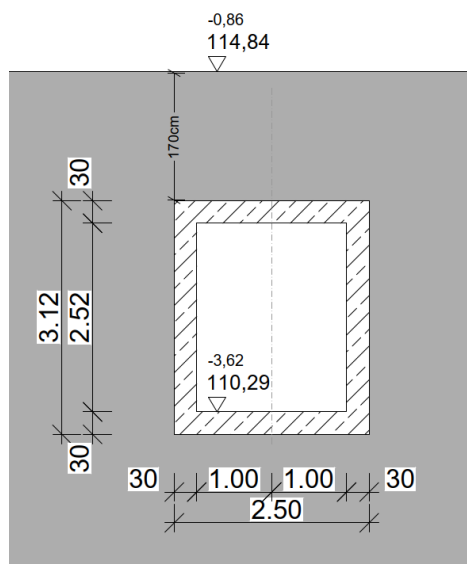


Statische Berechnung

Präsident-Mohr-Schule

Ergebnisse der Leistungsphase 4: Infrastrukturkanal



Bauvorhaben Präsident-Mohr-Schule, Infrastrukturkanal

Auftraggeber Stadt Ingelheim am Rhein
Fridtjof-Nasen-Platz 1
55218 Ingelheim am Rhein

Architekt Harter + Kanzler & Partner PARTG mbH
Gretherstraße 8
79098 Freiburg

Projekt-Nr. ST 360-23

Bearbeiter M. Eng. Joshua, Flick

Datum 14.07.2026

Unterschrift:





Inhaltsverzeichnis:

1. Vorbemerkungen	S. 2
1.1. Allgemein	S. 2
1.2. Konstruktionsbeschreibung	S. 2
1.3. Aussteifung	S. 2
1.4. Bodengutachten	S. 3
1.5. Baustoffe	S. 3
1.6. Nachbehandlung von Betonflächen	S. 4
1.7. Begrenzung der Rissbreiten	S. 4
1.8. Arbeitsfugen	S. 4
1.9. Positionierungssystem	S. 4
1.10. Regelwerke	S. 5
1.11. Schlussbemerkung	S. 5
2. Lastannahmen	S. 6
3. Entwurfszeichnung mit Bauabschnitten	S. 7
4. WU-Konzept für Infrastrukturkanal	S. 9
5. Bemessung der Positionen	S. 12
5.1. D-Infra Decken des Infrastrukturkanals	S. 12
5.2. W-Infra Wände des Infrastrukturkanals	S. 21
5.3. BP-Infra Bodenplatte des Infrastrukturkanals	S. 29



1. Vorbemerkungen

1.1 Allgemein

Die Neugestaltung des Geländes der Präsident-Mohr-Schule in der Schulstraße 12, 55218 Ingelheim, beinhaltet insgesamt drei getrennte Bauwerke. Das Schulgebäude, die Sporthalle und die Mensa sollen über einen unterirdischen Verbindungsgang verbunden werden.

Durch diesen Tunnel laufen diverse Leitungen wie z.B. Wasser-, Heiz- und Abwasserleitungen.

Der in dieser Statik bemessene Infrastrukturkanal bildet den Bereich mit der größten Überschüttungshöhe ab. Die Ergebnisse und gewählte Bewehrung können auf die gesamte Länge des Kanals übertragen werden.

1.2 Konstruktionsbeschreibung

Der Infrastrukturkanal besteht aus drei Elementen:

1) Decke

Zur Verkürzung der Bauzeit soll die Decke des Schachts als Filigrandecke mit Ortbetonergänzung ausgeführt werden. Die Filigrandecke soll im Bauzustand so bemessen sein, dass sie ohne Abstützung das Gewicht des Frischbetons aufnehmen kann. Die Fugen der Elemente sind so abzudichten, dass die Anforderungen der WU-Richtlinie erfüllt sind.

2) Wände

Zur Verkürzung der Bauzeit sollen die Wände des Schachts als Elementwände mit Ortbetonergänzung ausgeführt werden. Die Wände müssen den seitlichen Erddruck und das Einspannmoment der Decke aufnehmen. Die Fugen der Elemente sind so abzudichten, dass die Anforderungen der WU-Richtlinie erfüllt sind.

3) Bodenplatte

Die Bodenplatte ist als wasserundurchlässige Ortbetonplatte geplant, die auf einem vorbereiteten Baugrund mit Sauberkeitsschicht aufliegt. Zum Abbau von Zwangsspannungen, soll die Bodenplatte in mehreren Abschnitten hergestellt werden.

1.3 Aussteifung

Auf den Infrastrukturkanal wirken keine Windlasten. Die Horizontallasten auf die Wände aus Erddruck stehen gegenüberliegend im Gleichgewicht und erzeugen somit keine resultierende Horizontallast auf das Bauwerk. Das Bauwerk befindet sich in der Erde und kann somit nicht durch Erdbeben in Schwingung versetzt werden. Eine Bemessung der Aussteifung ist daher nicht erforderlich.



1.4 Bodengutachten

Das Gutachten wurde am 09.09.2024 erstellt von:

Baugrundinstitut Franke-Meißner Rheinlandpfalz GmbH (bearbeitet von Ulrich Schäfer)

Am Winterhafen 78, 55131 Mainz

Es enthält alle nötigen Angaben zur Bemessung der Gründung.

1.5 Baustoffe

Tragende Bodenplatte (WU-Bauteil)

Betonart:	C25/30 (WU-Beton)
Bewehrungsstahl:	B500A
Expositionsklasse außen :	XC2 $c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$
Expositionsklasse innen:	XC3 $c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$
Rechnerisch zulässige Rissbreite:	$w_k = 0,3 \text{ mm}$

Kellerwände (WU-Bauteil)

Betonart:	C25/30 (WU-Beton)
Bewehrungsstahl:	B500A
Expositionsklasse außen:	XC2 $c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$
Expositionsklasse innen:	XC3 $c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$
Rechnerisch zulässige Rissbreite:	$w_k = 0,3 \text{ mm}$

Decke (WU-Bauteil)

Betonart:	C25/30 (WU-Beton)
Bewehrungsstahl:	B500A
Expositionsklasse außen:	XC2 $c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$
Expositionsklasse innen:	XC3 $c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$
Rechnerisch zulässige Rissbreite:	$w_k = 0,3 \text{ mm}$



1.6 Anforderungen zur Herstellung und Nachbehandlung der Betonflächen

Der Beton sollte nach der Herstellung mindestens doppelt so lange wie die Mindestdauer nachbehandelt werden, um die geforderte Oberflächenqualität zu erreichen.

Nach Abziehen der Betonoberflächen sind diese sofort durch Abdecken mittels PE-Folie vor dem Austrocknen zu schützen. Die Folie ist so zu befestigen, dass ihre Lage gesichert bleibt. Bei extremer Witterung, starker Hitze, Wind oder extremen Frost sind die Betonoberflächen zusätzlich durch wärmedämmende Matten abzudecken.

Unmittelbar nach Abschluss des Betoneinbaus bzw. nach dem Abziehen der Betonoberfläche muss die Betonoberfläche vor zu schnellem Austrocknen in der Liegephase geschützt und deshalb zwingend zwischennachbehandelt werden z.B. mit MASTERKURE 111CF der Fa. BASF.

