

## Statische Berechnung

Bauvorhaben: **Hochwasserschutzprojekt Günzthal  
HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk und Schächte**

Projektnummer: **21\_209**

Bauherr: **Wasserwirtschaftsamt Kempten  
Rottachstraße 15  
87439 Kempten**

Aufsteller: **IGR Ingenieure GmbH  
Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
Tel.: 0711/65 66 079-0  
e-mail: [info@igr-ing.de](mailto:info@igr-ing.de)**

Bearbeitung: Doris Halle  
e-mail: [d.halle@igr-ing.de](mailto:d.halle@igr-ing.de)

*i.A. D. Halle*

Datum: Februar 2023

13 Juni 2023 - Index a

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Allgemeines.....</b>	<b>1-1</b>
1.1.	Beschreibung .....	1-1
1.2.	Hauptabmessungen .....	1-1
1.3.	Baustoffe .....	1-2
1.4.	Baugrund- und Grundwasserverhältnisse .....	1-2
1.4.1	Bodenkennwerte .....	1-2
1.4.2	Wasserstände .....	1-2
<b>1.5.</b>	<b>Vorschriften und verwendete Unterlagen.....</b>	<b>1-3</b>
1.5.1	Technische Vorschriften.....	1-3
1.5.2	Literatur.....	1-3
1.5.3	Planungsgrundlagen .....	1-3
1.5.4	EDV-Programme.....	1-3
<b>1.6.</b>	<b>Ergänzende Hinweise .....</b>	<b>1-4</b>
<b>2.</b>	<b>Berechnungsgrundlagen .....</b>	<b>2-1</b>
<b>2.1.</b>	<b>Systembeschreibung .....</b>	<b>2-1</b>
2.1.1	Lagerung/Bettung.....	2-1
2.1.2	Betondeckung .....	2-1
<b>2.2.</b>	<b>Grafische Darstellung des Systems .....</b>	<b>2-2</b>
<b>3.</b>	<b>Einwirkungen .....</b>	<b>3-1</b>
<b>3.1.</b>	<b>Ständige Lasten .....</b>	<b>3-1</b>
<b>3.2.</b>	<b>Lasten aus Erd- und Wasserdruck.....</b>	<b>3-3</b>
<b>3.3.</b>	<b>Veränderliche Lasten .....</b>	<b>3-11</b>
<b>3.4.</b>	<b>Lastfallkombinationen .....</b>	<b>3-24</b>
<b>4.</b>	<b>Schnittgrößen .....</b>	<b>4-1</b>
<b>4.1.</b>	<b>Charakteristische Schnittgrößen .....</b>	<b>4-1</b>
<b>4.2.</b>	<b>Bemessungsschnittgrößen .....</b>	<b>4-6</b>
<b>5.</b>	<b>Nachweise .....</b>	<b>5-1</b>
<b>5.1.</b>	<b>Grundlagen.....</b>	<b>5-1</b>
5.1.1	Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	5-1

Bauteil:		Seite:	1	Archiv-Nr.:
Kapitel:	Inhaltsverzeichnis			
Position:				

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

5.1.2	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	5-2
<b>5.2.</b>	<b>Bemessungsergebnisse .....</b>	<b>5-6</b>
5.2.1	Standsicherheit .....	5-6
5.2.2	Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	5-8
5.2.3	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	5-10
<b>6.</b>	<b>Schächte Transportleitung .....</b>	<b>6-1</b>
<b>6.1.</b>	<b>Skizze und Beschreibung .....</b>	<b>6-1</b>
<b>6.2.</b>	<b>Nachweise .....</b>	<b>6-2</b>
6.2.1	Auftriebssicherheit.....	6-2
6.2.2	Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite .....	6-2

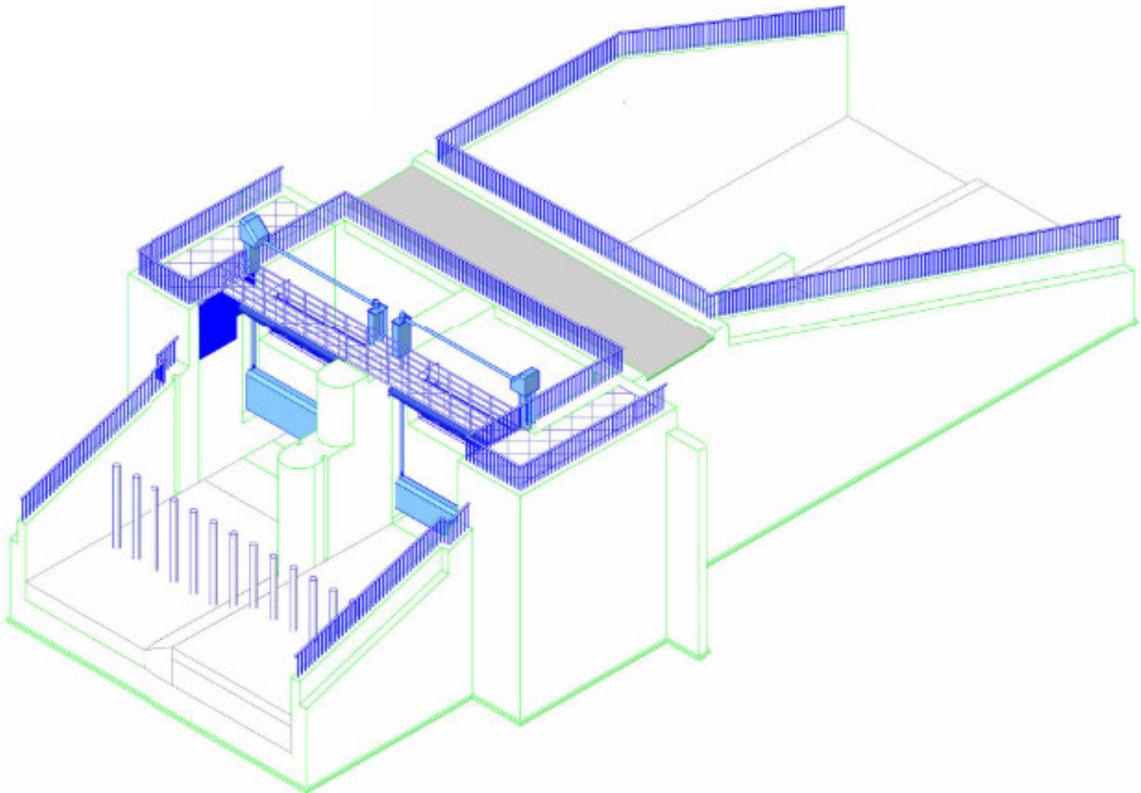
Version	Datum	aufgestellt	geänderte Seiten
-	17.02.2023	IGR - Halle	-
a	13.06.2023	IGR - Halle	Änderung Vollstauziel, Seite 1-2 Ergänzung Kap. 1.6, Seite 1-4

Bauteil:			Archiv-Nr.:
Kapitel:	Inhaltsverzeichnis	Seite:	2
Position:			

# 1. Allgemeines

## 1.1. Beschreibung

Das Durchlassbauwerk des HRB Sontheim wird als in den Damm eingefügter Stahlbetontrog mit einer innenliegenden parallelen Wandscheibe, Stauwand und querender Brückenplatte konstruiert. Der ca. 40 m lange Trog hat zwei trapezförmige an die Dammneigung angepasste Außenwände. Im Bereich der Stauwand sind seitlich Schwimmkammern an den Außenwänden angeordnet. Die Stahlbetonbauteile der Stauwand bestehen aus einer Schwelle und einem Riegel unter der Brückenplatte. Die Brückenplatte hat eine Breite von 5 m und führt senkrecht über den Trog.



## 1.2. Hauptabmessungen

Lichte Weite	2 * 6,0 m
Troglänge	41,60 m
Wandhöhe	ca. 2,0 m bis 8,80 m
Stützweite Brückenplatte	2 * 7,125 m
Fahrbahnbreite	3,50 m

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### 1.3. Baustoffe

Bauteile	Baustoffe
Wände, Sohle	C30/37
Brückenplatte	C35/45
Betonstahl	B500B

### 1.4. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Zum Vorhaben gibt es einen Geotechnischen Bericht vom 22.02.202 des Baugrundinstituts Dr. Ing. Spotka und Partner GmbH, Finkenweg 4, 92353 Postbauer-Heng.

#### 1.4.1 Bodenkennwerte

Auszug aus dem Bodengutachten

**Tabelle 15: Charakteristische Bodenkennwerte**

Schicht	Wichte erdfeucht $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb $\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\varphi'_k$ [°]	Kohäsion $c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul (statisch) $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Künstliche Auffüllungen	18,0 – 20,0	9,0 – 12,0	25,0 – 32,5	0	4,0 – 20,0
Quartäre Flussablagerungen (Schluff/Ton)	18,0 – 20,0	8,0 – 10,0	22,5 – 25,0	0 – 5,0	4,0 – 8,0
Quartäre Flussablagerungen (Kies)	19,0 – 21,0	9,0 – 11,0	30,0 – 35,0	0	50,0 – 80,0
Tertiär (Sand)	18,0 – 20,0	10,0 – 12,0	30,0 – 32,5	0	30,0 – 60,0
Tertiär (Schluff, Ton)	19,0 – 21,0	9,0 – 11,0	22,5 – 25,0	0 – 10,0	5,0 – 12,0

Das Durchlassbauwerk wird flach gegründet auf 618,70 mNN in den Quartären Kiesen. Die mittlere Bettungsziffer bei einer zu erwartenden Setzung von 1-2 cm ist im Geot. Bericht angegeben mit  $k_s = 40 \text{ MN/m}^3$ . Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes ist dabei zu begrenzen auf  $\sigma_{Rd} = 450 \text{ kN/m}^2$ .

Die Hinterfüllung des Durchlassbauwerks erfolgt mit dem Dammbaumaterial. Für den gemischtkörnigen Stützkörper werden die gemittelten Bodenkennwerte der Quartären Kiese angesetzt mit  $\gamma/\gamma' = 20/10 \text{ kN/m}^3$ ,  $\varphi = 32,5^\circ$ .

#### 1.4.2 Wasserstände

Das Vollstauziel liegt bei 627,10 mNN. *Änderung auf 626,90 mNN, siehe Kapitel 1.6*

Als Niedrigwasserstand wird die gemittelte Höhe der Gerinnesohle angenommen mit ca. 621 mNN.

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	1-2	Archiv-Nr.:
Kapitel:	1. Allgemeines			
Position:				

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

## 1.5. Vorschriften und verwendete Unterlagen

### 1.5.1 Technische Vorschriften

Nr.		Beschreibung	Ausgabe
1	DIN EN 1990 + NA	EC0: Grundlagen der Tragwerksplanung	2010-12 2012-08
2	DIN EN 1991-1-1 + NA	EC1: Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht...	2010-12
3	DIN EN 1991-2 + NA	EC1: Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken	2010-12 2012-08
4	DIN EN 1997-1 + NA	EC7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln	2013-04 2010-12
5	DIN 1054	Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1	2010-12
6	DIN 4085	Baugrund – Berechnung des Erddrucks	2011-05
7	DIN EN 1992-1-1 + NA	EC2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau	2011-01 2013-04
8	DIN EN 1992-2 + NA	EC2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 2: Betonbrücken - Bemessungs- und Konstruktionsregeln	2010-12 2013-04
9	DIN 19702	Massivbauwerke im Wasserbau – Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit	2013-02
10	ZTV-W LB 215	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau, LB 2015 für Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton	2012-08

### 1.5.2 Literatur

Nr.	Beschreibung
50	Schneider, Bautabellen für Ingenieure, 21. Auflage, Werner Verlag

### 1.5.3 Planungsgrundlagen

Nr.	Beschreibung
[1]	Objektplanung Stand 27.01.2023, Büro Winkler und Partner

### 1.5.4 EDV-Programme

FEM-Programm InfoCAD der Firma InfoGraph, Aachen

Microsoft Excel 2013

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Archiv-Nr.:
Kapitel:	1. Allgemeines	Seite: 1-3
Position:		

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 06/2023

## 1.6. Ergänzende Hinweise

Im Zuge der Prüfung der Planung des HRB Sontheim wurde eine Erhöhung des Freibords um 0,2 m vereinbart. Dementsprechend verringert sich die Stauzielhöhe um 0,2 m von ursprünglich 627,1 auf 626,9 mNN.

Die statischen Berechnungen und Nachweisführungen wurden mit dem ursprünglichen Stauziel von 627,1 mNN durchgeführt.

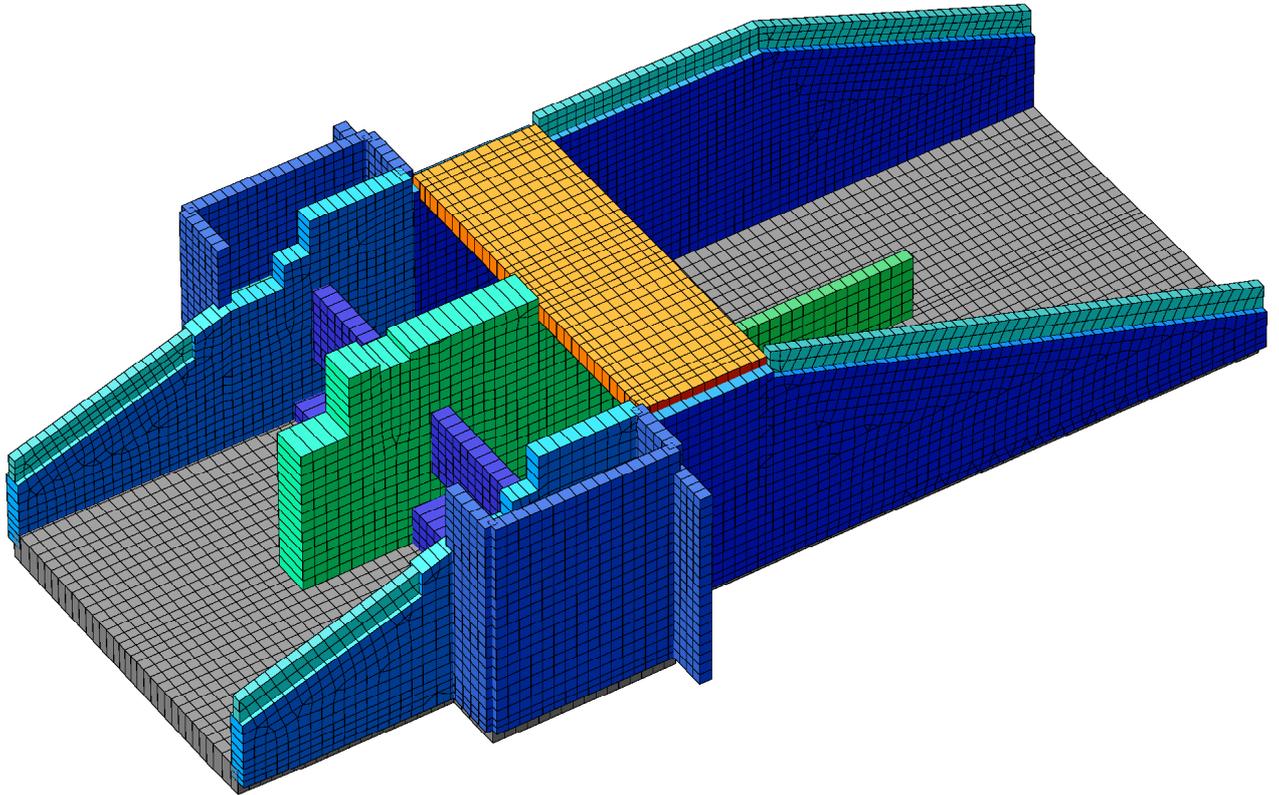
Die Änderung des Stauziels um 20 cm und die damit verbundene Verringerung der Wasserdruckhöhen führt zu keinen nennenswerten Änderungen der Bemessungsschnittgrößen. Auf die Standsicherheitsnachweise wirkt sich der geringere Wasserdruck bzw. der geringere Auftrieb geringfügig günstig aus.

Aufgrund des hohen Überarbeitungsaufwands mit zu erwartenden nur geringen Änderungen der berechneten Auswirkungen wurde vereinbart, auf eine Anpassung der statischen Berechnungen für das Durchlassbauwerk zu verzichten.

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	1-4	Archiv-Nr.:
Kapitel:	1. Allgemeines			
Position:				

Verfasser:		Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023
<h2 data-bbox="223 280 853 324">2. <u>Berechnungsgrundlagen</u></h2> <h3 data-bbox="223 347 726 392">2.1. Systembeschreibung</h3> <p data-bbox="223 414 1524 526">Die Berechnung des Bauwerks erfolgt an einem räumlichen FE-Modell. Brückenplatte, Wände und Sohle werden aus 4- und 3-knotigen Schalenelementen generiert. Die Elemente der Sohle erhalten eine elastische Bettung.</p> <h4 data-bbox="223 582 622 627">2.1.1 Lagerung/Bettung</h4> <p data-bbox="223 649 1484 828">Der vertikale Bettungsmodul wird aus den Angaben im Bodengutachten entnommen. Horizontal ergibt sich die Bettung aus der Reibung zwischen Fundamentsohle und Boden. Unter Berücksichtigung eines Sohlreibungswinkels von <math>\delta = 32,5^\circ</math> wird die horizontale Bettung um den Faktor <math>\tan(\delta)</math> reduziert. Ein Zugfederausfall wird nicht berücksichtigt.</p> <p data-bbox="223 840 614 884"><i>Elastische Bettung der Sohle</i></p> <p data-bbox="223 884 598 929">vertikal: <math>k_{sv} = 40 \text{ MN/m}^3</math></p> <p data-bbox="223 929 837 974">horizontal: <math>k_{sh} = \tan(32,5^\circ) * k_{sv} = 25 \text{ MN/m}^3</math></p> <h4 data-bbox="223 1041 566 1086">2.1.2 Betondeckung</h4> <p data-bbox="223 1108 502 1142">nach DIN 19702, 7.3</p> <p data-bbox="223 1153 598 1198"><math>c_{nom} = 6,0 \text{ cm}</math> (<math>c_{min} = 5,0 \text{ cm}</math>)</p> <p data-bbox="223 1243 869 1276">Angesetzte <b>Achsdeckungen</b> für die Bewehrung:</p> <p data-bbox="223 1288 375 1321"><math>d_1 = 8,0 \text{ cm}</math></p>			
Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	Archiv-Nr.:
Kapitel:	2.Berechnungsgrundlagen	2-1	
Position:			

## 2.2. Grafische Darstellung des Systems



Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

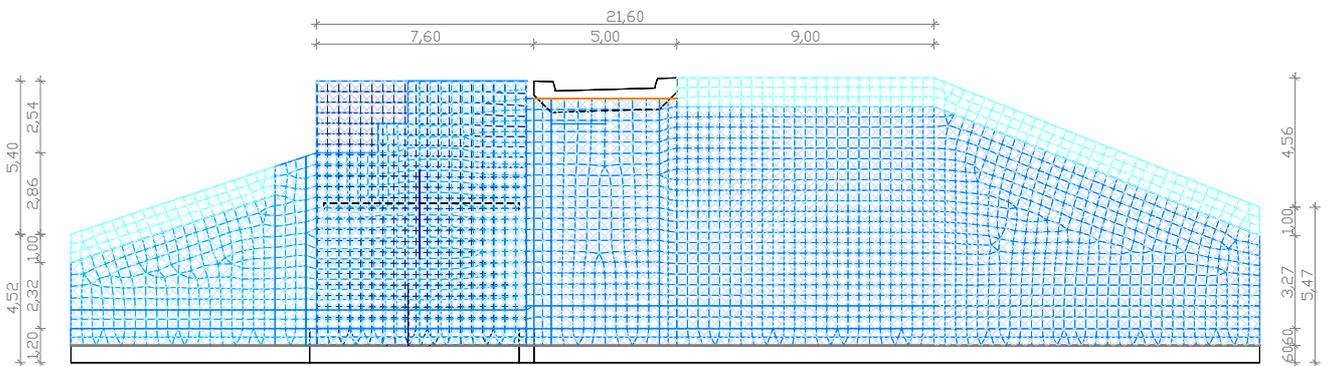
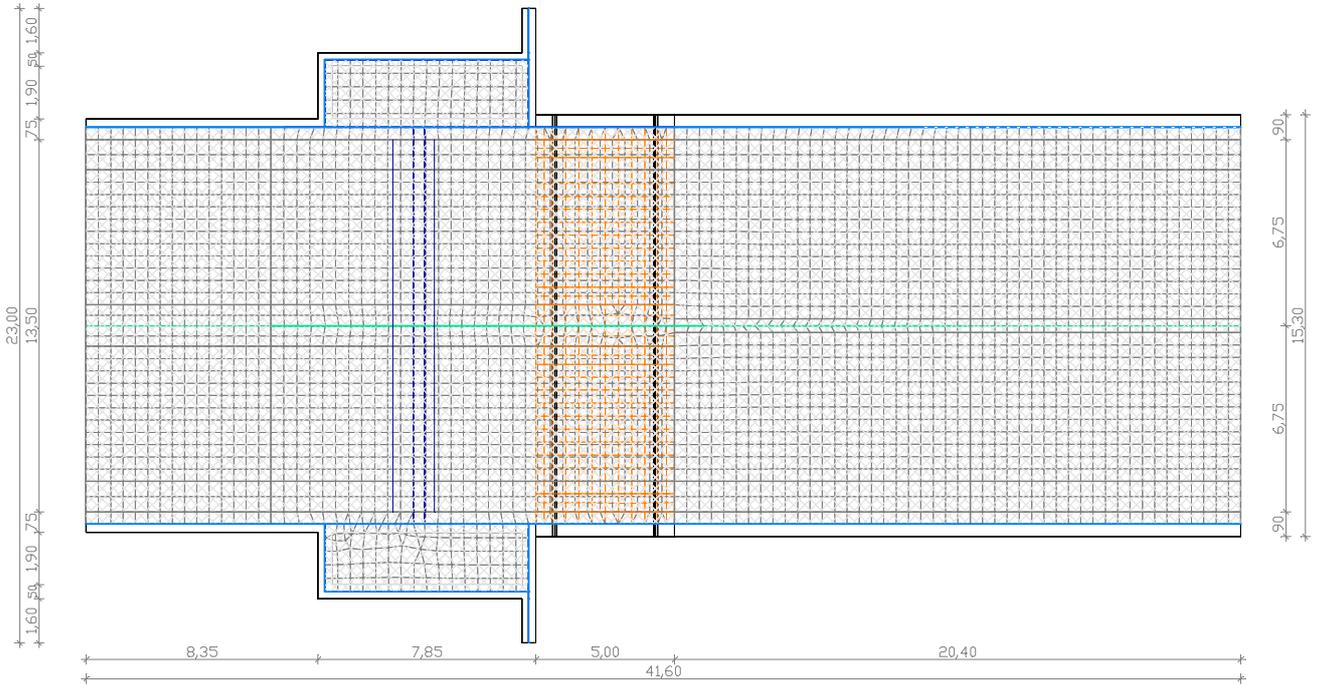
21\_209

Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

Datum:  
02/2023



Modell

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 2.Berechnungsgrundlagen

Position:

Seite:

2-3

Archiv-Nr.:

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### Querschnittswerte

1	Fläche	Überbau 75 Elementdicke [m] dz = 0,7500 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
2	Fläche	Sohle 120 Elementdicke [m] dz = 1,2000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
4	Fläche	Wand 50 Elementdicke [m] dz = 0,5000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
5	Fläche	Wand 75 Elementdicke [m] dz = 0,7500 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
6	Fläche	ZDecke 30 Elementdicke [m] dz = 0,3000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
7	Fläche	Wand 150 Elementdicke [m] dz = 1,5000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
8	Fläche	Wand 70 Elementdicke [m] dz = 0,7000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
10	Fläche	Wand 40 Elementdicke [m] dz = 0,4000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
18	Fläche	Wand 90 Elementdicke [m] dz = 0,9000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	2-4	Archiv-Nr.:
Kapitel:	2.Berechnungsgrundlagen			
Position:				

Verfasser:


 Rosenbergstr. 50/1  
 70176 Stuttgart  
 FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

21\_209

Bauwerk:

 HRB Sontheim  
 Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

 Datum:  
 02/2023

### Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m <sup>2</sup> ]	G-Modul [MN/m <sup>2</sup> ]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m <sup>3</sup> ]
1	1	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000
2	2	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
3	4	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
4	5	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
5	6	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
6	7	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
7	8	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
8	10	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
9	18	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

### Bettung

	Nr.	Bettung am Anfang [MN/m <sup>3</sup> ]			Bettung am Ende [MN/m <sup>3</sup> ]			Bettungsbreite [m]		
		k <sub>bx</sub>	k <sub>by</sub>	k <sub>bz</sub>	k <sub>bx</sub>	k <sub>by</sub>	k <sub>bz</sub>	b <sub>x</sub>	b <sub>y</sub>	b <sub>z</sub>
1	1	0	0	0						
2	2	25	25	40						
3	4	0	0	0						
4	5	0	0	0						
5	6	0	0	0						
6	7	0	0	0						
7	8	0	0	0						
8	10	0	0	0						
9	18	0	0	0						

Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Element- bzw. Oberflächensystems.

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 2.Berechnungsgrundlagen

Position:

Seite:

2-5

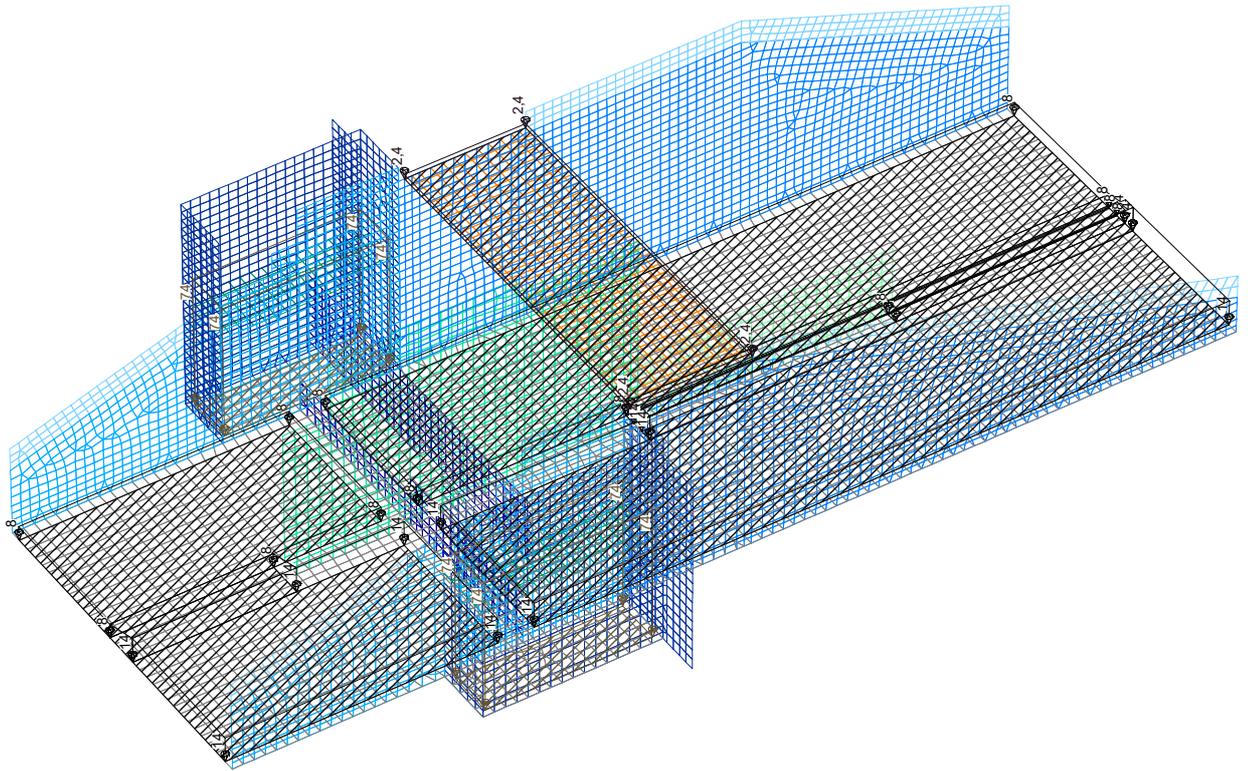
Archiv-Nr.:

Verfasser:		Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023
<p><b>3. <u>Einwirkungen</u></b></p> <p><b>3.1. Ständige Lasten</b></p> <p><b>Eigengewicht <math>G_1</math> <span style="float: right;">Lastfall 10</span></b></p> <p>Das Eigengewicht der Konstruktion (<math>G_1</math>) wird vom Programm selbst ermittelt. Wichte Stahlbeton <math>\gamma = 25 \text{ kN/m}^3</math>.</p> <p><b>Ausbaulast <span style="float: right;">Lastfall 11</span></b></p> <p>Brückenbelag gleichmäßige Flächenlast <math>\gamma_{\text{Belag}} = 24 \text{ kN/m}^3</math>; <math>d_{\text{Belag}} = 8 \text{ cm}</math> <math>g_{2,1} = 0,08 * 24 + 0,5 = 2,4 \text{ kN/m}^2</math></p> <p>Schüttung auf Sohle unter Auftrieb <math>\gamma_{\text{LMB}} = 12 \text{ kN/m}^3</math></p> <p>Einbaudicke im Grundablass <math>h_{\text{LMB}} \sim 0,70 \text{ m}</math> <math>g_{2,2} = 0,70 * 12 = 8 \text{ kN/m}^2</math></p> <p>Einbaudicke im Betriebsauslass <math>h_{\text{LMB}} \sim (1,60+1,10+0,80)/3 = 1,20 \text{ m}</math> <math>g_{2,2} = 1,20 * 12 = 14 \text{ kN/m}^2</math></p> <p>In Lastfällen ohne Wasser wird zusätzlich eine Differenzlast aufgebracht zur Berücksichtigung der geänderten Wichte von <math>\Delta\gamma = 10 \text{ kN/m}^3</math>.</p> <p>Kiesschüttung in der Schwimmerkammer <math>\gamma = 18 \text{ kN/m}^3</math>; Einbauhöhe 4,10 m <math>g_{2,3} = 4,10 * 18 = 74 \text{ kN/m}^2</math></p>			
Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	Archiv-Nr.:
Kapitel:	3.Einwirkungen	3-1	
Position:			

### Lastdaten Lastfall 10: Eigenlast

Eigenlast (EG) aus Material- und Querschnittsbeschreibung

LfdNr	Wichtungsfaktoren in Richtung		
	X [-]	Y [-]	Z [-]
1	0,0000	0,0000	1,0000



LF 11: Belastung, Ausbaulasten

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### 3.2. Lasten aus Erd- und Wasserdruck

Es werden 3 maßgebliche Fälle untersucht:

**Situation Volleinstau HHW 627,10 mNN (Wasserdruck LF 22)**

**Situation kurz nach dem Ablass (Wasserdruck LF 23)**

**Situation ohne Wasser**

Alle Situationen werden einmal unter maximalem Erddruckansatz (Erdruchdruck  $e_0$ ) und einmal unter minimalem Erddruckansatz (halber aktiver Erddruck gemäß ZTV-ING  $0,5 \cdot e_a$ ) berechnet.

Ansatz des Wandreibungswinkels mit  $\alpha = \beta = \delta = 0$ . Für  $\varphi' = 32,5^\circ$  gilt:

$$k_0 = 1 - \sin \varphi' = 0,46$$

$$k_a = 0,3$$

Die Erddrucklasten werden für den maximalen Erddruck (LF 20) ermittelt, die Lasten aus minimalem Erddruck  $0,5 \cdot e_a$  (LF 21) ergeben sich durch Multiplikation mit dem Faktor  $f = (0,5 \cdot 0,3) / 0,46 = 0,326$ .

Beim Ansatz der maximalen Erddrucklasten wird zusätzlich der Verdichtungserddruck (LF 26) nach DIN 4085:2007-10 für eine Arbeitsraumbreite von  $b \geq 2,5$  m angesetzt mit

$$e_v = 25 \text{ kN/m}^2$$

Der Verdichtungserddruck bleibt nur wirksam in dem Umfang, in dem er eine nachträglich aufgebrachte Oberflächenlast übersteigt.

