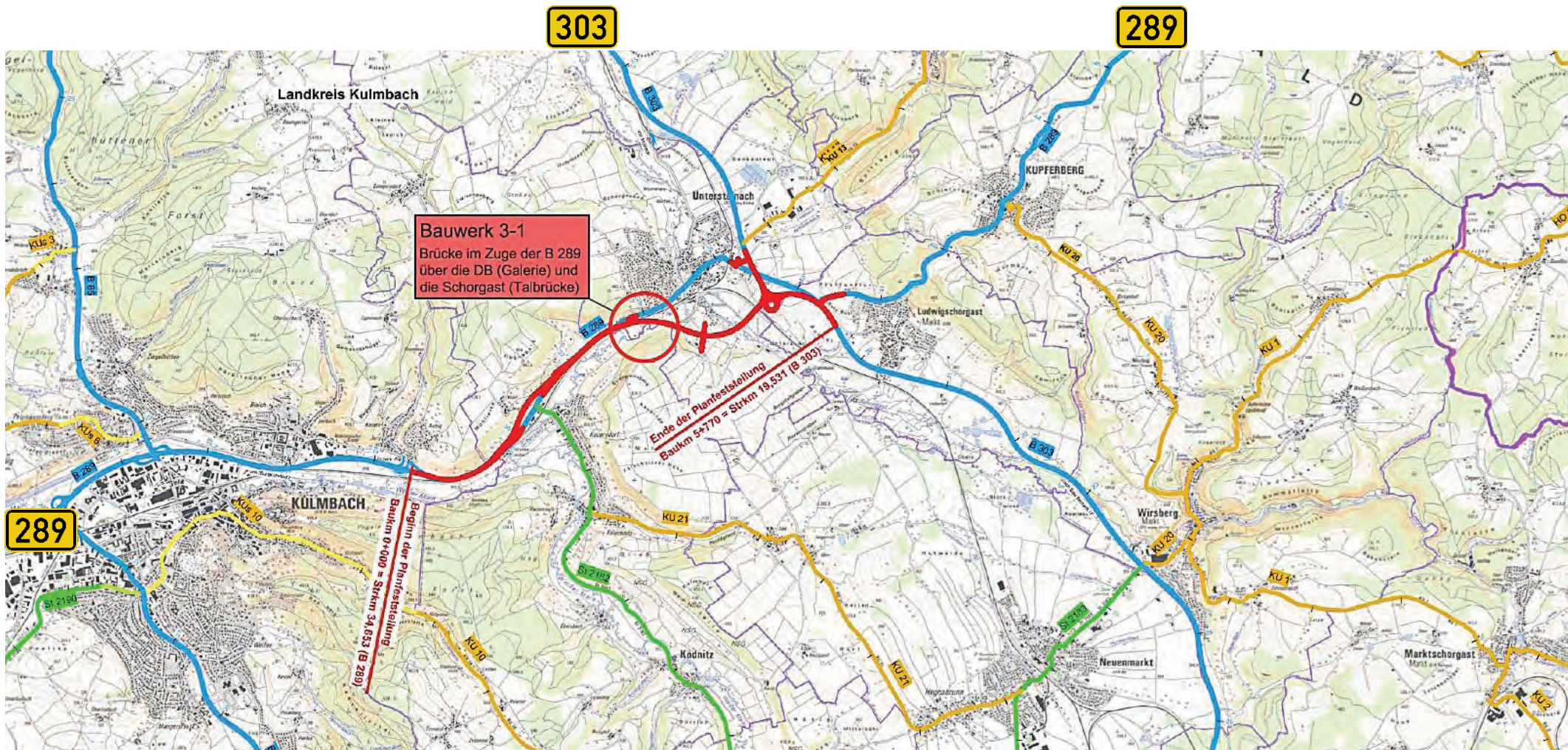


# Ortsumfahrung Untersteinach





# Ortsumfahrung Untersteinach



5,77 km Ausbau und Verlegung der B289 zwischen Kulmbach/Ost/Kauernburg und Untersteinach.

Planstudien seit den 1970er Jahren

Planfeststellungsbeschluss 24.07.2009

303



# Ortsumfahrung Untersteinach



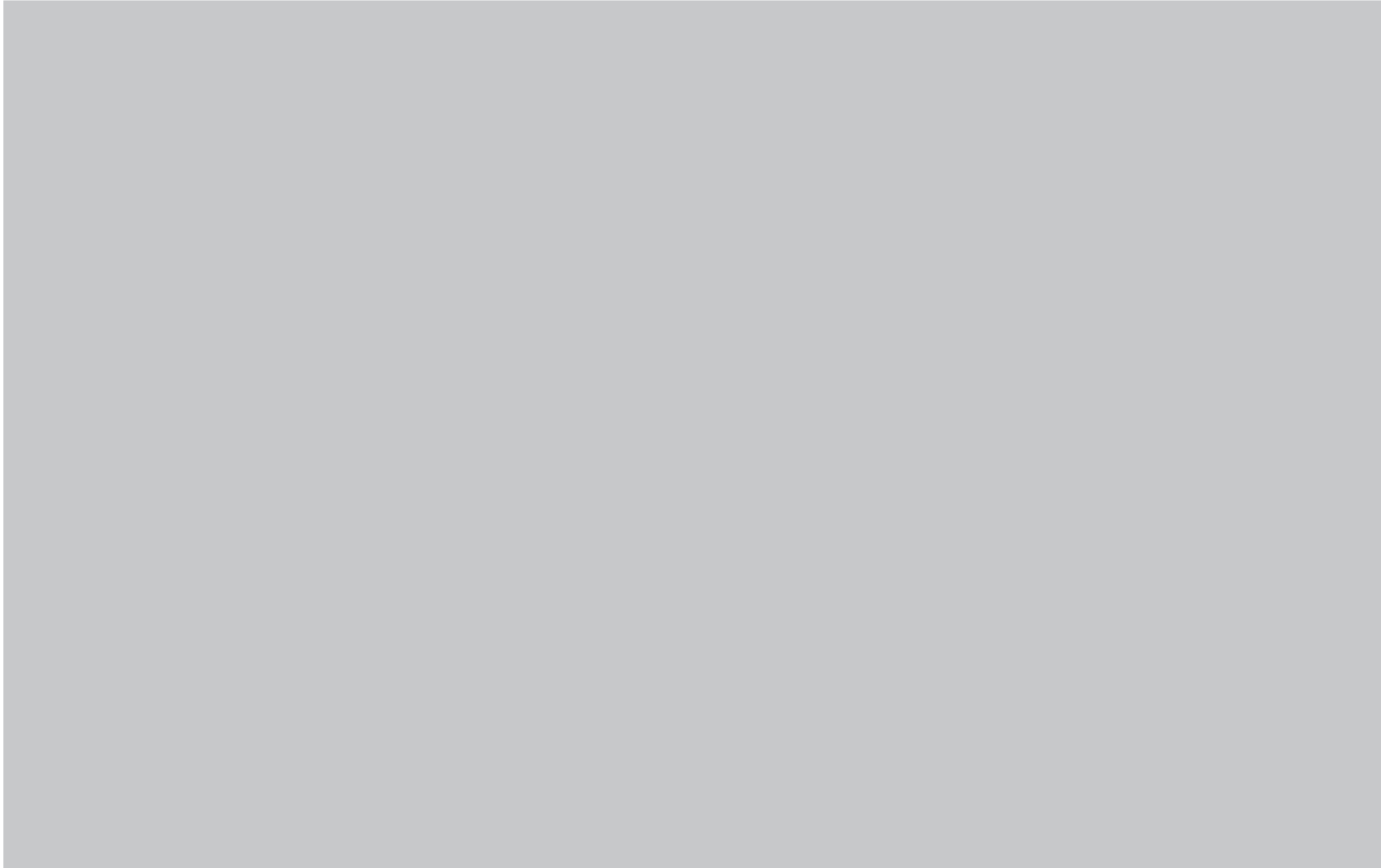
**Bauwerk 3-1 Brücke über DB und Schorgast**

Lage der Brücke im Schorgasttal in unmittelbarer Nähe zu Untersteinach. In einem FFH- und Landschaftsschutzgebiet. Sichtbeziehungen z.B. zur Plassenburg und Burg Guttenberg.



# Talbrücke Schorgast

Brückenwettbewerb 2010 - Präqualifikation, Fünf Teilnehmer



Rang 2 bis 4

# Talbrücke Schorgast

Brückenwettbewerb 2010 – Platz 1



„Die Lösung ist von großer **Transparenz hinsichtlich der Unterbauten** und **Signifikanz hinsichtlich der Überbauten**. ...“ „Insgesamt ist der Entwurf ein überzeugender Beitrag zur Baukultur und geprägt von Innovationswillen und gestalterischer Kraft.“ „Der vorgeschlagene Entwurf ist im Bezug auf die Bau- und Erhaltungskosten sowie den Prüfaufwand **überdurchschnittlich**.“



# Talbrücke Schorgast

Brückenwettbewerb 2010 - Siegerentwurf BPR / SRP / SBR



Schrägseil- bzw. Extradosed-Brücke

Stützweiten 45m – 5 x 67,20m – 45m

semintegral, Verbundüberbau

6 Pylone einseitig angeordnet, ca. 28 m hoch, 1:3 nach außen geneigt

Je Pylon ein Kabelfächer mit 2 x 5 Seilen



# Talbrücke Schorgast

Brückenwettbewerb 2010 - Siegerentwurf BPR / SRP / SBR - Visualisierungen





# Talbrücke Schorgast

Brückenwettbewerb 2010 - Siegerentwurf BPR / SRP / SBR - Visualisierungen



# Talbrücke Schorgast

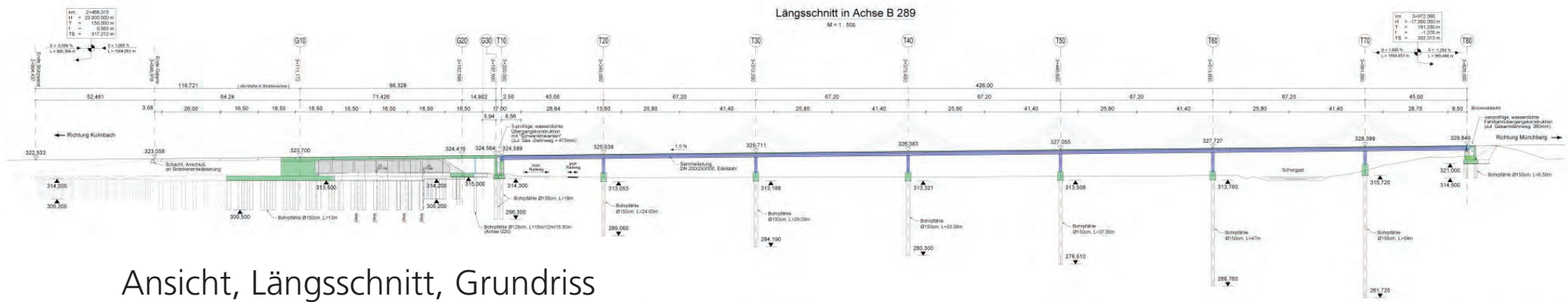
Brückenwettbewerb 2010 - Siegerentwurf BPR / SRP / SBR