1.7 Begrenzung der Rissbreite

Bei der Begrenzung der Rissbreite für die vorgenannten Bauteile wurde ein Beton angenommen, dessen Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff}$ nach 5 Tagen höchstens 50 % der mittleren Zugfestigkeit f_{ctm} erreicht (max. $f_{ct,eff,5d} = 0,5 f_{ctm,28d}$). Dies ist bei der Festlegung des Betons und der Bauausführung zu berücksichtigen.

1.8 Arbeitsfugen

Alle Arbeitsfugen müssen vor dem weiteren Betonieren durch geeignete Maßnahmen so hergestellt werden, dass die nach Norm geforderte Fugenbeschaffenheit erreicht wird. Die Anordnung von Arbeitsfugen ist im Zuge der Arbeitsvorbereitung mit dem Aufsteller und der Bauleitung abzustimmen. Alle Arbeitsfugen sind, wenn nicht anders angegeben, als raue Fugen gemäß DIN-EN 1992-1-1 und nach den anerkannten Regeln der Technik auszuführen.

1.9 Positionierungssystem

Das Positionierungssystem ist folgendermaßen aufgebaut:

Bauteilinformationen:

B	=	Unterzüge (Überzüge, Balken usw.)
D	=	Decken
BP	=	Bodenplatte
W	=	Wände



1.10 Regelwerke

DIN EN1991-1-1

DIN EN1992-1-1

DIN EN 1993-1-1

DIN EN 1997-1-1

DIN 4149

1.11 Schlussbemerkung

Der Aufsteller Grebner Ingenieure GmbH übernimmt nur für die im Nachfolgenden von ihm unter vorstehenden Voraussetzungen berechneten Bauteile die Verantwortung. Sofern sich Änderungen bzw. Unstimmigkeiten ergeben, wird um Benachrichtigung des Aufstellers der nachfolgenden Statischen Berechnung gebeten.



2. Lastannahmen

Eigengewicht Stahlbeton (Vom Programm automatisch erfasst) 25 kN/m^3

Decke Infrastrukturkanal

Ständige Lasten

Pflasterbelag	$0,1 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3$	$g_{k,1} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
Erdreich	$1,6 \text{ m} * 18 \text{ kN/m}^3$	<u>$g_{k,14} = 28,8 \text{ kN/m}^2$</u>
Summe: ständig, trocken:		$g_k = 31,3 \text{ kN/m}^2$

Veränderliche Lasten

Schulhof $q_{k,H} = 5,00 \text{ kN/m}^2$

Erddruck auf Kellerwände

Wird vom Programm automatisch ermittelt.



3. Entwurfszeichnung mit Bauabschnitten

Grundlage der Bemessung ist die Planung des Infrastrukturkanals des Ingenieurbüros Helmut Kläs.

Der Kanal wurde in 5 Abschnitte unterteilt, die durch Arbeitsfugen getrennt sind. Die Abdichtung der Fugen wird im nächsten Kapitel beschrieben.

Die in diesem Kapitel gemachten Angaben gelten nur für die Abschnitte 1, 2, 3 und 5. Der Abschnitt 4 ist Teil der Gründung der Sporthalle und wird auch im Statik Kapitel zur Sporthalle bemessen.

4. WU-Konzept für Infrastrukturkanal

Der Infrastrukturkanal besteht aus folgenden Bauteilen:

Bodenplatte	Ortbeton
Wände	Elementwand mit Ortbetonkern
Decke	Halbfertigteil mit Ortbetonergänzung

Zwischen diesen Bauteilen entstehen im Bauablauf zahlreiche Fugen, die entsprechend abgedichtet werden müssen. In den folgenden Unterkapiteln wird jede Fuge beschrieben und ein entsprechendes Abdichtungskonzept erstellt. Dieses Konzept gilt auch für den Bereich unterhalb der Sporthalle.

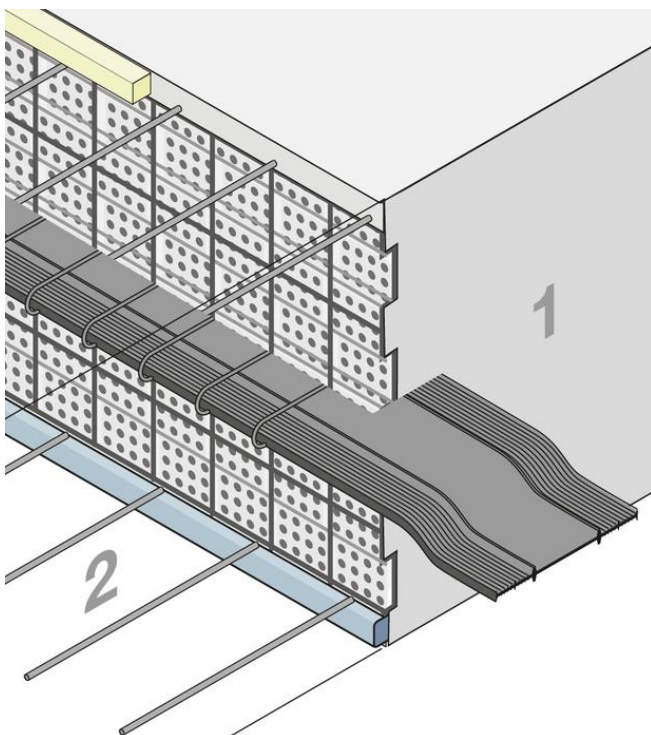
4.1 Abdichtung der Decke

Auf den Fertigteilen der Decke wird eine Ortbetonschicht aus WU-Beton aufgebracht. Diese 25 cm dicke Betonschicht erfüllt bereits die Anforderungen an die Mindestdicke und zulässige Rissbreite. Eine Rissbreitenbemessung befindet sich in der entsprechenden Position der Statik.

4.2 Abdichtung der Bodenplatte

Die Bodenplatte ist eine 30 cm dicke Ortbetonplatte aus WU-Beton. Diese 30 cm dicke Betonschicht erfüllt bereits die Anforderungen an die Mindestdicke und zulässige Rissbreite nach WU-Richtlinie. Eine Rissbreitenbemessung befindet sich in der entsprechenden Position der Statik.

4.3 Abdichtung von horizontalen Arbeitsfugen in Bodenpla. und Decke



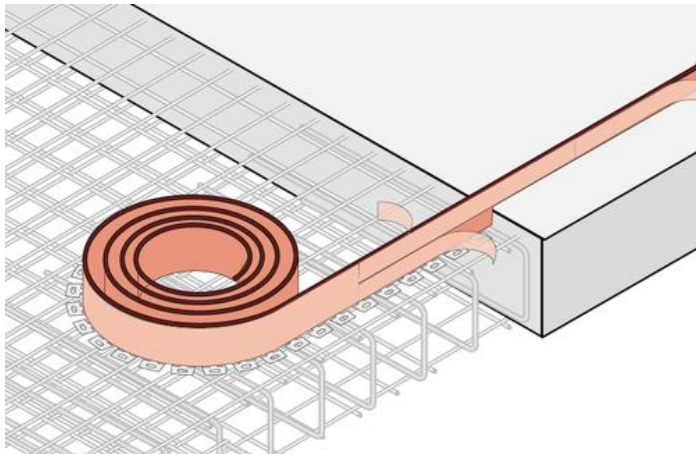
Um Zwangsspannungen zu reduzieren, soll der Infrastrukturkanal in Abschnitten hergestellt werden. Der längste Betonierabschnitt ist 30 m lang. An den zuvor eingeteilten Abschnittsgrenzen wird die Betonage gestoppt und eine planmäßige Arbeitsfuge erstellt. Die Betonage des nächsten Abschnittes darf erst erfolgen, wenn die Hitzeentwicklung des Frischbetons größtenteils abgeklungen ist.