Ansatz des Verdichtungserddrucks unter Berücksichtigung des Erddrucks aus einer Oberflächenlast von  $5 \text{ kN/m}^2$  bis auf die Höhe  $h$ , in der der Erdruchdruck  $e_0 = 25 \text{ kN/m}^2$  erreicht.

$$h = (25 - q \cdot k_0) / (\gamma \cdot k_0) = (25 - 5 \cdot 0,46) / (20 \cdot 0,46) = 2,47 \text{ m}$$

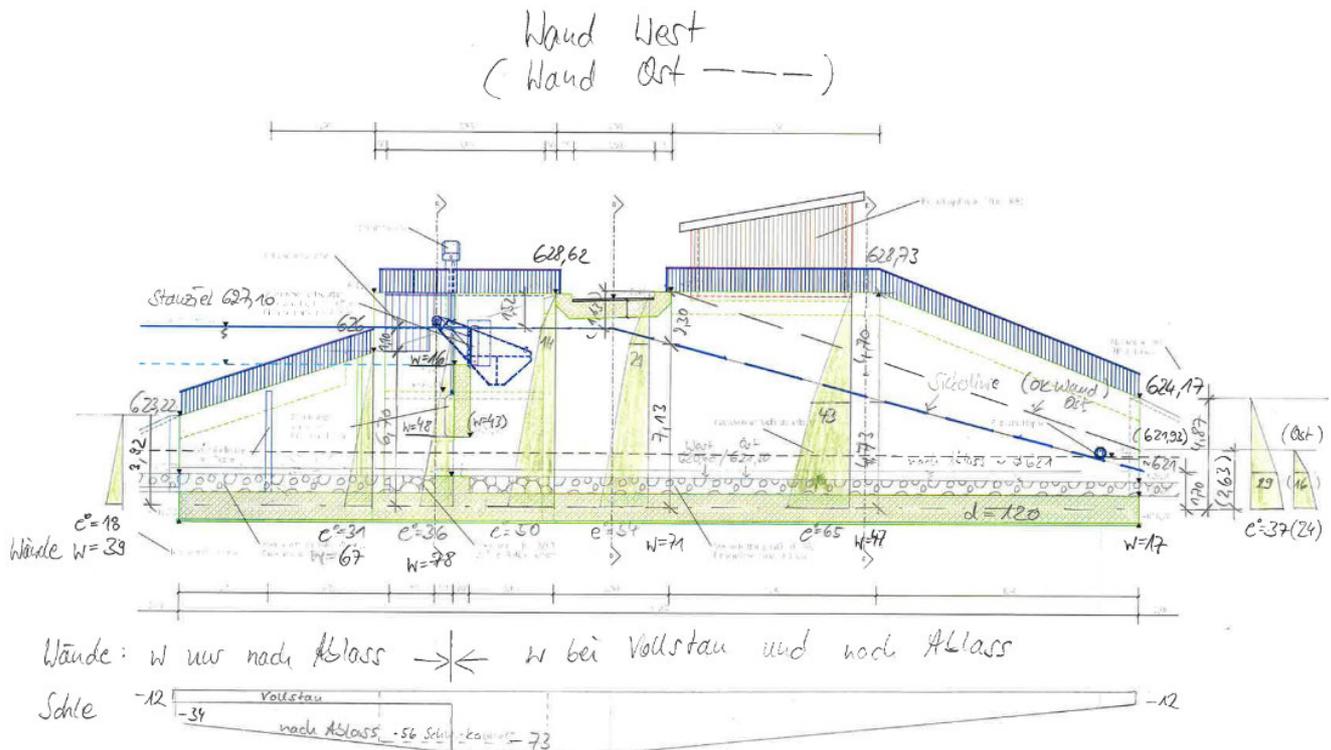
Vereinfachend wird diese Einwirkungstiefe konstant über die gesamte Trogwand angesetzt.

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	3-3	Archiv-Nr.:
Kapitel:	3.Einwirkungen			
Position:				

Verfasser:		Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:
		Datum: 02/2023
<p><b>Situation Volleinstau</b> <span style="float: right;"><b>Lastfall 20/21 + 23</b></span></p> <p>Der Wasserdruck steht außen an den Trogwänden entsprechend der Sickerlinie an: Bis zur Dammmitte in Höhe des Hochwasserstauziels auf 627,10 mNN und von dort fallend ca. bis zur Gerinnesohle am Bauwerksende gemittelt auf etwa 621,0 mNN.</p> <p>Vor der Stauwand gleichen sich Wasserdruck von außen und Wasserdruck von innen aus, hinter der Stauwand wirkt der Differenzwasserdruck außen zu innen auf die Trogwände. Auf die Stauwand wirkt der volle Wasserdruck. Der Druck, der auf die Klappenwehre und auf die Auslassschieber wirkt, wird seitlich in die Längswände eingeleitet wird. Die Bodenplatte wird mit einem Wasserdruck aus der Differenz zwischen Auflast und Auftrieb entsprechend Sickerlinie belastet.</p> <p><b>Situation unmittelbar nach Ablass</b> <span style="float: right;"><b>Lastfall 20/21 + 24</b></span></p> <p>Kurz nach dem Ablass ist im Becken und im Dammbauwerk kein Wasser mehr vorhanden, im bindigen Dammmaterial hält sich der Porenwasserüberdruck entsprechend der Sickerlinie des Volleinstaus. Die Außenwände werden mit dem vollen Wasserdruck entlang der Sickerlinie belastet.</p> <p>Auf die Bodenplatte wirkt ebenfalls der Wasserdruck entsprechend der Sickerlinie. Der Erddruck auf die Trogwände entspricht der Situation Volleinstau.</p> <p><b>Situation ohne Wasser</b> <span style="float: right;"><b>Lastfall 25/26</b></span></p> <p>Es wird eine Grenzbetrachtung unter Ansatz minimaler Erddruck und maximaler Erddruck durchgeführt.</p> <p>Auf die Sohle wird die Differenzlast zur Schüttung unter Auftrieb angesetzt.</p> <p><math>\Delta g_{LMB} = 0,70 \cdot 10 = 7 \text{ kN/m}^2</math></p> <p>bzw.</p> <p><math>\Delta g_{LMB} = 1,20 \cdot 10 = 12 \text{ kN/m}^2</math></p>		
Bauteil:	Durchlassbauwerk	Archiv-Nr.:
Kapitel:	3.Einwirkungen	Seite: 3-4
Position:		

Wand West (oben)											
OK BW	Sohlachse	$h_{ges}$	$h_{\text{über GW}}$	$h$	$\gamma$	$\gamma'$	$k_0$	$e_0$ OK GW	$e_0$ unten GW	$e_0$ ohne GW	Wasser
623,22	619,3	3,92	0	3,92	20	10	0,46	0	18	36	39
626	619,3	6,7	0	6,7	20	10	0,46	0	31	62	67
627,1	619,3	7,8	0	7,8	20	10	0,46	0	36	72	78
628,62	619,3	9,32	1,52	7,8	20	10	0,46	14	50	86	78
628,73	619,3	9,43	1,63	7,8	20	10	0,46	15	51	87	78
628,73	619,3	9,43	2,3	7,13	20	10	0,46	21	54	87	71
628,73	619,3	9,43	4,7	4,73	20	10	0,46	43	65	87	47
624,17	619,3	4,87	3,17	1,7	20	10	0,46	29	37	45	17

Wand Ost (unten)											
OK BW	Sohlachse	$h_{ges}$	$h_{\text{über GW}}$	$h$	$\gamma$	$\gamma'$	$k_0$	$e_0$ OK GW	$e_0$ unten GW	$e_0$ ohne GW	Wasser
623,22	619,3	3,92	0	3,92	20	10	0,46	0	18	36	39
626	619,3	6,7	0	6,7	20	10	0,46	0	31	62	67
627,1	619,3	7,8	0	7,8	20	10	0,46	0	36	72	78
628,62	619,3	9,32	1,52	7,8	20	10	0,46	14	50	86	78
628,73	619,3	9,43	1,63	7,8	20	10	0,46	15	51	87	78
628,73	619,3	9,43	2,3	7,13	20	10	0,46	21	54	87	71
621,93	619,3	2,63	0,93	1,7	20	10	0,46	9	16	24	17



Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

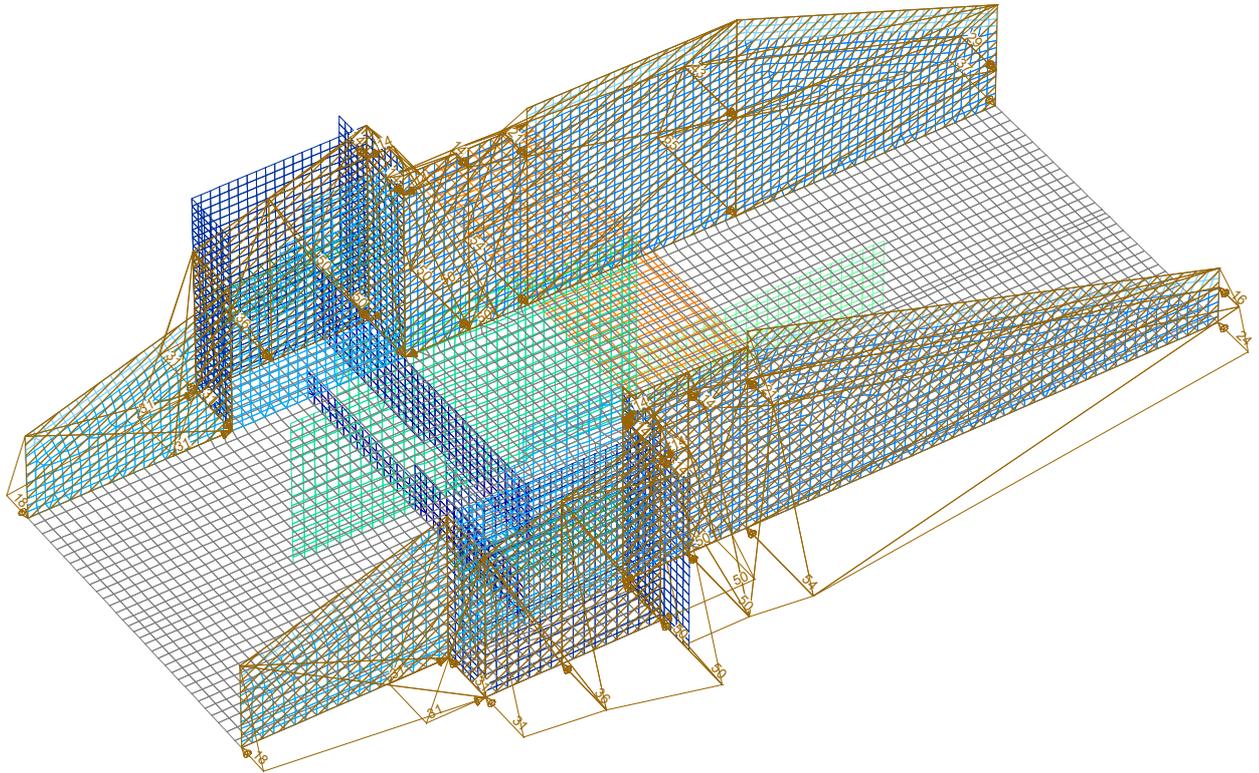
21\_209

Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

Datum:  
02/2023



LF 20: Belastung, E0 mit Wasser

**Lastdaten Lastfall 21: 0,5\*Ea mit Wasser**

LfdNr	Lasten einfügen (EINF)		Wichtung
	von	bis	
1	20	20	0,326

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 3.Einwirkungen

Position:

Seite:

3-6

Archiv-Nr.:

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

21\_209

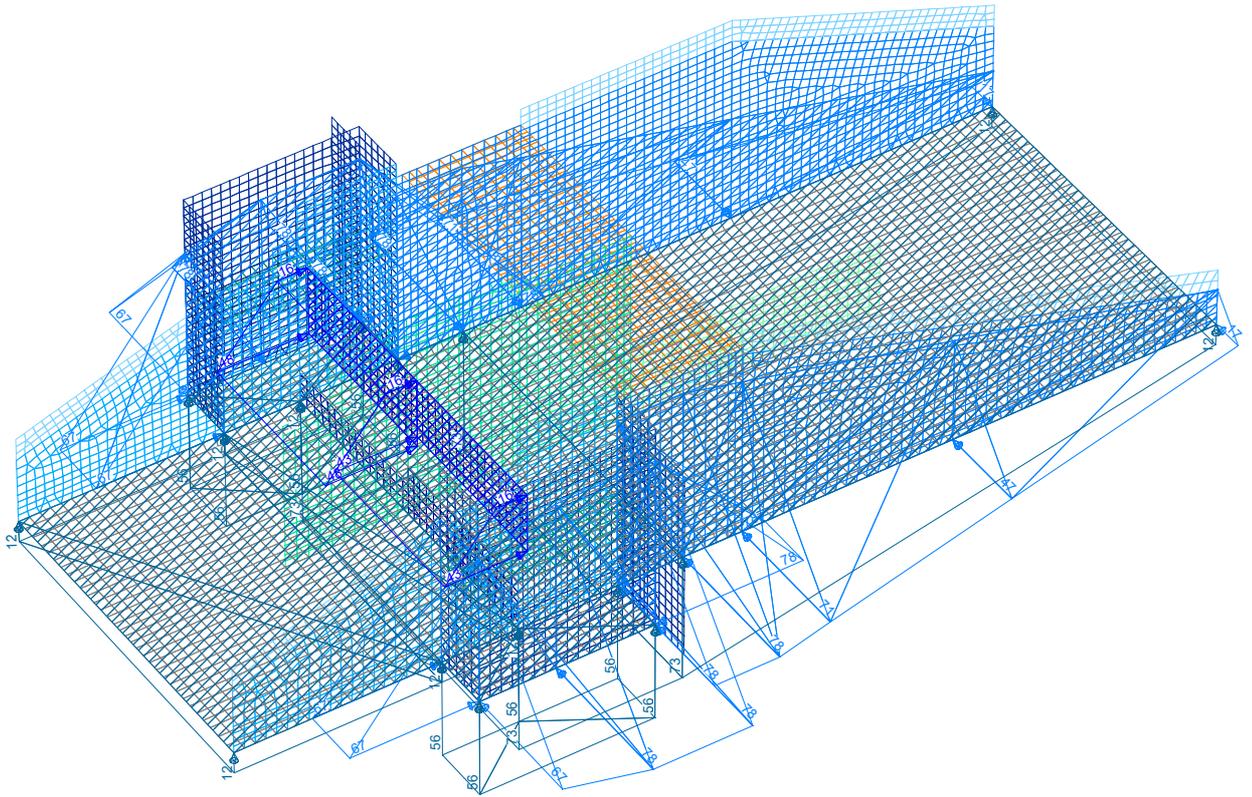
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

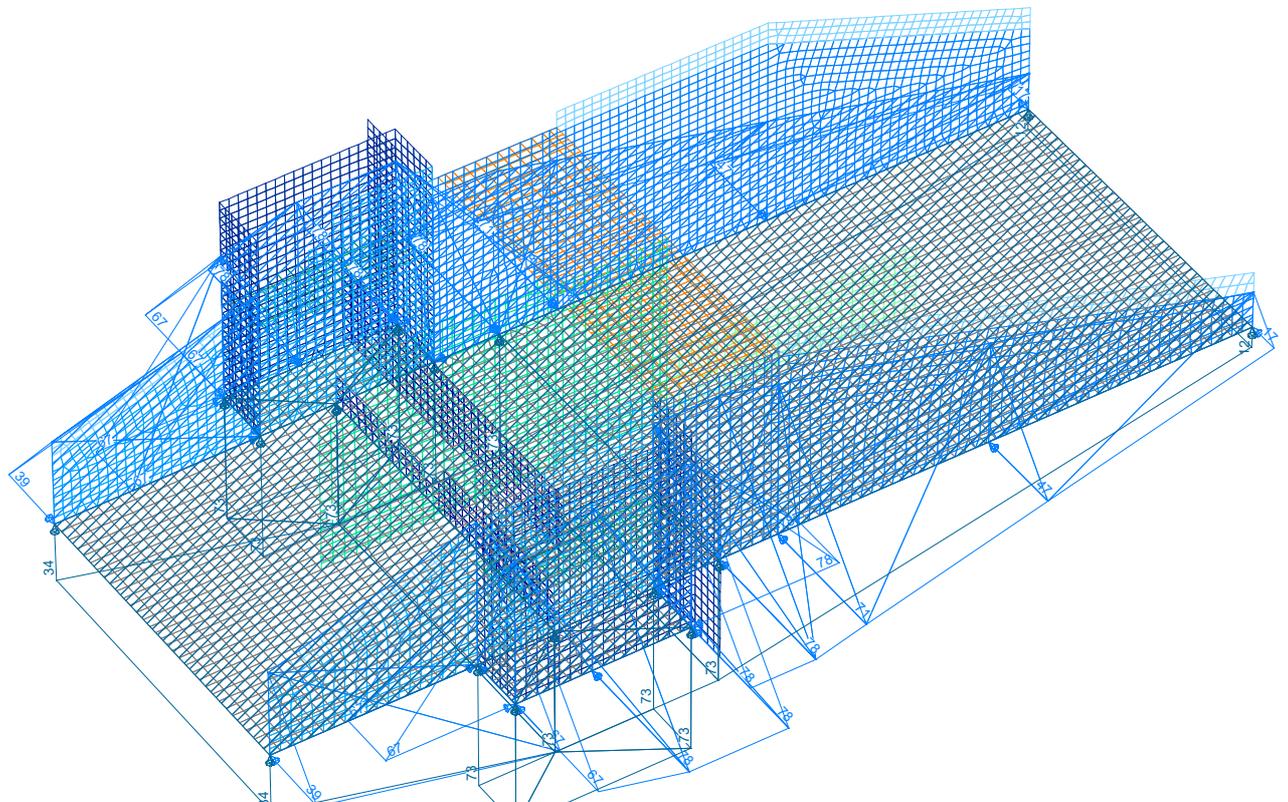
ASB-Nr.:

Datum:

02/2023



LF 22: Belastung, Wasser Volleinstau



LF 23: Belastung, Wasser nach Ablass

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 3.Einwirkungen

Position:

Seite:

3-7

Archiv-Nr.:

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

21\_209

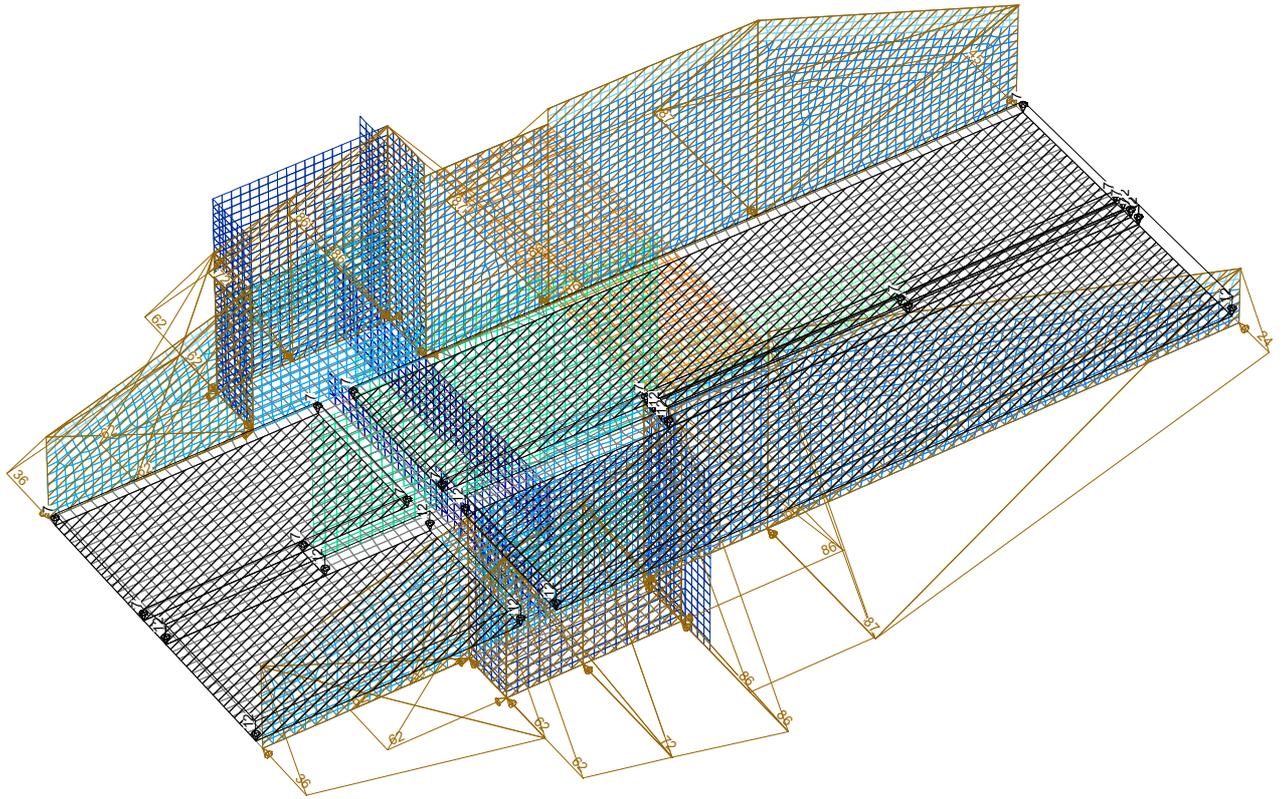
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

Datum:

02/2023



LF 24: Belastung, E0 ohne Wasser

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 3.Einwirkungen

Position:

Seite:

3-8

Archiv-Nr.:

### Lastdaten Lastfall 25: 0,5\*Ea ohne Wasser

LfdNr	Lasten einfügen (EINF)		Wichtung
	von	bis	
1	24	24	0,326

LZV = Last-Zeit-Verlauf

#### Gleichlast Rechteck (GR1, GR2) in globaler Richtung

LfdNr	x [m]	y [m]	z [m]	qx[kN/m <sup>2</sup> ]	qy[kN/m <sup>2</sup> ]	qz[kN/m <sup>2</sup> ]	LZV
2	22,900	-0,250	-619,300	0,00	0,00	7,00	
3	22,900	0,250	-619,300				
3	13,150	0,250	-619,300				

#### Trapezlast-Rechteck (GR1, GRT) in globale z-Richtung

LfdNr	x [m]	y [m]	z [m]	q [kN/m <sup>2</sup> ]	LZV
4	-18,700	-0,750	-619,300	7,00	
5	-12,050	-0,750	-619,300	7,00	
5	-12,050	0,750	-619,300	12,00	

#### Gleichlast Rechteck (GR1, GR2) in globaler Richtung

LfdNr	x [m]	y [m]	z [m]	qx[kN/m <sup>2</sup> ]	qy[kN/m <sup>2</sup> ]	qz[kN/m <sup>2</sup> ]	LZV
6	22,900	-0,750	-619,300	0,00	0,00	7,00	
7	22,900	-0,250	-619,300				
7	2,500	-0,250	-619,300				
8	2,500	0,250	-619,300	0,00	0,00	12,00	
9	22,900	0,250	-619,300				
9	22,900	0,750	-619,300				
10	-6,150	0,750	-619,300	0,00	0,00	12,00	
11	22,900	0,750	-619,300				
11	22,900	6,750	-619,300				
12	-18,700	0,750	-619,300	0,00	0,00	12,00	
13	-7,650	0,750	-619,300				
13	-7,650	6,750	-619,300				
14	-6,150	-6,750	-619,300	0,00	0,00	7,00	
15	22,900	-6,750	-619,300				
15	2,500	-0,750	-619,300				
16	-18,700	-6,750	-619,300	0,00	0,00	7,00	
17	-7,650	-6,750	-619,300				
17	-7,650	-0,750	-619,300				

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

21\_209

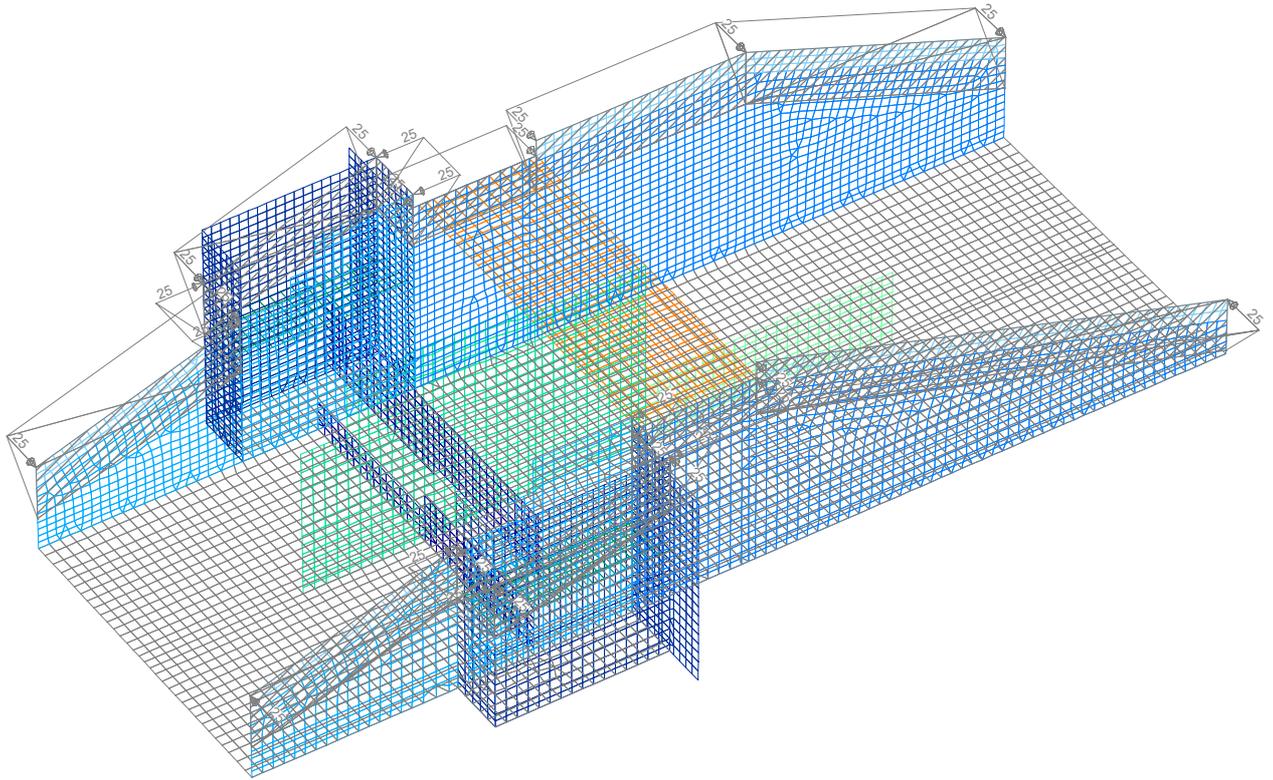
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

Datum:

02/2023



LF 26: Belastung, Ev

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 3.Einwirkungen

Position:

Seite:

3-10

Archiv-Nr.:

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023
<h3>3.3. Veränderliche Lasten</h3> <h4>Verkehrslasten auf der Brücke</h4> <p>Die Brücke wird mit den Verkehrslasten des Fahrstreifen 1 aus LM 1 nach DIN EN 1991-2 belastet. Die Fahrbahnbreite zwischen den Schrammborden beträgt <math>w = 3,50</math> m, die UDL-Flächenlast wird feldweise und vereinfacht auf die gesamte Fahrbahnbreite angesetzt. Die Tandemlast wird jeweils an den Feldrändern und in Feldmitte der zwei Felder angesetzt. Die Lastausbreitung der Tandemlasten erfolgt unter <math>\varphi = 45^\circ</math> bis zur Bauteilachse.</p> <p><b>Flächenlast UDL</b> <span style="float: right;"><b>Lastfall 30, 31</b></span></p> $q_{1k,UDL} = 12,0 \text{ kN/m}^2, \text{ auf } b = 3,50 \text{ m}$ <p><b>Tandemlast TS</b> <span style="float: right;"><b>Lastfall 32 bis 37</b></span></p> <p>Flächenlast Einzelrad</p> $q_{1k,TS} = 150 / (0,4 + \sqrt{2} \cdot 0,375)^2 = 114 \text{ kN/m}^2, \text{ auf } 1,15 \cdot 1,15 \text{ m}^2$ <h4>Verkehrslasten auf der Hinterfüllung</h4> <p>Außerhalb des Dammkronenweges wird die Hinterfüllung mit einer Flächenlast von <math>5 \text{ kN/m}^2</math> belastet. Der sich daraus ergebende Erddruck wird vereinfachend auf die gesamte Breite der Trogwände (unterhalb des Verdichtungserddrucks) angesetzt.</p> <p>Im Bereich des überführenden Dammkronenweges wirkt die Verkehrslast aus UDL und TS. Die Last aus dem TS kann auf eine Fläche von <math>3,0 \cdot 5,0</math> m verteilt werden, die Lastausbreitung im Boden erfolgt unter <math>30^\circ</math>, vereinfacht nur in der Breite.</p> $b^{\text{oben}} = 3,0 \text{ m}$ $b^{\text{unten}} = 3,0 + 2 \cdot \tan(30^\circ) \cdot 9,43 = 13,90 \text{ m}$ $b_m = 8,50 \text{ m}$ $q_{m,k,LM1} = (600 / (3,0 \cdot 5,0) + 12) \cdot 3,0 / 8,50 = 18,4 \text{ kN/m}^2$ $e_{0,k}^{LM1} = 18,4 \cdot 0,46 = 8,4 \text{ kN/m}^2$ <p>Zur Berücksichtigung des erhöhten Erddrucks aus LM 1 wird die Verkehrserddrucklast auf eine gemittelte Breite von <math>8,50</math> m vereinfacht und auf der sicheren Seite auf <math>10 \text{ kN/m}^2</math> erhöht. Der Ansatz erfolgt unterhalb des Verdichtungserddrucks, dieser bleibt im oberen Bereich maßgebend (<math>e_{LM1} = (600 / (3,0 \cdot 5,0) + 12) \cdot 0,46 = 23,9 \text{ kN/m}^2 &lt; 25 \text{ kN/m}^2</math>). Damit sind eventuelle zusätzliche Lasten aus dem auf der Westseite vorgesehenen Betriebsgebäude mit abgedeckt.</p> <p><b>Erdruchdruck infolge Verkehrslast außerhalb der Fahrbahn</b> <span style="float: right;"><b>Lastfall 40 und 41</b></span></p> <p>ab der Höhe von <math>z = -2,47</math> m, Ansatz links und rechts inklusive</p> $q_{k, \text{Rest}} = 5 \text{ kN/m}^2, \text{ Ansatz des Erddruckbeiwertes gemäß Lastfall 20f}$ $e_{0,k}^{\text{Rest}} = 5 \cdot 0,46 = 2,3 \Rightarrow 3 \text{ kN/m}^2$ <p><b>Erdruchdruck aus Flächenlast LM 1</b> <span style="float: right;"><b>Lastfall 42 und 43</b></span></p> <p>auf <math>b = 8,50</math> m im Bereich der Brücke, Ansatz links und rechts exklusive</p> $\Delta e_{0,k}^{LM1} = 10 - 3 = 7 \text{ kN/m}^2$			
Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	3-11
Kapitel:	3.Einwirkungen	Archiv-Nr.:	
Position:			

Verfasser:		Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023
<p><b>Temperaturlastfälle</b> <span style="float: right;"><b>Lastfall 50 bis 53</b></span></p> <p><i>Konstanter Temperaturanteil</i></p> <p>Ansatz auf die <i>Brückenplatte</i> gemäß DIN EN 1991-1-5, 6.1.</p> <p>Überbaugruppe 3, <math>T_{e,min} = T_{min} + 8 = -24 + 8 = -16 \text{ C}^\circ</math>  <math>T_{e,max} = T_{max} + 2 = 37 + 2 = 39 \text{ C}^\circ</math>  <math>T_0 = +10^\circ\text{C}</math></p> <p><math>\Delta T_{N,con} = T_{e,min} - T_0 = -16 - 10 = -26 \text{ K}</math>  <math>\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 39 - 10 = 29 \text{ K}</math></p> <p>Der konstante Temperaturanteil wird auf die Brücke in Spannrichtung (quer zu den Trogwänden) angesetzt. Bei einer Dehnung der Brücke in deren Breite ist ebenso mit einer Dehnung der oberen Trogwände zu rechnen, sodass keine nennenswerten Schnittgrößen zu erwarten sind.</p> <p><i>Lineare Temperaturunterschiede</i></p> <p>Ansatz auf die <i>Brückenplatte</i> gemäß DIN EN 1991-2, 6.</p> <p>Korrekturbeiwert für Belagsdicke 80mm <math>k_{sur} = 0,82</math></p> <p><math>\Delta T_{M,heat} = 15 * 0,82 = 12,3 \text{ K}</math>  <math>\Delta T_{M,cool} = 8 * 1,0 = -8 \text{ K}</math></p> <p>Ansatz auf die <i>Trogwände und Sohle</i> gemäß DIN 19702, 4.2.10.</p> <p>Für wasserbeaufschlagte Oberflächen</p> <p><math>\Delta T_{M,heat} = 15 \text{ K}</math>  <math>\Delta T_{M,cool} = -15 \text{ K}</math></p> <p>Die Temperaturanteile werden gleichzeitig angesetzt und gemäß DIN EN 1991-1-5, 6.1.5 kombiniert mit</p> <p><math>\omega_N = 0,35</math>, <math>\omega_M = 0,75</math>.</p> <p>Siehe auch Ausdruck Lastfallkombinationen der elektronischen Berechnung.</p> <p>Im Grenzzustand der Tragfähigkeit kann gemäß DIN EN 1992-2, NCI zu 2.3.1.2 (2) und (3) die Steifigkeit auf 60% des Zustand I reduziert werden. Dies wird in der Nachweisführung über die Abminderung des Teilsicherheitsbeiwerts auf <math>\gamma_T = 0,6 * 1,35 = 0,81</math> berücksichtigt.</p>			
Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	Archiv-Nr.:
Kapitel:	3.Einwirkungen	3-12	
Position:			