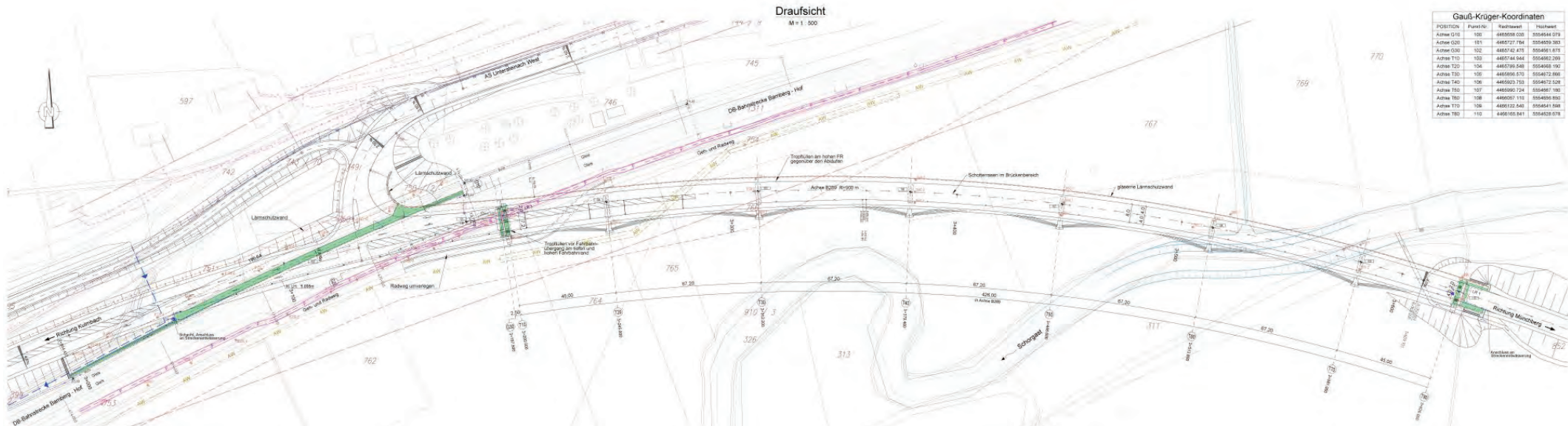


# Talbrücke Schorgast

Entwurf – 2012 bis 2015

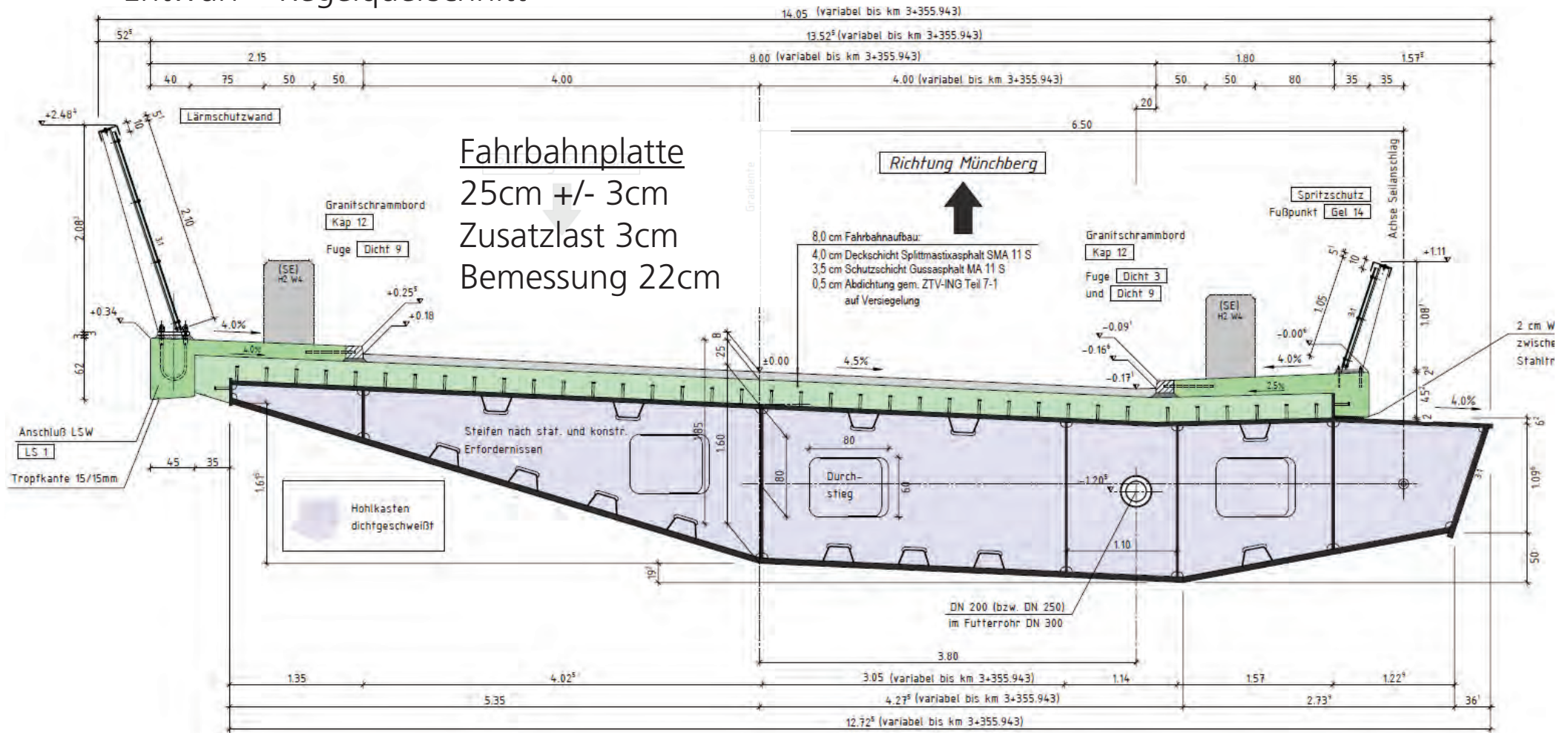


Ansicht, Längsschnitt, Grundriss



# Talbrücke Schorgast

## Entwurf – Regelquerschnitt



Hauptträger:

Obergurt 15mm bis 20mm

Untergurt 15mm bis 25mm, Entwässerung 30mm, Seilanschlag 40mm

Stegbleche 12mm bis 25mm

Querschotte 20mm bis 30mm

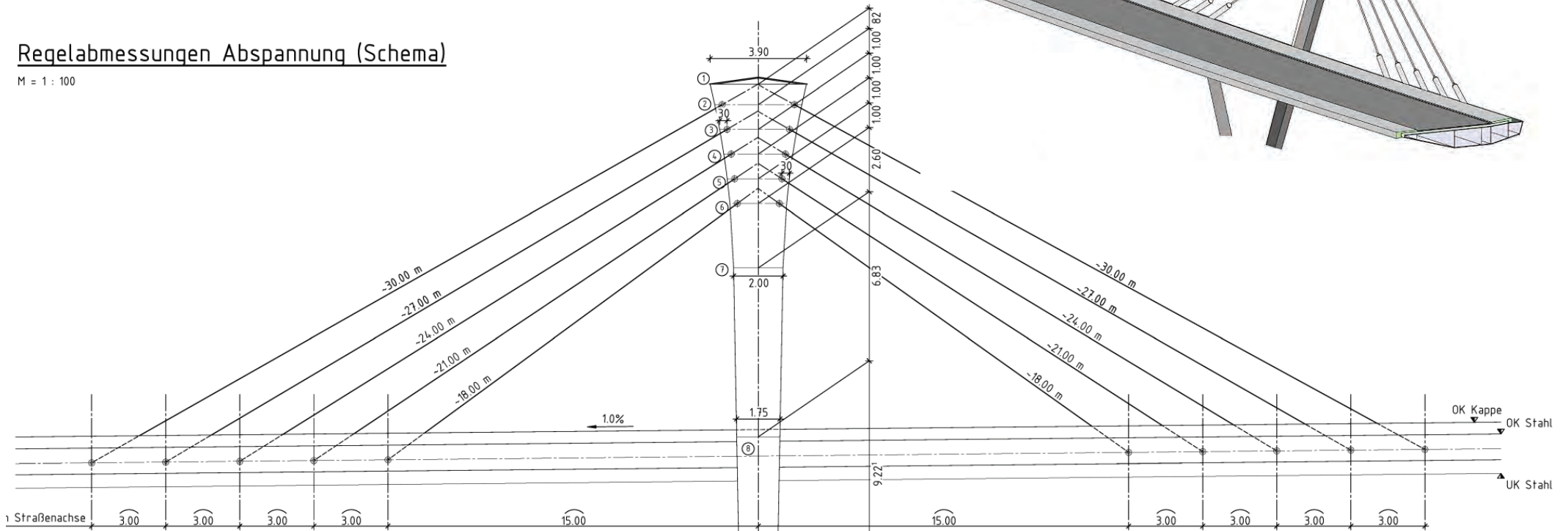


# Talbrücke Schorgast

## Entwurf – Pylone, Unterbauten

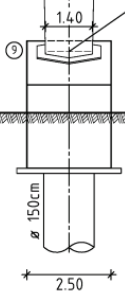
### Regelabmessungen Abspannung (Schema)

M = 1 : 100



Die Seillängen sind durch den AN so zu konfektionieren, daß die Stützmuttern nach der Montage planmäßig in der Mitte des Seilkopfgewindes liegen. Die genauen Seillängen sind im Rahmen der Werkstattplanung der Gesamtstruktur, die durch den AN zu erstellen ist, zu ermitteln.

Pylonoberteile: tragende Bleche innen 30mm  
 Deckelbleche 8mm  
 Schotte 25mm

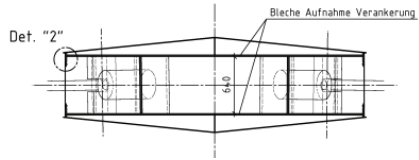


# Talbrücke Schorgast

## Entwurf – Pylone, Unterbauten

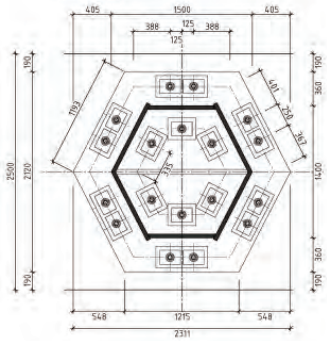
### Schnitt B - B

M = 1 : 25 [mm]



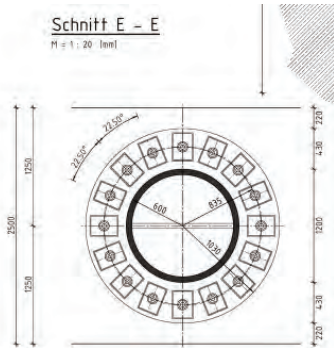
### Schnitt D - D

M = 1 : 20 [mm]



### Schnitt E - E

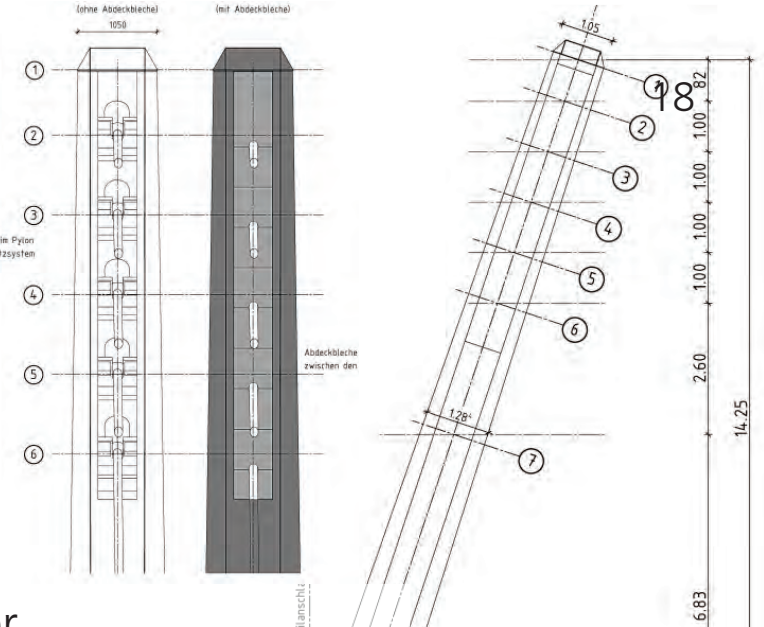
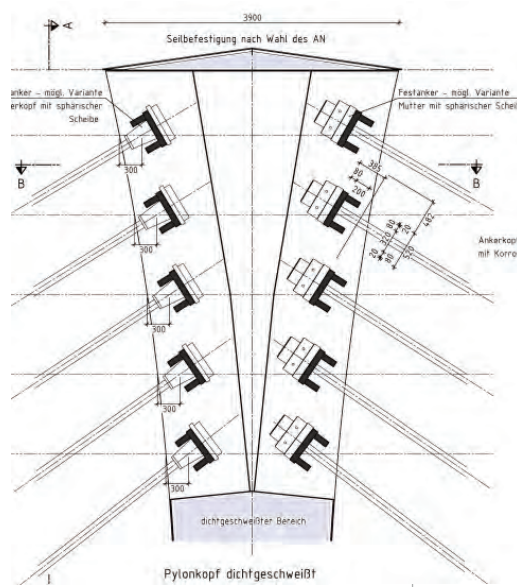
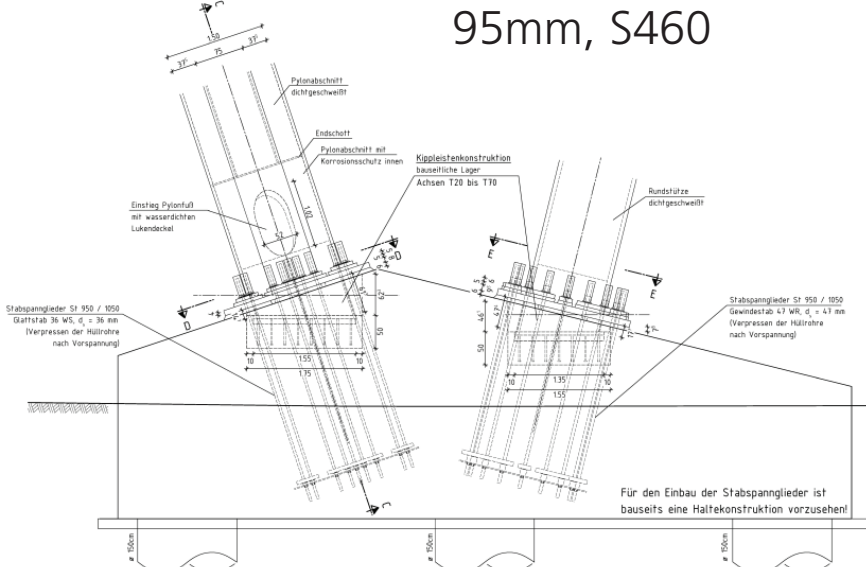
M = 1 : 20 [mm]