Dies dauert zwischen 3 bis 5 Tagen, die genutzt werden können, um den nächsten Abschnitt vorzubereiten.

Produktvorschlag: (oder gleichwertig)

Max Frank: Arbeitsfugenabstellung Stremaform

4.4 Abdichtung der Fuge zwischen Bodenplatte und Wand



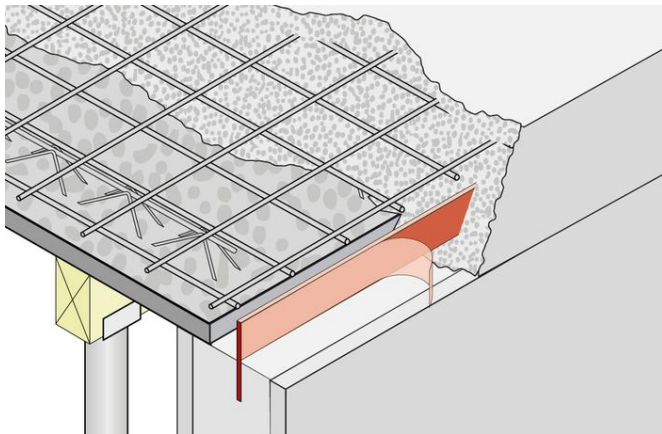
Bei der Herstellung der Bodenplatte wird ein Fugenblech mittig in der aufgehenden Wand platziert, um die Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Wand abzudichten.

Produktvorschlag: (oder gleichwertig)

Max Frank: Fugenblech Fradiflex

Einbindetiefe min. 3,5 cm

4.5 Abdichtung der Fuge zwischen Elementwand und Filigrandecke

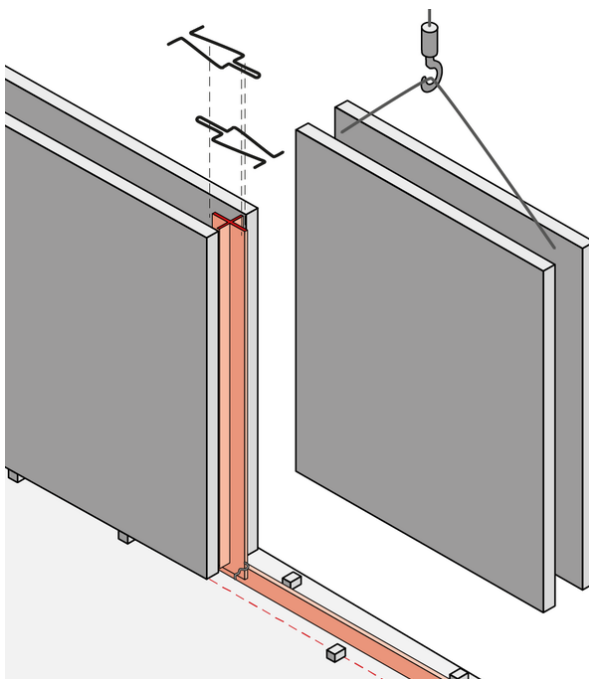


Bei der Herstellung der Elementwände wird ein Fugenblech am oberen Wandende, mittig einbetoniert, um die Arbeitsfuge zwischen Wand und Decke abzudichten.

Produktvorschlag: (oder gleichwertig)

Max Frank: Fugenblech Fradiflex Premium

4.6 Abdichtung der Fugen zwischen den Elementwänden



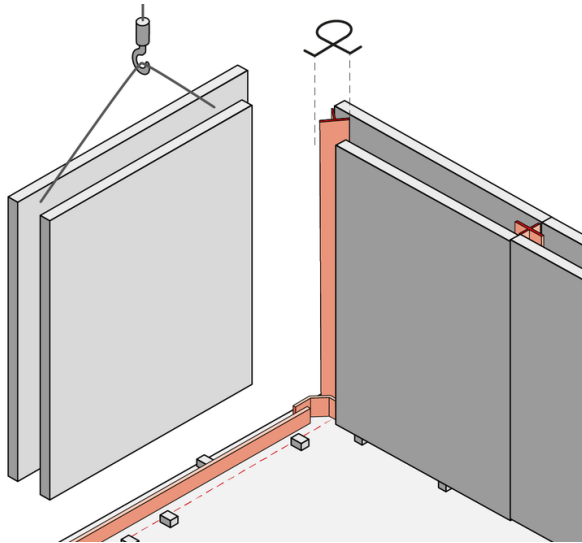
Bei der Herstellung der Elementwände stellt die Fuge zwischen den Elementwänden die Schwachstelle im Abdichtungskonzept da. Deswegen muss in jede Elementfuge eine Sollrissfuge mit Fugenblech eingebaut werden, um den dort entstehenden Riss abzudichten. Die Elementwände selbst sind vom Fertigteilwerk als WU-Bauteil herzustellen.

Produktvorschlag: (oder gleichwertig)

Max Frank:

Sollrissfuge (Elementwand) Fradiflex Premium

4.7 Abdichtung der Fugen zw. den Elementwänden im Eckbereich



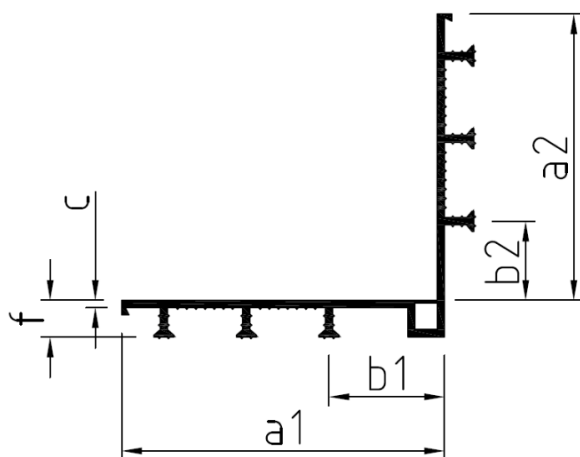
Für die Eckbereiche der Elementwände muss eine spezielles Fugenband verwendet werden. Die Elementwände selbst sind vom Fertigteilwerk als WU-Bauteil herzustellen.

Produktvorschlag: (oder gleichwertig)

Max Frank:

Sollrissecke (Elementwand) Fradiflex Premium

4.8 Abdichtung der Fugen Infrastrukturkanal und der Tiefgarage / Mensa



Dort wo der Infrastrukturkanal an die Außenwand der Tiefgarage, bzw. das Kellergeschoss der Mensa andockt, soll ein wasserdichter Übergang geschaffen werden, der keine Kräfte überträgt. So können gewisse Setzungsunterschiede ausgeglichen werden, ohne dass Risse oder sonstige Schäden entstehen. Hierzu soll ein außen liegendes Fugenband mit Dehnstreifen verwendet werden.

Produktvorschlag: (oder gleichwertig)

Sika Fugenbänder PVC-P Typ DF

Das Fugenband wird in gerader Form oder für Eckbereiche angeboten. Es können also beide Fälle mit diesem Produkt abgedeckt werden.