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

21\_209

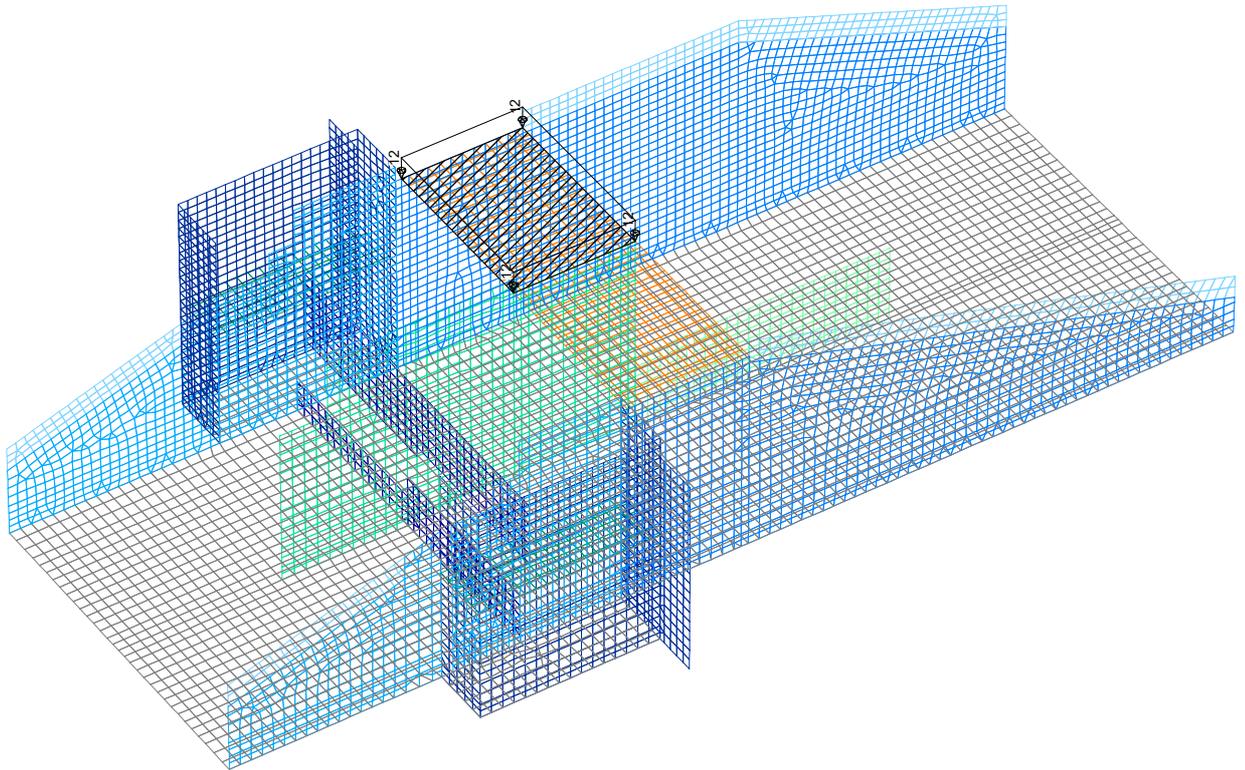
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

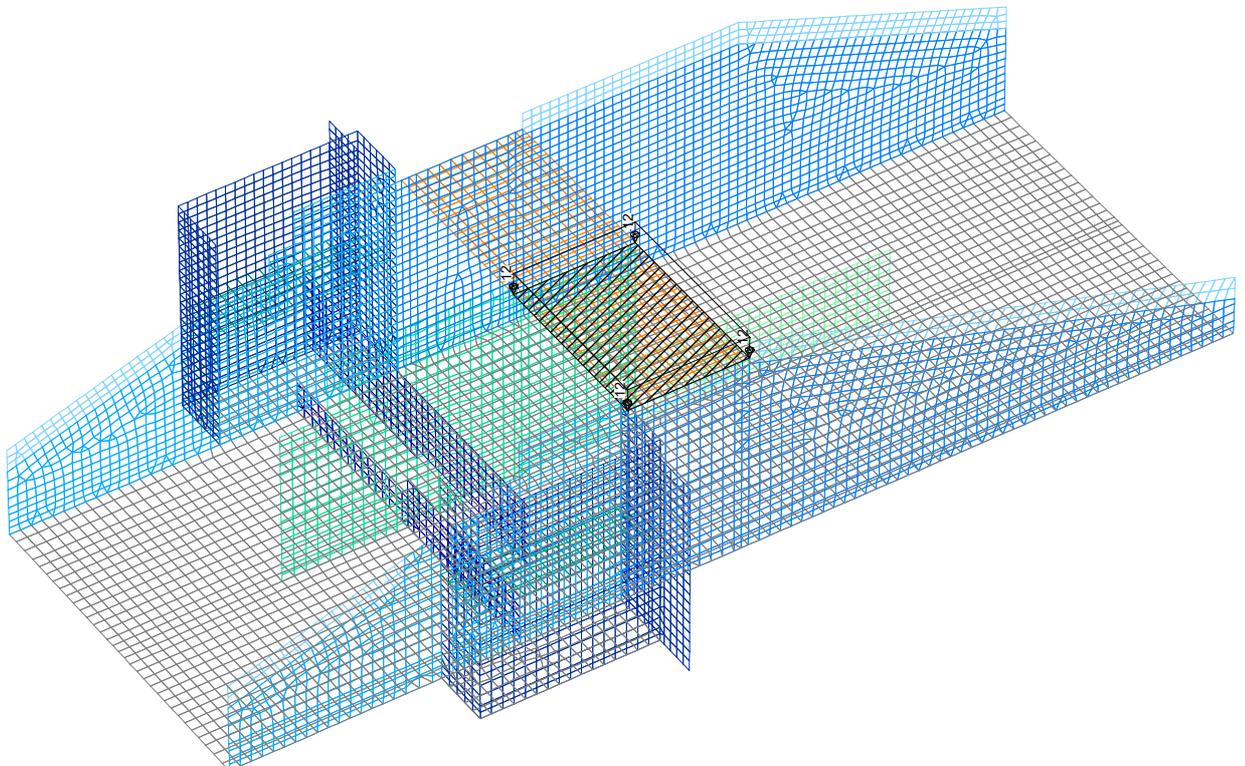
ASB-Nr.:

Datum:

02/2023



LF 30: Belastung, UDL 1



LF 31: Belastung, UDL 2

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 3.Einwirkungen

Position:

Seite:

3-13

Archiv-Nr.:



Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

21\_209

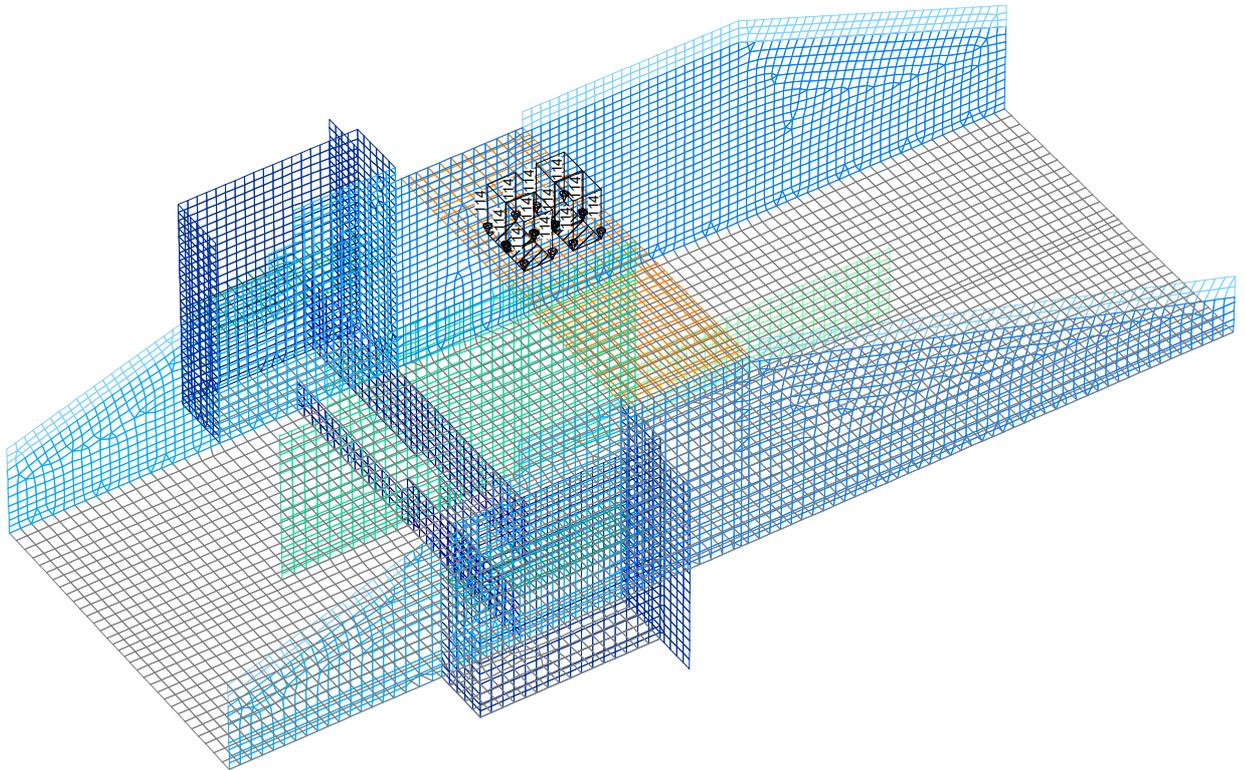
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

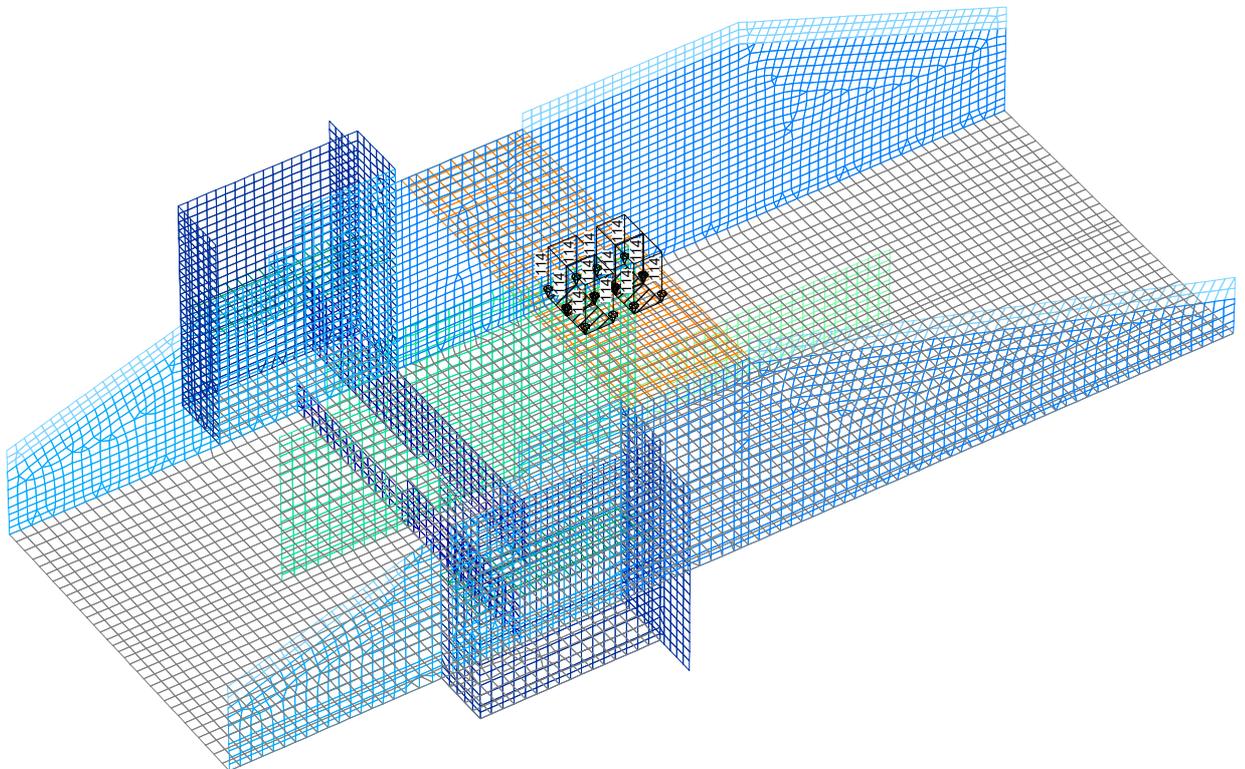
ASB-Nr.:

Datum:

02/2023



LF 34: Belastung, TS 3



LF 35: Belastung, TS 4

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 3.Einwirkungen

Position:

Seite:

3-15

Archiv-Nr.:

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

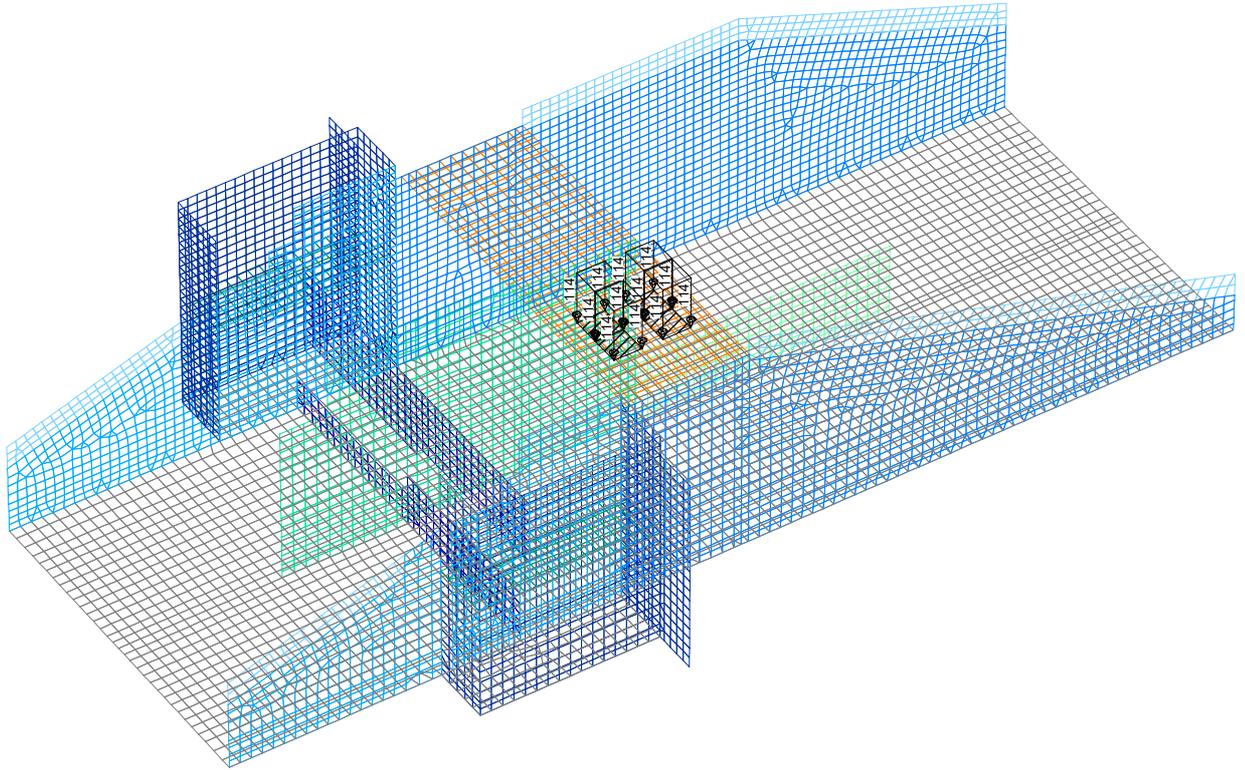
Projekt Nr.  
21\_209

Bauwerk:

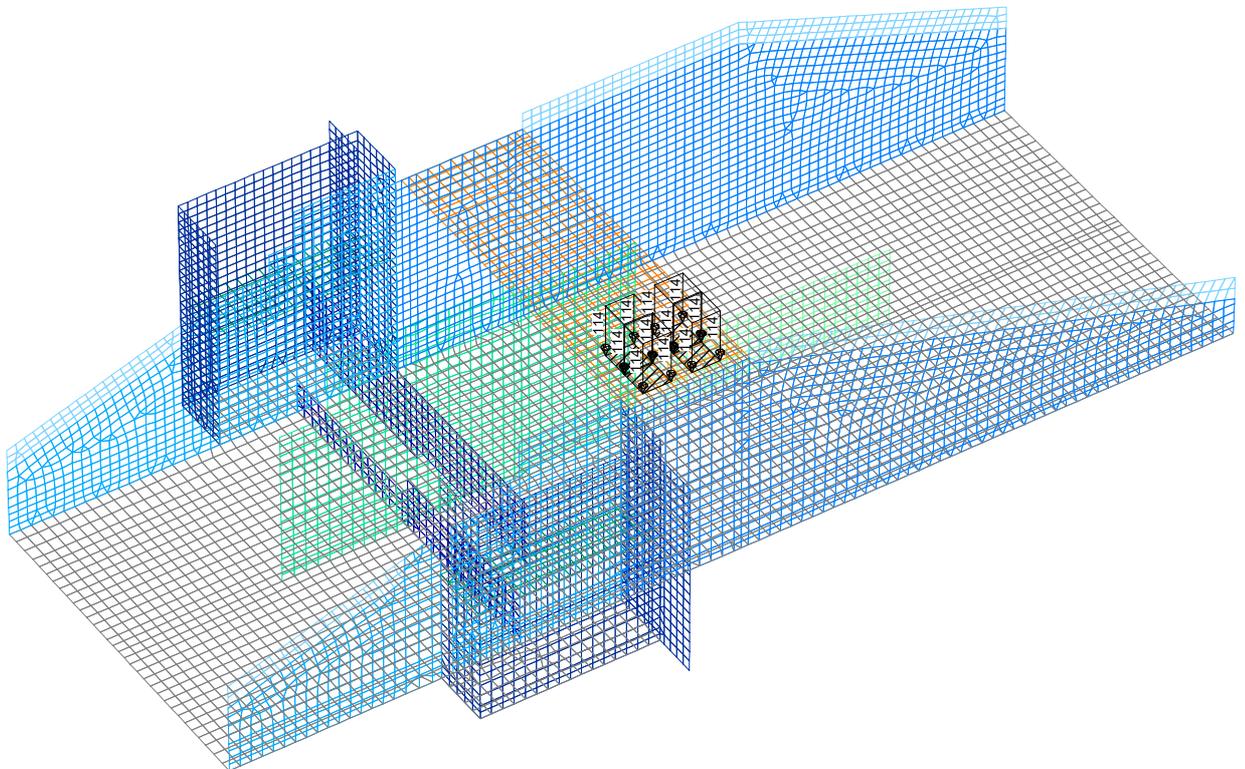
HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

Datum:  
02/2023



LF 36: Belastung, TS 5



LF 37: Belastung, TS 6

Bauteil: Durchlassbauwerk  
Kapitel: 3.Einwirkungen  
Position:

Seite: 3-16

Archiv-Nr.:

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

21\_209

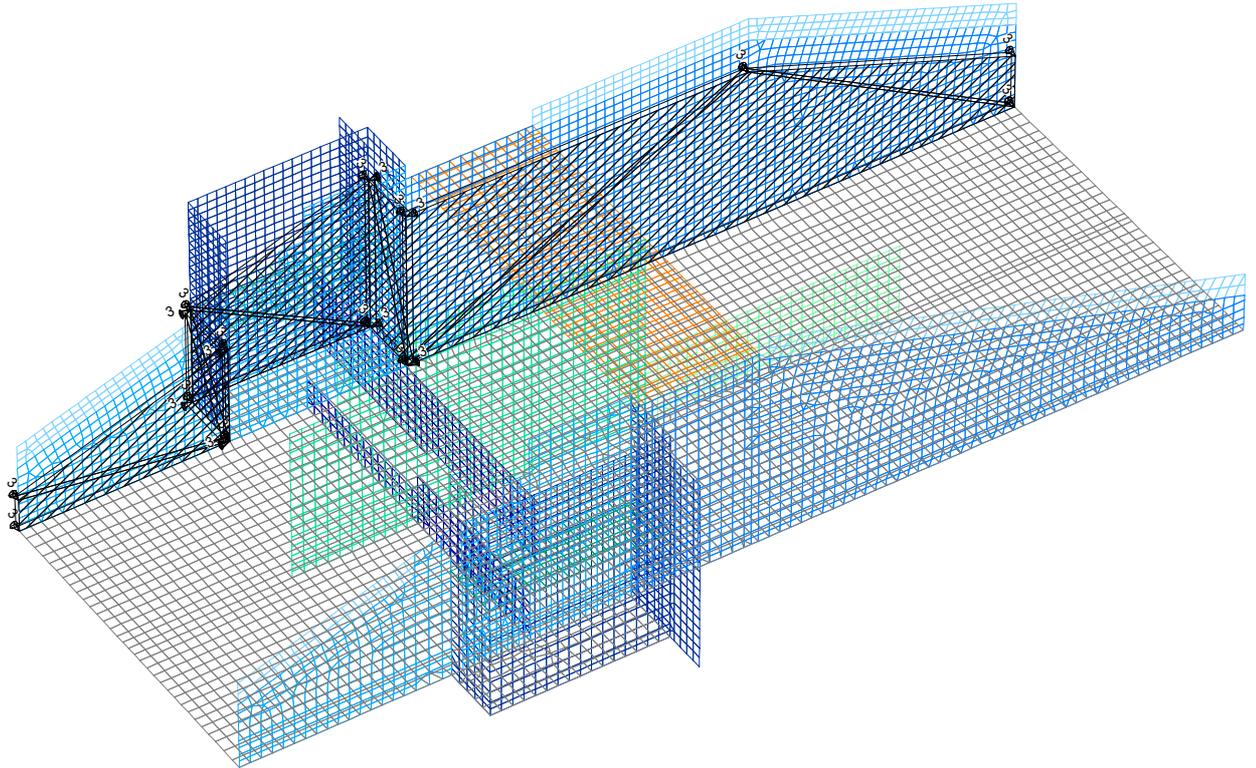
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

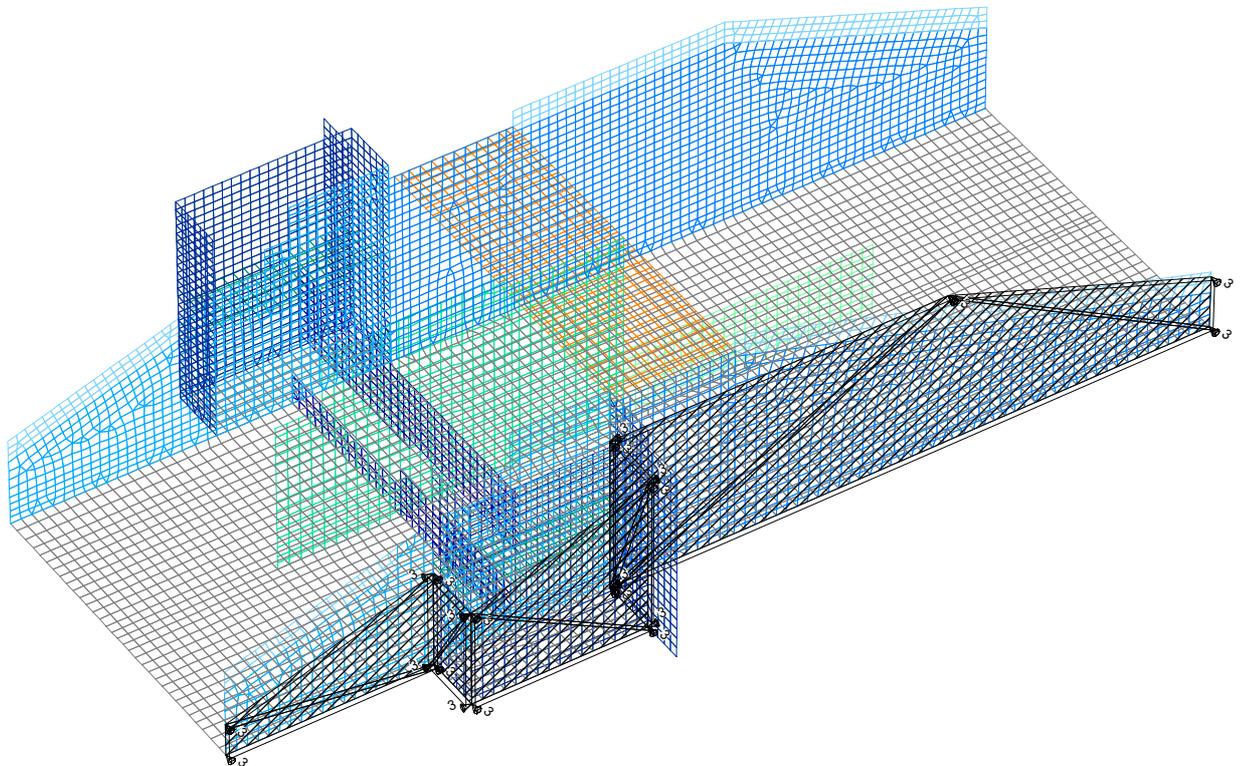
ASB-Nr.:

Datum:

02/2023



LF 40: Belastung, E0 Verkehr Rest West



LF 41: Belastung, E0 Verkehr Rest Ost

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 3.Einwirkungen

Position:

Seite:

3-17

Archiv-Nr.:

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

21\_209

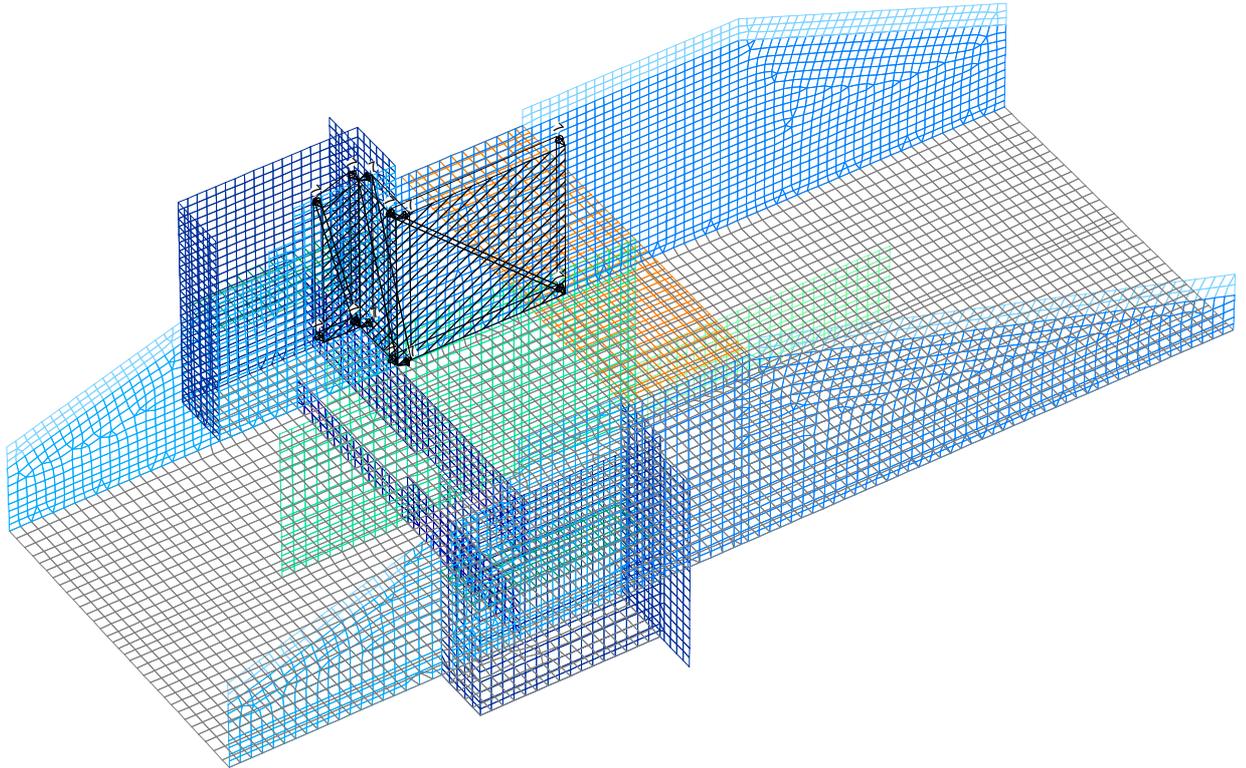
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

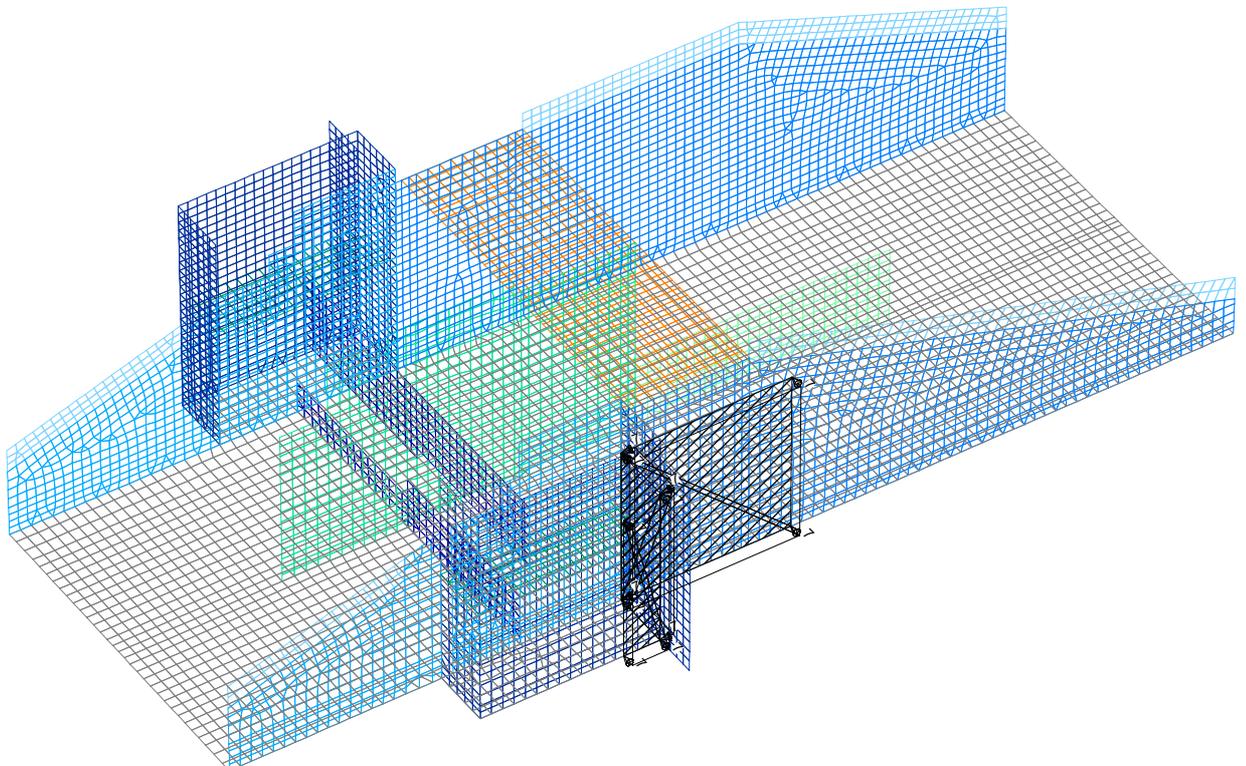
ASB-Nr.:

Datum:

02/2023



LF 42: Belastung, E0 LM1 West



LF 43: Belastung, E0 LM1 Ost

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 3.Einwirkungen

Position:

Seite:

3-18

Archiv-Nr.:

**Lastdaten Lastfall 50: Tn con**

Vordehnung bzw. Temperatureinwirkung (VORD) bezogen auf Alpha.T

LfdNr	Element		Eps.x [K]	Eps.y [K]	Eps.xy,z [K]	Kap.x [K/m]	Kap.y [K/m]	Kap.xy,z [K/m]
	von	bis						
1	5027	5434	0,00	-26,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Lastdaten Lastfall 51: Tn exp**