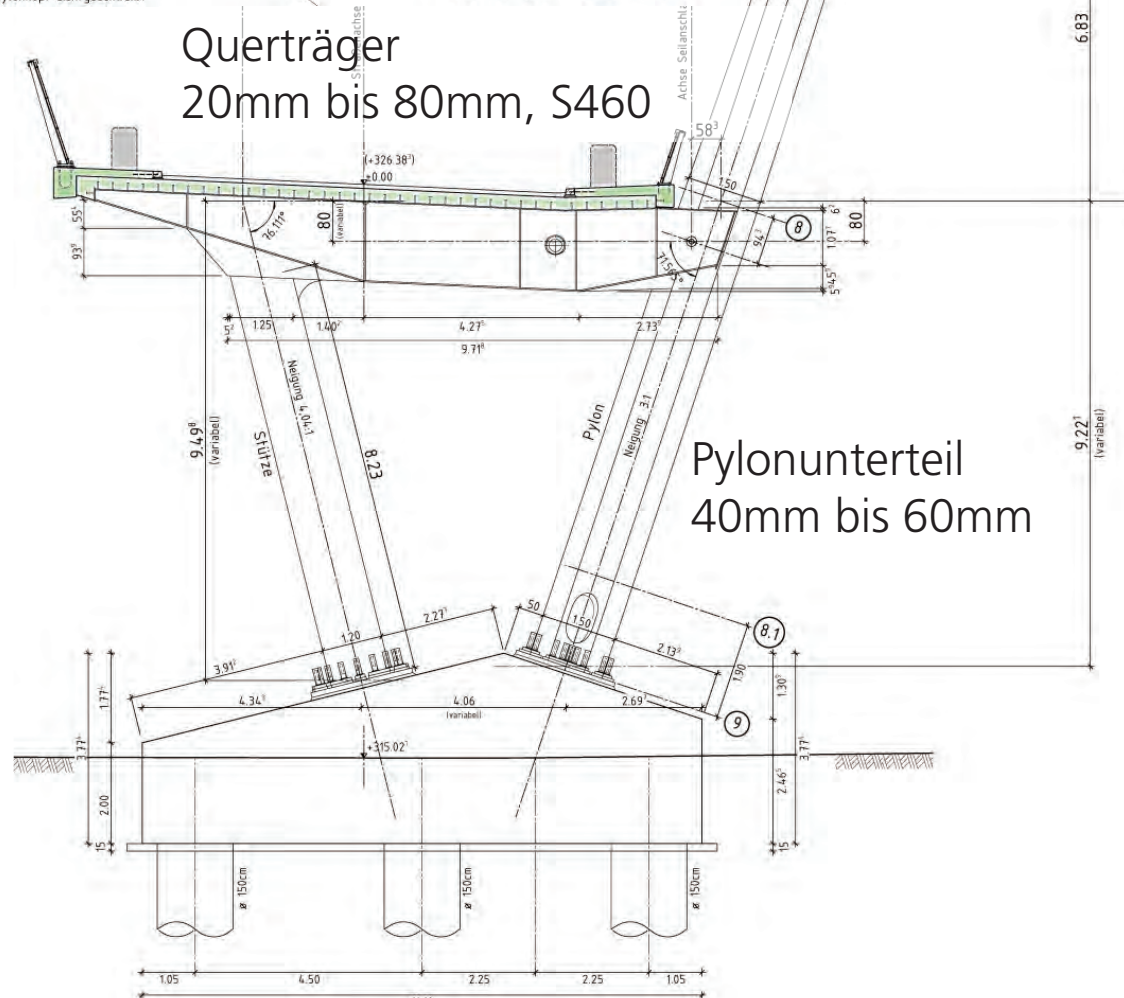
### Querschnitt Pylon- und Stützenfuß

M = 1 : 25

## Fußplatten 95mm, S460



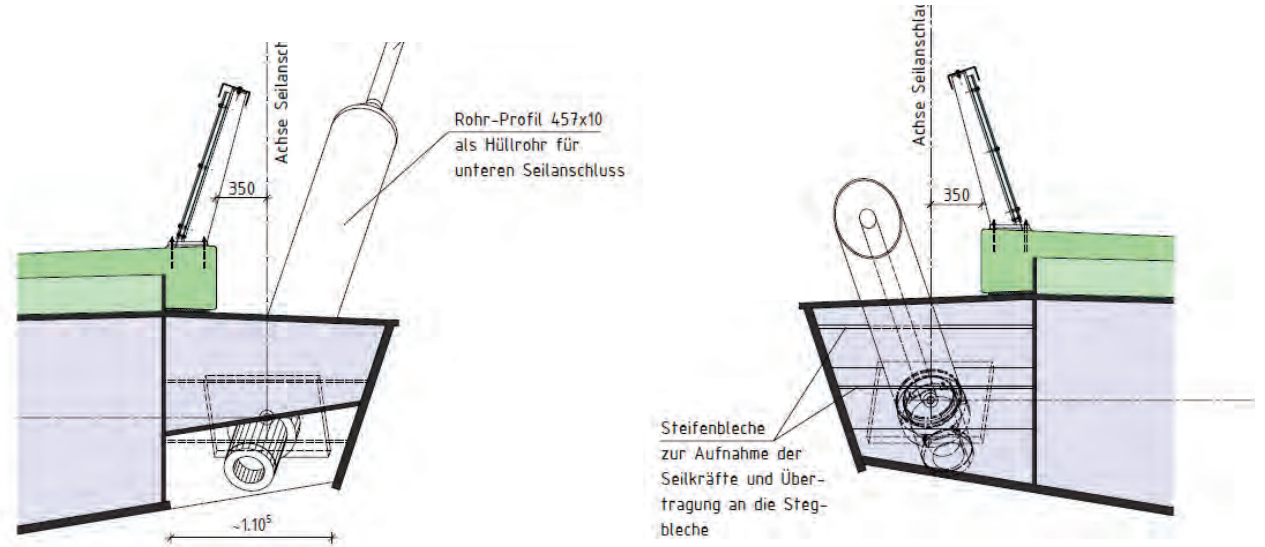
## Querträger 20mm bis 80mm, S460





# Talbrücke Schorgast

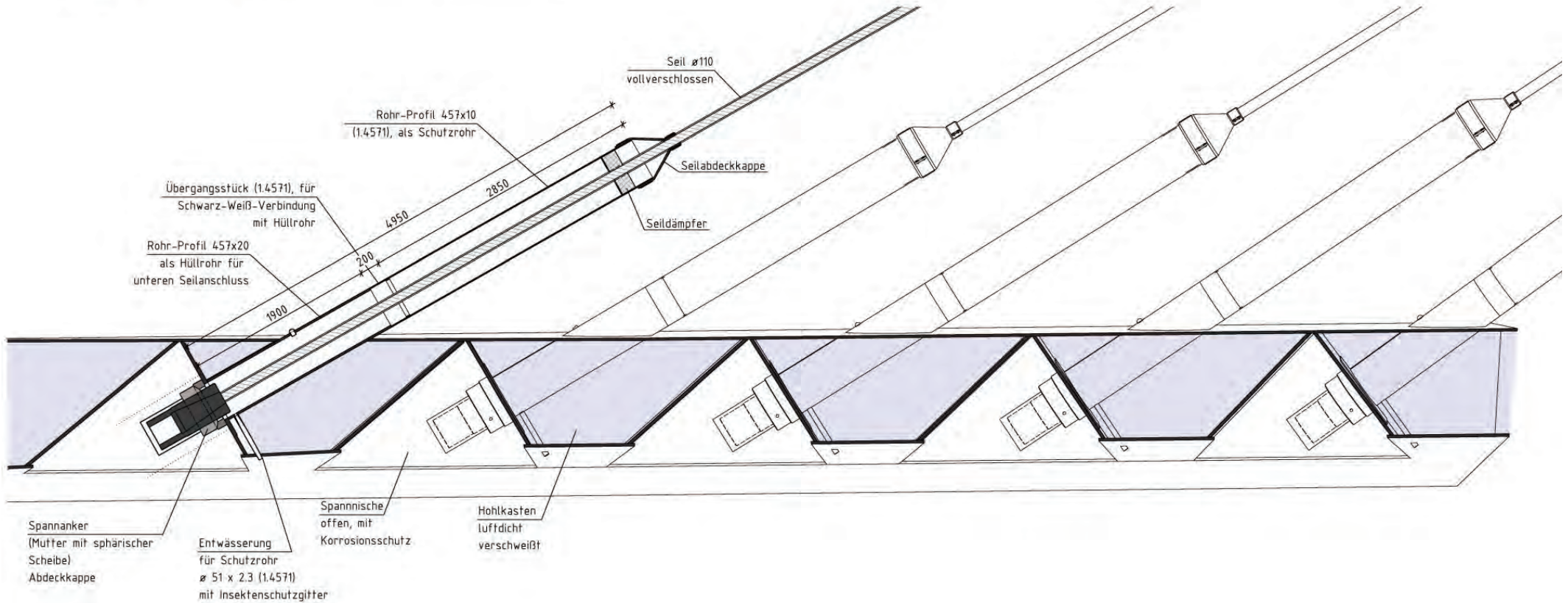
## Entwurf – Seilanschlag unten



### Seitenansicht Seilanschluß

(Stegblech für Darstellung entfernt)

M = 1 : 25



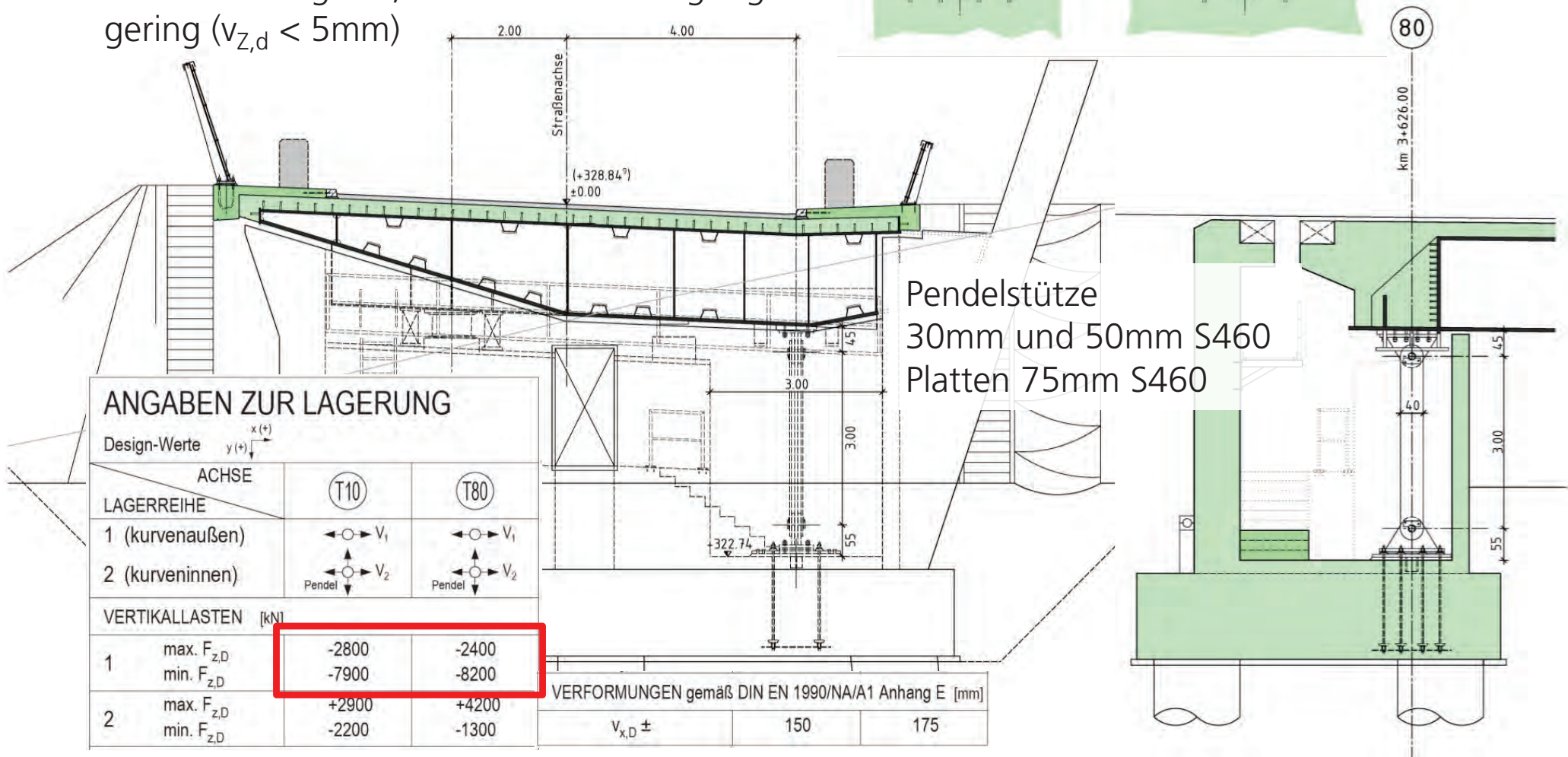
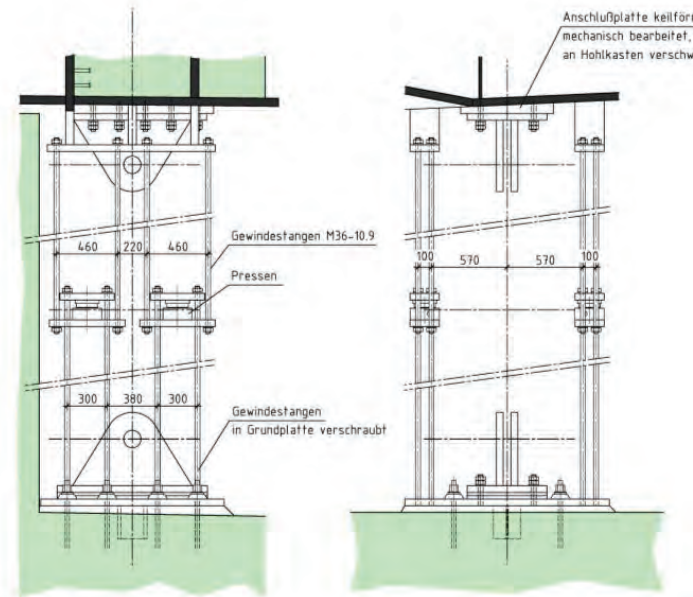
# Talbrücke Schorgast

Entwurf – Druck- / Zuglager als Pendelstütze

$F_{z,d} = 2.900\text{kN}$  Druck /  $4.200\text{kN}$  Zug

Ausgleich Längsbewegung des Überbaus mit Schiefstellung der Stütze

3m Pendellänge so, dass Vertikalbewegung gering ( $v_{z,d} < 5\text{mm}$ )



Pendelstütze  
30mm und 50mm S460  
Platten 75mm S460

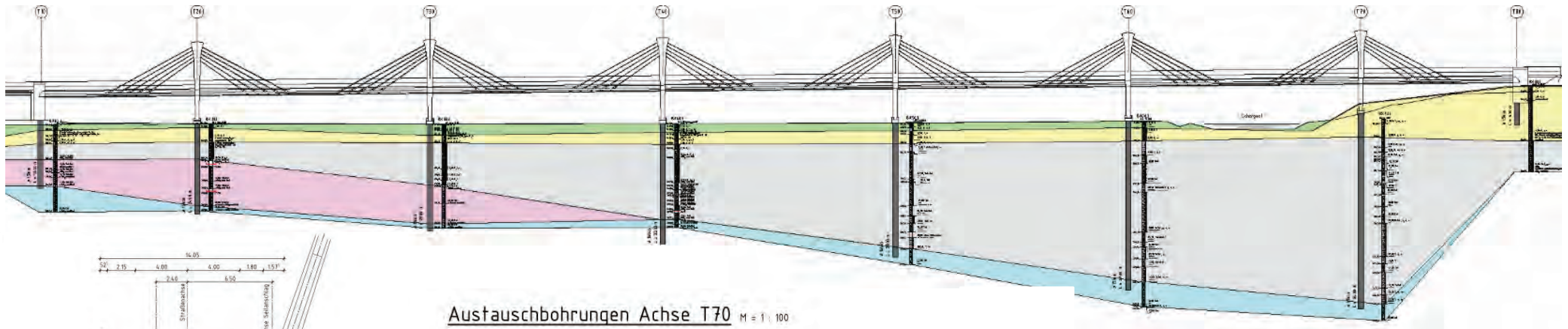
ANGABEN ZUR LAGERUNG		
Design-Werte	x(+)	y(+)
ACHSE	(T10)	(T80)
LAGERREIHE		
1 (kurvenaußen)	$\leftarrow \circ \rightarrow V_1$	$\leftarrow \circ \rightarrow V_1$
2 (kurveninnen)	$\updownarrow \circ \updownarrow V_2$ Pendel	$\updownarrow \circ \updownarrow V_2$ Pendel
VERTIKALLASTEN [kN]		
1 max. $F_{z,D}$	-2800	-2400
1 min. $F_{z,D}$	-7900	-8200
2 max. $F_{z,D}$	+2900	+4200
2 min. $F_{z,D}$	-2200	-1300