5. Bemessung der Positionen

5.1 D-Infra: Decke Infrastrukturkanal

Die Decke des Infrastrukturkanals wird als Halbfertigteil mit Ortbetongergänzung bemessen.

Dicke der Halbfertigteilplatte	= 5 cm
Dicke der Ortbetongergänzung	= 25 cm
Gesamtdicke im Endzustand	= 30 cm
Betongüte des Ortbetons	= C25/30 (WU-Beton)
Expositionsklasse der Oberseite	= XC2
Expositionsklasse der Unterseite	= XC3
Betondeckung c_{nom}	= 35 mm
Nutzungsclassse des Kanals	= B
Beanspruchungsclassse	= 2 (nicht stauendes Sickerwasser)
Zulässige Rissbreite gemäß WU-Richtlinie	= 0,3 mm

5.1.1 Rissbreitennachweis für D-Infra

Der Rissbreitennachweis für die Rissweite infolge abfließender Hydratationswärme wird in der Tabelle auf den folgenden Seiten geführt. Zur Einhaltung der zulässigen Rissbreite von 0,3 mm wurde eine Netzbewehrung Ø12-15 in der oberen und unteren Lage gewählt.

5.1.2 Biegebemessung für D-Infra

Mit der gewählten Grundbewehrung aus dem Rissbreitennachweis wird auch die Biegebemessung der Decke durchgeführt. Die Belastung aus der Erdanschüttung und der Nutzlast des Schulhofs sind der maßgebende Lastfall. Der Ausdruck der Biegebemessung befindet sich hinter dem Rissbreitennachweis.

Begrenzung der Rissbreite nach EC.2-1-1, 7.3.4 ($f_{ct,eff} = 65\% f_{ctm}$)
Pos. D-Infra: Decke des Infrastrukturkanals

Berechnung der Rissweite infolge Abfließen der Hydratationswärme

Eingangsparameter

Bauteilabmessungen

Bauteilbreite	b =	100	cm
Bauteilhöhe	h =	25	cm

Beton:	C25/30	$f_{ctm} =$	2,56	MPa	
$E_{cm} =$	3148	kN/cm^2	$f_{ct,eff} =$	1,67	MPa *Zwang inf. Hydratationswärme
Baustahl:	B 500A	$f_{ct,eff} =$	2,56	MPa *später Zwang	

Expositionsklasse oben:	XC2
$c_{nom,o} =$	35 mm
$w_{k,o} =$	0,3 mm (zulässige Rissbreite)

Expositionsklasse unten:	XC1
$c_{nom,u} =$	25 mm
$w_{k,u} =$	0,3 mm (zulässige Rissbreite)

vorhandene Bewehrung:

oben:	Ø 12 / 15	je Richtung	(7,54) cm^2
unten:	Ø 12 / 15	je Richtung	(7,54) cm^2

Berechnung der Rissbreite:

$$s_{r,max} = \frac{\phi}{3,6 \cdot \rho_{eff}} \leq \frac{\sigma_s \cdot \phi}{3,6 \cdot f_{ct,eff}} \quad (\text{Rissabstand})$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s} \geq \frac{0,6 \cdot \sigma_s}{E_s} \quad (\text{Dehnungsdifferenz zwischen Bewehrung und Beton})$$

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \quad (\text{rechnerische Rissbreite})$$

$$\rho_{eff} = A_s / A_{c,eff}$$

 σ_s = Spannung der Zugbewehrung im Zustand II unter der Einwirkungskombination, die zu einer Erstrissbildung führt

 α_e = Verhältniss der E-Moduln von Betonstahl und Beton

 $k_t = 0,4$ bei langzeitiger Lasteinwirkung (Regelfall!)

Bei Betonstahlmatten muss der Rissabstand nicht größer angenommen werden als die doppelte Maschenweite (EC2-1-1/NA 7.3.4).



$$A_{c,eff} = b \cdot h_{eff}$$

h_{eff} = Höhe der effektiven Wirkungszone

$$0 \leq h / d_1 < 5,0$$

$$h_{eff} = 0,50 \cdot h$$

$$5,0 \leq h / d_1 < 30$$

$$h_{eff} = 0,1 \cdot h + 2,0 \cdot d_1$$

$$h / d_1 \geq 30$$

$$h_{eff} = 5,0 \cdot d_1$$

$M_{perm (+)}$	0,00	kN*m	Momente unter der quasi-ständigen Einwirkungskomb.
$M_{perm (-)}$	0,00	kN*m	
$\sigma_{s,u}$	0,00	kN/cm ²	Stahlspannung der Zugbewehrung bei positiven bzw. negativen Moment (Annahme $z \approx 0,9 \cdot d$)
$\sigma_{s,o}$	0,00	kN/cm ²	
k_c	1,0	Reiner Zug	
k	0,80	Faktor zur Berücksichtigung einer nicht linearen Spannungsverteilung (EC2-1-1/NA, 7.3.2(2))	
F_{cr}	333,4	kN	Rissnormalkraft
σ_s	22,11	kN/cm ²	Stahlspannung

Oberseite

	d_1 (mm)	$A_{c,eff}$ (cm ²)	ρ_{eff} (%)	σ_s (kN/cm ²)	$s_{r,max}$ (cm)	$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$	w_k (mm)
längs	41	1070	0,705	22,11	44,21	0,00066	0,293
quer	53	1250	0,603	22,11	44,21	0,00066	0,293

Unterseite

	d_1 (mm)	$A_{c,eff}$ (cm ²)	ρ_{eff} (%)	σ_s (kN/cm ²)	$s_{r,max}$ (cm)	$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$	w_k (mm)
längs	31	870	0,867	22,11	38,46	0,00070	0,269
quer	43	1110	0,679	22,11	44,21	0,00066	0,293

Nachweis:

		w_k (mm)	$w_{k,zul}$ (mm)	
Oberseite	längs	0,293	0,3	Nachweis erfüllt
	quer	0,293	0,3	Nachweis erfüllt
Unterseite	längs	0,269	0,3	Nachweis erfüllt
	quer	0,293	0,3	Nachweis erfüllt

Bei der Begrenzung der Rissbreite für dieses Bauteil wurde ein Beton angenommen, dessen Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff}$ nach 5 Tagen höchstens 65 % der mittleren Zugfestigkeit f_{ct} erreicht ($\max f_{ct,eff,5d} = 0,65 f_{ctm,28d}$).