Vordehnung bzw. Temperatureinwirkung (VORD) bezogen auf Alpha.T

LfdNr	Element		Eps.x [K]	Eps.y [K]	Eps.xy,z [K]	Kap.x [K/m]	Kap.y [K/m]	Kap.xy,z [K/m]
	von	bis						
1	5027	5434	0,00	29,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### Lastdaten Lastfall 52: Tm heat

Vordehnung bzw. Temperatureinwirkung (VORD) bezogen auf Alpha.T

LfdNr	Element		Eps.x	Eps.y	Eps.xy,z	Kap.x	Kap.y	Kap.xy,z
	von	bis	[K]	[K]	[K]	[K/m]	[K/m]	[K/m]
1	5027	5434	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,40	0,00
2	309	419	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00
3	481	634	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00
4	937	1572	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00
5	1930	2025	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00
6	2247	2688	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00
7	3627	3736	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00
8	635	936	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
9	3318	3538	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
10	5975	5975	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
11	5977	5977	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
12	5979	5991	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
13	5994	6007	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
14	6013	6014	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
15	6018	6034	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
16	6037	6066	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
17	6068	6080	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
18	6082	6083	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
19	6087	6087	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
20	6089	6089	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
21	6091	6091	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
22	6093	6096	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
23	6098	6098	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
24	6100	6132	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
25	6134	6136	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
26	6138	6140	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
27	6142	6190	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
28	6195	6218	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
29	6221	6403	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
30	10007	10453	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
31	157	199	0,00	0,00	0,00	0,00	37,50	0,00
32	280	308	0,00	0,00	0,00	0,00	37,50	0,00
33	420	480	0,00	0,00	0,00	0,00	37,50	0,00
34	2689	2724	0,00	0,00	0,00	0,00	37,50	0,00
35	3820	3918	0,00	0,00	0,00	0,00	37,50	0,00
36	9910	10006	0,00	0,00	0,00	0,00	37,50	0,00
37	1573	1594	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
38	1732	1929	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
39	2026	2246	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
40	4127	5026	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
41	5435	5974	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
42	5976	5976	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
43	5978	5978	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### Lastdaten Lastfall 52: Tm heat

Vordehnung bzw. Temperatureinwirkung (VORD) bezogen auf Alpha.T

LfdNr	Element		Eps.x [K]	Eps.y [K]	Eps.xy,z [K]	Kap.x [K/m]	Kap.y [K/m]	Kap.xy,z [K/m]
	von	bis						
44	5992	5993	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
45	6008	6012	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
46	6015	6017	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
47	6035	6036	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
48	6067	6067	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
49	6081	6081	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
50	6084	6086	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
51	6088	6088	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
52	6090	6090	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
53	6092	6092	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
54	6097	6097	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
55	6099	6099	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
56	6133	6133	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
57	6137	6137	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
58	6141	6141	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
59	6191	6194	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
60	6219	6220	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
61	9565	9909	0,00	0,00	0,00	0,00	16,70	0,00
62	6404	9564	0,00	0,00	0,00	0,00	12,50	0,00

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	3-21	Archiv-Nr.:
Kapitel:	3.Einwirkungen			
Position:				

### Lastdaten Lastfall 53: Tm cool

Vordehnung bzw. Temperatureinwirkung (VORD) bezogen auf Alpha.T

LfdNr	Element		Eps.x	Eps.y	Eps.xy,z	Kap.x	Kap.y	Kap.xy,z
	von	bis	[K]	[K]	[K]	[K/m]	[K/m]	[K/m]
1	5027	5434	0,00	0,00	0,00	0,00	10,70	0,00
2	309	419	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-30,00	-0,00
3	481	634	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-30,00	-0,00
4	937	1572	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-30,00	-0,00
5	1930	2025	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-30,00	-0,00
6	2247	2688	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-30,00	-0,00
7	3627	3736	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-30,00	-0,00
8	635	936	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
9	3318	3538	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
10	5975	5975	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
11	5977	5977	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
12	5979	5991	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
13	5994	6007	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
14	6013	6014	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
15	6018	6034	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
16	6037	6066	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
17	6068	6080	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
18	6082	6083	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
19	6087	6087	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
20	6089	6089	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
21	6091	6091	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
22	6093	6096	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
23	6098	6098	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
24	6100	6132	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
25	6134	6136	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
26	6138	6140	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
27	6142	6190	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
28	6195	6218	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
29	6221	6403	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
30	10007	10453	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-20,00	-0,00
31	157	199	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-37,50	-0,00
32	280	308	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-37,50	-0,00
33	420	480	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-37,50	-0,00
34	2689	2724	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-37,50	-0,00
35	3820	3918	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-37,50	-0,00
36	9910	10006	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-37,50	-0,00
37	1573	1594	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
38	1732	1929	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
39	2026	2246	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
40	4127	5026	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
41	5435	5974	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
42	5976	5976	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
43	5978	5978	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### Lastdaten Lastfall 53: Tm cool

Vordehnung bzw. Temperatureinwirkung (VORD) bezogen auf Alpha.T

LfdNr	Element		Eps.x [K]	Eps.y [K]	Eps.xy,z [K]	Kap.x [K/m]	Kap.y [K/m]	Kap.xy,z [K/m]
	von	bis						
44	5992	5993	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
45	6008	6012	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
46	6015	6017	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
47	6035	6036	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
48	6067	6067	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
49	6081	6081	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
50	6084	6086	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
51	6088	6088	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
52	6090	6090	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
53	6092	6092	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
54	6097	6097	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
55	6099	6099	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
56	6133	6133	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
57	6137	6137	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
58	6141	6141	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
59	6191	6194	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
60	6219	6220	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
61	9565	9909	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-16,70	-0,00
62	6404	9564	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-12,50	-0,00

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	3-23	Archiv-Nr.:
Kapitel:	3.Einwirkungen			
Position:				

### 3.4. Lastfallkombinationen

#### Liste der Kombinationen

Nr.	Bezeichnung
20	Volleinstau
21	Nach Ablass
22	ohne Wasser
50	Tn con + wm*Tm
51	Tn exp + wm*Tm
52	Tm heat + wn*Tn
53	Tm cool + wn*Tn

#### Lastfallkombination 20, Volleinstau

<b>Ständige Einwirkung</b>		<b>Faktor</b>
<hr/>		
22	Wasser Volleinstau	1,000
<b>Veränderliche inklusive Einwirkung</b>		<b>Faktor</b>
<hr/>		
26	Ev	1,000
<b>Exklusive Auswahl</b>		<b>Faktor</b>
<hr/>		
20	E0 mit Wasser	1,000
21	0,5*Ea mit Wasser	1,000

#### Lastfallkombination 21, Nach Ablass

<b>Ständige Einwirkung</b>		<b>Faktor</b>
<hr/>		
23	Wasser nach Ablass	1,000
<b>Veränderliche inklusive Einwirkung</b>		<b>Faktor</b>
<hr/>		
26	Ev	1,000
<b>Exklusive Auswahl</b>		<b>Faktor</b>
<hr/>		
20	E0 mit Wasser	1,000
21	0,5*Ea mit Wasser	1,000

#### Lastfallkombination 22, ohne Wasser

<b>Veränderliche inklusive Einwirkung</b>		<b>Faktor</b>
<hr/>		
26	Ev	1,000
<b>Exklusive Auswahl</b>		<b>Faktor</b>
<hr/>		
24	E0 ohne Wasser	1,000
25	0,5*Ea ohne Wasser	1,000

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### Lastfallkombination 50, Tn con + wm\*Tm

Ständige Einwirkung	Faktor
50 Tn con	1,000
1. veränderliche exklusive Einwirkung	Faktor
52 Tm heat	0,750
53 Tm cool	0,750

### Lastfallkombination 51, Tn exp + wm\*Tm

Ständige Einwirkung	Faktor
51 Tn exp	1,000
1. veränderliche exklusive Einwirkung	Faktor
52 Tm heat	0,750
53 Tm cool	0,750

### Lastfallkombination 52, Tm heat + wn\*Tn

Ständige Einwirkung	Faktor
52 Tm heat	1,000
1. veränderliche exklusive Einwirkung	Faktor
50 Tn con	0,350
51 Tn exp	0,350

### Lastfallkombination 53, Tm cool + wn\*Tn

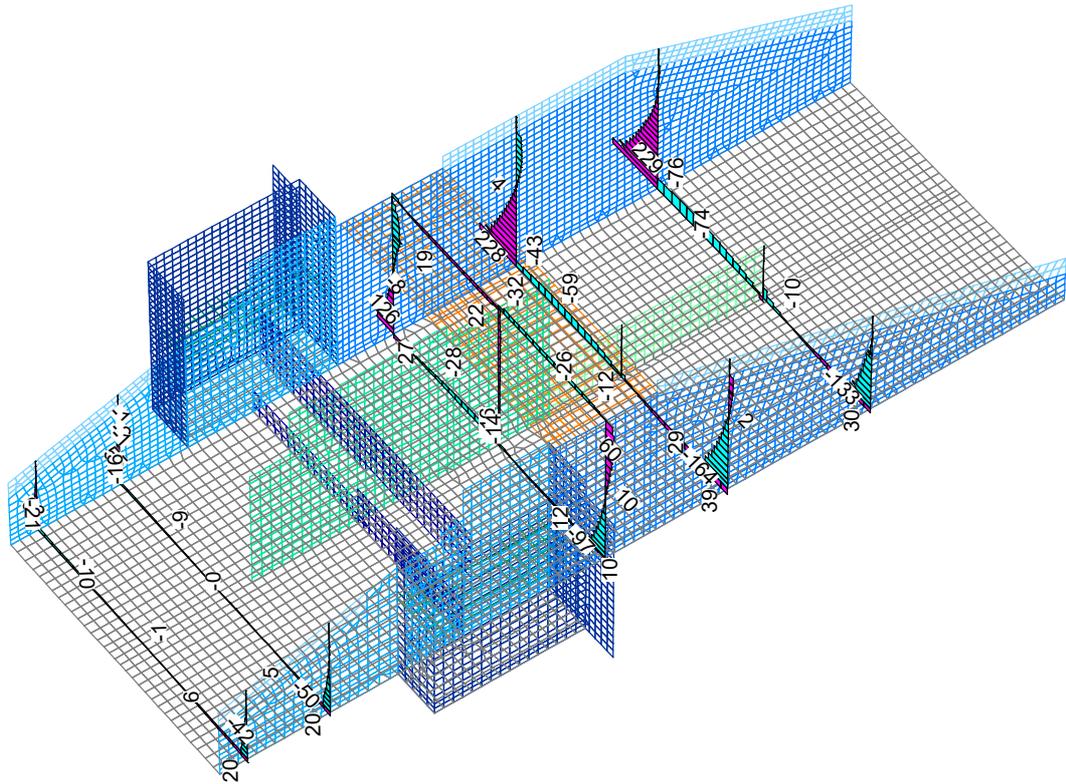
Ständige Einwirkung	Faktor
53 Tm cool	1,000
1. veränderliche exklusive Einwirkung	Faktor
50 Tn con	0,350
51 Tn exp	0,350

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	3-25	Archiv-Nr.:
Kapitel:	3.Einwirkungen			
Position:				

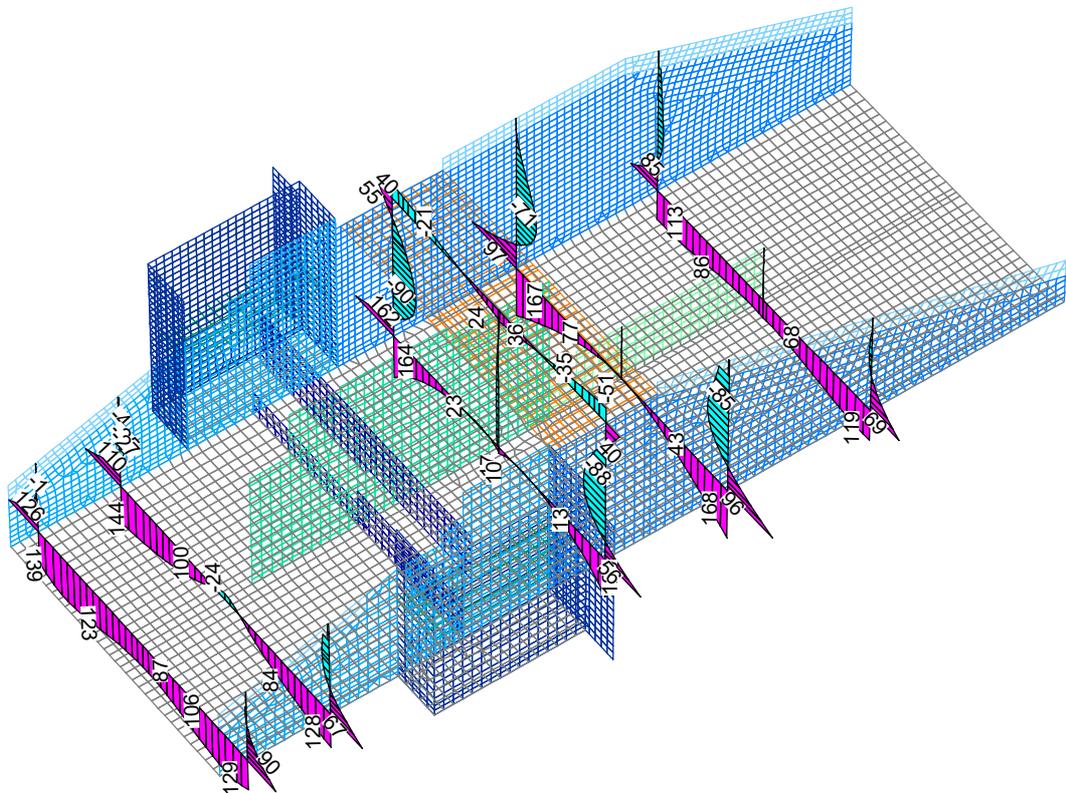








Schnittgrößen qy; LF 20, E0 mit Wasser



Schnittgrößen my; LF 23, Wasser nach Ablass



Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

## 4.2. Bemessungsschnittgrößen

Es werden nur maßgebliche Bemessungsschnittgrößen beigelegt. Bei Bedarf werden weitere ergänzt.

### Für Nachweise im GZT

- Ständige und vorübergehende Bemessungssituation  
(1. Volleinstau; 2. nach Ablass; 3 ohne Wasser)

### Für Nachweise im GZG

- Häufige Einwirkungskombination (Rissebegrenzung)

### DIN EN 1992-2 Einwirkungen

#### G1 - Ständige Lasten

- 10 Eigenlast
- 11 Ausbaulasten

#### G2 - Volleinstau

- K20 Volleinstau

#### G3 - nach Ablass

- K21 Nach Ablass

#### G4 - ohne Wasser

- K22 ohne Wasser

#### QUDL - Verkehr, Lastmodell 1 Flächenlast, 1. Variante, inklusiv

- 30 UDL 1
- 31 UDL 2
- 40 E0 Verkehr Rest West
- 41 E0 Verkehr Rest Ost

#### QTS - Verkehr, Lastmodell 1 Tandemsystem, 1. Variante, exklusiv

- 32 TS 1
- 33 TS 2
- 34 TS 3
- 35 TS 4
- 36 TS 5
- 37 TS 6
- 42 E0 LM1 West
- 43 E0 LM1 Ost

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	4-6	Archiv-Nr.:
Kapitel:	4.Schnittgrößen			
Position:				

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### T - Temperatur, 1. Variante, exklusiv

50	Tn con
51	Tn exp
52	Tm heat
53	Tm cool

### Ständige und vorübergehende Kombination, Situationen

Variante	Zustand	Einwirkungen
----------	---------	--------------

1) Volleinst..End		G1 + G2 + QK
2) nach Ab..End		G1 + G3 + QK
3) ohne W...End		G1 + G4 + QK

QK bedeutet veränderliche Einwirkungen entsprechend der Tabelle der Kombinationsbeiwerte.

### Ständige und vorübergehende Kombination, Sicherheitsbeiwerte

Einwirkung	Gamma.sup	Gamma.inf
------------	-----------	-----------

G1	1,35	1
G2	1,35	1
G3	1,35	1
G4	1,35	1
QTS, QUDL	1,35	0
T	0,81	0

### Ständige und vorübergehende Kombination, Kombinationsbeiwerte

Variante	QTS	QUDL	T
----------	-----	------	---

a)	1	1	0
b)	1	1	0,8
c)	0,75	0,4	1
d)	0,75	0,4	0,8

### Charakteristische (seltene) Kombination, Situationen

Variante	Zustand	Einwirkungen
----------	---------	--------------

1) Volleinst..End		G1 + G2 + QK
2) nach Ab..End		G1 + G3 + QK
3) ohne W...End		G1 + G4 + QK

QK bedeutet veränderliche Einwirkungen entsprechend der Tabelle der Kombinationsbeiwerte.

### Charakteristische (seltene) Kombination, Sicherheitsbeiwerte

Einwirkung	Gamma.sup	Gamma.inf
------------	-----------	-----------

G1	1	1
G2	1	1
G3	1	1
G4	1	1
QTS, QUDL	1	0
T	1	0

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	4-7	Archiv-Nr.:
Kapitel:	4.Schnittgrößen			
Position:				

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### Charakteristische (seltene) Kombination, Kombinationsbeiwerte

Variante	QTS	QUDL	T
a)	1	1	0
b)	1	1	0,8
c)	0,75	0,4	1
d)	0,75	0,4	0,8

### Häufige Kombination, Situationen

Variante	Zustand	Einwirkungen
1)	Volleinst..End	G1 + G2 + QK
2)	nach Ab...End	G1 + G3 + QK
3)	ohne W...End	G1 + G4 + QK

QK bedeutet veränderliche Einwirkungen entsprechend der Tabelle der Kombinationsbeiwerte.

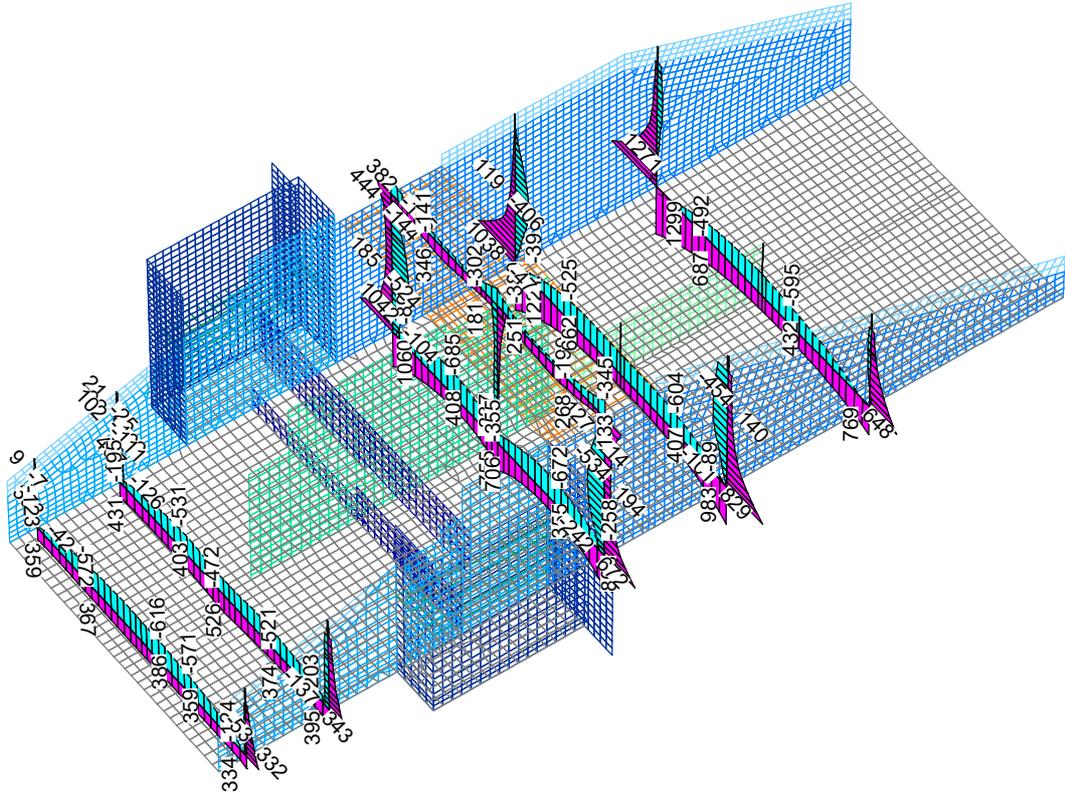
### Häufige Kombination, Sicherheitsbeiwerte

Einwirkung	Gamma.sup	Gamma.inf
G1	1	1
G2	1	1
G3	1	1
G4	1	1
QTS, QUDL	1	0
T	1	0

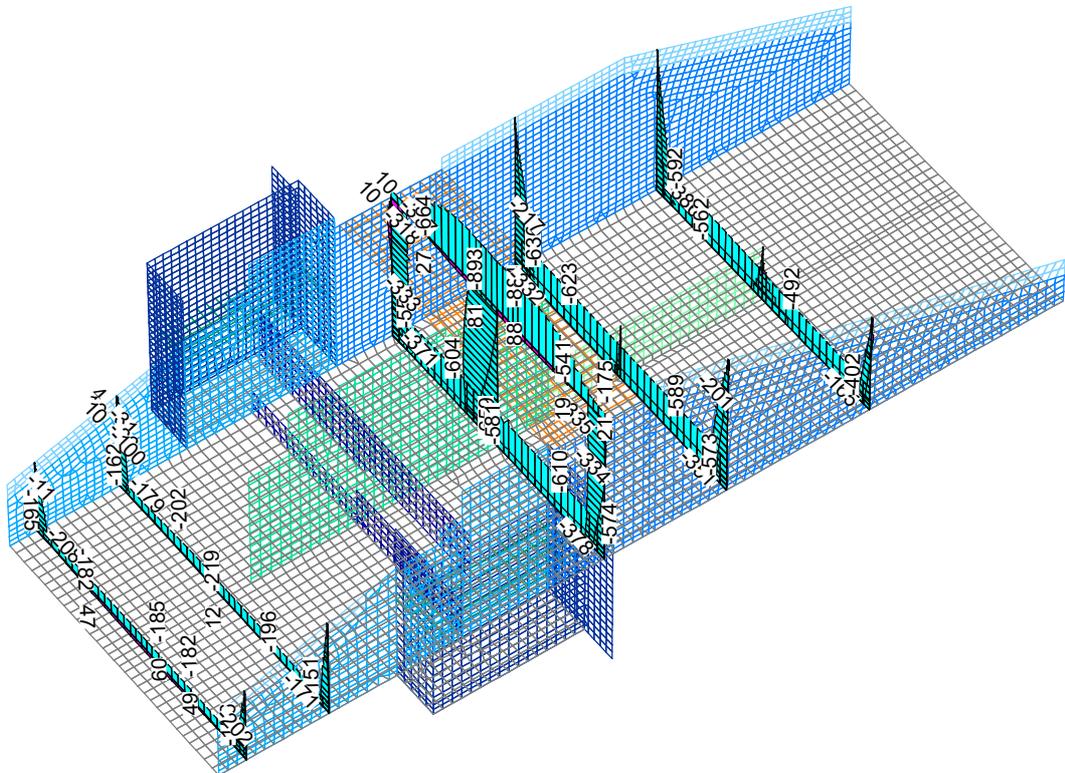
### Häufige Kombination, Kombinationsbeiwerte

Variante	QTS	QUDL	T
a)	0,75	0,4	0,5
b)	0,2	0,2	0,6
c)	0,2	0,2	0

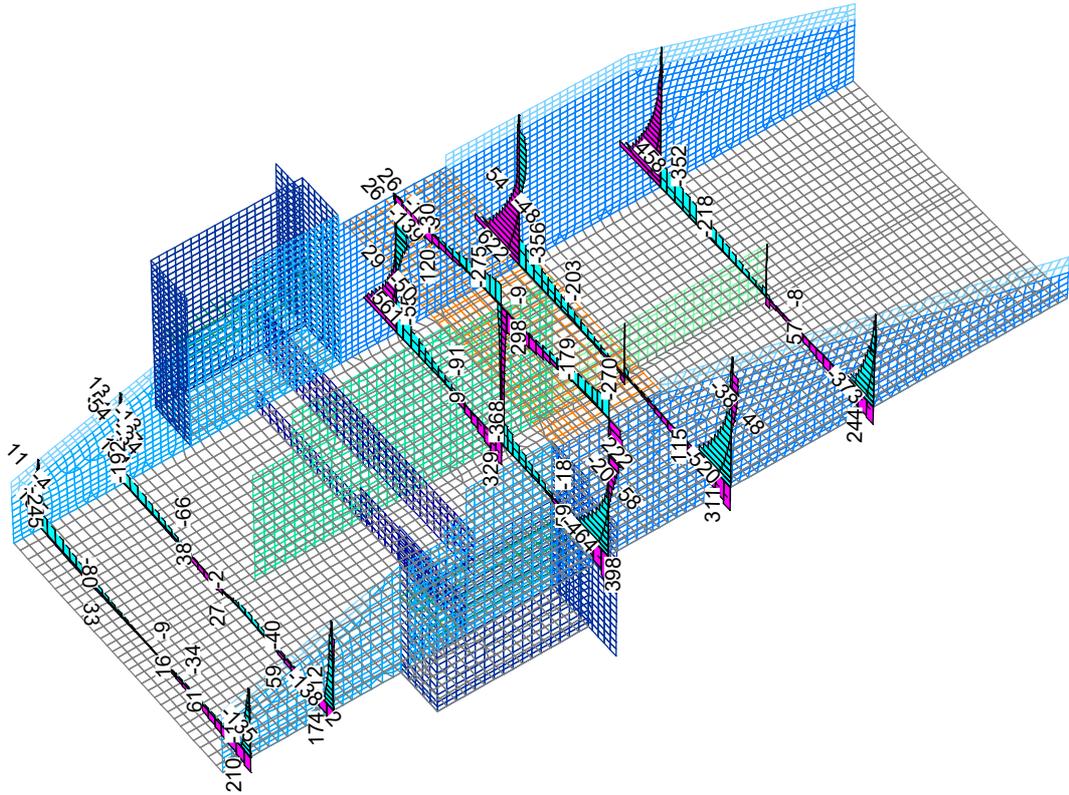
Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	4-8	Archiv-Nr.:
Kapitel:	4.Schnittgrößen			
Position:				



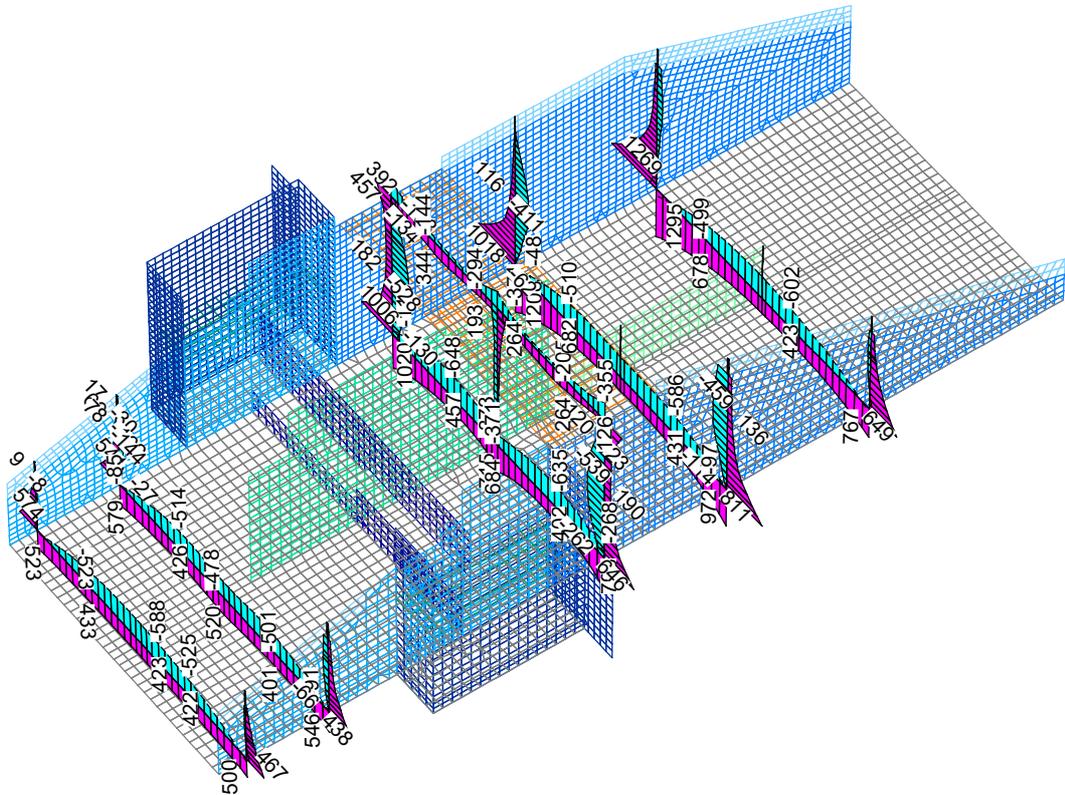
Schnittgrößen my min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2



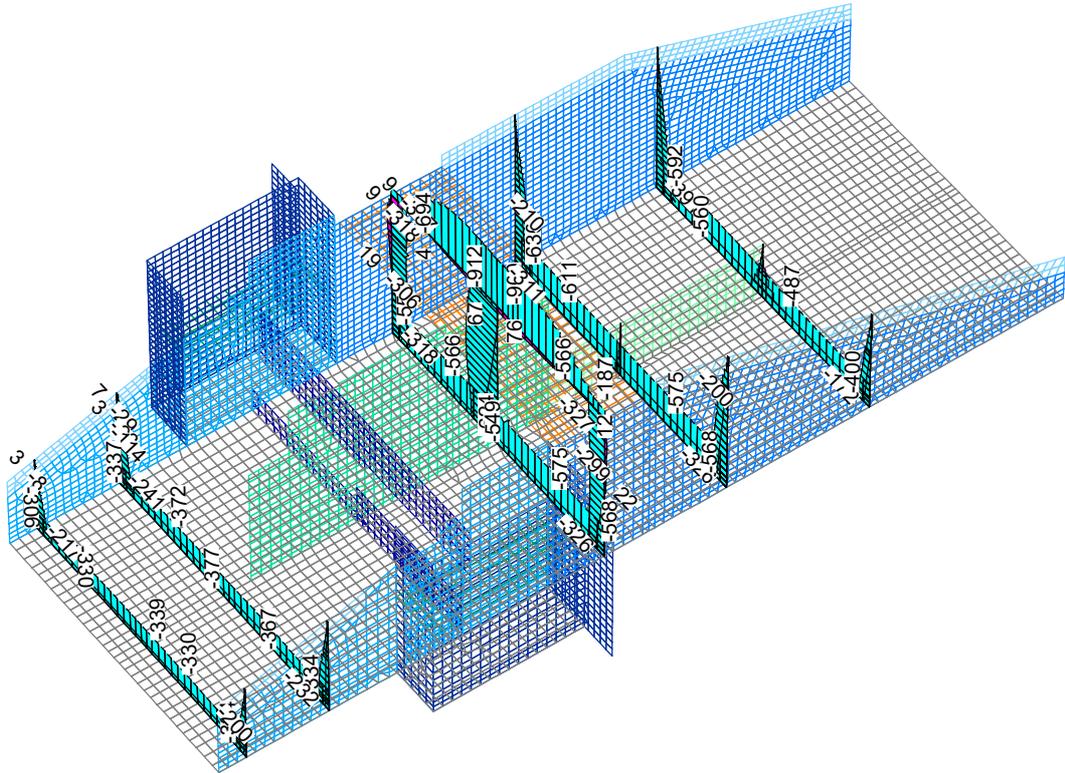
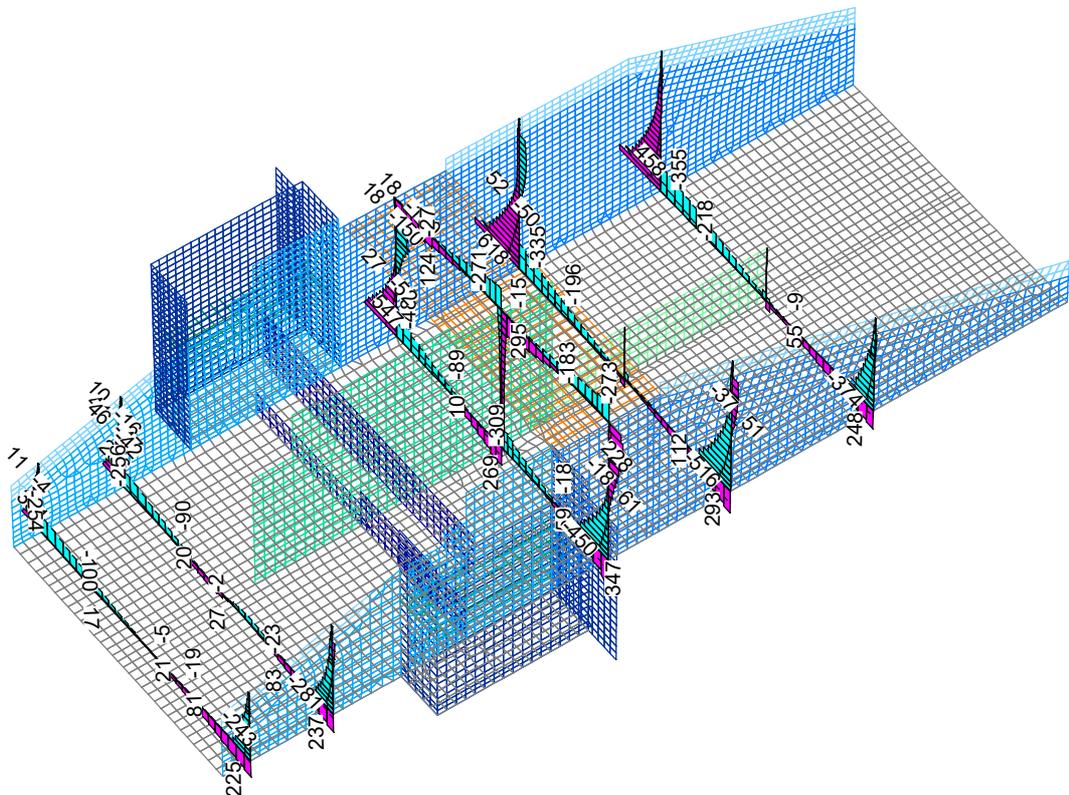
Schnittgrößen ny min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2