VERFORMUNGEN gemäß DIN EN 1990/NA/A1 Anhang E [mm]		
$v_{x,D} \pm$	150	175

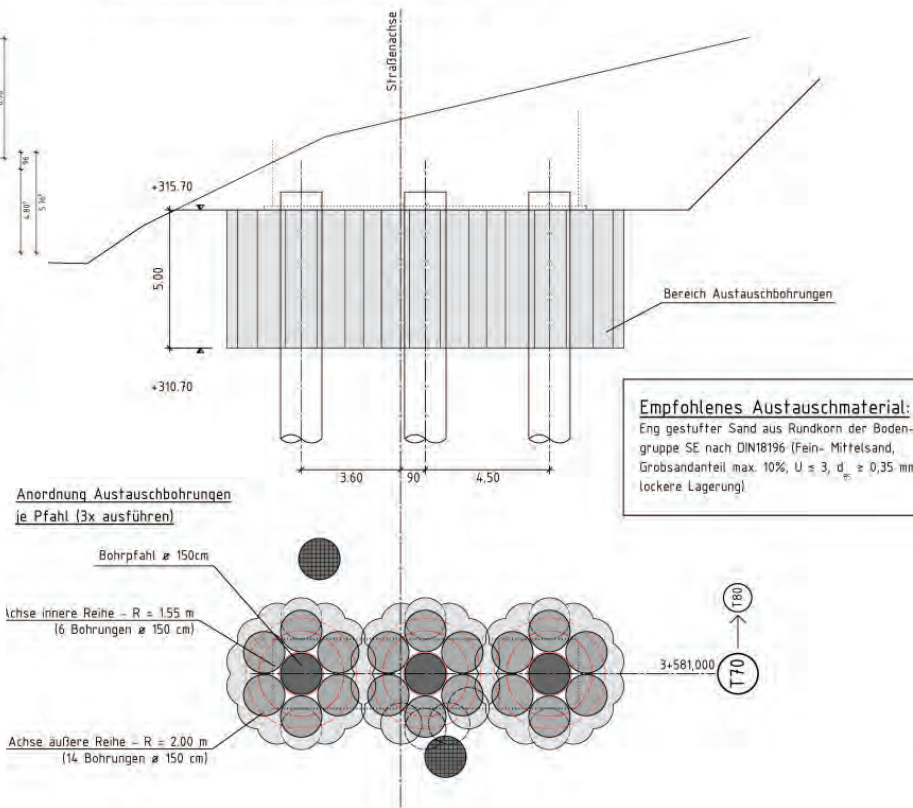
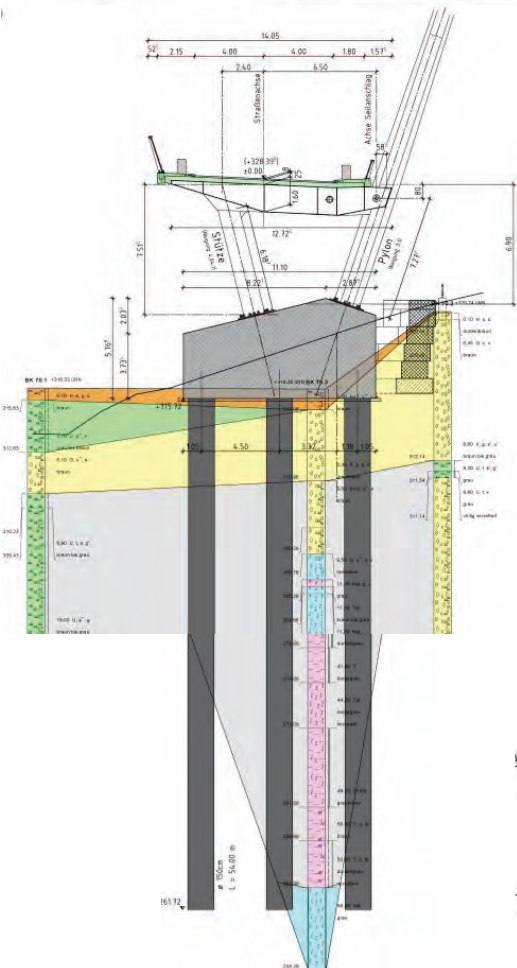


# Talbrücke Schorgast

Entwurf – Geologie und Gründung, Boden-Bauwerk-Interaktion



Austauschbohrungen Achse T70 M = 1 : 100



Anordnung Austauschbohrungen  
 je Pfahl (3x ausführen)

Bohrpfahl  $\varnothing$  150cm

Achse innere Reihe - R = 1,55 m  
 (6 Bohrungen  $\varnothing$  150 cm)

Achse äußere Reihe - R = 2,00 m  
 (14 Bohrungen  $\varnothing$  150 cm)

Legende - Geologische Schichten

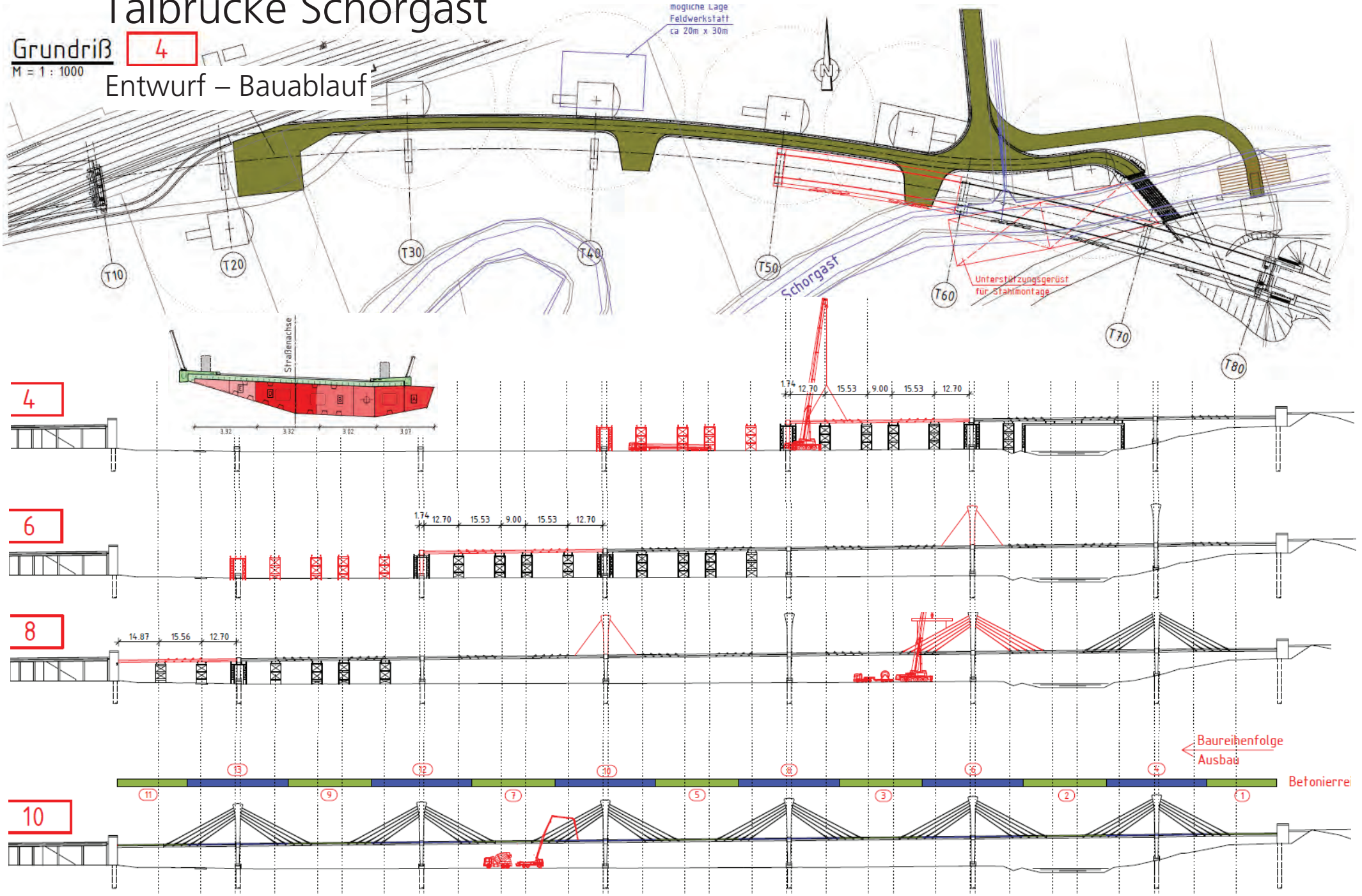
- Humus
- Auelehm (Schluff, Ton)
- Talschotter (Kies)
- Verwitterungsmaterial Muschelkalk, Keuper (Kies, Schluff)
- Keuper (Ton, Schluff; schwach bis mäßig verwittert)
- Muschelkalk (Kalk; überwiegend kompakt)

# Talbrücke Schorgast

Grundriß  
M = 1 : 1000

4

Entwurf – Bauablauf



4

6

8

10

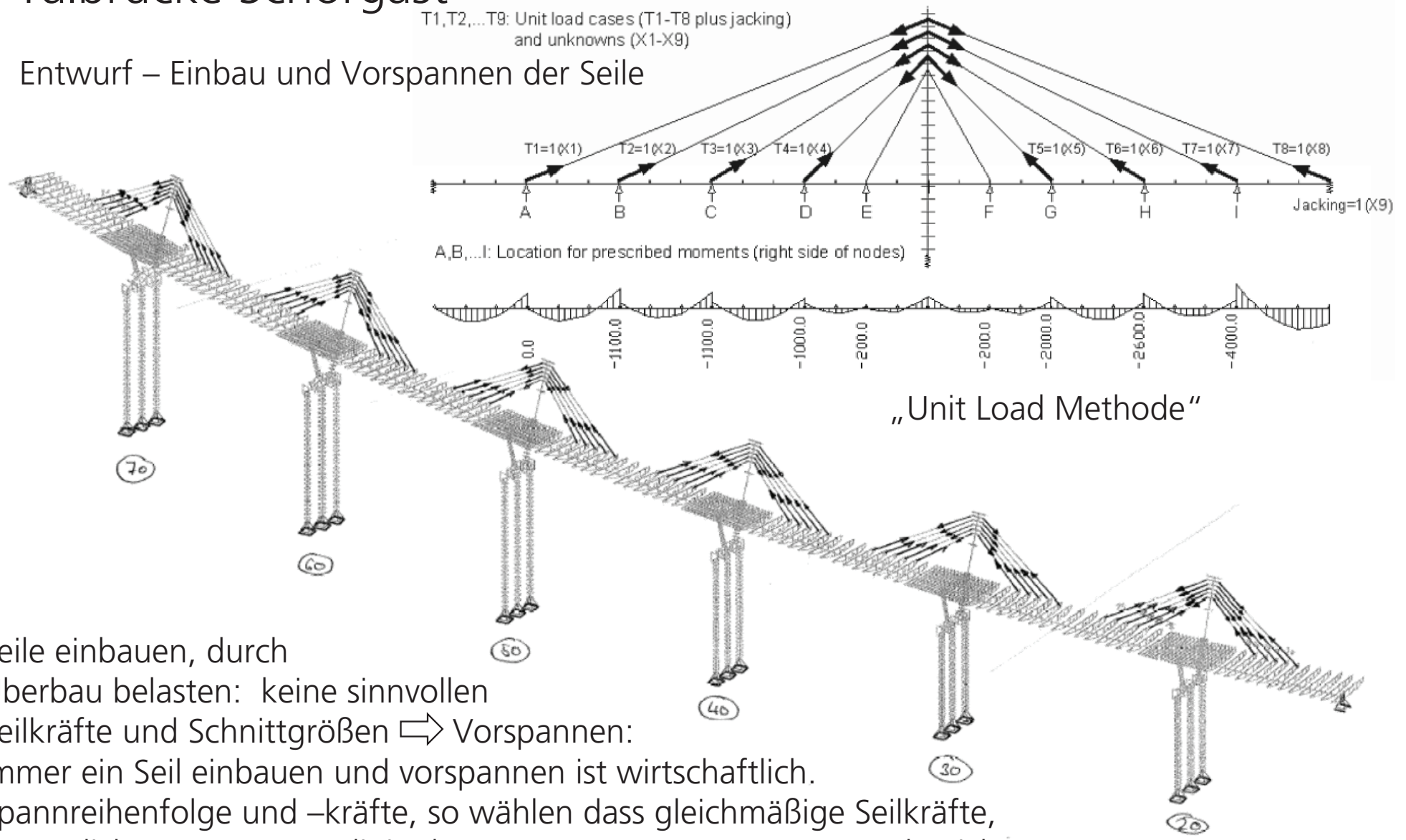
Baureihenfolge  
Ausbau

Betoniererei



# Talbrücke Schorgast

## Entwurf – Einbau und Vorspannen der Seile



Seile einbauen, durch Überbau belasten: keine sinnvollen Seilkräfte und Schnittgrößen  $\Leftrightarrow$  Vorspannen: immer ein Seil einbauen und vorspannen ist wirtschaftlich. Spannreihenfolge und -kräfte, so wählen dass gleichmäßige Seilkräfte, ausgeglichene Momentenlinie der Hauptträger, Montagezustände nicht maßgebend. Hier 60 unbekannte Seilkräfte, 60 Randbedingungen definieren, Gleichungssystem mit 60 Unbekannten lösen. Vorspannen ‚gegen‘ Stahlbau.