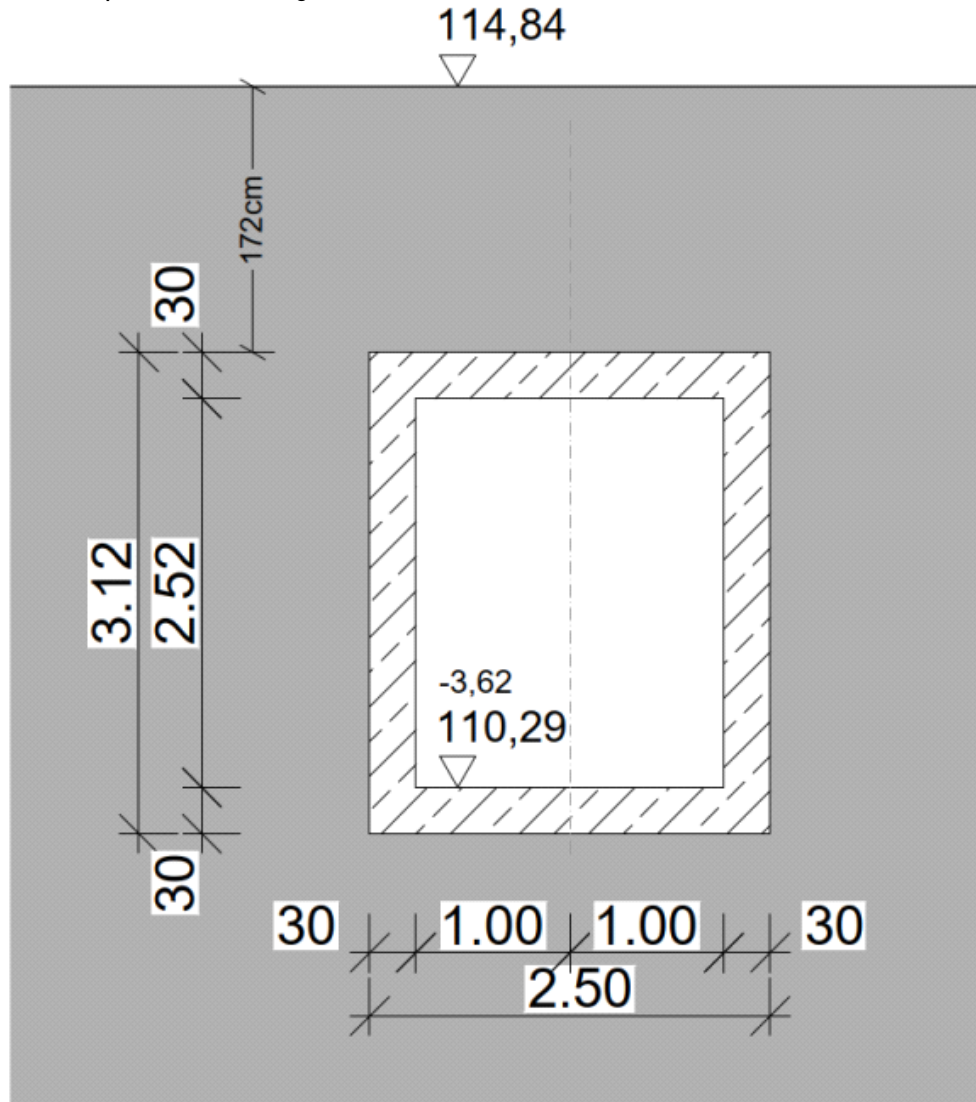
Dies ist bei der Festlegung des Betons und der Bauausführung zu berücksichtigen.

Pos. D-Infra
Decke Infrastrukturkanal

Die Decke soll als Halbfertigteil geplant werden, um den Bauablauf zu beschleunigen.

Die Einspannbewehrung der Decke wird in der Position W-Infra ermittelt.

Die Einspannbewehrung der Decke wird in der Position W-Infra ermittelt.

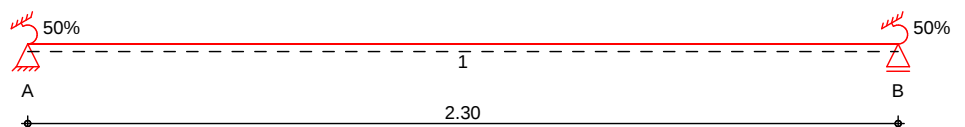


Schnitt durch den Infrastrukturkanal an seiner tiefsten Stelle.

System

Einachsrig gespannte Platte

M 1:20



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	l	Material	h
	[m]		[cm]
1	2.30	C 25/30	30.0

Expositionsklassen

XC2 und XC3

**Auflager**

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]
A	0.00	30.0	Beton	fest
B	2.30	30.0	Beton	fest

Endeinspannungen

Einspannung links	$E_{li} =$	50.00	%
Ersatzlänge	$l_e =$	2.30	m
Einspannung rechts	$E_{re} =$	50.00	%
Ersatzlänge	$l_e =$	2.30	m

Längsfugen

Feld	Fuge	z_f [cm]	ϵ [Å]	E_{Nd} [N/mm]
1	rau	25.0	90	0.00

Belastungen

Belastungen auf das System

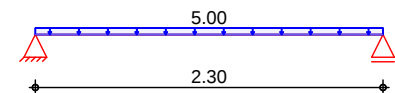
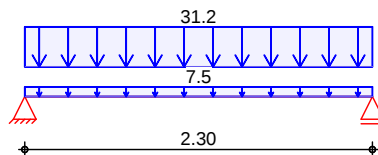
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.N-C

**Flächenlasten
in z-Richtung**

Gleichflächenlasten

Einw. Gk

Einw. Qk.N-C

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m]	q_{re} [kN/m]
1	Eigengew	0.00	2.30		7.50
(a) 1		0.00	2.30		31.16
(b) 1		0.00	2.30		5.00

(a)

Pflasterbelag Schulhof	$0.08 \cdot 25 =$	2.00	kN/m
Erdüberschüttung der Kanaldecke	$18 \cdot (1.7 - 0.08) =$	29.16	kN/m
	$=$	31.16	kN/m

(b)

Nutzlast Sporthalle und Umkleiden	$5 =$	5.00	kN/m
-----------------------------------	-------	------	------

Kombinationen

gemäß DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1990

ständig/vorüberg.

Ek u ($I \cdot K \cdot E_W$)

1	$1.00 \cdot G_k$	
2	$1.35 \cdot G_k$	$+1.50 \cdot Q_{k.N-C}$

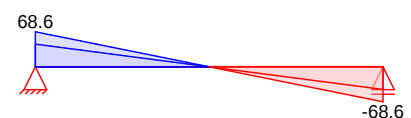
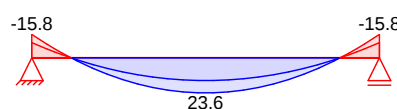
Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen

Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)

Kombinationen

Moment $M_{y,d}$ [kNm/m]Querkraft $V_{z,d}$ [kN/m]

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung
Abs. 6.1

Bemessung für Biegebeanspruchung

x	Ek	$m_{yd,o}$	x/d_o	z_o	$a_{s,o}$	$a_{s,o,erf}$
[m]		$m_{yd,u}$	x/d_u	z_u	$a_{s,u}$	$a_{s,u,erf}$
(L = 2.30 m)						
0.00	2	-6.16	0.024	25.7	0.53	3.35 _M
	1	-6.16	-	-	-	1.67 _q
0.15 _a	2	-6.16	0.024	25.7	0.53	3.35 _M
	1	-3.99	-	-	-	1.67 _f
0.26	1	-	-	-	-	-
	2	-	0.001	25.9	-	3.35 _M
1.15*	1	15.34	-	-	-	-
	2	23.68	0.050	25.4	2.04	3.35 _M
2.15 _a	2	-6.16	0.024	25.7	0.53	3.35 _M
	1	-3.99	-	-	-	1.67 _f
2.30	2	-6.16	0.024	25.7	0.53	3.35 _M
	1	-6.16	-	-	-	1.67 _q