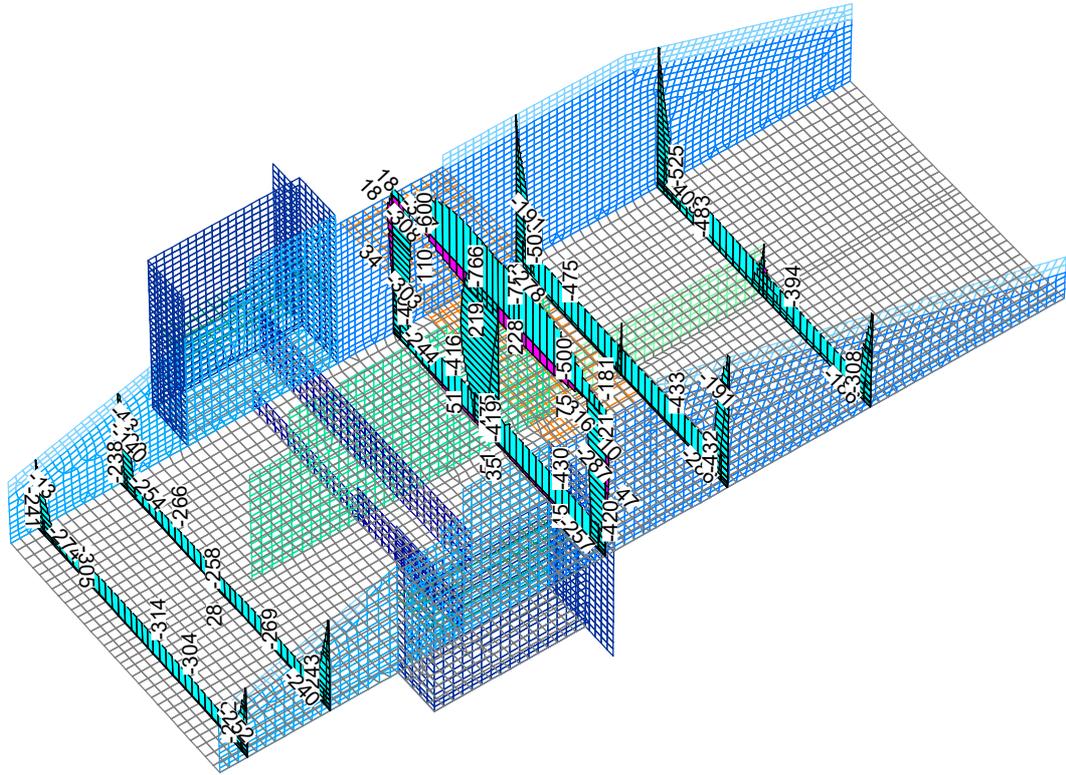
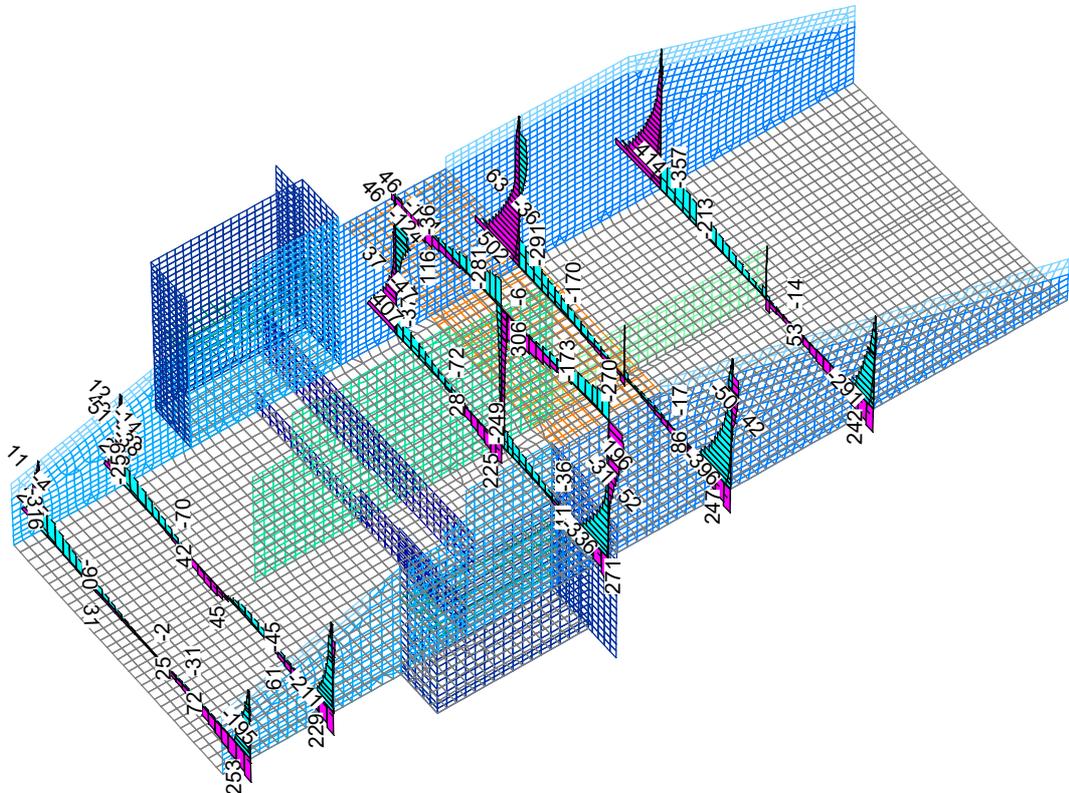
Schnittgrößen  $q_y$  min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2

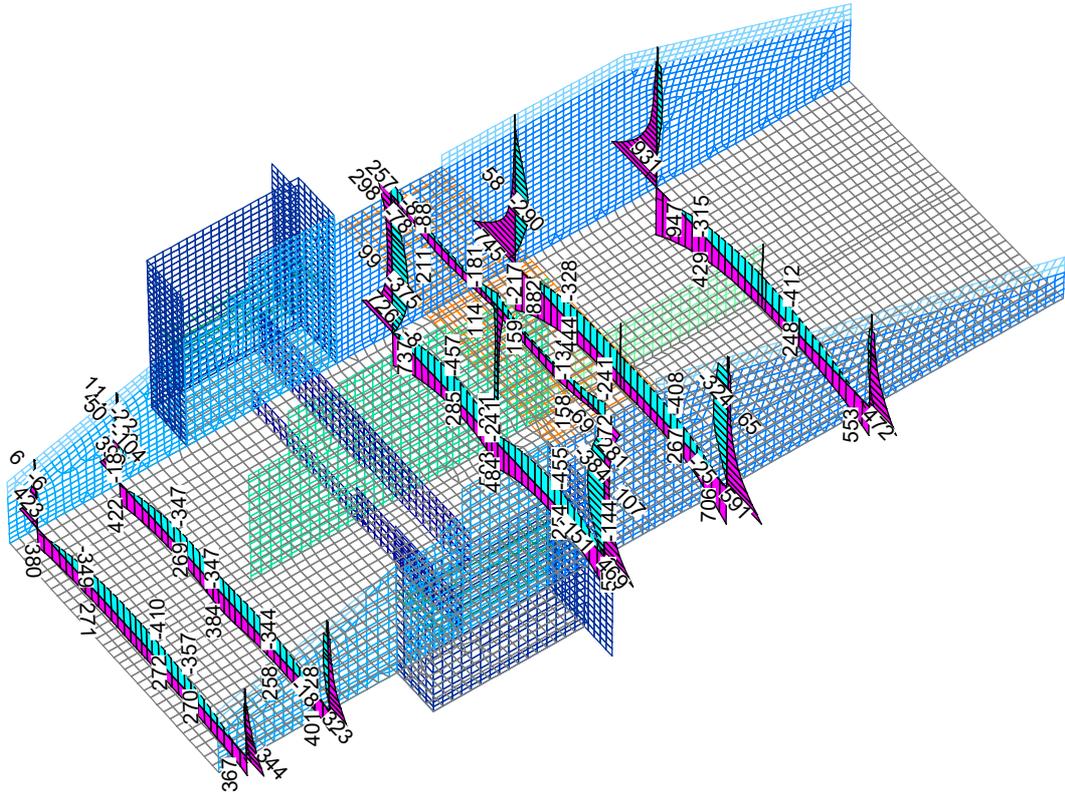


Schnittgrößen  $m_y$  min, max; 2. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2

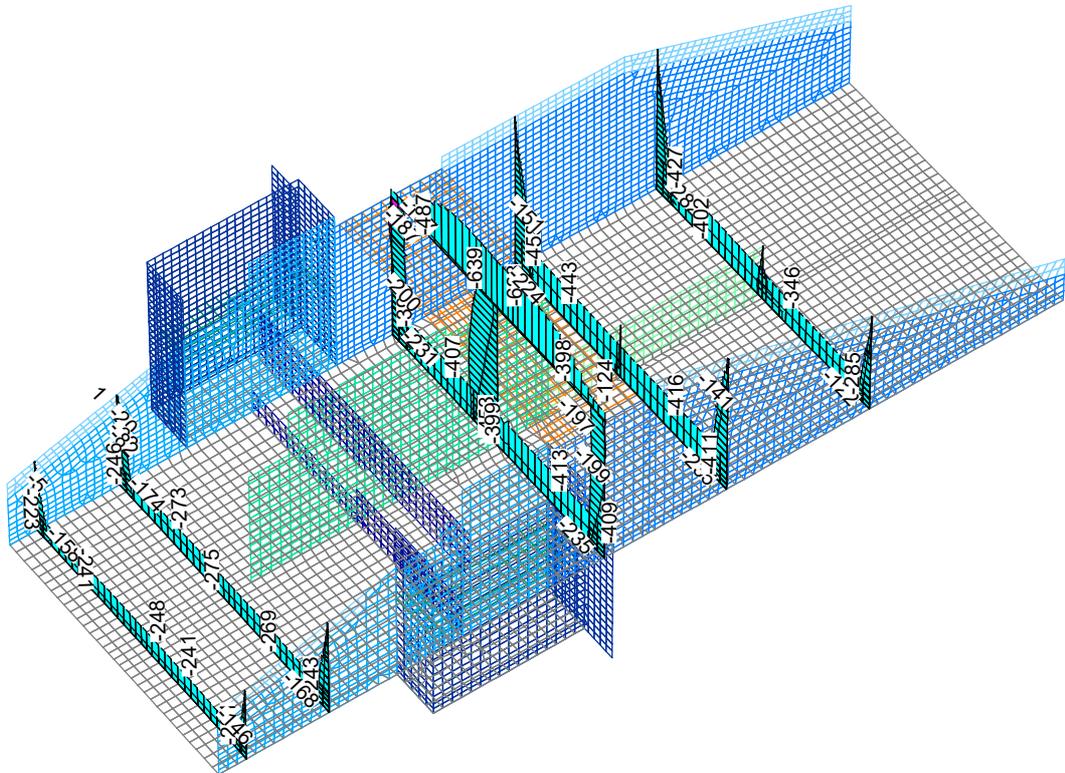

 Schnittgrößen  $n_y$  min, max; 2. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2

 Schnittgrößen  $q_y$  min, max; 2. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2




 Schnittgrößen  $n_y$  min, max; 3. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2

 Schnittgrößen  $q_y$  min, max; 3. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2



Schnittgrößen my min, max; 2. Häufige Situation, DIN EN 1992-2



Schnittgrößen ny min, max; 2. Häufige Situation, DIN EN 1992-2

Verfasser:		Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023
<p><b>5. <u>Nachweise</u></b></p> <p><b>5.1. Grundlagen</b></p> <p><b>5.1.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit</b></p> <p>Die Bemessung erfolgt maßgebend nach DIN EN 1992-2 aufgrund der Überfahrt des Dammkronenweges.</p> <p>Der Druckstrebenneigungswinkel für die Ermittlung der Querkraftbewehrung wird mit <math>\cot \vartheta = 1,75</math> angesetzt.</p> <p>Einwirkungen aus Zwang (Temperatur) werden mit <math>\gamma_T = 1,35</math> angesetzt, zur Berücksichtigung des Steifigkeitsabfalls beim Übergang in Zustand II werden die Temperaturlasten in der Bemessungskombination mit dem Faktor 0,6 abgemindert. (Siehe auch Kap. 3.3)</p>			
Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	Archiv-Nr.:
Kapitel:	5.Nachweise	5-1	
Position:			

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

## 5.1.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Die Mindestbewehrung wird nach DIN EN 1992 und nach ZTV-W LB 215 und DIN 19702 ermittelt.

### DIN EN 1992-2

#### Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

In Längsrichtung wird die Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite unter abfließender Hydratationswärme nach DIN EN 1992-2, 7.3.2 berechnet.

#### Rissbreitenbegrenzung

Begrenzung der Rissbreite unter Lastbeanspruchung. Die zugehörigen Stahlspannungen werden in der Anforderungsklasse D unter der häufigen Einwirkungskombination ermittelt. Die Kombinationsbeiwerte  $\psi_i$  werden für die Verkehrs- und die Temperaturlasten analog DIN EN 1990, Anhang A.2, Tab. A.2.1 angesetzt.

Der Rechenwert für die zulässige Rissbreite wird in den Trogwänden und der Sohle in Anlehnung an die ZTV-W LB 215 auf  $w_k = 0,25$  mm begrenzt. Die Begrenzung der Rissbreite wird durch die direkte Berechnung mit  $w_k = s_{r,max} * (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$  programmintern nachgewiesen.

### ZTV-W 215 und DIN 19702

#### Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

Die Beanspruchungen aus frühem Zwang (abfließende Hydratationswärme) ist für massige Bauteile ( $d > 0,80$  m) nach Merkblatt „Früher Zwang“ der BAW zu ermitteln.

Da die Abmessungen Trogwände nur teilweise und nur geringfügig über der Grenzdicke für massige Bauteile liegen, wird die Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-2, 7.3.2 berechnet, die Rissbreite wird auf  $w_k = 0,25$  mm begrenzt.

#### Begrenzung der Rissbreite

Der Rissbreitennachweis ist unter quasi-ständiger Kombination zu führen (entspricht Anforderungsklasse E mit  $w_k = 0,3$  mm).

Der Rechenwert für die zulässige Rissbreite ist für massige Bauteile ( $d > 0,80$  m) auf  $w_k = 0,25$  mm zu begrenzen. Nachweis durch direkte Berechnung gemäß DIN EN 1992-1-1.

Maßgebend sind die Forderungen des DIN EN 1992-2, die Berechnung erfolgt vereinfachend für alle Bauteile unter der häufigen Einwirkungskombination entsprechend Anforderungsklasse D und für  $w_k = 0,25$  mm.

### Konstruktive Mindestbewehrung

Für Bauteile aus WU-Beton ist eine Mindestbewehrung von 0,1% der Betonquerschnittsfläche je Seite und Richtung einzulegen, mindestens jedoch  $\varnothing 10$  mm,  $s = 15$  cm.

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	5-2	Archiv-Nr.:
Kapitel:	5.Nachweise			
Position:				

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### Bemessung nach DIN EN 1992-2:2008 mit NA:2013-04

Die Nachweise gelten für Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

**Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.**

### Tragwerksart

Verkehrsweg: Straße  
Bauart: Beton

### Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung					Ermüdung					Ri. br.	De-ko.	Spannung				
			M	R	B	Q	T	S	B	Q	T	P			C	V	C	H	B
1	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
2	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
6	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
7	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
8	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
10	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
18	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.

- (M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
- (R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
- (B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
- (Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
- (T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
- (S) Nachweis der Schubfuge.
- (P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
- (C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
- (V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.
- (H) Schiefe Hauptzugspannungen.

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	5-3	Archiv-Nr.:
Kapitel:	5.Nachweise			
Position:				

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:  
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.  
(\* ) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.

fyk Stahlgüte der Bügel.

Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (6.107aDE) begrenzt.

P. Balken werden wie Platten bemessen.

K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.

Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.

rhov Faktor für Mindestbewehrungsgrad  $\rho_{w,min}$  nach Gl. (9.5a/bDE).

as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).

x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.

cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.

Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh- dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm <sup>2</sup> ] Bild 6.3 vorh. max	Faktor rhov	Bem. as	cvl x,y	Red. Vor- spg.
1	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,75	.	0,00	0,00	0,60	0,20	80
2	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,75	.	0,00	0,00	0,60	0,20	80
4	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,75	.	0,00	0,00	0,60	0,20	80
5	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,75	.	0,00	0,00	0,60	0,20	80
6	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,75	.	0,00	0,00	0,60	0,20	80
7	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,75	.	0,00	0,00	0,60	0,20	80
8	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,75	.	0,00	0,00	0,60	0,20	80
10	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,75	.	0,00	0,00	0,60	0,20	80
18	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,75	.	0,00	0,00	0,60	0,20	80

### Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).

h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).

kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.

z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.

tef Wanddicke des Torsionskastens.

K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,750	.	0,670	0,90	.	.	.	.
2	1,000	.	.	.	1,200	.	1,120	0,90	.	.	.	.
4	1,000	.	.	.	0,500	.	0,420	0,90	.	.	.	.
5	1,000	.	.	.	0,750	.	0,670	0,90	.	.	.	.
6	1,000	.	.	.	0,300	.	0,220	0,90	.	.	.	.
7	1,000	.	.	.	1,500	.	1,420	0,90	.	.	.	.
8	1,000	.	.	.	0,700	.	0,620	0,90	.	.	.	.
10	1,000	.	.	.	0,400	.	0,320	0,90	.	.	.	.
18	1,000	.	.	.	0,900	.	0,820	0,90	.	.	.	.

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	5-4	Archiv-Nr.:
Kapitel:	5.Nachweise			
Position:				

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

- ds Größter vorhandener Stabdurchmesser der Betonstahlbewehrung [mm].  
max.s Größter vorhandener Stababstand der Betonstahlbewehrung [mm].  
sr,max Oberer Grenzwert für den maximalen Rissabstand nach Gl. (7.11) [mm].  
Xil Verbundbeiwert für Spannstahl bei Stabquerschnitten.  
k Beiwert zur Berücksichtigung nichtlinear verteilter Zugspannungen.  
kt Beiwert für die Dauer der Lasteinwirkung bei Berechnung der Rissbreite.  
Fakt. Abminderungsfaktor für fctm nach Kap. 7.3.2 (As) bzw. 7.3.4 (wk).  
P0 Abminderungsfaktor für den statisch best. Anteil der Vorspannung nach DIN EN 1992-2, Kap. 7.3.2 (NA.111).  
Komb. Kombination für Nachweis der Mindestbewehrung (As) und Rissbreite (wk):  
CK, HK, QK = Charakteristische, häufige, quasi-ständige Kombination,  
ZZ, BO, BU = Zentrischer Zug, Biegezug oben, Biegezug unten,  
NA = Einwirkungskombination nach DIN EN 1992-2/NA, Tabelle 7.101DE.  
Methode Nachweismethode für Mindestbewehrung (kc) und Rissbreite (wk):  
kc Berechnung des Beiwerts kc für Stege/Gurte nach Gl. (7.2/7.3).  
auto = Gl. (7.2) für rechteckige, Gl. (7.3) für sonstige Querschnitte.  
wk Berech. = Direkte Berechnung der Rissbreite nach Kap. 7.3.4,  
Stabab. = Begrenzung der Stababstände nach Tab. 7.3N,  
Ber.(M) = Direkte Berechnung für mittlere Stahldehnung innerh. Ac,eff,  
Abs.(M) = Begr. der Stababstände für mittl. Stahldehnung innerh. Ac,eff.  
RI Ringförmige Bestimmung von Ac,eff gemäß Wiese et al., Beton- und Stahlbetonbau 2004, Heft 4, S. 253 ff.  
DB Bestimmung von As,min nach Gl. (NA.7.5.1) für dickere Bauteile.

Qu.	wmax	ds	max	sr	Beiwerte			Fakt.fctm	Fakt.	Komb.	Methode	RI	DB	
	[mm]		s	max	Xil	k	kt	As	wk	P0	As	wk	kc	wk
1	0,25	20	.	.	.	0,53	0,4	0,65	1,00	.	NA	NA	auto	Berech.
2	0,25	25	.	.	.	0,50	0,4	0,65	1,00	.	NA	NA	auto	Berech.
4	0,25	16	.	.	.	0,68	0,4	0,65	1,00	.	NA	NA	auto	Berech.
5	0,25	20	.	.	.	0,53	0,4	0,65	1,00	.	NA	NA	auto	Berech.
6	0,25	12	.	.	.	0,80	0,4	0,65	1,00	.	NA	NA	auto	Berech.
7	0,25	25	.	.	.	0,50	0,4	0,65	1,00	.	NA	NA	auto	Berech.
8	0,25	20	.	.	.	0,56	0,4	0,65	1,00	.	NA	NA	auto	Berech.
10	0,25	14	.	.	.	0,74	0,4	0,65	1,00	.	NA	NA	auto	Berech.
18	0,25	25	.	.	.	0,50	0,4	0,65	1,00	.	NA	NA	auto	Berech.

### Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

### Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	5-5	Archiv-Nr.:
Kapitel:	5.Nachweise			
Position:				

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

## 5.2. Bemessungsergebnisse

### 5.2.1 Standsicherheit

#### Auftrieb

Maßgebend Situation kurz nach dem Ablass (Porenwasserüberdruck entlang der Stau- und Sickerlinie – sichere Seite).

Die Auftriebskraft und die ständigen Lasten werden aus den Lastsummen der elektronischen Berechnung entnommen. Das Eigengewicht der Konstruktion (LF 10) wird mit dem Faktor

$\gamma_{\text{Auftrieb}}/\gamma_c = 24/25$  reduziert.

#### Summe der aufgetragenen Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	
10	Eigenlast	0,000	0,000	42681,930	
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000	
	Bettungskräfte	-0,005	0,009	42681,930	
11	Ausbaulasten	0,000	-0,000	5838,902	
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000	
	Bettungskräfte	-0,000	-0,002	5838,902	
20	E0 mit Wasser	-760,029	2379,014	-0,000	
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000	
	Bettungskräfte	-760,026	2379,014	0,000	
21	0,5*Ea mit Wasser	-247,770	775,559	-0,000	
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000	
	Bettungskräfte	-247,768	775,558	0,000	
22	Wasser Volleinstau	908,757	0,006	-25325,650	Für Gleitnachweis
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000	
	Bettungskräfte	908,754	0,002	-25325,650	
23	Wasser nach Ablass	-377,199	0,057	-32989,578	
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000	
	Bettungskräfte	-377,179	0,053	-32989,578	

$$A_k * \gamma_{G,dst} \leq G_{k,stb} * \gamma_{G,stb}$$

$$32990 * 1,05 = 34640 \text{ kN} < 42682 * 24/25 * 0,95 = 38926 \text{ kN} \quad \text{q.e.d.}$$

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	5-6	Archiv-Nr.:
Kapitel:	5.Nachweise			
Position:				

### Gleitsicherheit

Maßgebend Situation Volleinstau.

Es wird der Wasserdruck auf die geschlossenen Stauwand ermittelt. Vereinfacht und auf der sicheren Seite ohne Ansatz auf die Schwimmkammern (Erdwiderstand >> Wasserdruck und Erddruck). Der Gleitwiderstand wird aus den ständigen vertikalen Lasten abzüglich Auftriebskraft ermittelt. Die ständigen Lasten werden aus den Lastsummen der elektronischen Berechnung entnommen. (siehe vorangehende Seite)

Wasserdruck

$$H_{k,x} = 15,0 * 10 * 8,40^2/2 = 5292 \text{ kN}$$

Reibungserzeugende Eigenlast

$$N_k = G_k - A_{k,voll}$$

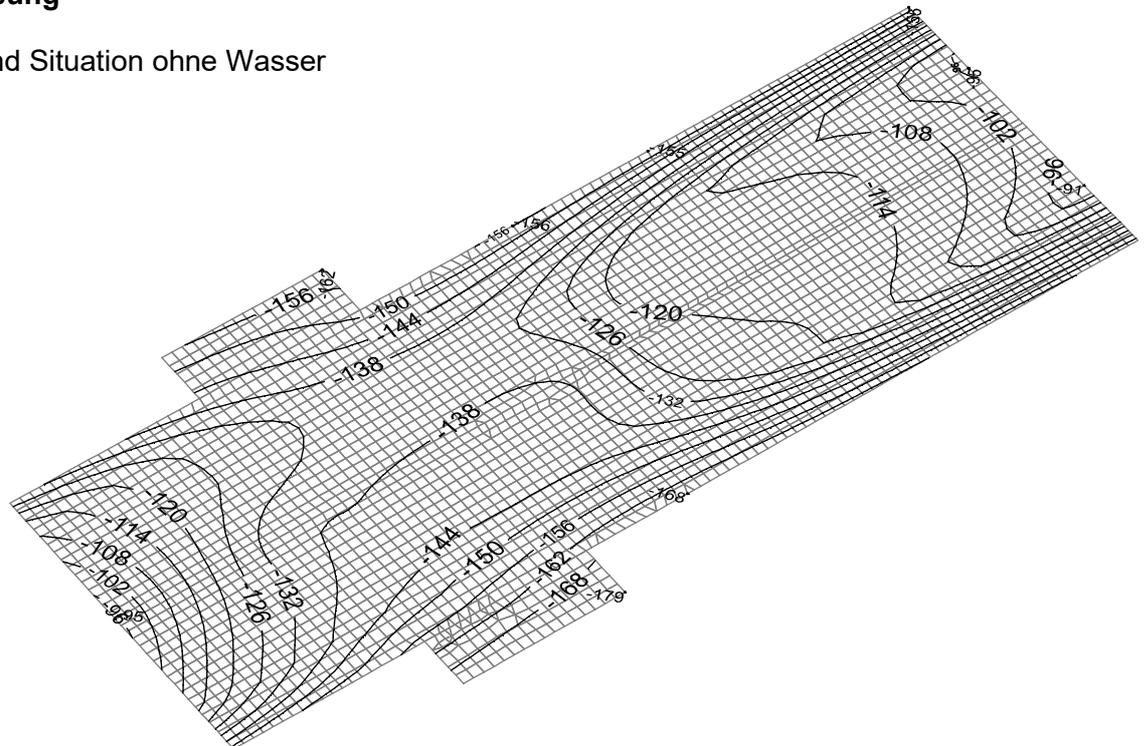
$$N_k = 42682 * 24/25 - 25326 \\ = 15649 \text{ kN}$$

$$T_k * \gamma_G \leq N_k * \tan \varphi'_k / \gamma_{GI}$$

$$5292 * 1,35 = 7144 \text{ kN} < 15649 * \tan (32,5^\circ) / 1,1 = 9063 \text{ kN} \quad \text{q.e.d.}$$

### Sohlpressung

Maßgebend Situation ohne Wasser



Bodenpressungen Sigma.z min; 3. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2

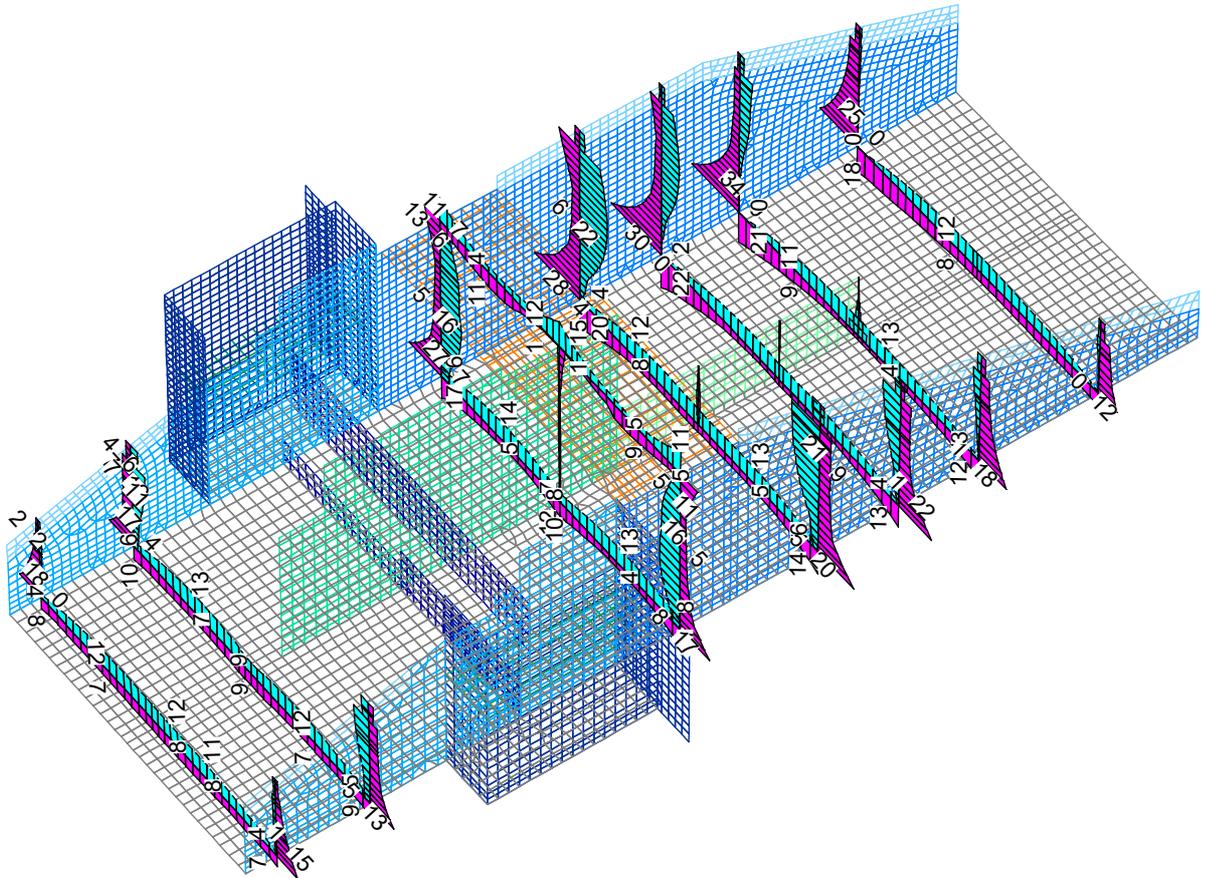
$$\max \sigma_{Ed} \sim 180 \text{ kN/m}^2 \ll \sigma_{Rd} = 450 \text{ kN/m}^2 \quad \text{q.e.d.}$$

## 5.2.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit

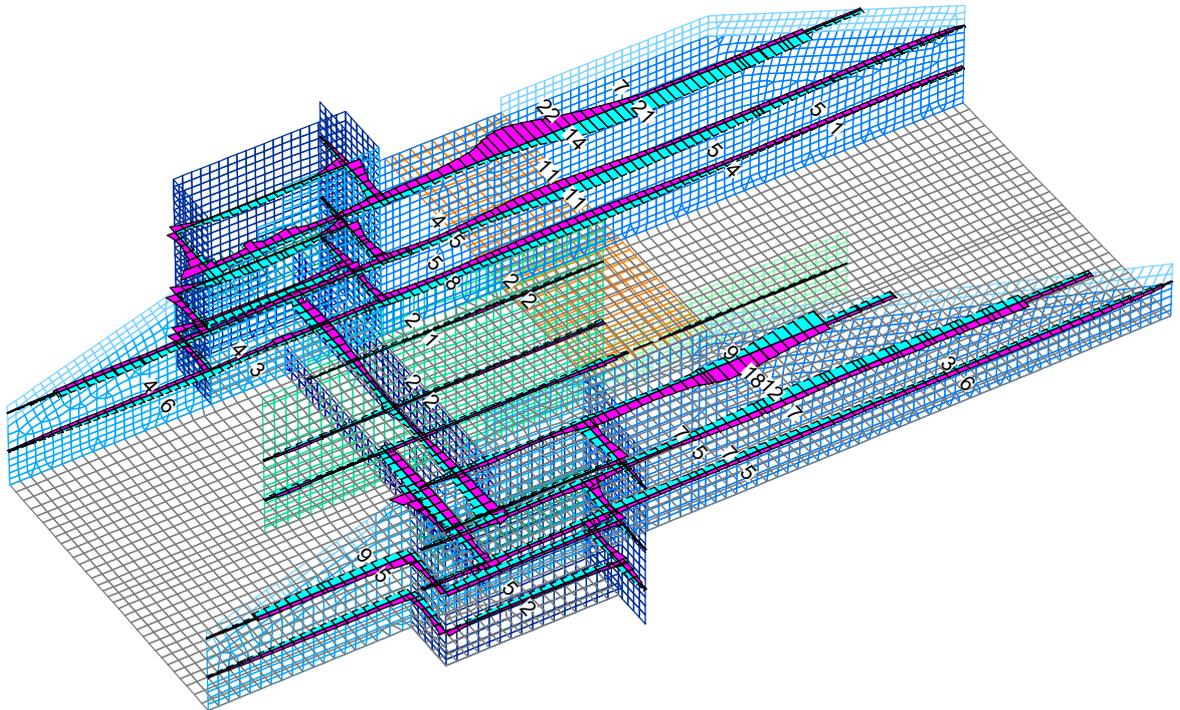
Darstellung der Bemessungsergebnisse im Grenzzustand der Tragfähigkeit.