# Talbrücke Schorgast

Statische Berechnung, Ausführungsplanung – 2016 bis 2018



Stabwerkmodell

Überbau als

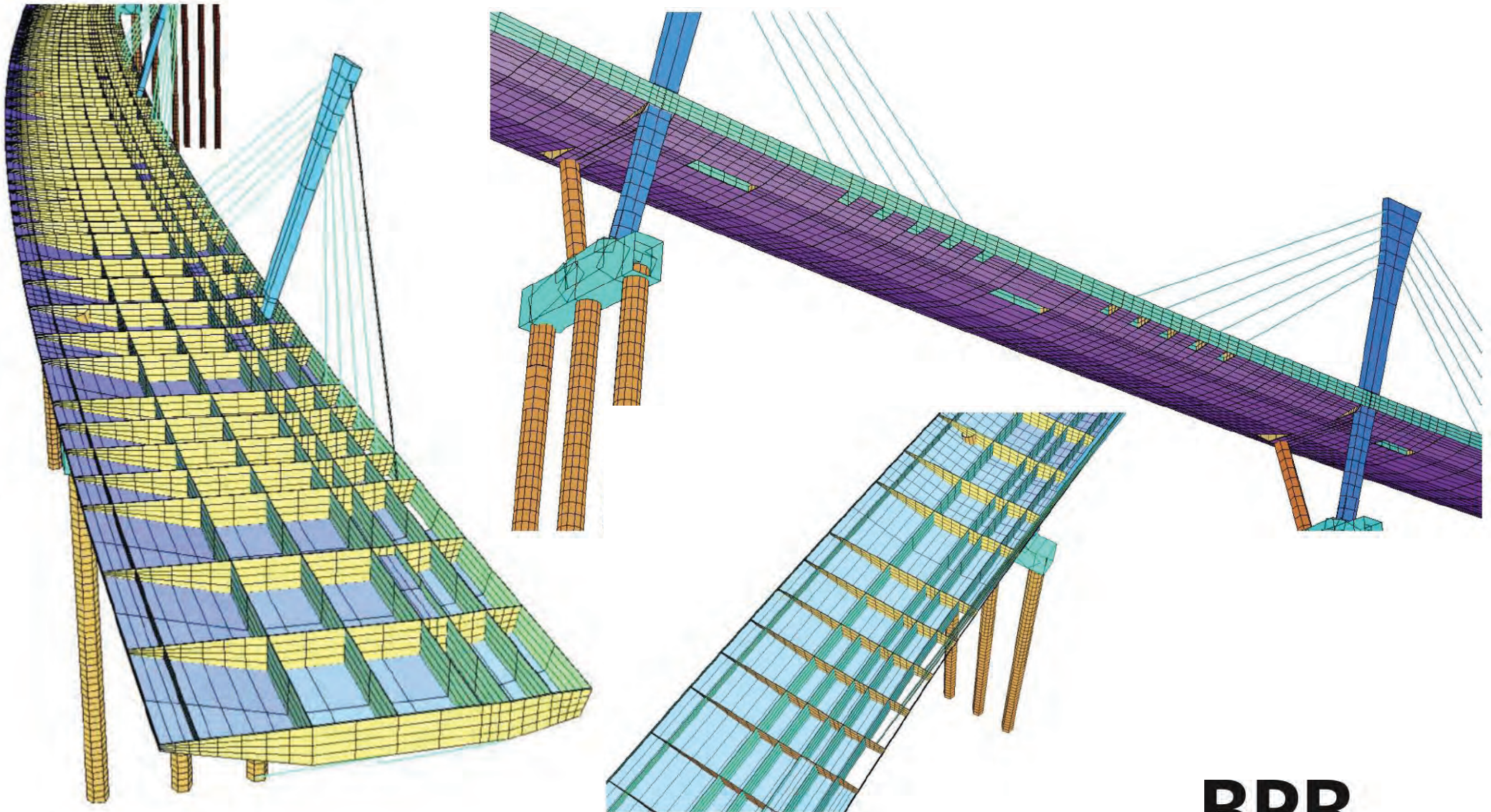
Einstabsystem

Pfähle gebettet (unterer Grenzwert, Mittelwert, oberer Grenzwert)



# Talbrücke Schorgast

Statische Berechnung – Vergleichsberechnung Faltwerk / Einstabsystem





# Talbrücke Schorgast

Statische Berechnung – Vergleichsberechnung Falzwerk / Einstabsystem  
 Kontrolle bzw. Vergleich von

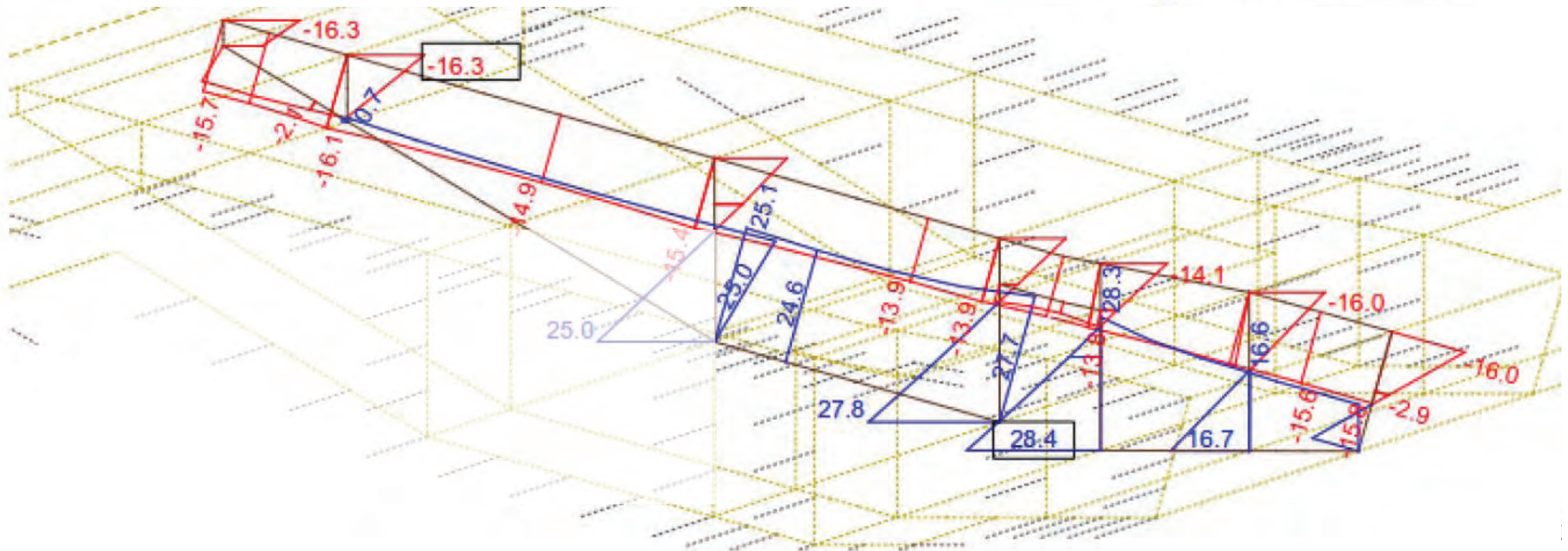
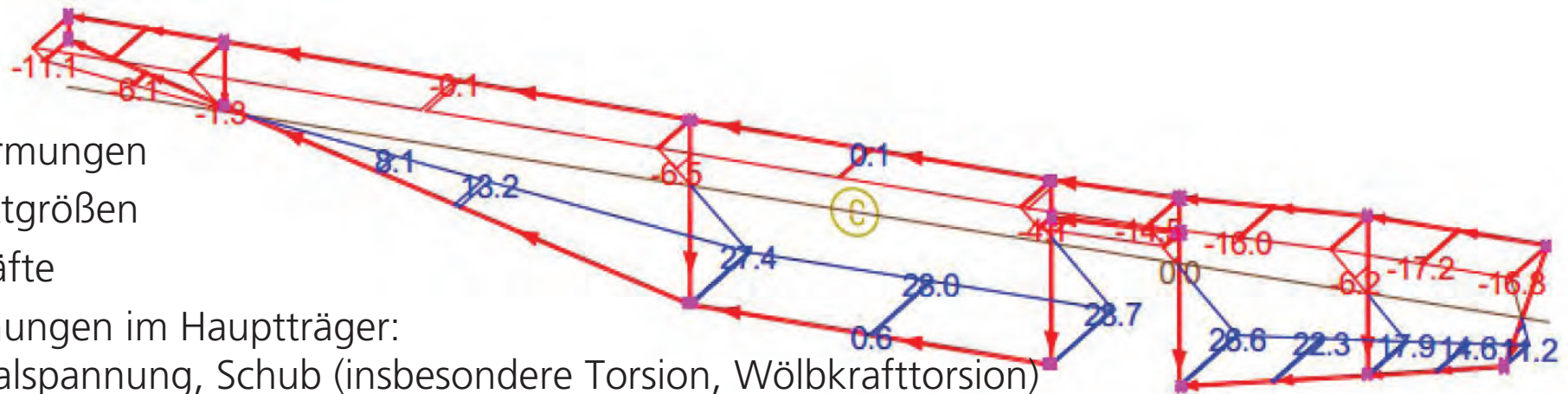
Verformungen

Schnittgrößen

Seilkräfte

Spannungen im Hauptträger:

Normalspannung, Schub (insbesondere Torsion, Wölbkrafttorsion)





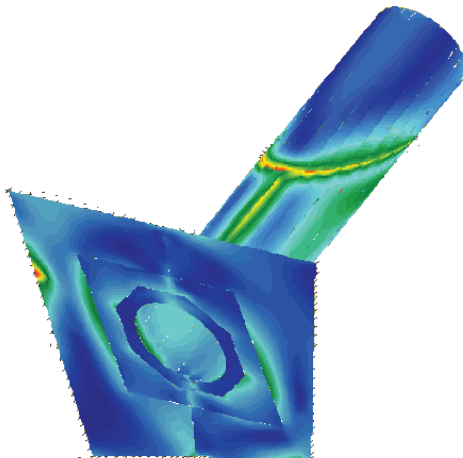
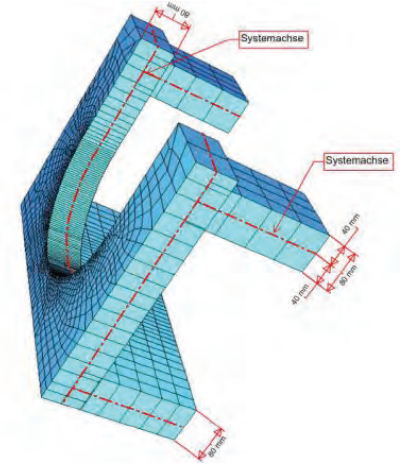
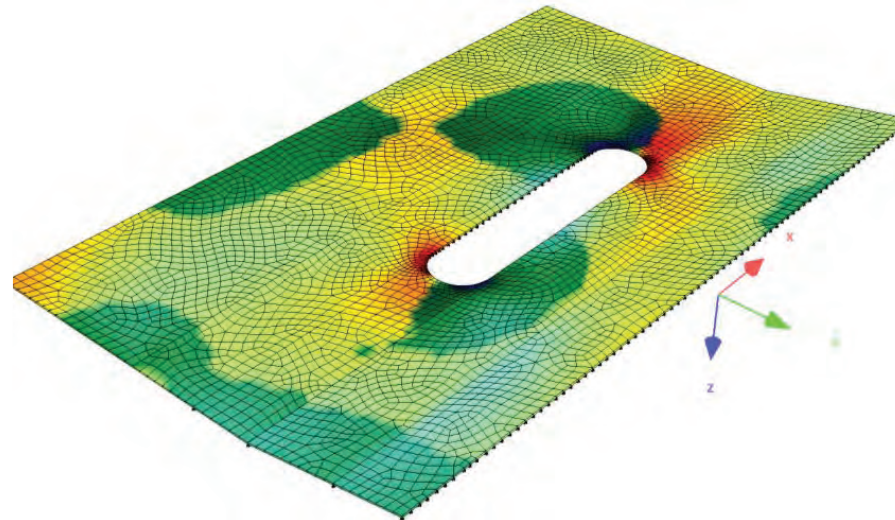
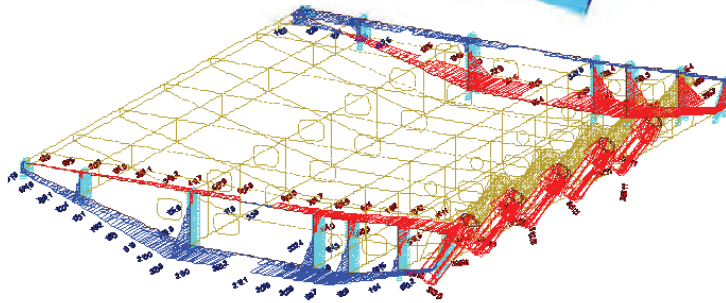
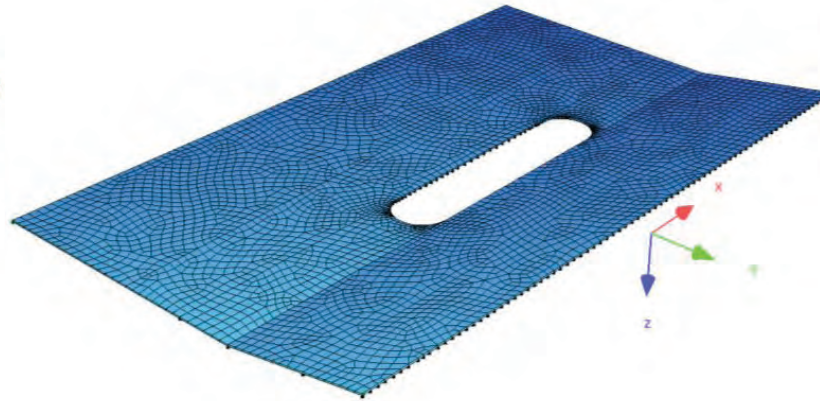
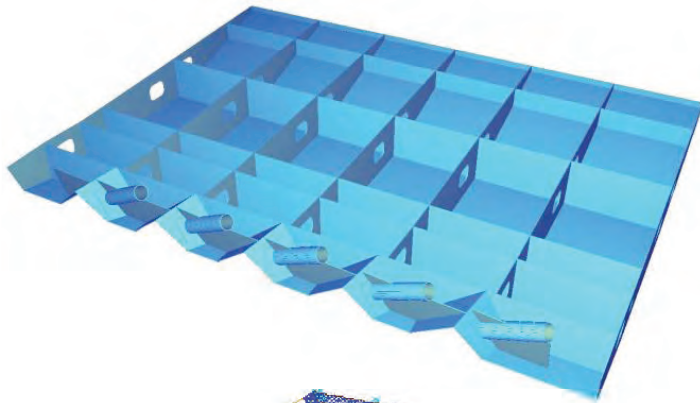
# Talbrücke Schorgast

Statische Berechnung – Submodelle für Diskontinuitätsbereiche („D-Bereiche“)