Querkraft
Abs. 6.2

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

x	Ek	V_{Ed}	$\bar{h}$	$V_{Rd,max}$	$V_{Rd,c}$	$a_{sw,erf}$
[m]		[kN/m]	[Å]	[kN/m]	[kN/m]	[cm ² /m ²]
(L = 2.30 m)						
0.00	2	44.23 _R	18.4	618.37	-	-
0.15 _a	2	44.23 _R	18.4	618.37	-	-
0.41 _v	2	44.23	18.4	618.37	116.72	-
1.15	1	- _R	18.4	618.37	116.72	-
1.89 _v	2	44.23	18.4	618.37	116.72	-
2.15 _a	2	44.23 _R	18.4	618.37	-	-
2.30	2	44.23 _R	18.4	618.37	-	-

Fugenbemessung

x	V_{Ed}	$V_{Ed,i}$	$V_{Rd,i,max}$	$V_{Rd,i,ct}$	$a_{sw,erf}$
[m]	[kN/m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[cm ² /m ²]

Längsfuge 1

Streckgrenze der Verbundbewehrung: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
rau ($c=0.40$, $\mu=0.70$, $A=0.50$)Feld 1 - Kontaktflächenbreite $b = 100.0 \text{ cm}$

0.16	59.15	230.18	3541.67	408.00	-
0.41 _v	44.23	172.32	3541.67	408.00	-
1.89 _v	-44.23	172.32	3541.67	408.00	-
2.14	-59.15	230.18	3541.67	408.00	-

Bei Endauflagern ohne Wandauflast ist eine Verbundsicherungsbewehrung von mindestens 6cm²/m entlang der Auflagerlinie anzuordnen. Diese sollte auf eine Breite von 0,75m angeordnet werden.Bewehrungswahl

Max. Stababstand

gemäß 9.3.1.1(3): **25 cm**untere
Längsbewehrung

Feld	gew.	a_s	a	l	$l_{bd,l}$	$l_{bd,r}$	Lage
		[cm ² /m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	A12/15.0	7.54	-0.15	2.60	0.14 ^h	0.14 ^h	1



obere Längsbewehrung

Feld	gew.	as [cm ² /m]	a [m]	l [m]	l _{bd,l} [m]	l _{bd,r} [m]	Lage
1	12/15.0	7.54	-0.15	2.60	0.23 ^h	0.23 ^h	1

(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)

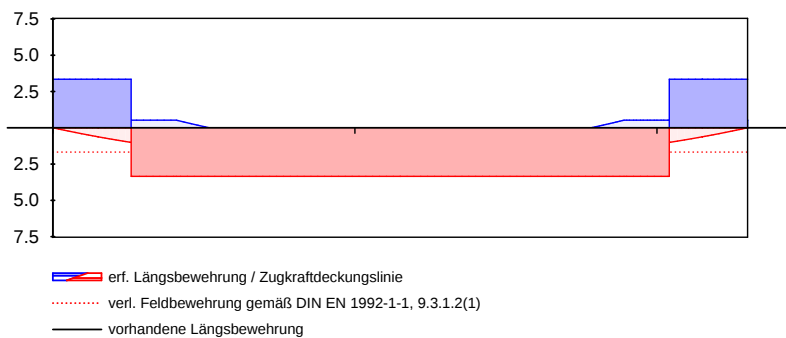
**** HINWEIS ****

Die Bewehrungswahl wurde ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung für die Rissbreitenbegrenzung durchgeführt.

Längsbewehrung
M 1:25

as

[cm/m]



Nach DIN EN 1992-1-1, 9.3.1.1 ist eine Querbewehrung von mindestens 20% der vorhandenen Zugbewehrung anzuordnen.

Querkraftbewehrung

Es ist keine rechnerische Querkraftbewehrung erforderlich.

Nachweise (GZG)

im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

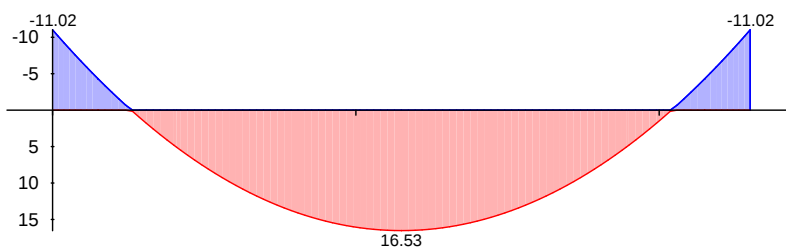
quasi-ständig

Ek u (I*K*EW)

1 1.00*Gk +0.60*Qk.N-C

quasi-ständ. Komb.
M 1:25Moment $m_{Ed,perm}$

[kNm/m]

Rissbreiten
Abs. 7.3

Begrenzung der Rissbreiten

Nachweis für reinen Zug aus innerem Zwang

Durchmesser der Mindestbew.: $d_{s,o} = 12.00$ mm
 $d_{s,u} = 12.00$ mm

Grenzwert für die Rissbreite $w_{max} = 0.30$ mm

wirksame Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff} = 1.28$ N/mm²

**Feld 1**

x [m]	Ek	Ort	mEd [kNm/m]	* [mm]	s,eq [mm]	Wk [mm]	a _{s,min} [cm ² /m]
(L = 2.30 m)							
0.00		un	-	-	-	-	7.32
1.15	1	un	16.53	-	-	-	7.32
2.30		un	-	-	-	-	7.32

Biegeschlankheit

Begrenzung der Biegeschlankheit

Referenzbewehrungsgrad $\Gamma_0 = 0.50$ %Der Vergrößerungsfaktor ($A_{s,vorh}/A_{s,erf}$) in Gl. 7.17 wurde auf 1,1 begrenzt.

Feld	vorh. l/d [-]	Γ [%]	Γ' [%]	K [-]	zul. l/d [-]	η [-]
1	8.88	0.08	0.00	1.50	52.50	0.17

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte Träger

Char. Auflagerkr.

charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

Aufl.	F _{z,k,min} [kN/m]	F _{z,k,max} [kN/m]	My,k,min [kNm/m]	My,k,max [kNm/m]
Einw. Gk				
A	44.46	44.46	-10.23	-10.23
B	44.46	44.46	10.23	10.23
Einw. Qk.N-C				
A	5.75	5.75	-1.32	-1.32
B	5.75	5.75	1.32	1.32

Bem.-auflagerkräfte

Bemessungsaflagerkräfte (Min/Max)

Aufl.	F _{z,d,min} [kN/m]	F _{z,d,max} [kN/m]	My,d,min [kNm/m]	My,d,max [kNm/m]
Grundkombinationen				
A	44.46	68.64	10.23	15.79
B	44.46	68.64	10.23	15.79

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	η [-]
Biegeschlankheit	Feld 1	OK
Rissbreitennachweis		OK

Wahl der Halbfertigteildecke (z.B. Kaiser-Omnia-Plattendecke)