Es handelt sich um die Nachweise der

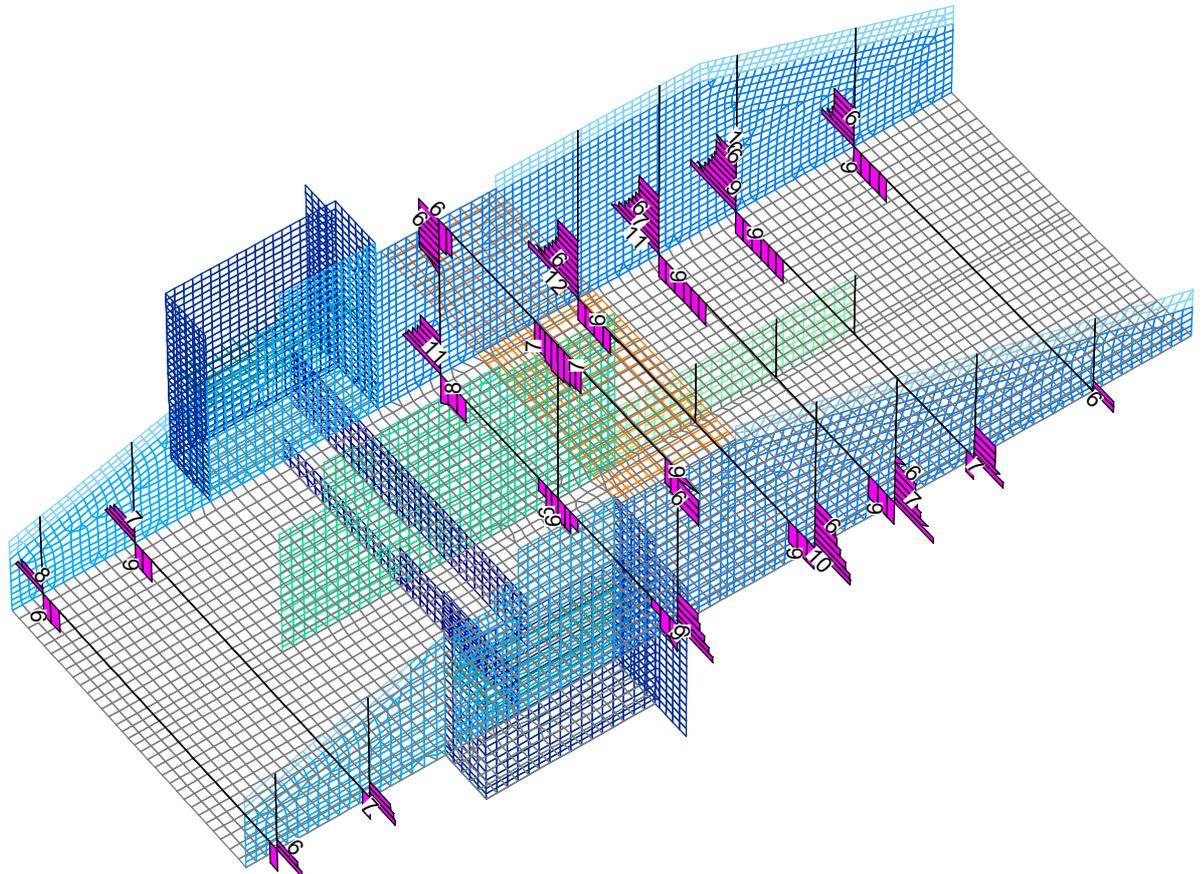
- Biegebewehrung
- Querkraftbewehrung



Biegebewehrung asy; Tragfähigkeit DIN EN 1992-2



Biegebewehrung asx; Tragfähigkeit DIN EN 1992-2



Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-2

### 5.2.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

#### Mindestrissbewehrung (Zwang aus Hydratation) in Längsrichtung

Ansatz der Betonzugfestigkeit mit 65% der Endfestigkeit gemäß DBV Rundschr. 242, Sept. 2014

$$f_{ct,eff} = 0,65 * f_{ctm}$$

**Sohle, C30/37, d = 120 cm**

Mindestrissbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten bei dicken Bauteilen			
nach DIN EN 1992-1-1:2010-12 + NA:2013-04			
<b>Für zentrischen Zwang (NA.7.5.1)</b>			
$a_{s1} = f_{ct,eff} * h_{eff} / \sigma_s$			$a_{s1}$ : Beschränkung der Rissbreite der Sekundärrisse
$a_{s2} = k * f_{ct,eff} * h_{ct} / f_{yk}$			$a_{s2}$ : Vermeidung des Fließens der Bewehrung im Trennriss
$\sigma_s = \text{Wurzel}(w_k * 3,48 * 10^6 / d_s^*)$			(Tabelle 7.2DE)
$d_s^* = d_s * f_{ct,0} / f_{ct,eff}$			(NA.7.5.2)
$d_s$	25	mm	
$f_{ct,0}$	2,9	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{ct,eff}$	1,89	N/mm <sup>2</sup>	( $f_{ct,eff} = f_{ctm}$ ; bei abfließender Hydratationswärme $f_{ct,eff} = 0,65 * f_{ctm}$ )
$w_k$	0,25	mm	
$h$	120,0	cm	Bauteildicke
$d_1$	7,5	cm	Achsabstand Bewehrung
$k$	0,5	-	= $0,8 > 0,8 - (h-30)/50 - 0,3 > 0,3$
$h_{ct}$	60	cm	= $h/2$
$f_{yk}$	500	N/mm <sup>2</sup>	
$h/d_1$	16	-	
$h_{eff}/d_1$	3,6		nach NA Bild 7.1.DE d)
$h_{eff}$	27	cm	
$d_s^*$	38,46	mm	
$\sigma_s$	150,4	N/mm <sup>2</sup>	
erforderliche Mindestbewehrung			
$a_{s1}$	33,84	cm <sup>2</sup> /m	je Seite
$a_{s2}$	11,31	cm <sup>2</sup> /m	je Seite
der größere Wert ist maßgebend			
verminderte Bewehrung (NA.6)			
$a_{s1,min}$	28,76	cm <sup>2</sup> /m	je Seite
$a_{s2,min}$	9,61	cm <sup>2</sup> /m	je Seite
Bewehrung darf um Faktor 0,85 verringert werden, für langsam erhärtende Bauteile mit $r \leq 0,3$			

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### Trogwände, C30/37, d = 90 cm

Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten bei dicken Bauteilen			
nach DIN EN 1992-1-1:2010-12 + NA:2013-04			
Für zentrischen Zwang (NA.7.5.1)			
$a_{s1} = f_{ct,eff} \cdot h_{eff} / \sigma_s$			$a_{s1}$ : Beschränkung der Rissbreite der Sekundärrisse
$a_{s2} = k \cdot f_{ct,eff} \cdot h_{ct} / f_{yk}$			$a_{s2}$ : Vermeidung des Fließens der Bewehrung im Trennriss
$\sigma_s = \text{Wurzel}(w_k \cdot 3,48 \cdot 10^6 / d_s^*)$			(Tabelle 7.2DE)
$d_s^* = d_s \cdot f_{ct,0} / f_{ct,eff}$			(NA.7.5.2)
$d_s$	20	mm	
$f_{ct,0}$	2,9	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{ct,eff}$	1,89	N/mm <sup>2</sup>	( $f_{ct,eff} = f_{ct,m}$ ; bei abfließender Hydratationswärme $f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ct,m}$ )
$w_k$	0,25	mm	
$h$	90,0	cm	Bauteildicke
$d_1$	7,5	cm	Achsabstand Bewehrung
$k$	0,5	-	= $0,8 > 0,8 \cdot (h-30)/50 \cdot 0,3 > 0,3$
$h_{ct}$	45	cm	= $h/2$
$f_{yk}$	500	N/mm <sup>2</sup>	
$h/d_1$	12	-	
$h_{eff}/d_1$	3,2		nach NA Bild 7.1.DE d)
$h_{eff}$	24	cm	
$d_s^*$	30,77	mm	
$\sigma_s$	168,15	N/mm <sup>2</sup>	
erforderliche Mindestbewehrung			
$a_{s1}$	26,90	cm <sup>2</sup> /m	je Seite
$a_{s2}$	8,48	cm <sup>2</sup> /m	je Seite
der größere Wert ist maßgebend			
verminderte Bewehrung (NA.6)			
$a_{s1,min}$	22,87	cm <sup>2</sup> /m	je Seite
$a_{s2,min}$	7,21	cm <sup>2</sup> /m	je Seite
Bewehrung darf um Faktor 0,85 verringert werden, für langsam erhärtende Bauteile mit $r \leq 0,3$			

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	5-11	Archiv-Nr.:
Kapitel:	5.Nachweise			
Position:				

Verfasser:	<b>igr</b> INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023

### Trogwände und Stauwände, C30/37, d = 75 (70) cm

Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten bei dicken Bauteilen			
nach DIN EN 1992-1-1:2010-12 + NA:2013-04			
<b>Für zentrischen Zwang (NA.7.5.1)</b>			
$a_{s1} = f_{ct,eff} * h_{eff} / \sigma_s$			$a_{s1}$ : Beschränkung der Rissbreite der Sekundärrisse
$a_{s2} = k * f_{ct,eff} * h_{ct} / f_{yk}$			$a_{s2}$ : Vermeidung des Fließens der Bewehrung im Trennriss
$\sigma_s = \text{Wurzel}(w_k * 3,48 * 10^6 / d_s^*)$			(Tabelle 7.2DE)
$d_s^* = d_s * f_{ct,0} / f_{ct,eff}$			(NA.7.5.2)
$d_s$	20	mm	
$f_{ct,0}$	2,9	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{ct,eff}$	1,89	N/mm <sup>2</sup>	( $f_{ct,eff} = f_{ct,m}$ ; bei abfließender Hydratationswärme $f_{ct,eff} = 0,65 * f_{ct,m}$ )
$w_k$	0,25	mm	
$h$	75,0	cm	Bauteildicke
$d_1$	7,5	cm	Achsabstand Bewehrung
$k$	0,53	-	= $0,8 > 0,8 - (h-30)/50 - 0,3 > 0,3$
$h_{ct}$	37,5	cm	= $h/2$
$f_{yk}$	500	N/mm <sup>2</sup>	
$h/d_1$	10	-	
$h_{eff}/d_1$	3		nach NA Bild 7.1.DE d)
$h_{eff}$	22,5	cm	
$d_s^*$	30,77	mm	
$\sigma_s$	168,15	N/mm <sup>2</sup>	
erforderliche Mindestbewehrung			
$a_{s1}$	25,22	cm <sup>2</sup> /m	je Seite
$a_{s2}$	7,49	cm <sup>2</sup> /m	je Seite
der größere Wert ist maßgebend			
verminderte Bewehrung (NA.6)			
$a_{s1,min}$	21,44	cm <sup>2</sup> /m	je Seite
$a_{s2,min}$	6,37	cm <sup>2</sup> /m	je Seite
Bewehrung darf um Faktor 0,85 verringert werden, für langsam erhärtende Bauteile mit $r \leq 0,3$			

Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	5-12	Archiv-Nr.:
Kapitel:	5.Nachweise			
Position:				

**Wände Schwimmerkammer, C30/37, d = 50 cm**
**Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten bei dicken Bauteilen**

nach DIN EN 1992-1-1:2010-12 + NA:2013-04

**Für zentrischen Zwang (NA.7.5.1)**

$$a_{s1} = f_{ct,eff} \cdot h_{eff} / \sigma_s$$

 $a_{s1}$ : Beschränkung der Rissbreite der Sekundärrisse

$$a_{s2} = k \cdot f_{ct,eff} \cdot h_{ct} / f_{yk}$$

 $a_{s2}$ : Vermeidung des Fließens der Bewehrung im Trennriss

$$\sigma_s = \text{Wurzel}(w_k \cdot 3,48 \cdot 10^6 / d_s^*)$$

(Tabelle 7.2DE)

$$d_s^* = d_s \cdot f_{ct,0} / f_{ct,eff}$$

(NA.7.5.2)

$$d_s = 16 \text{ mm}$$

$$f_{ct,0} = 2,9 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ct,eff} = 1,89 \text{ N/mm}^2 \quad (f_{ct,eff} = f_{ctm}; \text{ bei abfließender Hydratationswärme } f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm})$$

$$w_k = 0,25 \text{ mm}$$

$$h = 50,0 \text{ cm} \quad \text{Bauteildicke}$$

$$d_1 = 7,5 \text{ cm} \quad \text{Achsabstand Bewehrung}$$

$$k = 0,68 \quad - \quad = 0,8 > 0,8 - (h-30)/50 - 0,3 > 0,3$$

$$h_{ct} = 25 \text{ cm} \quad = h/2$$

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$h/d_1 = 6,67 \quad -$$

$$h_{eff}/d_1 = 2,667 \quad \text{nach NA Bild 7.1.DE d)}$$

$$h_{eff} = 20 \text{ cm}$$

$$d_s^* = 24,62 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = 187,98 \text{ N/mm}^2$$

**erforderliche Mindestbewehrung**

$$a_{s1} = 20,06 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{je Seite} \quad \text{der größere Wert ist maßgebend}$$

$$a_{s2} = 6,41 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{je Seite}$$

**verminderte Bewehrung (NA.6)**

$$a_{s1,min} = 17,05 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{je Seite} \quad \text{Bewehrung darf um Faktor 0,85 verringert werden,}$$

$$a_{s2,min} = 5,45 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{je Seite} \quad \text{für langsam erhärtende Bauteile mit } r \leq 0,3$$

**Maximalbewehrung nach Gleichung (7.1)**

$$a_{s,max} = 17,05 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{je Seite}$$

### Wände, C30/37, d = 40 cm

#### Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten bei dicken Bauteilen

nach DIN EN 1992-1-1:2010-12 + NA:2013-04

#### Für zentrischen Zwang (NA.7.5.1)

$$a_{s1} = f_{ct,eff} \cdot h_{eff} / \sigma_s$$

 $a_{s1}$ : Beschränkung der Rissbreite der Sekundärrisse

$$a_{s2} = k \cdot f_{ct,eff} \cdot h_{ct} / f_{yk}$$

 $a_{s2}$ : Vermeidung des Fließens der Bewehrung im Trennriss

$$\sigma_s = \text{Wurzel}(w_k \cdot 3,48 \cdot 10^6 / d_s^*)$$

(Tabelle 7.2DE)

$$d_s^* = d_s \cdot f_{ct,0} / f_{ct,eff}$$

(NA.7.5.2)

$$d_s = 16 \text{ mm}$$

$$f_{ct,0} = 2,9 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ct,eff} = 1,89 \text{ N/mm}^2$$

 $(f_{ct,eff} = f_{ct,cm}; \text{ bei abfließender Hydratationswärme } f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ct,cm})$ 

$$w_k = 0,25 \text{ mm}$$

$$h = 40,0 \text{ cm}$$

Bauteildicke

$$d_1 = 7,5 \text{ cm}$$

Achsabstand Bewehrung

$$k = 0,74$$

 $= 0,8 > 0,8 - (h - 30) / 50 = 0,3 > 0,3$ 

$$h_{ct} = 20 \text{ cm}$$

=h/2

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$h/d_1 = 5,33$$

-

$$h_{eff}/d_1 = 2,533$$

nach NA Bild 7.1.DE d)

$$h_{eff} = 19 \text{ cm}$$

$$d_s^* = 24,62 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = 187,98 \text{ N/mm}^2$$

#### erforderliche Mindestbewehrung

$$a_{s1} = 19,05 \text{ cm}^2/\text{m}$$

je Seite

der größere Wert ist maßgebend

$$a_{s2} = 5,58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

je Seite

#### verminderte Bewehrung (NA.6)

$$a_{s1,min} = 16,19 \text{ cm}^2/\text{m}$$

je Seite

Bewehrung darf um Faktor 0,85 verringert werden,

$$a_{s2,min} = 4,74 \text{ cm}^2/\text{m}$$

je Seite

für langsam erhärtende Bauteile mit  $r \leq 0,3$ 

#### Maximalbewehrung nach Gleichung (7.1)

$$a_{s,max} = 14,84 \text{ cm}^2/\text{m}$$

je Seite

## Überbau, C35/45, d = 75 cm

### Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten bei dicken Bauteilen

nach DIN EN 1992-1-1:2010-12 + NA:2013-04

#### Für zentrischen Zwang (NA.7.5.1)

$$a_{s1} = f_{ct,eff} \cdot h_{eff} / \sigma_s$$

 $a_{s1}$ : Beschränkung der Rissbreite der Sekundärrisse

$$a_{s2} = k \cdot f_{ct,eff} \cdot h_{ct} / f_{yk}$$

 $a_{s2}$ : Vermeidung des Fließens der Bewehrung im Trennriss

$$\sigma_s = \text{Wurzel}(w_k \cdot 3,48 \cdot 10^6 / d_s^*)$$

(Tabelle 7.2DE)

$$d_s^* = d_s \cdot f_{ct,0} / f_{ct,eff}$$

(NA.7.5.2)

$$d_s = 14 \text{ mm}$$

$$f_{ct,0} = 2,9 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ct,eff} = 2,08 \text{ N/mm}^2 \quad (f_{ct,eff} = f_{ctm}; \text{ bei abfließender Hydratationswärme } f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm})$$

$$w_k = 0,20 \text{ mm}$$

$$h = 75,0 \text{ cm} \quad \text{Bauteildicke}$$

$$d_1 = 6,5 \text{ cm} \quad \text{Achsabstand Bewehrung}$$

$$k = 0,53 \quad - \quad = 0,8 > 0,8 - (h-30)/50 \cdot 0,3 > 0,3$$

$$h_{ct} = 37,5 \text{ cm} \quad = h/2$$

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$h/d_1 = 11,54 \quad -$$

$$h_{eff}/d_1 = 3,154 \quad \text{nach NA Bild 7.1.DE d)}$$

$$h_{eff} = 20,5 \text{ cm}$$

$$d_s^* = 19,52 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = 188,83 \text{ N/mm}^2$$

#### erforderliche Mindestbewehrung

$$a_{s1} = 22,58 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{je Seite} \quad \text{der größere Wert ist maßgebend}$$

$$a_{s2} = 8,27 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{je Seite}$$

#### verminderte Bewehrung (NA.6)

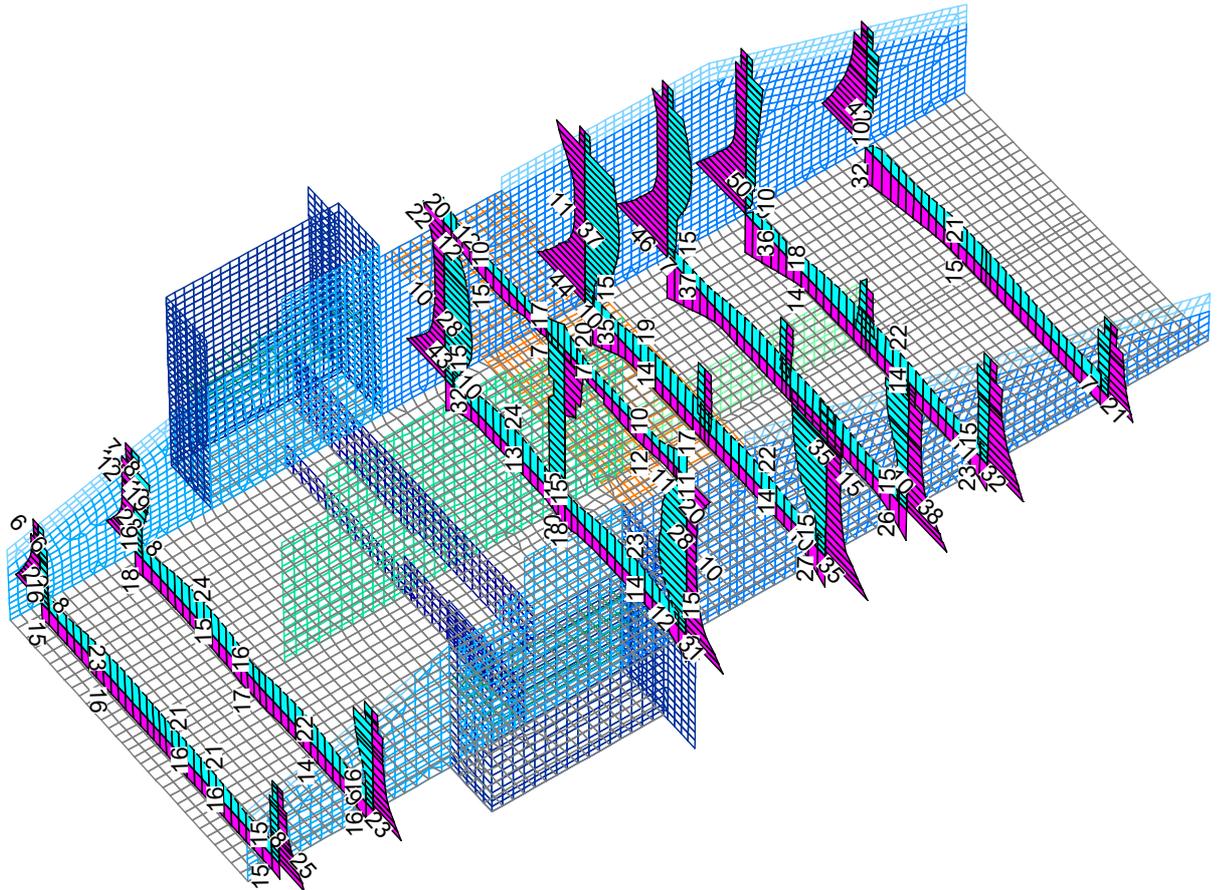
$$a_{s1,min} = 19,19 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{je Seite} \quad \text{Bewehrung darf um Faktor 0,85 verringert werden,}$$

$$a_{s2,min} = 7,03 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{je Seite} \quad \text{für langsam erhärtende Bauteile mit } r \leq 0,3$$

### Begrenzung der Rissbreite durch direkte Berechnung

Die Rissbreitenbeschränkung sowie die zugehörige Bewehrung ist in der Maximalbewehrung implementiert.

#### Übersicht



Biegebewehrung asy; Maximum DIN EN 1992-2

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

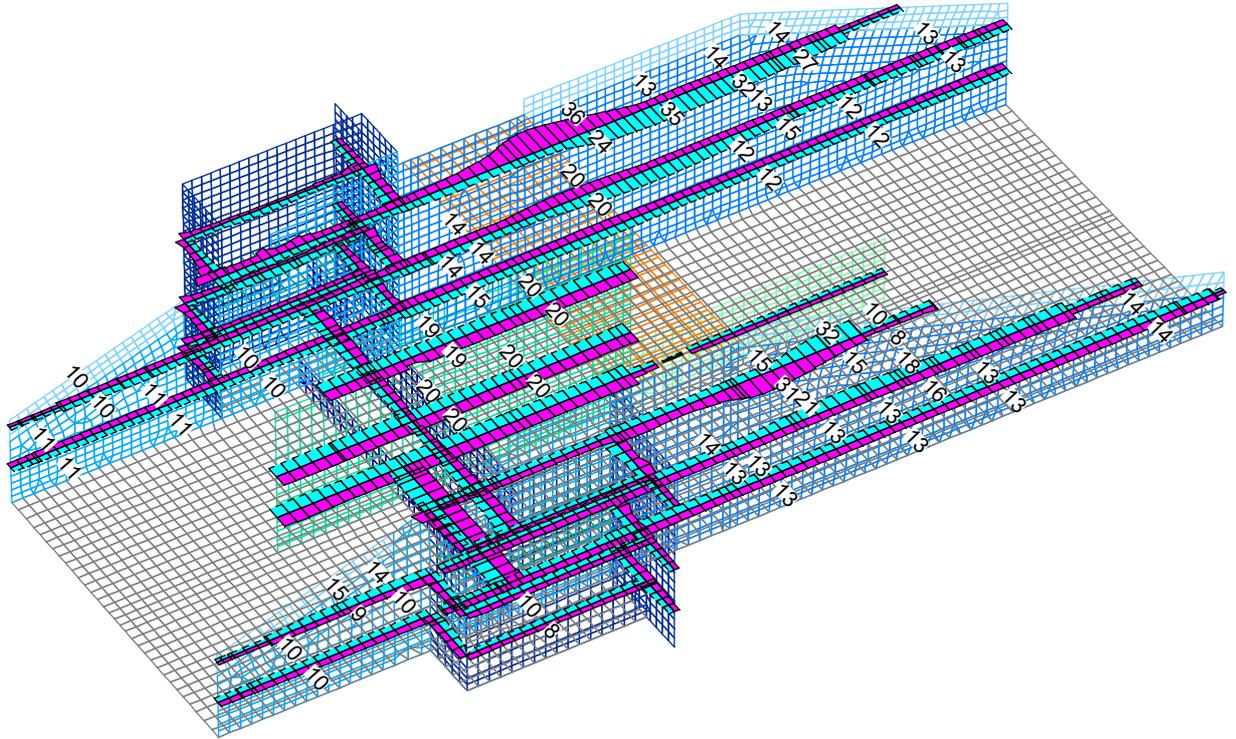
21\_209

Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

Datum:  
02/2023



Biegebewehrung asx; Maximum DIN EN 1992-2

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 5.Nachweise

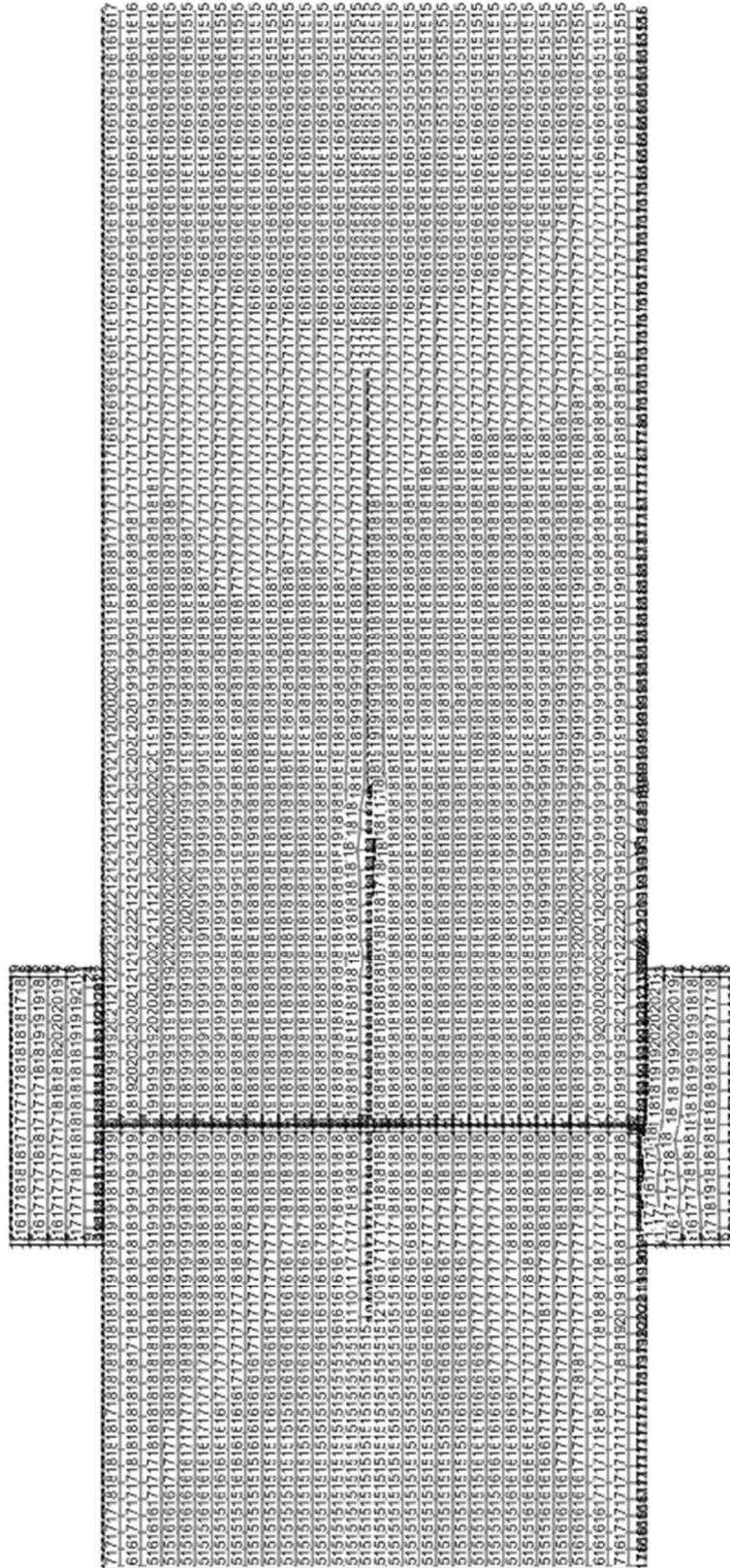
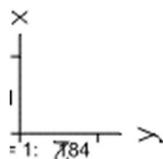
Position:

Seite:

5-17

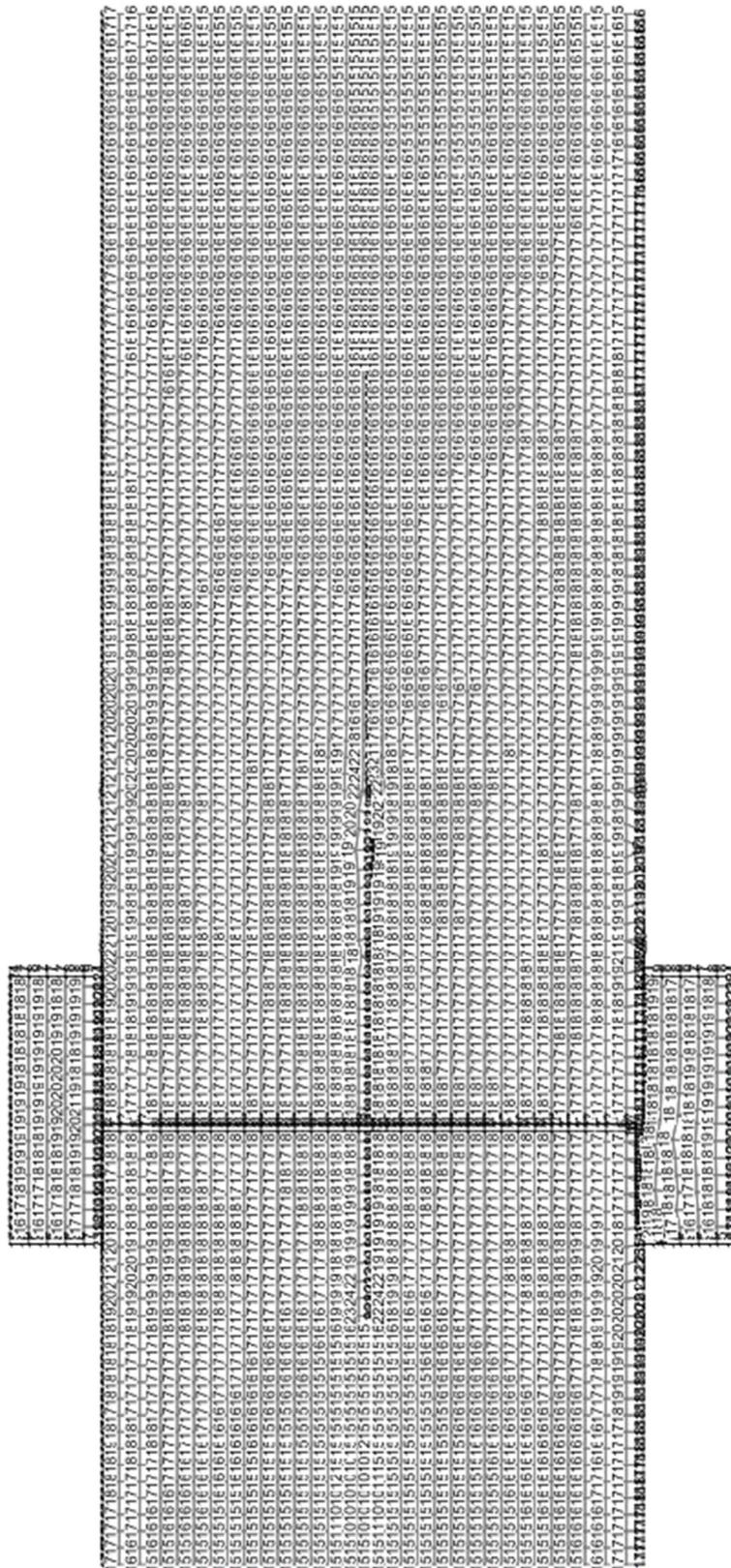
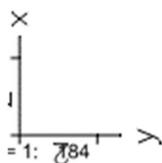
Archiv-Nr.:

Sohle oben längs



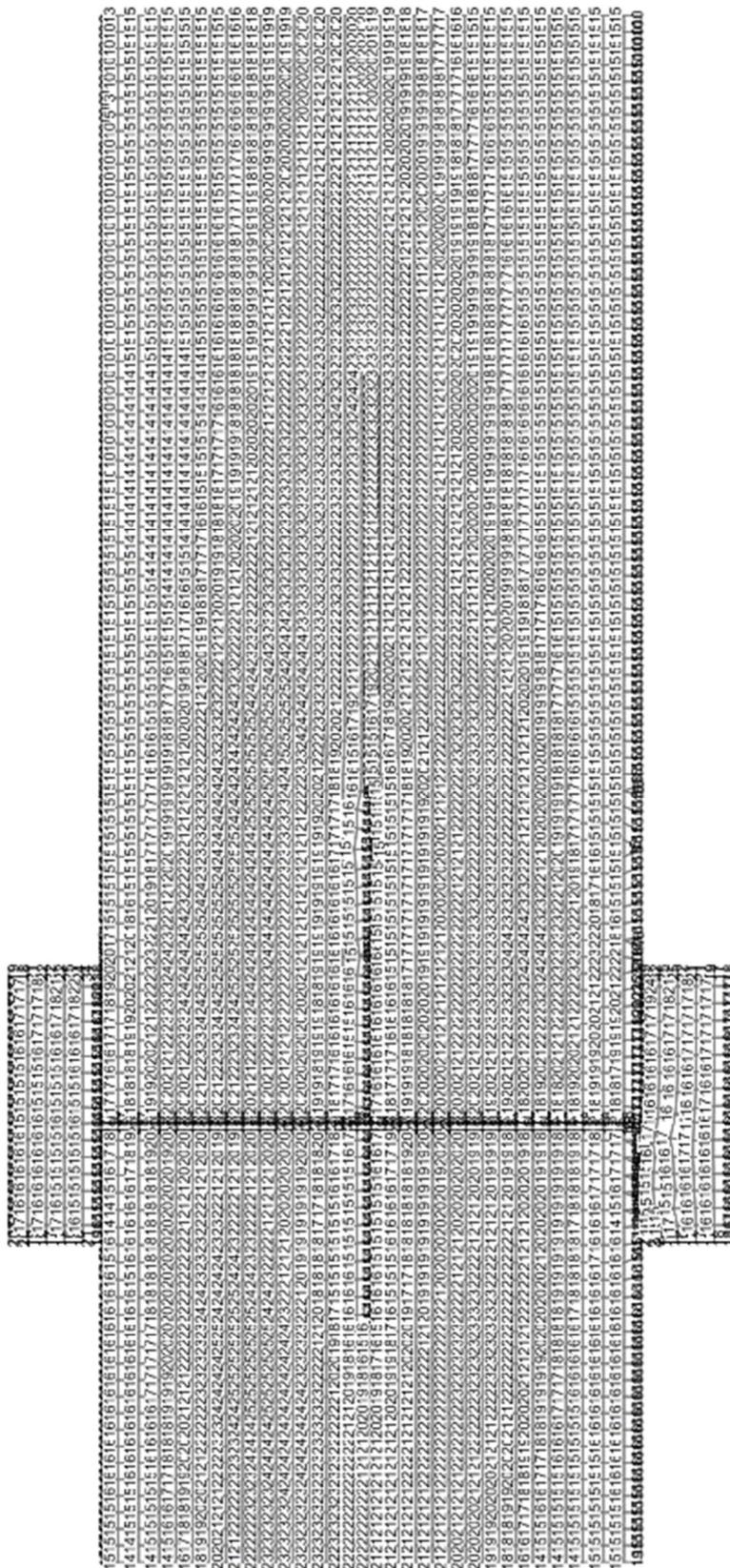
LFK DIN1992-2-MAX: Maximum DIN EN 1992-2  
Biegebewehrung ax 1. Lage in cm<sup>2</sup>/m, Gesamtweig. aus Bemessung für Teilsystem: 34,8 t  
Wertebereich (Teilsystem, mini/max): 0,43/32,49 [cm<sup>2</sup>/m]  
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Sohle unten längs

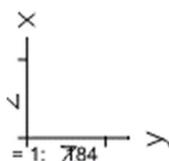


LFK DIN1992-2 MAX: Maximum DIN EN 1992-2  
Biegebewehrung asx 2. Lage in cm<sup>2</sup>/m, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 34,8 t  
Wertebereich (Teilsystem, mini/max): 9,67/40,15 [cm<sup>2</sup>/m]  
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

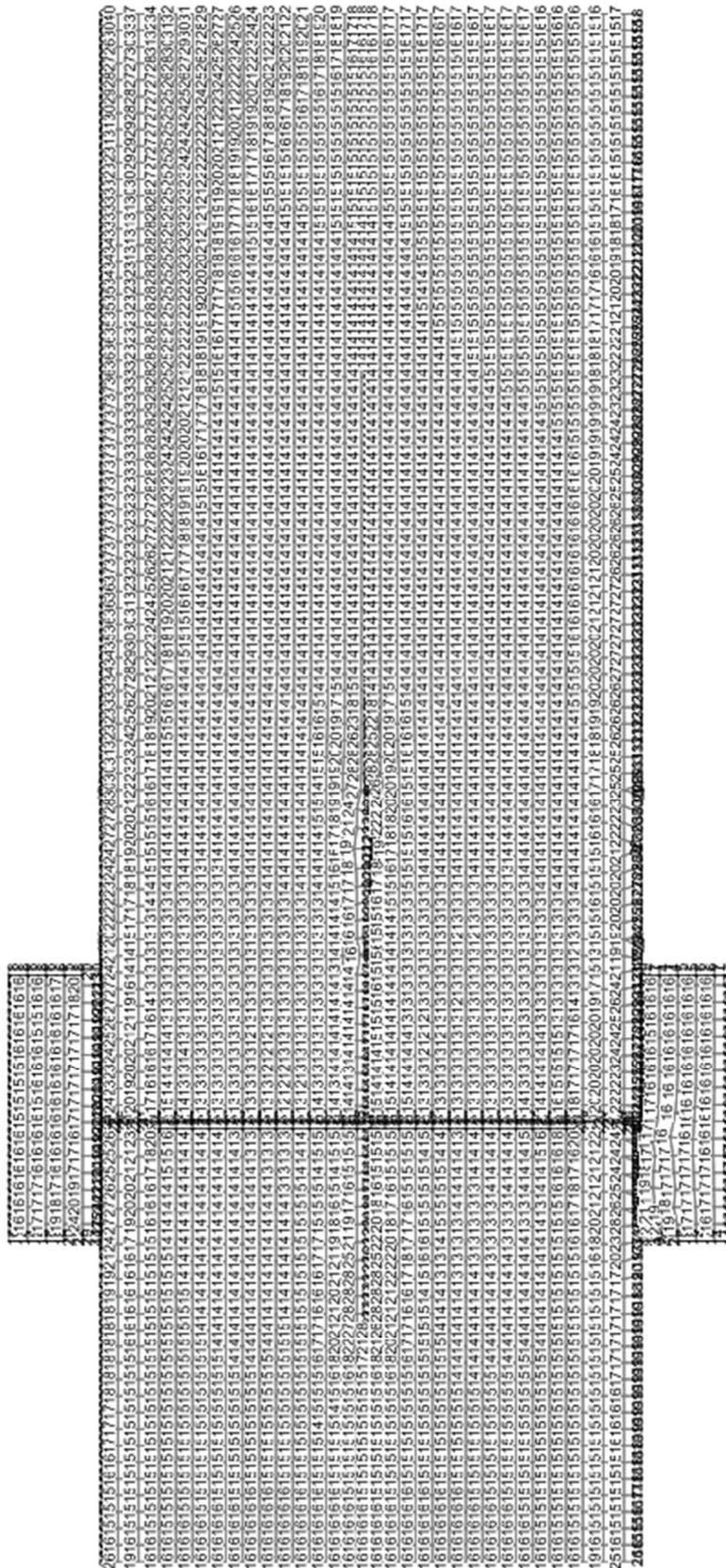
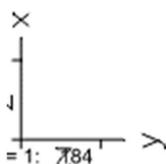
Sohle oben quer



LFK DIN1992-2 MAX: Maximum DIN EN 1992-2  
 Biegebewehrung asy 1. Lage in cm<sup>2</sup>/m, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 34,8 t  
 Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,08/38,64 [cm<sup>2</sup>/m]  
 Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

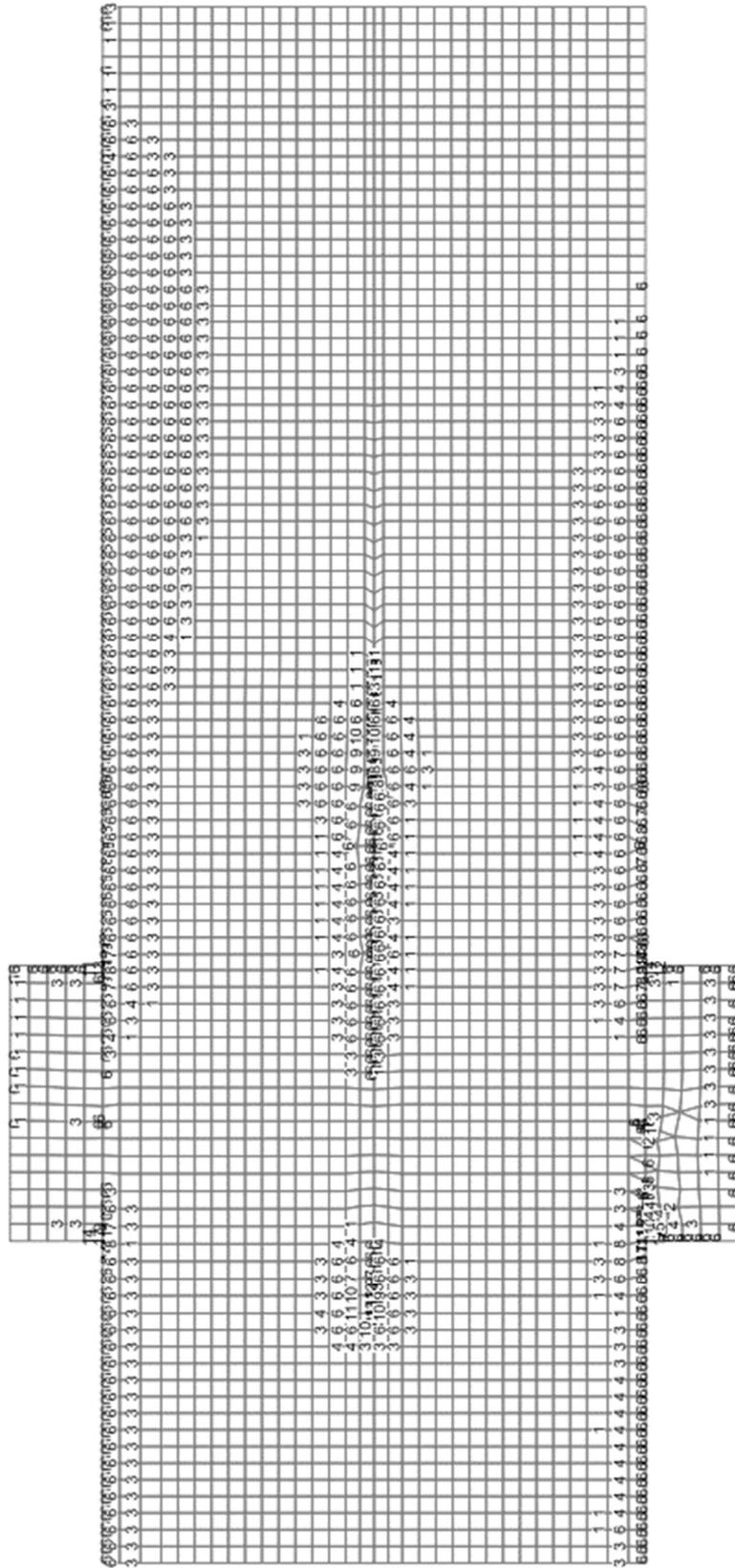
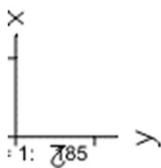


Sohle unten quer



LFK DIN 1992-2:MAX: Maximum DIN EN 1992-2  
Biegebewehrung asy 2. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 34,8 t  
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 12,28/46,00 [cm²/m]  
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

### Sohle Querkraftbewehrung



Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 19 Stellen unzureichend ( $\alpha > 1$ ).  
 LFK DIN1992-2.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-2  
 Bügelbewehrung aus Querkraft [cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]  
 Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/40,87 [cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]  
 Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.  
21\_209

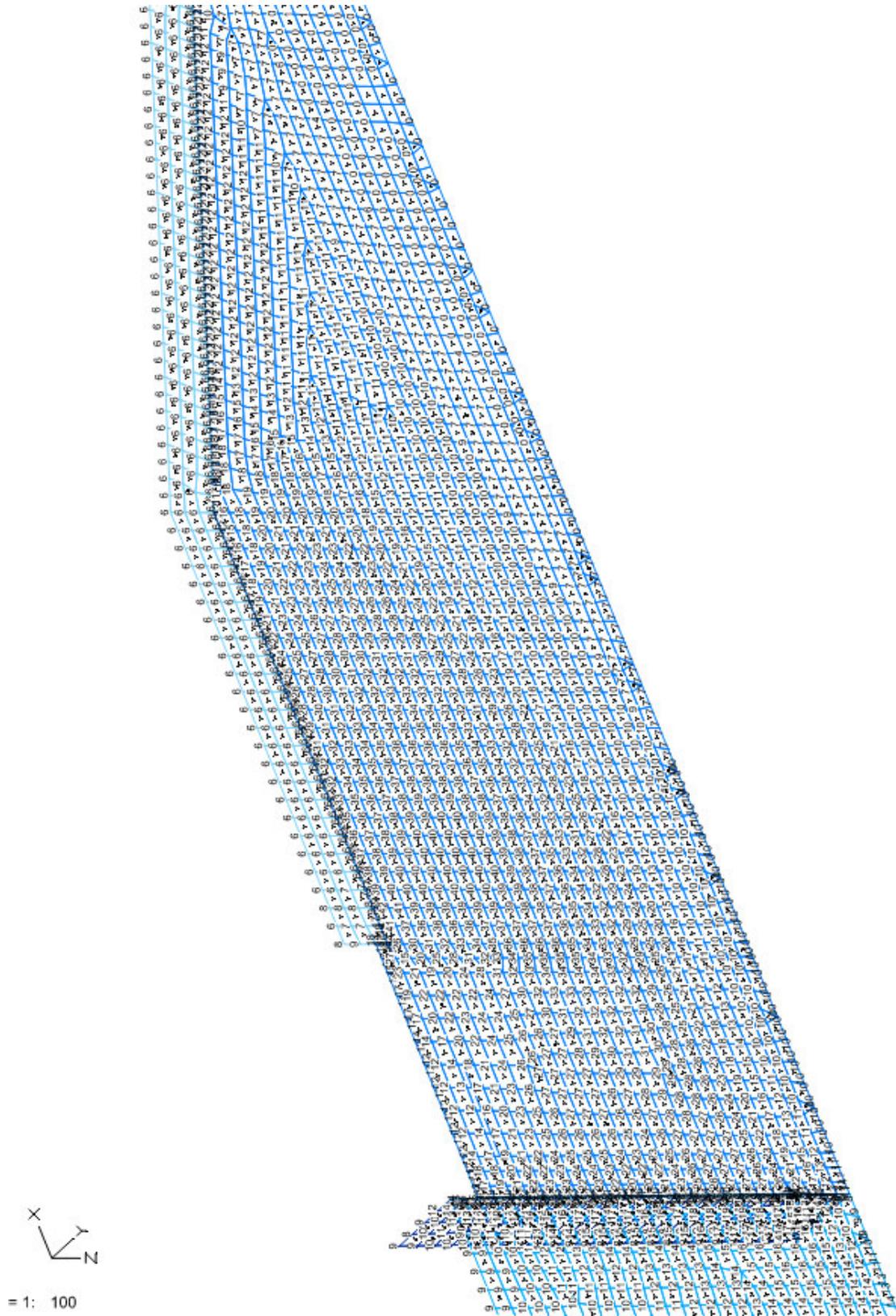
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

Datum:  
02/2023

### Trogwand West vertikal innen



LFK DIN1992-2 MAX: Maximum DIN EN 1992-2  
 Biegebewehrung asy 1. Lage in cm<sup>2</sup>/m, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 19.2 t  
 Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/66.43 [cm<sup>2</sup>/m]  
 Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Bauteil:  
Kapitel:  
Position:

Durchlassbauwerk  
5.Nachweise

Seite: 5-23

Archiv-Nr.:

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.  
21\_209

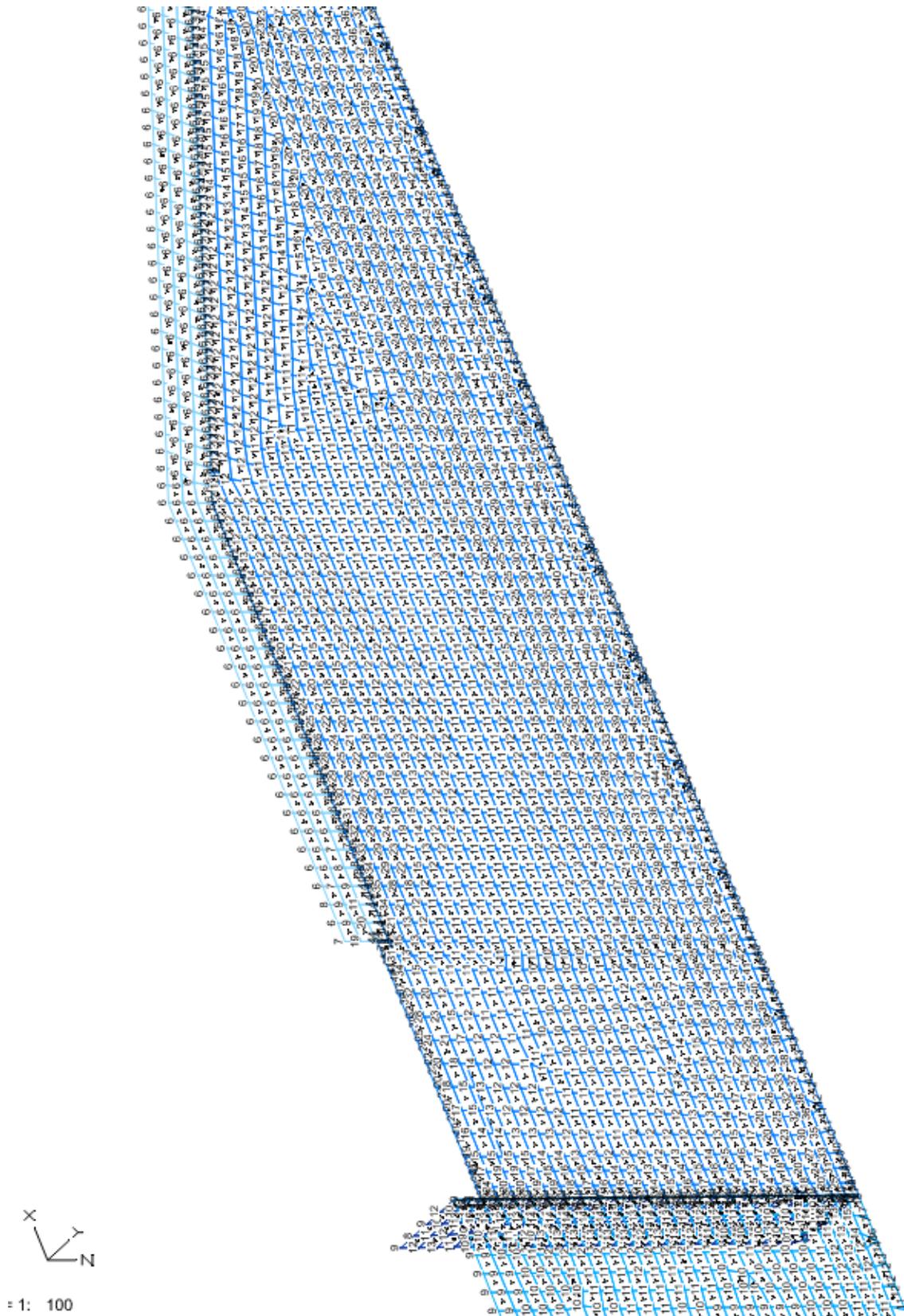
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

Datum:  
02/2023

Trogwand West vertikal außen



LFK DIN1992-2.MAX: Maximum DIN EN 1992-2  
Biegebewehrung asy 2. Lage in cm<sup>2</sup>/m, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 19,2 t  
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 4,48/70,35 [cm<sup>2</sup>/m]  
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Bauteil:

Durchlassbauwerk

Kapitel:

5.Nachweise

Position:

Seite:

5-24

Archiv-Nr.:

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

21\_209

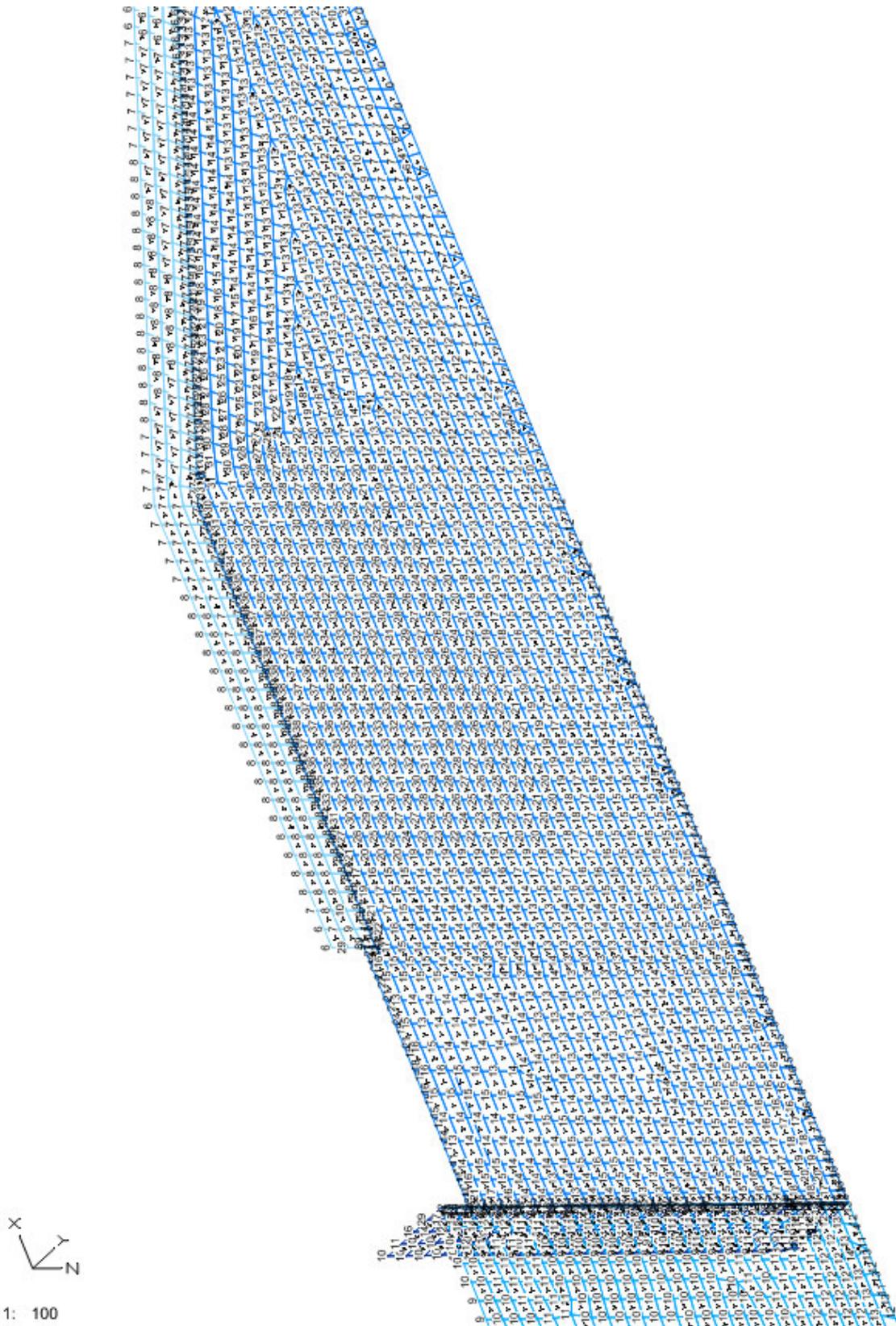
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

Datum:  
02/2023

### Trogwand horizontal innen



LFK DIN1992-2 MAX: Maximum DIN EN 1992-2  
 Biegebewehrung ax 1. Lage in cm<sup>2</sup>/m, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 19,2 t  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/89,22 [cm<sup>2</sup>/m]  
 Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Bauteil:

Durchlassbauwerk

Kapitel:

5.Nachweise

Position:

Seite:

5-25

Archiv-Nr.:

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

21\_209

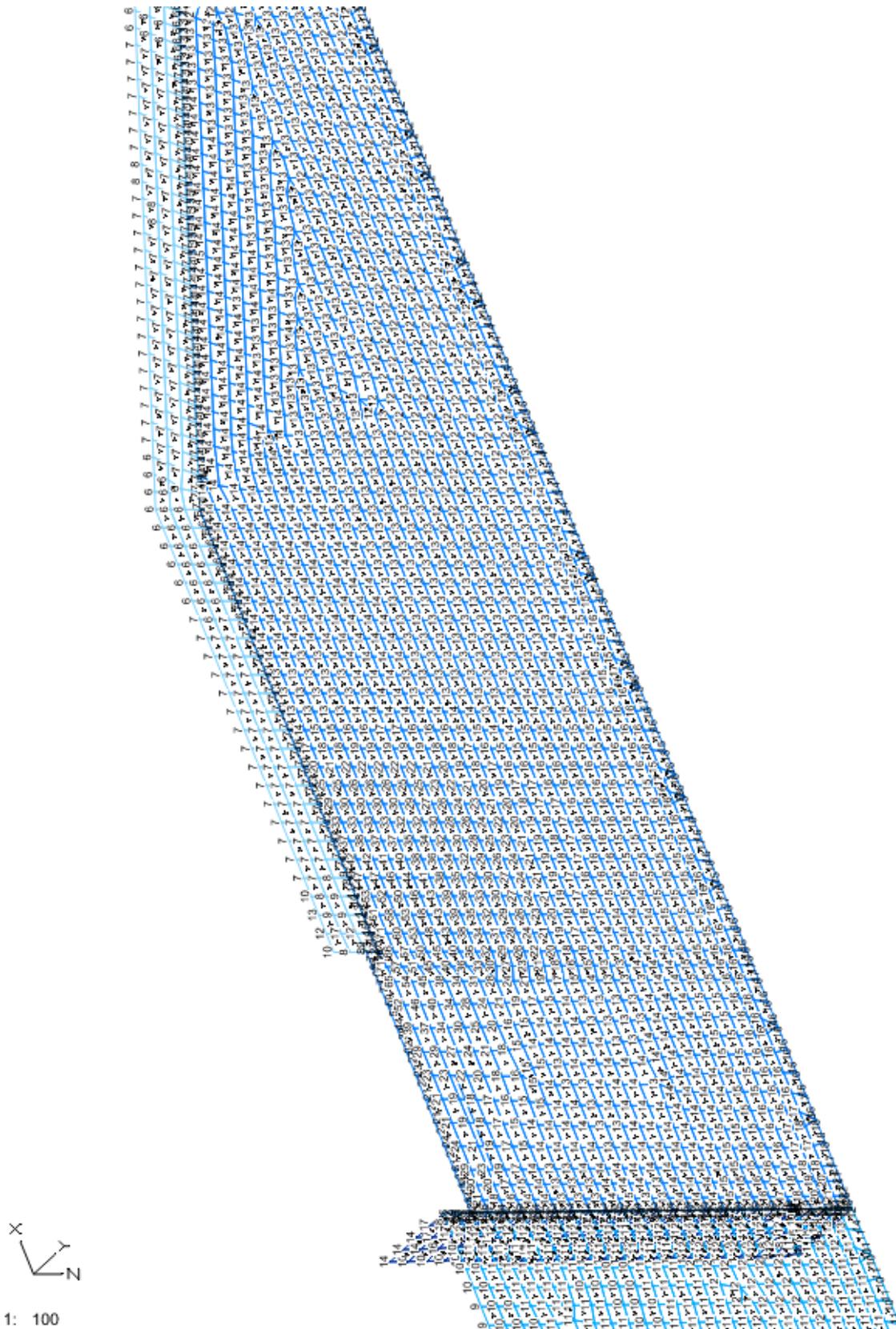
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

Datum:  
02/2023

Trogwand West horizontal außen



LFK DIN1992-2.MAX: Maximum DIN EN 1992-2  
 Biegebewehrung ax 2. Lage in  $\text{cm}^2/\text{m}$ , Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 19,2 t  
 Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,79/127,02 [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ]  
 Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Bauteil:

Durchlassbauwerk

Kapitel:

5.Nachweise

Position:

Seite:

5-26

Archiv-Nr.:

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.  
21\_209

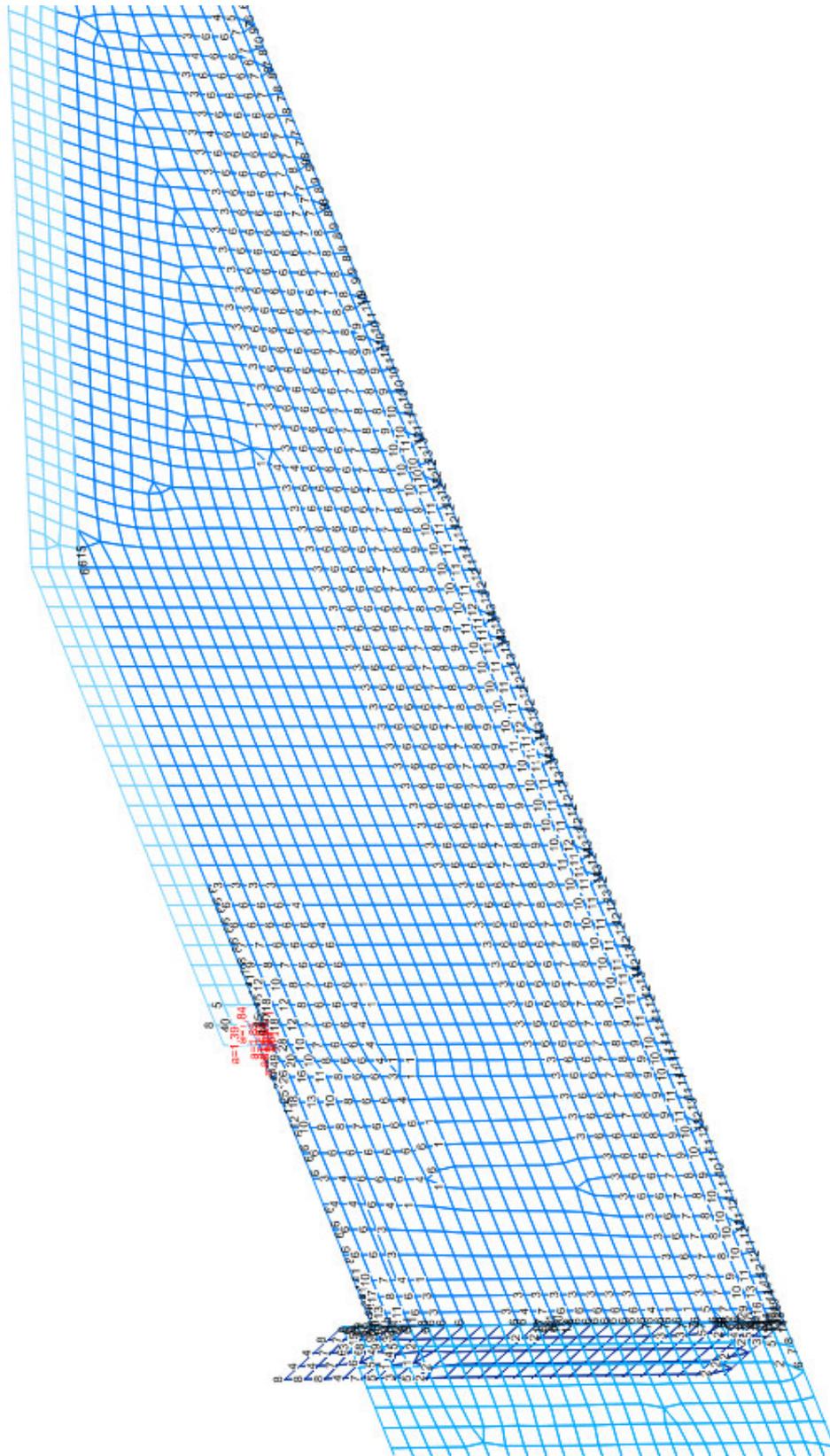
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