Seileinleitungsbereich

Aussparung Zugang Entwässerung

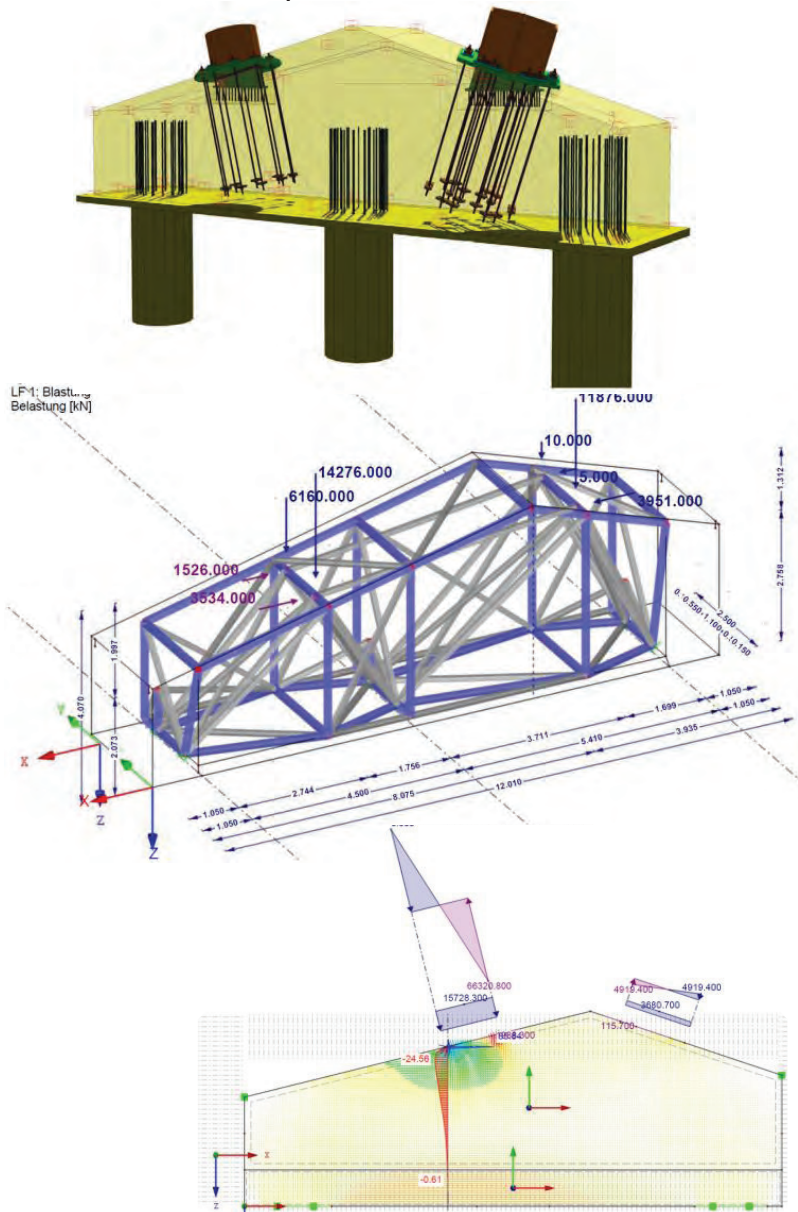
Pylonoberteile



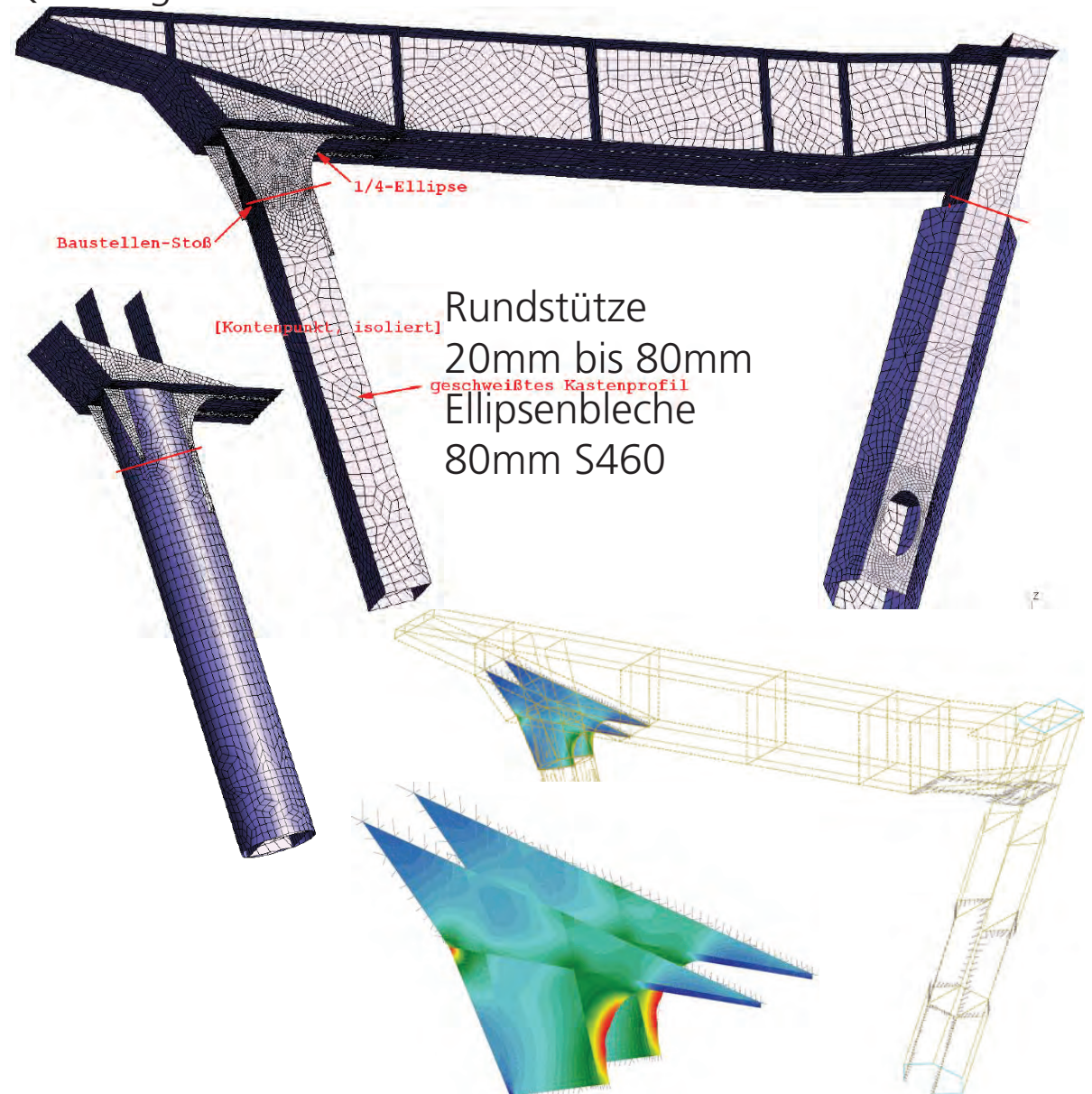


# Talbrücke Schorgast

Statische Berechnung – Submodelle für Diskontinuitätsbereiche („D-Bereiche“)  
 Pfahlkopfbalken  
 Querträger



Querträger





# Talbrücke Schorgast

Statische Berechnung – Abbildung des Bauablaufs

82 Bauphasen wurden für statische Nachweise und Verformungsberechnung erfasst

LF 4010  $\Sigma R_X=0.0kN$   $\Sigma R_Y=0.0kN$   $\Sigma R_Z=0.0kN$



## 9 Stahlbauabschnitte

(Einbau Gerüste, Auflegen Montageschüsse, Verschweißen, Ausbau Gerüste)

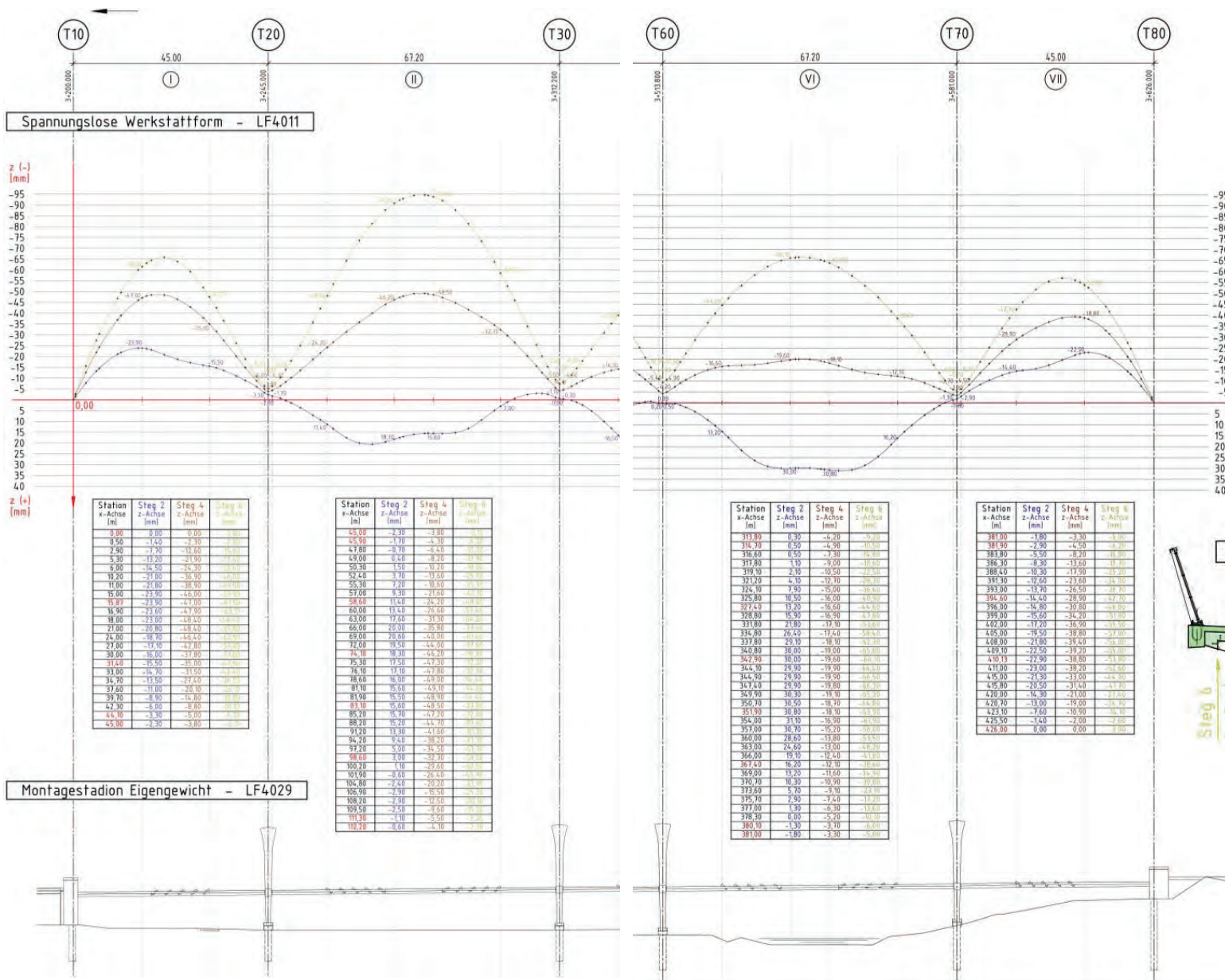
**60 Seile** (Einbau und Vorspannen)

**13 Betonierabschnitte** (plus Kriechen und Schwinden)

Ausbaulasten (Endzustand)

# Talbrücke Schorgast

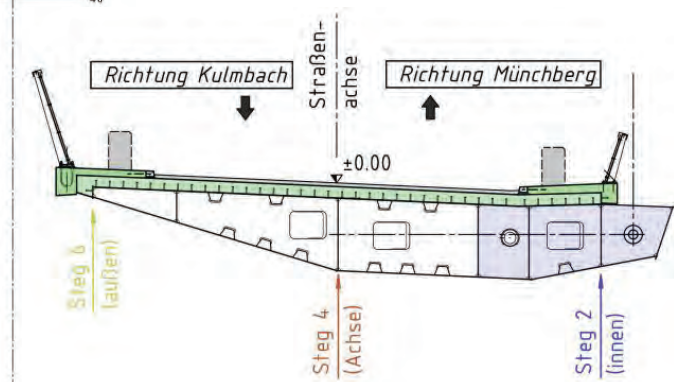
Statische Berechnung – Abbildung des Bauablaufs – Überhöhung



Überbau in Längs- und Querrichtung überhöht

Komplexe 3D-Geometrie für Werkstattplanung und Ausführung

Seite Seilanschlag teilweise unterhöht (blau)