Standard-Decke

Auflagertiefe der Platte

= 5 cm

Deckendicke

= 30 cm - 2,5 cm - 3,5 cm - 1,2 cm - 1,2 cm = 21 cm

Stützweite

= 40 cm

Stützweite + 2 * Stützweite

= 250 cm - 2 * 30 cm + 2 * 2,5 cm = 195 cm

Stützweite + 2 * Stützweite

= 10 mm

Stützweite + 2 * Stützweite

= 213 cm



Gitterträgerhöhe h (cm)			19			20			21			22	23	24
Decken- dicke h (cm)	Träger- abstand s _T (cm)	OG	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 8	Ø 10	Ø 8	Ø 10	Ø 10	Ø 10	Ø 10	Ø 10	Ø 10
		Dia UG	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
			Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
25	33		2,07	2,51	3,37	2,10	2,51							
	40		1,92	2,31	3,21	1,95	2,31							
	50		1,73	2,08	3,01	1,75	2,08							
	55		1,63	1,98	2,87	1,65	1,98							
	60		1,55	1,88	2,75	1,57	1,88							
	62,5		1,51	1,83	2,69	1,52	1,83							
26	75		1,30	1,62	2,35	1,30	1,62							
	33		2,03	2,47	3,34	2,07	2,47	2,10	2,47					
	40		1,89	2,27	3,19	1,91	2,27	1,94	2,27					
	50		1,70	2,05	2,97	1,72	2,05	1,67	2,05					
	55		1,60	1,94	2,83	1,62	1,94	1,52	1,94					
	60		1,52	1,84	2,71	1,54	1,84	1,39	1,84					
28	62,5		1,48	1,79	2,65	1,49	1,79	1,34	1,79					
	75		1,25	1,59	2,26	1,25	1,59	1,11	1,59					
	33		1,97	2,39	3,29	2,00	2,39	2,03	2,39	2,39	2,39	2,39		
	40		1,83	2,20	3,14	1,85	2,20	1,88	2,20	2,20	2,20	2,20		
	50		1,63	1,99	2,88	1,66	1,99	1,55	1,99	1,99	1,99	1,99		
	55		1,54	1,87	2,74	1,56	1,87	1,41	1,87	1,87	1,87	1,87		
30	60		1,45	1,77	2,62	1,45	1,77	1,29	1,77	1,77	1,77	1,77		
	62,5		1,39	1,73	2,51	1,39	1,73	1,24	1,73	1,73	1,73	1,73		
	75		1,16	1,53	2,10	1,16	1,53	1,03	1,53	1,53	1,45	1,30		
	33		1,91	2,32	3,25	1,94	2,32	1,97	2,32	2,32	2,32	2,32		
	40		1,77	2,13	3,09	1,80	2,13	1,81	2,13	2,13	2,13	2,13		
	50		1,58	1,92	2,80	1,60	1,92	1,45	1,92	1,92	1,92	1,81		
30	55		1,48	1,81	2,67	1,48	1,81	1,32	1,81	1,81	1,81	1,65		
	60		1,36	1,71	2,44	1,36	1,71	1,21	1,71	1,71	1,69	1,51		
	62,5		1,30	1,67	2,35	1,30	1,67	1,16	1,67	1,67	1,62	1,45		
	75		1,08	1,48	1,96	1,08	1,48	1,48	1,48	1,48	1,35	1,21		



5.2 W-Infra: Wände des Infrastrukturkanals

Die Wände des Infrastrukturkanals werden als Elementwände mit Ortbetonerfüllung bemessen.

Dicke der Halbfertigteilplatten	= 6 cm	(innen und außen)
Dicke der Ortbetonerfüllung	= 18 cm	
Gesamtdicke im Endzustand	= 30 cm	
Betongüte des Ortbetons	= C25/30 (WU-Beton)	
Expositionsklasse des Ortbetonkerns außen	= XC2	
Expositionsklasse des Ortbetonkerns innen	= XC3	
Betondeckung c_{nom}	= 35 mm	
Nutzungsklasse des Kanals	= B	
Beanspruchungsklasse	= 2	(nicht stauendes Sickerwasser)
Zulässige Rissbreite gemäß WU-Richtlinie	= 0,3 mm	

Diese Vorgaben sind bei der Planung der Fertigteile zu beachten.

Die Biegebemessung des Ortbetonkerns und der Ecken erfolgt auf den kommenden Seiten.



Boden

h	I	I'	II	C _a	II _a	II _o
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
999.00	20.0	10.0	20.0	20.0	20.0	0.0

Erddruck

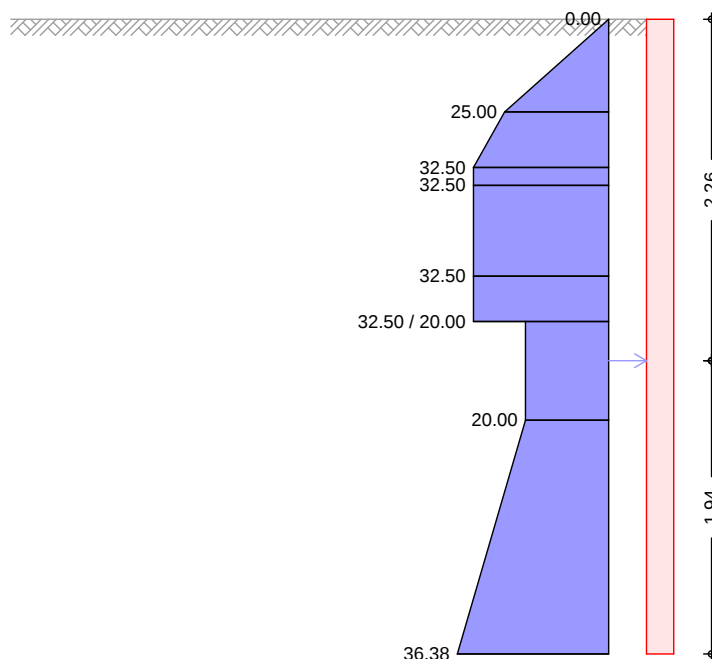
Großflächige Auflast

Nr.	EW	q
		[kN/m]
1		5.00

Verdichtungserddr.

Intensive Verdichtung	B =	1.00	m
Breite des zu verfallenden Raums	e _{vh} =	40.00	kN/m
Verdichtungserddruck	Z _p =	0.98	m
Tiefe nach Bild 13	Z _a =	2.00	m
Tiefe nach Bild 13			

M 1:50



z	e _{verd.}	u _{eh}
[m]	[kN/m]	[kN/m]
0.00	0.0	0.0
0.61	25.0	25.0
0.98	32.5	32.5
1.10		32.5
1.70		32.5
2.00	32.5	32.5
2.00	20.0	20.0
2.65		20.0
4.20	20.0	36.4

Verdichtungserddruckkraft

E _{vh} =	108.03	kN/m
E _{vv} =	19.05	kN/m
Z _s =	2.26	m

Belastungen

Belastungen auf das System

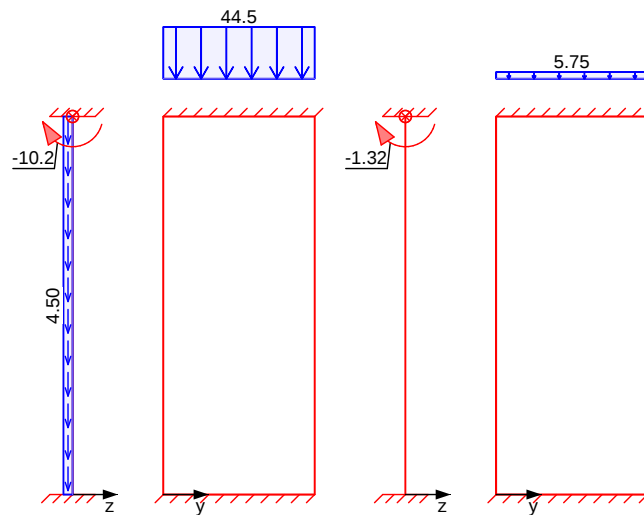
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