Datum:  
02/2023

### Trogwand West Querkraftbewehrung



1: 100

Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 19 Stellen unzureichend ( $\alpha > 1$ ).  
 LFK DIN1992-2.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-2  
 Bügelbewehrung aus Querkraft [cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]  
 Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/215,75 [cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]  
 Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Bauteil:

Durchlassbauwerk

Kapitel:

5.Nachweise

Position:

Seite:

5-27

Archiv-Nr.:

### Überbau Spannrichtung

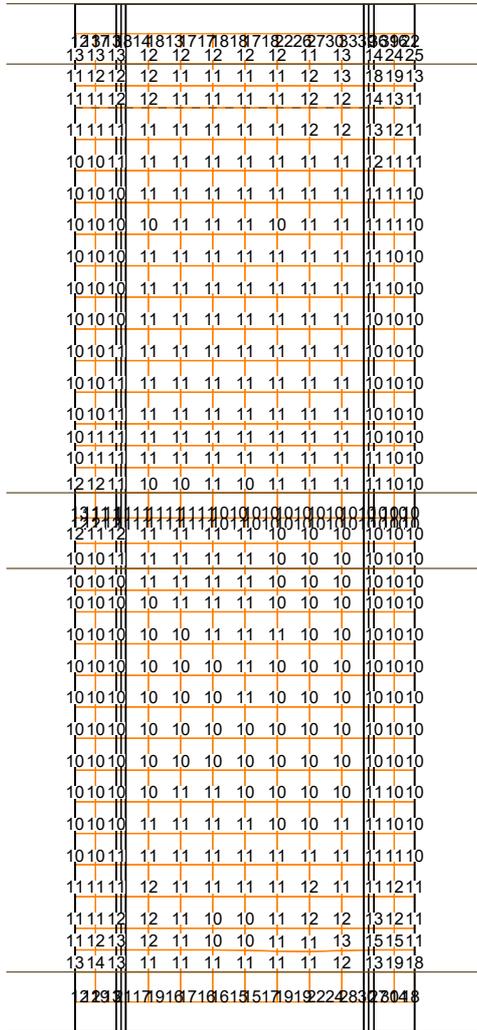
5270	18	519	82	21	22	32	25	27	30	13	86	3	28	57								
39	25	15	16	17	19	20	23	27	33	32	28	40										
28	22	16	12	14	15	16	18	22	25	19	26	29										
22	20	16	13	12	12	13	14	17	16	18	23	24										
18	17	15	13	11	10	10	11	12	13	17	17	18										
14	15	14	13	12	10	10	10	11	13	15	15	16										
11	13	13	13	12	11	10	10	11	13	14	14	14										
10	12	13	12	12	11	11	11	12	12	13	13	13										
10	12	12	12	12	11	11	11	12	12	12	12	12										
10	12	12	12	11	11	11	11	12	12	12	12	12										
12	12	12	12	11	11	11	11	11	12	12	12	12										
13	12	12	12	11	11	11	11	12	12	12	12	12										
13	13	12	12	12	11	11	12	12	12	12	12	12										
15	14	14	13	13	13	12	12	12	12	12	12	12										
16	15	14	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15										
18	18	17	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18										
24	22	21	20	20	20	21	21	21	21	21	22	22										
23	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24										
10	15	14	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12										
26	23	21	19	20	20	20	20	20	20	21	21	22										
19	19	18	16	16	16	16	16	17	17	17	18	18										
16	17	15	13	13	13	13	13	14	14	15	15	15										
15	14	14	13	13	13	11	12	12	12	12	12	13										
14	13	13	12	12	11	11	12	12	12	12	12	13										
13	13	13	12	12	11	11	11	12	12	12	12	12										
13	13	12	12	11	11	11	11	12	12	12	12	12										
9	12	12	12	11	11	11	11	12	12	13	13	13										
9	12	12	12	11	11	11	11	12	12	13	13	13										
8	12	12	12	11	11	10	11	12	13	14	14	14										
11	13	13	11	9	10	10	11	12	13	15	14	15										
14	13	11	11	11	10	10	11	11	14	16	16	16										
18	17	15	12	11	10	10	10	11	14	18	18	19										
23	19	16	12	13	13	13	13	14	14	20	23	26										
29	23	16	14	15	16	16	17	20	21	20	28	31										
4	12	7	15	19	19	20	21	22	25	28	29	29										
5	27	19	7	2	22	4	2	5	2	6	2	7	2	8	0	3	4	2	3	2	4	9

Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-2

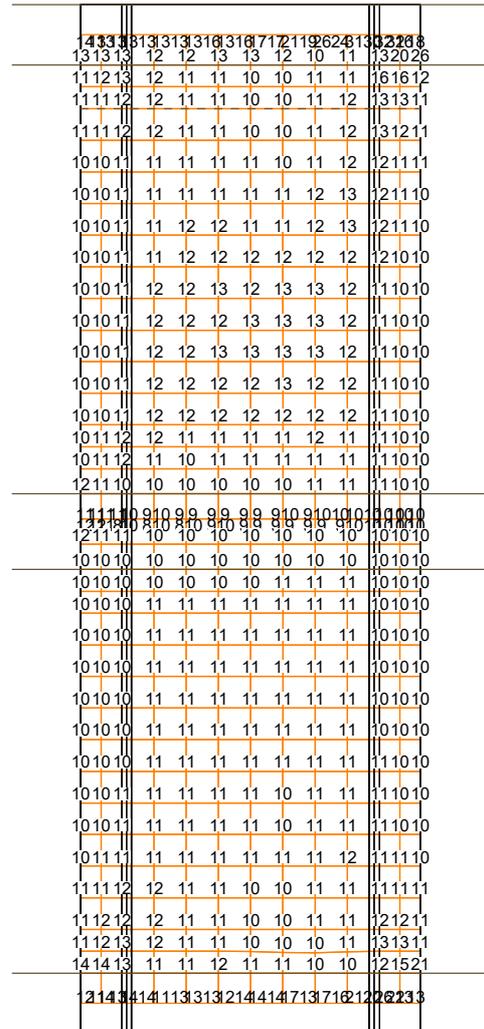
4	3	0	2	8	1	1	0	1	1	1	1	2	1	4	4	1	3	7	1	3	9	1	3	9	6	7					
4	5	3	1	2	2	1	2	1	2	1	3	1	3	1	5	1	5	1	2	1	5	2	9	1	2	1	5	2	9		
3	5	3	1	2	3	1	2	1	2	1	2	1	3	1	3	1	3	1	7	1	3	1	3	1	9	1	4	1	8		
3	1	2	8	2	5	1	7	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	1	7	1	1	1	1	7	1	1	1	1	2		
2	7	2	6	2	5	1	8	1	4	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	7	1	9	1	1	1		
2	7	2	6	2	5	1	8	1	4	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	7	1	9	1	1	1		
2	4	2	4	2	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	9	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8
1	6	1	7	1	5	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
1	6	1	5	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8
1	3	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7
1	0	7	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7
1	1	8	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8
1	3	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	5	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
1	8	1	6	1	5	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
1	8	1	7	1	6	1	5	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
1	8	1	7	1	6	1	5	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
2	0	1	9	1	8	1	7	1	6	1	5	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2	5	1	2	1	4	1	2	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
2	8	1	2	1	4	1	2	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
3	1	2	8	1	2	1	4	1	2	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
4	6	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	3	1	8	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-2

Überbau Querrichtung



Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-2



Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-2



Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

21\_209

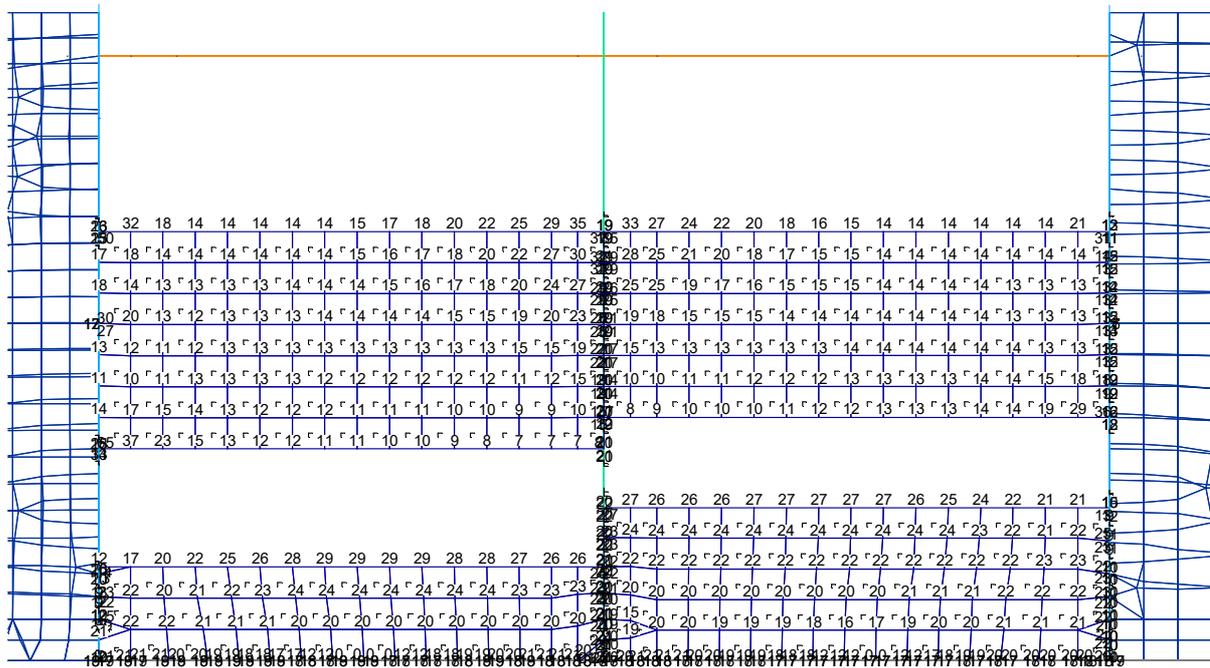
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

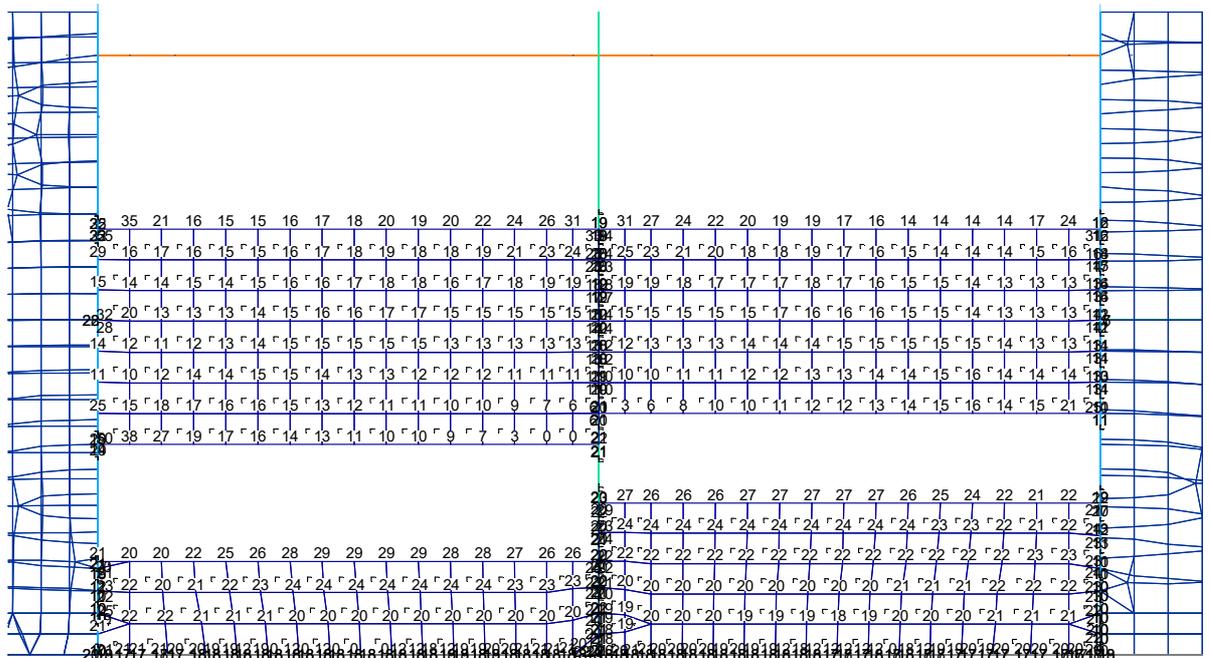
Datum:  
02/2023

### Stauwand horizontal wasserseitig



Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-2

### Stauwand horizontal luftseitig



Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-2

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 5.Nachweise

Position:

Seite:

5-31

Archiv-Nr.:

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

Projekt Nr.

21\_209

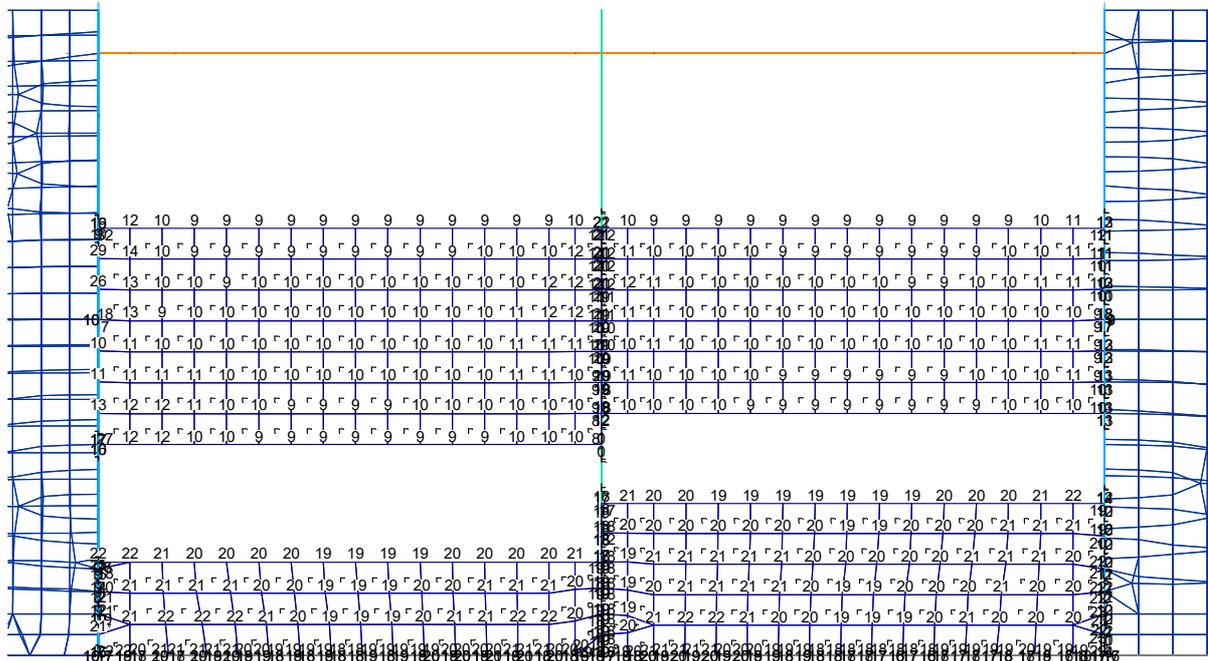
Bauwerk:

HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

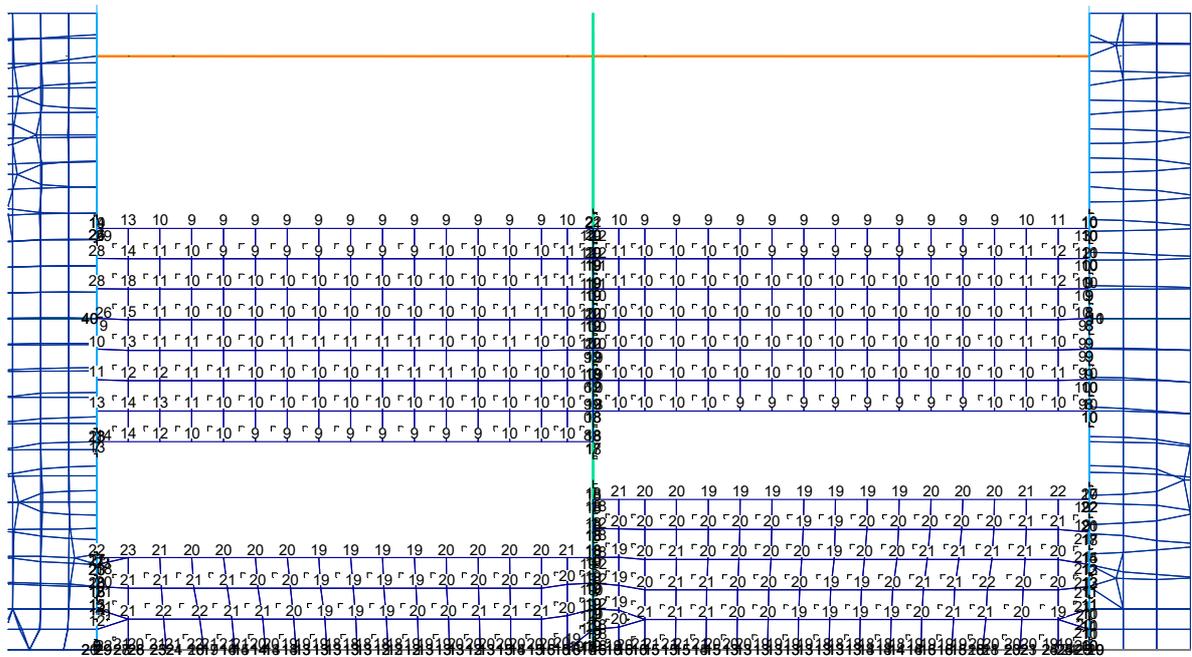
Datum:  
02/2023

### Stauwand vertikal wasserseitig



Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-2

### Stauwand vertikal luftseitig



Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-2

Bauteil: Durchlassbauwerk

Kapitel: 5.Nachweise

Position:

Seite:

5-32

Archiv-Nr.:

Verfasser:



Rosenbergstr. 50/1  
70176 Stuttgart  
FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20

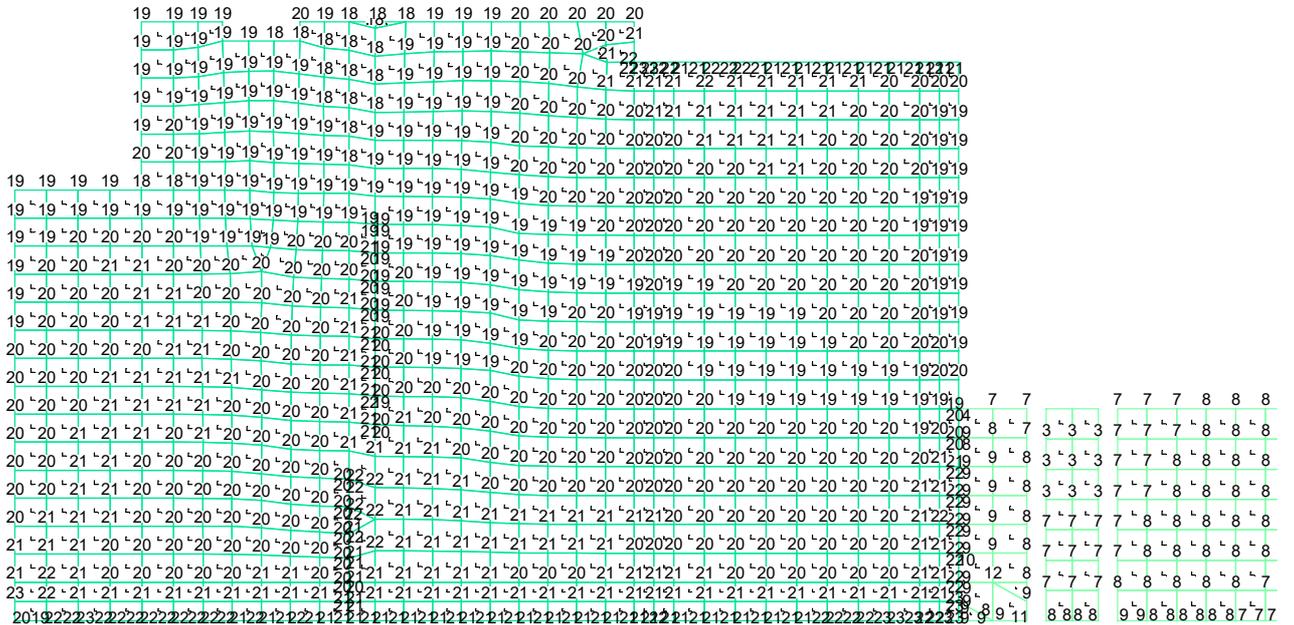
Projekt Nr.  
21\_209

Bauwerk: HRB Sontheim  
Durchlassbauwerk

ASB-Nr.:

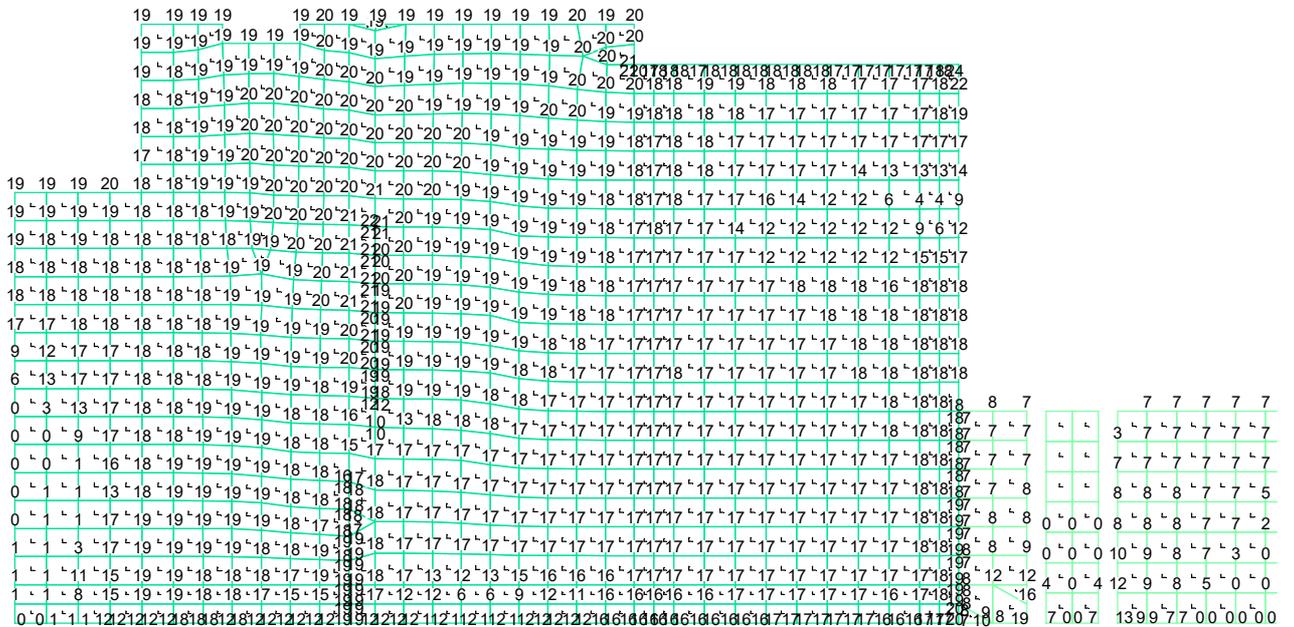
Datum:  
02/2023

### Mittelwand horizontal



Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-2

### Mittelwand vertikal



Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-2

Bauteil: Durchlassbauwerk  
Kapitel: 5.Nachweise  
Position:

Seite: 5-33

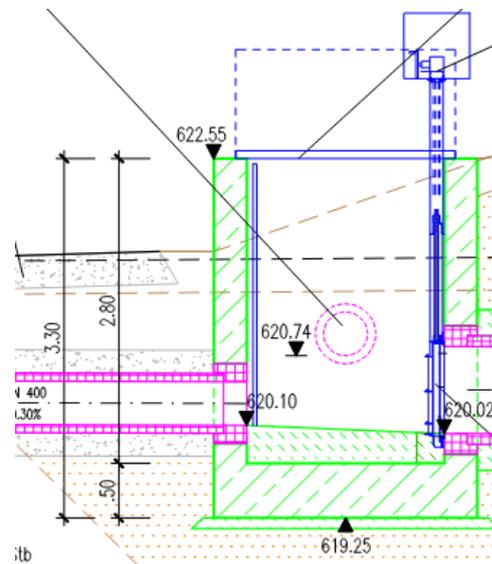
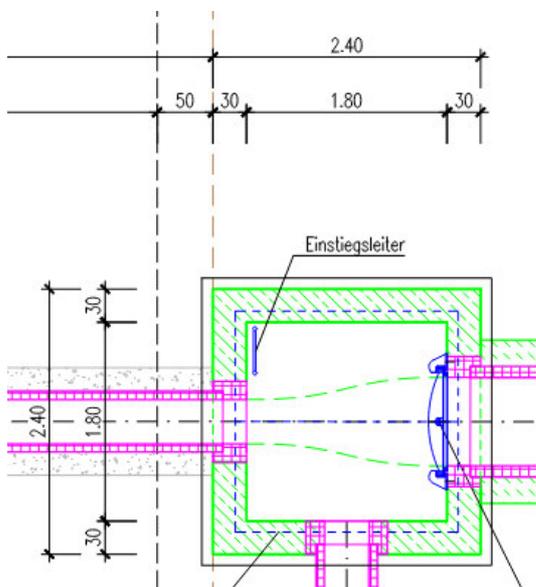
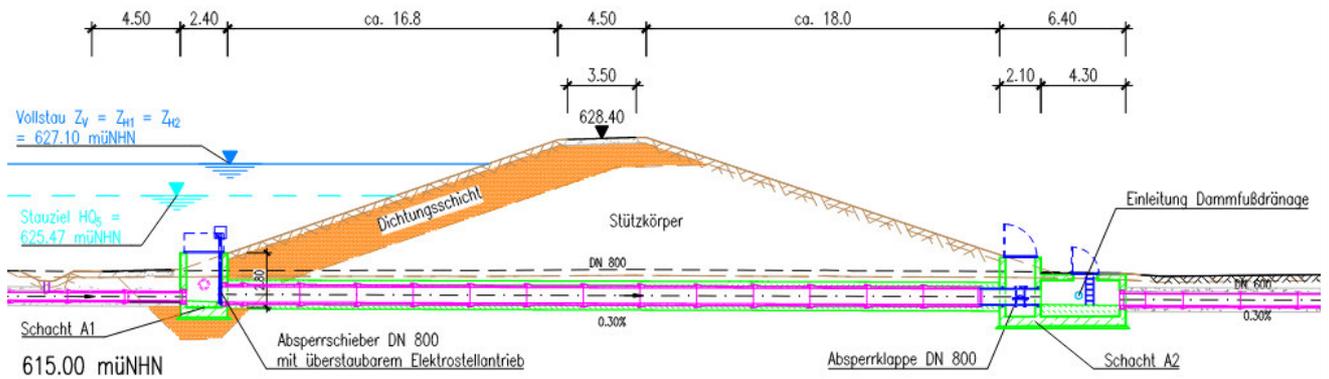
Archiv-Nr.:

## 6. Schächte Transportleitung

### 6.1. Skizze und Beschreibung

Betongüte C30/37, Wanddicke 30cm, Sohldicke 50 cm

Aufgrund der Bauteildicken und der Abmessungen wird auf eine Bemessung verzichtet, die Schächte werden mit der Mindestbewehrung zur Rissebegrenzung bewehrt.



Verfasser:		Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 21_209
Bauwerk:	HRB Sontheim Durchlassbauwerk	ASB-Nr.:	Datum: 02/2023
<p><b>6.2. Nachweise</b></p> <p><b>6.2.1 Auftriebssicherheit</b></p> <p>Ansatz des Wassers an OK Schacht. Nachweisführung an Schacht A1.</p> <p><math>A_k = 2,40^2 * 3,30 * 10 = 190 \text{ kN}</math></p> <p><math>G_k = (2,40^2 * 3,30 - 1,80^2 * 2,80) * 24 = 238 \text{ kN}</math></p> $A_k * \gamma_{G,dst} \leq G_{k,stb} * \gamma_{G,stb}$ <p><math>190 * 1,05 = 200 \text{ kN} &lt; 238 * 0,95 = 226 \text{ kN} \quad \text{q.e.d.}</math></p> <p><b>6.2.2 Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite</b></p> <p>Der Nachweis erfolgt nur für die Wände, in der Sohle sind keine maßgeblichen Risse erzeugenden Zwangsschnittgrößen zu erwarten.</p>			
Bauteil:	Durchlassbauwerk	Seite:	Archiv-Nr.:
Kapitel:	6.Schächte Transportleitung	6-2	
Position:			

<b>Mindestbewehrung für zentrische Zwangsbeanspruchung</b> nach DIN EN 1992-1-1: 2011 mit NA: 2011-01 / A1: 2012-06			
<b>Bauteil:</b>	Wände		
<b>Beton</b>	Betongüte=	C30/37	
charakt. Zylinderdruckfestigkeit	$f_{ck} =$	30,00	MN/m <sup>2</sup>
Betonzugfestigkeit	$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{(2/3)} =$	2,90	MN/m <sup>2</sup>
Betonalter bei Erstrissbildung	Alter=	1	
	-> 1: Zwang aus Hydratation 3-5d	$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm}$	
	-> 2: Belastung des jungen Beton <28d	$f_{ct,eff} = f_{ctm}$	
	-> 3: Zwang im Endstadium >28d	$f_{ct,eff} = f_{ctm} \geq 3,0 \text{ MN/m}^2$	
effektive Zugfestigkeit	$f_{ct,eff} =$	1,88	MN/m <sup>2</sup>
Bezugszugfestigkeit	$f_{ct,0} =$	2,90	MN/m <sup>2</sup>
<b>Querschnittswerte</b>			
Bauteilbreite/Bauteilhöhe	$b =$	100 cm	
Bauteilhöhe (Konstruktionshöhe)	$h =$	30,0 cm	
Betondeckung (bis Achse Bewehrung)	$d_1 =$	7,0 cm	
statische Höhe	$d =$	23,0 cm	
Höhe der Betonzugzone	$h_{ct} = h$	30 cm	
<b>Beiwerte</b>			
Spannungsverteilung innerhalb Zugzone	$k_c =$	1,0	
Nichtlinear verteilte Betonzugspannungen	$k = 0,8 > 0,8 - (h-30)/50 \cdot 0,3 > 0,3 =$	0,8	
<b>Rechenwerte Tabelle der Grenzdurchmesser 7.2DE</b>			
gewählter Stabdurchmesser	$d_s =$	12 mm	
Grenzdurchmesser	$d_s^* = d_s \cdot 8 \cdot (h-d) / (k_c \cdot k \cdot h_{ct}) \cdot (f_{ct,0} / f_{ct,eff}) =$	43 mm	
Höchstgrenzdurchmesser	$\max d_s^* = d_s \cdot (f_{ct,0} / f_{ct,eff}) =$	18 mm	
Rechenwert der Rissbreite	$w_k =$	0,25 mm	
zulässige Stahlspannung (Tab 7.2DE)	$\sigma_s =$	217 MN/m <sup>2</sup>	
Mindest-Rissbewehrung je Seite	$a_s = 0,5 \cdot k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot h_{ct} / \sigma_s \cdot 100 =$	10,41 cm <sup>2</sup> /m	