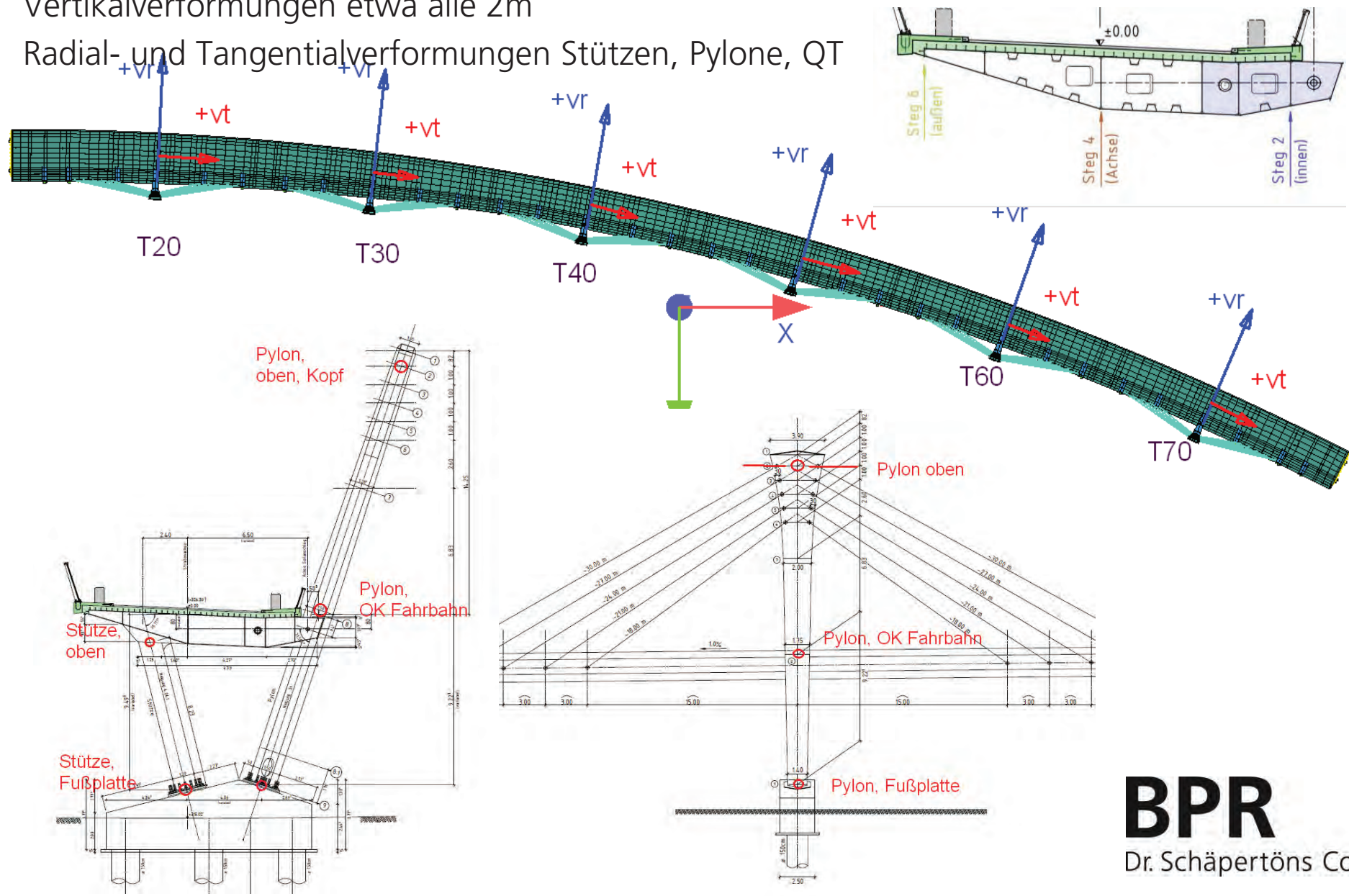


# Talbrücke Schorgast

Statische Berechnung – Abbildung des Bauablaufs – Verformungsberechnung

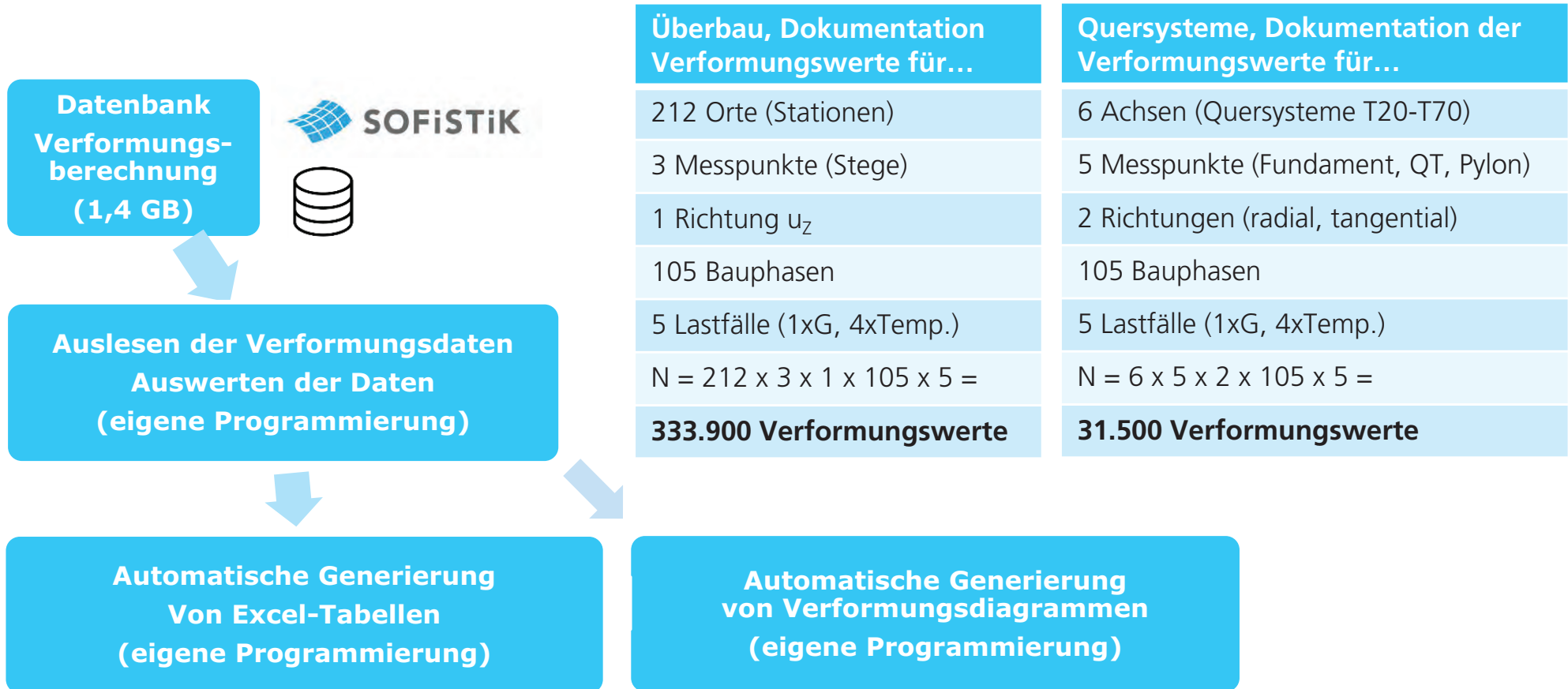
Vertikalverformungen etwa alle 2m

Radial- und Tangentialverformungen Stützen, Pylone, QT



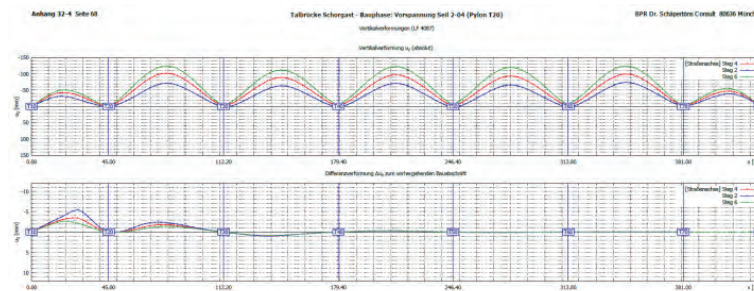
# Talbrücke Schorgast

Statische Berechnung – Abbildung des Bauablaufs – Verformungsberechnung



Überbau, Dokumentation Verformungswerte für...
212 Orte (Stationen)
3 Messpunkte (Stege)
1 Richtung $u_z$
105 Bauphasen
5 Lastfälle (1xG, 4xTemp.)
$N = 212 \times 3 \times 1 \times 105 \times 5 =$
<b>333.900 Verformungswerte</b>

Quersysteme, Dokumentation der Verformungswerte für...
6 Achsen (Quersysteme T20-T70)
5 Messpunkte (Fundament, QT, Pylon)
2 Richtungen (radial, tangential)
105 Bauphasen
5 Lastfälle (1xG, 4xTemp.)
$N = 6 \times 5 \times 2 \times 105 \times 5 =$
<b>31.500 Verformungswerte</b>





# Talbrücke Schorgast

## Statische Berechnung – Abbildung des Bauablaufs – Verformungsberechnung

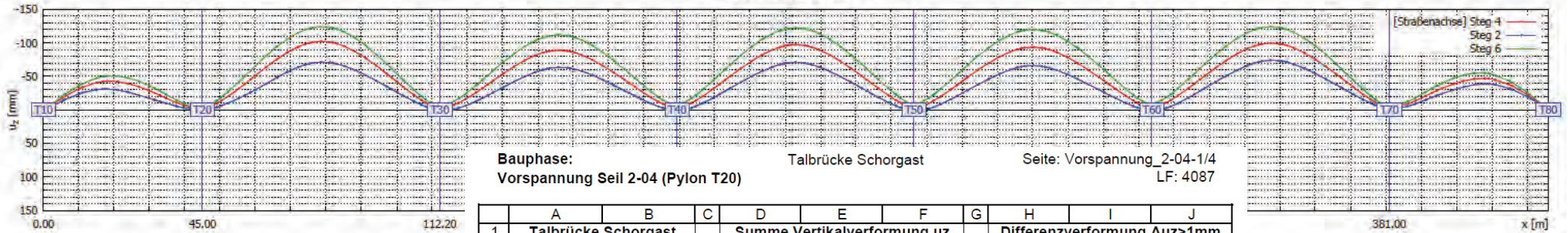
Anhang 32-4 Seite 68

Talbrücke Schorgast - Bauphase: Vorspannung Seil 2-04 (Pylon T20)

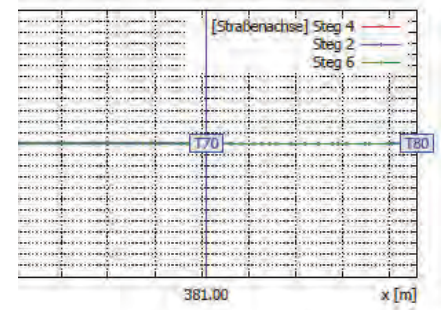
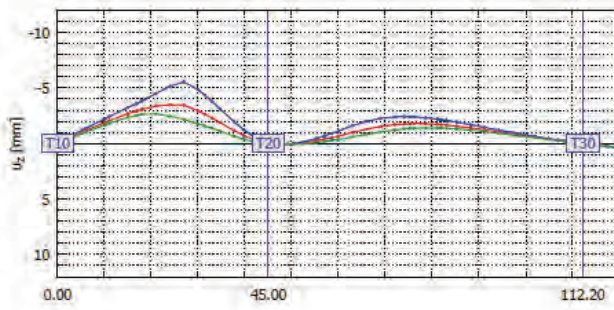
BPR Dr. Schäpertöns Consult 80636 München

Vertikalverformungen (LF 4087)

Vertikalverformung  $u_z$  (absolut)



Bauphase: Vorspannung Seil 2-04 (Pylon T20) Talbrücke Schorgast Seite: Vorspannung\_2-04-1/4 LF: 4087



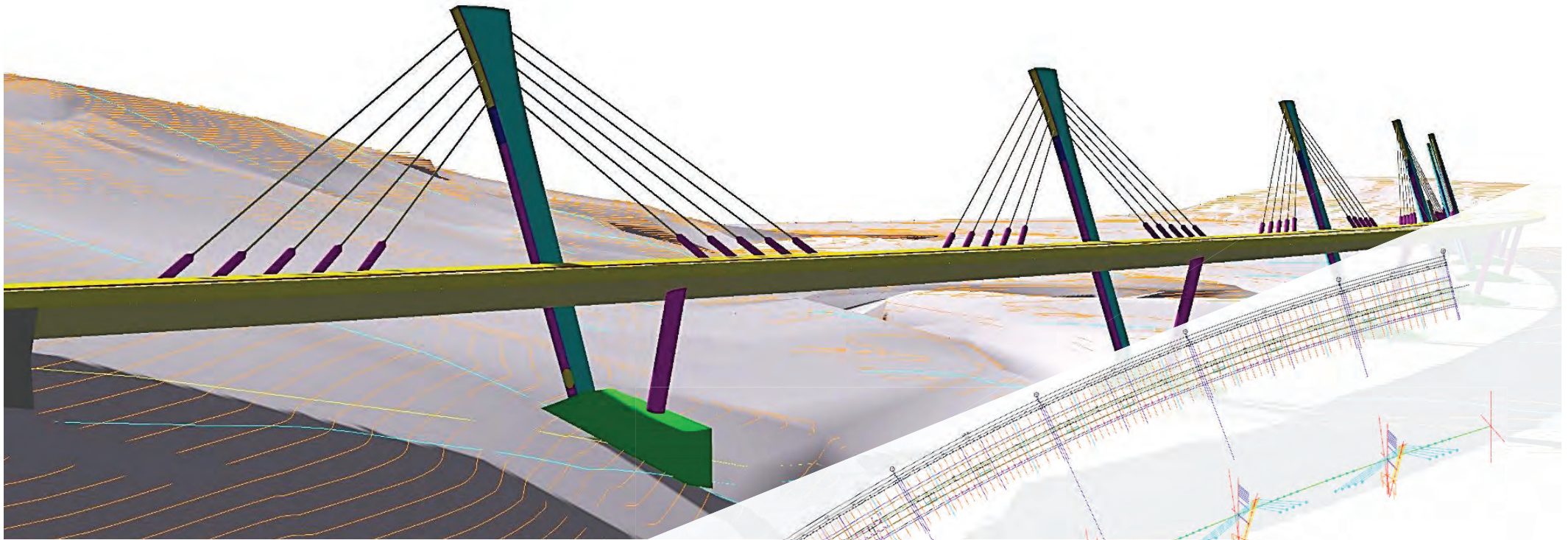
A		B		C	D	E	F	G	H	I	J
Talbrücke Schorgast					Summe Vertikalverformung $u_z$			Differenzverformung $\Delta u_z > 1\text{mm}$			
Stationierung					Steg S2	Steg S4	Steg S6	Steg S2	Steg S4	Steg S6	
s[km]		lokal x[m]			$u_z[\text{mm}]$	$u_z[\text{mm}]$	$u_z[\text{mm}]$	$\Delta u_z[\text{mm}]$	$\Delta u_z[\text{mm}]$	$\Delta u_z[\text{mm}]$	
5	3+200,00	0,00	T10	2	2	2					
6	3+200,51	0,51		1	0	0					
7	3+202,93	2,93		-7	-9	-11					
8	3+205,34	5,34		-13	-18	-20		-1	-1		
9	3+206,00	6,00		-15	-20	-23		-1	-1	-1	
10	3+210,17	10,17		-24	-32	-37		-2	-2	-2	
11	3+211,00	11,00		-26	-34	-39		-2	-2	-2	
12	3+215,00	15,00		-30	-41	-47		-3	-3	-2	
13	3+216,87	16,87		-31	-42	-50		-4	-3	-3	
14	3+218,00	18,00		-31	-43	-51		-4	-3	-3	
15	3+221,00	21,00		-30	-42	-50		-4	-3	-3	
16	3+224,00	24,00		-26	-39	-48		-5	-3	-2	
17	3+227,00	27,00		-22	-35	-43		-6	-3	-2	
18	3+230,00	30,00		-17	-29	-36		-5	-3	-2	
19	3+231,43	31,43		-15	-25	-32		-4	-3	-2	
20	3+233,00	33,00		-13	-22	-28		-4	-2	-1	
21	3+234,70	34,70		-10	-18	-23		-3	-2	-1	
22	3+237,63	37,63		-6	-11	-14		-2	-1		
23	3+239,70	39,70		-3	-7	-9		-1			
24	3+242,25	42,25		-1	-3	-4					
25	3+244,13	44,13		0	-1	-2					
26	3+245,00	45,00	T20	1	-1	-3					
27	3+245,87	45,87		0	-2	-4					
28	3+247,75	47,75		-2	-6	-9					
29	3+249,03	49,03		-4	-10	-14					
30	3+250,30	50,30		-6	-14	-19					
31	3+252,38	52,38		-10	-21	-28					
32	3+255,30	55,30		-17	-32	-42					
33	3+257,00	57,00		-22	-39	-50					
34	3+258,57	58,57		-26	-45	-58					
35	3+260,00	60,00		-30	-51	-66					



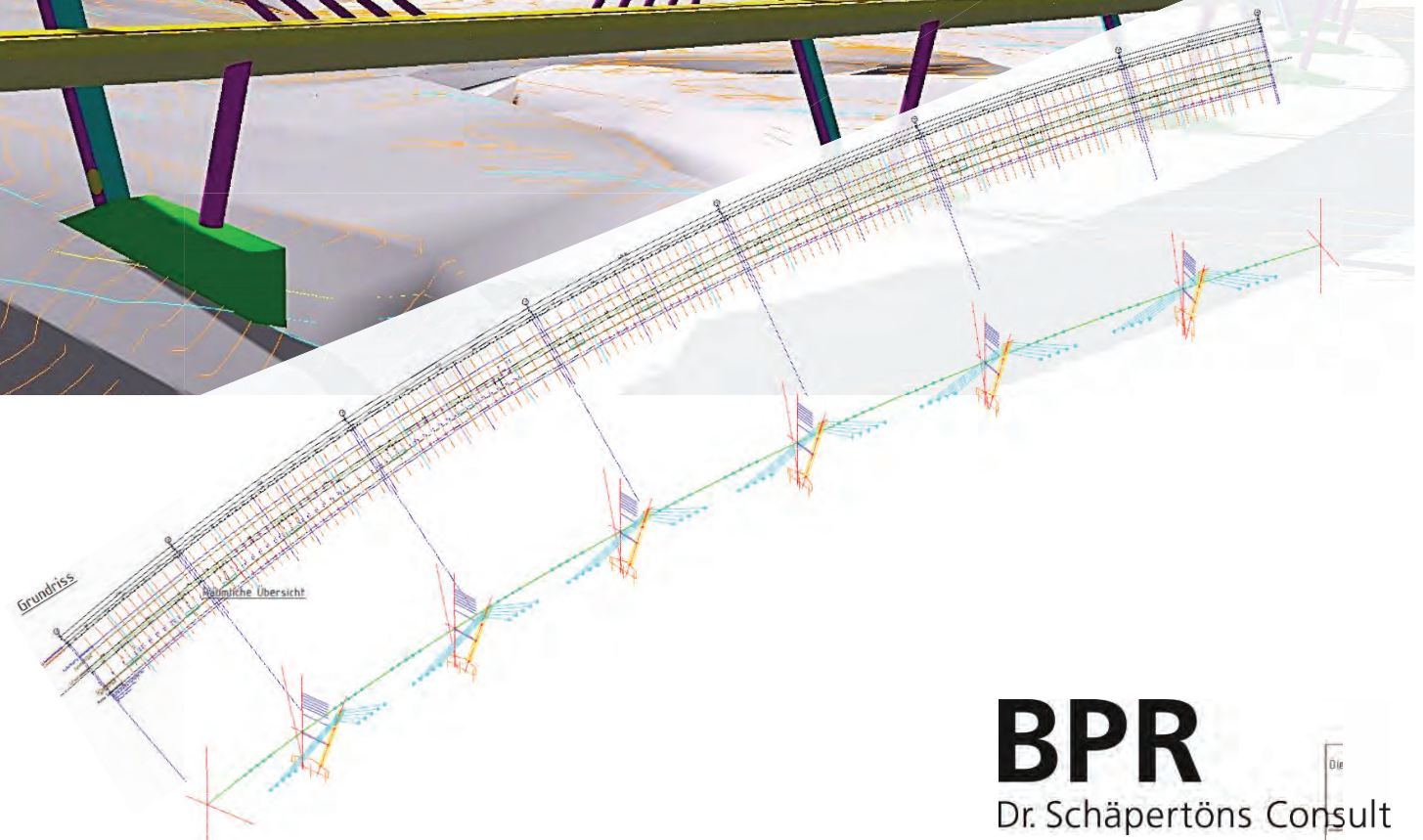
# Talbrücke Schorgast

Ausführungsplanung

Globales 3D-Modell in Allplan



Koordination der Planung

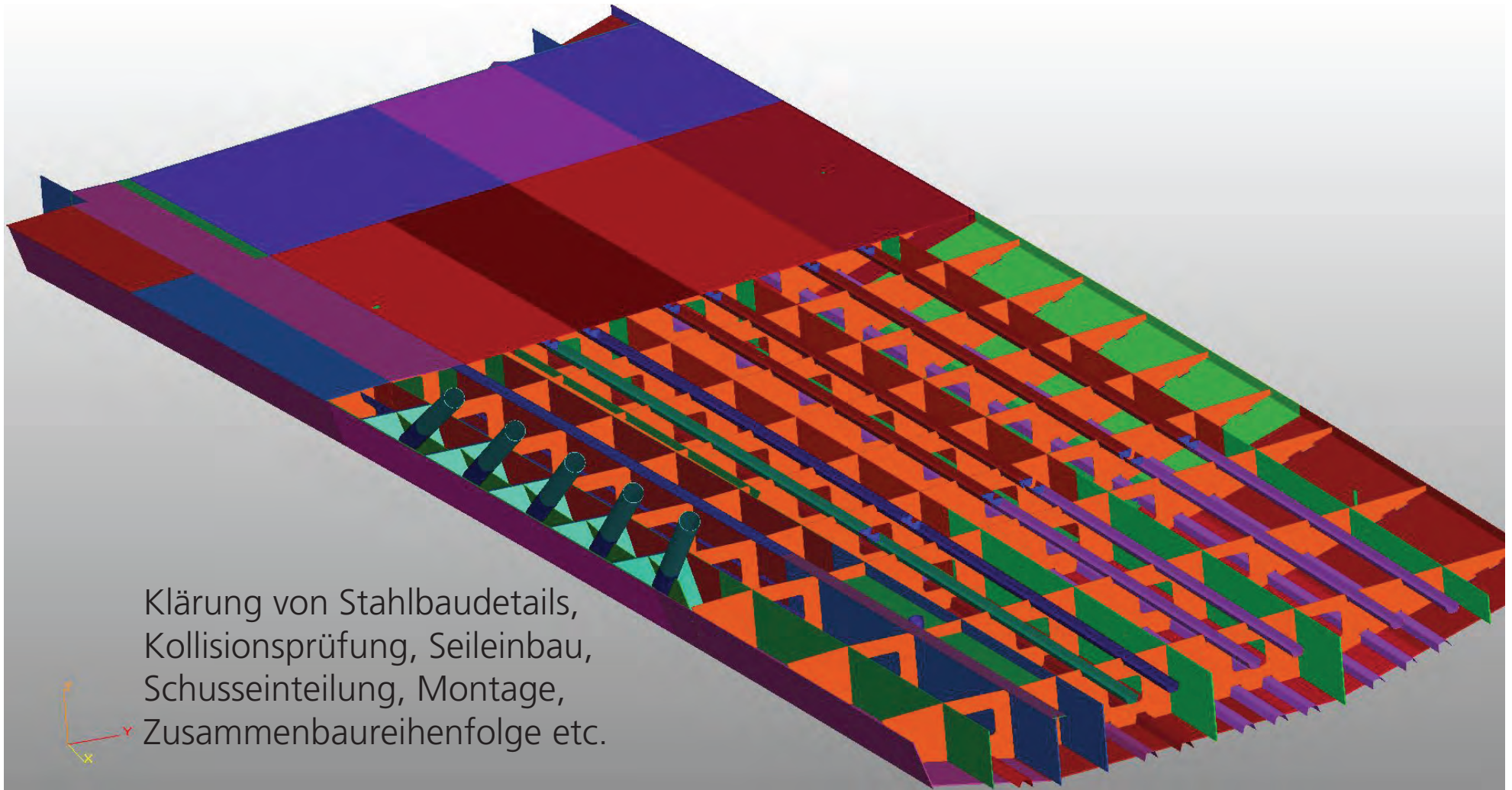




# Talbrücke Schorgast

Ausführungsplanung

Stahlbau Detailmodell





# Talbrücke Schorgast

**Regelschnitt Anschluss Stütze an Querträger** (M=1:50)

**Schnitt A - A** (M=1:20), **Schnitt B - B** (M=1:20), **Schnitt C - C** (M=1:20), **Schnitt D - D** (M=1:20)

**Schnitt E - E** (M=1:50)

**Schnitt 1 - 1** (M=1:10), **Schnitt 2 - 2** (M=1:10)

**Detail "2"** (M=1:5)

**Ansicht "Ellipsenblech"** (M=1:10)

**Querschnitt Achse T20** (M=1:10), **Querschnitt Achse T30** (M=1:10), **Querschnitt Achse T40** (M=1:10), **Querschnitt Achse T50** (M=1:10), **Querschnitt Achse T60** (M=1:10)

**Detail "T" (Schnitt c - c)** (M=1:10), **Schnitt a - a** (M=1:10), **Schnitt b - b** (M=1:10)

**Materialangaben**

Bezeichnung	Menge	Material
Stahlbeton	1400 m <sup>3</sup>	StB 20
Stahl	1200 t	StB 500
StB 20	1400 m <sup>3</sup>	StB 20
StB 500	1200 t	StB 500

**Vorschlag Montageabfolge:**

1. Aufstellen der 3 Stütze mit Pfeilern
2. Einbau der 3 Pfeiler mit Pfeilern
3. Einbau der 3 Pfeiler mit Pfeilern
4. Einbau der 3 Pfeiler mit Pfeilern
5. Einbau der 3 Pfeiler mit Pfeilern
6. Einbau der 3 Pfeiler mit Pfeilern

**Freistaat Bayern - Städtisches Bauamt Bayreuth**

**SRP BPR**

## Ausführungsplanung Erstellung der Pläne in 2D

**Schnitt 3-2** (M=1:10), **Schnitt 3-3** (M=1:10)

**Detail A** (M=1:5), **Detail B** (M=1:5)

**Material List Table:**

St. Nr.	St. Bezeichnung	Menge	Einheit	Preis	Werte
1	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
2	StB 500	1200	t	176,92	212,304
3	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
4	StB 500	1200	t	176,92	212,304
5	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
6	StB 500	1200	t	176,92	212,304
7	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
8	StB 500	1200	t	176,92	212,304
9	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
10	StB 500	1200	t	176,92	212,304
11	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
12	StB 500	1200	t	176,92	212,304
13	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
14	StB 500	1200	t	176,92	212,304
15	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
16	StB 500	1200	t	176,92	212,304
17	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
18	StB 500	1200	t	176,92	212,304
19	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
20	StB 500	1200	t	176,92	212,304
21	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
22	StB 500	1200	t	176,92	212,304
23	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
24	StB 500	1200	t	176,92	212,304
25	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
26	StB 500	1200	t	176,92	212,304
27	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
28	StB 500	1200	t	176,92	212,304
29	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
30	StB 500	1200	t	176,92	212,304
31	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
32	StB 500	1200	t	176,92	212,304
33	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
34	StB 500	1200	t	176,92	212,304
35	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
36	StB 500	1200	t	176,92	212,304
37	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
38	StB 500	1200	t	176,92	212,304
39	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
40	StB 500	1200	t	176,92	212,304
41	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
42	StB 500	1200	t	176,92	212,304
43	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
44	StB 500	1200	t	176,92	212,304
45	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
46	StB 500	1200	t	176,92	212,304

**Freistaat Bayern - Städtisches Bauamt Bayreuth**

**SRP BPR**

**Schnitt 4-4** (M=1:10), **Schnitt 5-5** (M=1:10)

**Detail A** (M=1:5), **Detail B** (M=1:5)

**Material List Table:**

St. Nr.	St. Bezeichnung	Menge	Einheit	Preis	Werte
1	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
2	StB 500	1200	t	176,92	212,304
3	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
4	StB 500	1200	t	176,92	212,304
5	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
6	StB 500	1200	t	176,92	212,304
7	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
8	StB 500	1200	t	176,92	212,304
9	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
10	StB 500	1200	t	176,92	212,304
11	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
12	StB 500	1200	t	176,92	212,304
13	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
14	StB 500	1200	t	176,92	212,304
15	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
16	StB 500	1200	t	176,92	212,304
17	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
18	StB 500	1200	t	176,92	212,304
19	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
20	StB 500	1200	t	176,92	212,304
21	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
22	StB 500	1200	t	176,92	212,304
23	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
24	StB 500	1200	t	176,92	212,304
25	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
26	StB 500	1200	t	176,92	212,304
27	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
28	StB 500	1200	t	176,92	212,304
29	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
30	StB 500	1200	t	176,92	212,304
31	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
32	StB 500	1200	t	176,92	212,304
33	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
34	StB 500	1200	t	176,92	212,304
35	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
36	StB 500	1200	t	176,92	212,304
37	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
38	StB 500	1200	t	176,92	212,304
39	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
40	StB 500	1200	t	176,92	212,304
41	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
42	StB 500	1200	t	176,92	212,304
43	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
44	StB 500	1200	t	176,92	212,304
45	StB 20	1400	m <sup>3</sup>	71,56	100,184
46	StB 500	1200	t	176,92	212,304

**Freistaat Bayern - Städtisches Bauamt Bayreuth**

**SRP BPR**



# Talbrücke Schorgast

# BPR

Dr. Schäpertöns Consult



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Daniel Schäfer

24. September 2019