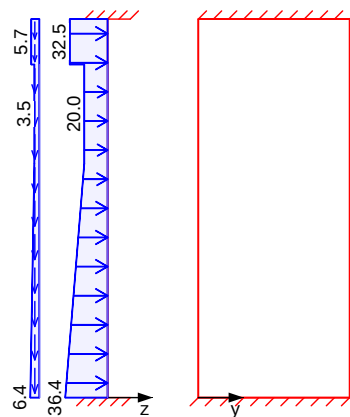
Einwirkungen

Gk

Qk.N-C



Gk.E

Streckenlasten
in x-Richtung

Einw. Gk

Einw. Qk.N-C

Gleichlasten

Komm.

	a	s	q _u	q _o	e
	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]
(a) D-Infra				44.46	0.0
(b) D-Infra				5.75	0.0

(a)

aus Pos. 'D-Infra' A (Fz), Gk (max)

$$44.459 = 44.46 \text{ kN/m}$$

(b)

aus Pos. 'D-Infra' A (Fz), Qk.N-C
(max)

$$5.750 = 5.75 \text{ kN/m}$$

Flächenlasten
in x-Richtung

Gleichflächenlasten

Komm.	a [m]	s [m]	q_u [kN/m]	q_o [kN/m]
Einw. Gk	0.00	2.50		4.50
Einw. Gk.E	0.00	1.55	6.41	3.53
Erddruck	1.55	0.65		3.53
Erddruck	2.20	0.30		5.73

(a) aus Eigengewicht $25.00 \cdot 0.18 = 4.50 \text{ kN/m}$

Streckenlasten
in z-Richtung

Streckenmomente

Komm.	a [m]	s [m]	M_y [kNm/m]
Einw. Gk			-10.23
Einw. Qk.N-C			-1.32

(a) aus Pos. 'D-Infra' A (My), Gk (max)
 $-10.226 = -10.23 \text{ kNm/m}$

(b) aus Pos. 'D-Infra' A (My), Qk.N-C
(max)
 $-1.322 = -1.32 \text{ kNm/m}$

Flächenlasten
in z-Richtung

Gleichflächenlasten

Komm.	a [m]	s [m]	q_u [kN/m]	q_o [kN/m]
Einw. Gk.E	0.00	1.55	36.38	20.00
Erddruck	1.55	0.65		20.00
Erddruck	2.20	0.30		32.50

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	u	(I *K*EW)
st«ndig/vorÁberg.	3	1.00	*Gk +1.35*Gk .E
quasi-st«ndig	9	1.00	*Gk +1.00*Gk .E

ständig/vorüberg.
quasi-ständig

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Stabilität
Ek 3

Nachweis der Knicksicherheit

Knicklastfaktor	A = 1175.8	-
Schlankheit	$\lambda = 25.59$	-
Knicklängenbeiwert	S = 0.53	-
ungew. Ausmitte aus Vorkrümmung	$e_a = 0.33$	cm

Schnittgr./Verform.
lin. Th. II.O.

x [m]	N_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]	V_{Ed} [kN/m]	w [cm]	ψ [rad]
2.50	44.46	-12.88	-39.09	0.00	0.00015
2.20	48.13	-3.13	-25.93	0.01	0.00030
1.55	54.18	8.05	-8.29	0.02	0.00015
0.00	71.52	-20.27	50.58	0.00	0.00000

Schnittgr./Verform.
nichtlin. Th. II.O.

x [m]	N_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]	V_{Ed} [kN/m]	w [cm]	ψ [rad]
2.50	44.46	-15.14	-40.97	0.00	0.00027
2.20	48.13	-4.79	-28.00	0.08	0.00421
1.55	54.18	7.74	-10.32	0.36	0.00306
0.00	71.52	-17.90	48.70	0.00	0.00000



erf. Bewehrung	infolge Knicksicherheitsnachweis nach 5.8		
	vertikal je Seite	erf $a_{s,v}$ =	2.00 cm/m
	horizontal je Seite	erf $a_{s,h}$ =	0.40 cm/m
	infolge Rissbreitenbegrenzung nach 7.3		
	horizontal je Seite	erf $a_{s,h}$ =	4.33 cm/m
konstr. Mindestbew.	nach 9.6.2(1) bzw. 9.6.3(1)		
	vertikal je Seite	min $a_{s,v}$ =	1.35 cm/m
	horizontal je Seite	min $a_{s,h}$ =	0.27 cm/m

Bewehrungswahl

Bewehrung je Seite	Art	gew«hlt	$a_{s,v}$ [cm ² /m]	$a_{s,h}$ [cm ² /m]
	St«be vertikal	«10/15 cm	5.24	-
	St«be horizontal	«10/15 cm	-	5.24

Nachweise (GZG)

Rissbreitenbegrenz.	nach DIN EN 1992-1-1, 7.3		
	Grenzwert $f_{\text{«r}}$ die Rissbreite	W_{max} =	0.30 mm
vertikale Bewehrung Ek 9	Rissbreitenbegrenzung $f_{\text{«r}}$ Lastbeanspruchung		
	max. Moment ($x = 0.00$ m)	$m_{\text{Ed,perm}}$ =	-14.25 kNm/m
	zug. Normalkraft	$n_{\text{Ed,perm}}$ =	-67.42 kN/m
	wirksame Betonzugfestigkeit		
	Zeitpunkt Lastbeanspruch.	$f_{\text{ct,eff}}$ =	2.60 N/mm ²
	Rissbreitennachweis nach 7.3.4 kann entfallen, da		
	max. Beanspruchung nicht zur Erstrissbildung $f_{\text{«hrt}}$		
	Rissmoment	m_{cr} =	14.50 kNm/m
	Rissnormalkraft	n_{cr} =	-68.58 kN/m

horizont. Bewehrung	reiner Zug aus innerem Zwang infolge Abflie«en der		
Mindestbewehrung	Hydratationsw«rme und Verformungsbehinderung		
	$f_{\text{«r}}$ die Begrenzung der Rissbreite nach 7.3.2		
	wirksame Betonzugfestigkeit		
	Zeitpunkt Zwangsbeanspr.	$f_{\text{ct,eff}}$ =	1.30 N/mm ²

Gl. (7.1)	k_c	k	$f_{\text{ct,eff}}$	$f_{\text{ct,0}}$	h_t	A_{ct}	E_s	d_s^*
	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[cm]	[cm ²]	[N/mm ²]	[mm]
	1.00	0.80	1.30	3.00	9.0	1800.0	216.33	22.31

Mindestbewehrung	$a_{s,\text{min}}$ =	8.65 cm/m
------------------	----------------------	-----------

Auflagerkr«fte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkr«fte

Char. Auflagerkr.

Einw. G_k	Aufl.	$F_{x,k}$ [kN/m]	$F_{z,k}$ [kN/m]	$M_{y,k}$ [kNm/m]
	A	55.71	-3.51	2.92
Einw. $Q_{k,N-C}$	B		3.51	5.84
	A	5.75	-0.45	0.38
Einw. $G_k.E$	B		0.45	0.76
	A	11.71	40.06	-17.17
	B		26.35	5.21

Bem. -auflagerkr«fte

Komb. 1	Aufl.	$F_{x,d}$ [kN/m]	$F_{z,d}$ [kN/m]	$M_{y,d}$ [kNm/m]
	A	91.02	49.35	-19.24
	B		40.31	14.93



	Aufl.	$F_{x,d}$	$F_{z,d}$	$M_{y,d}$
		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
Komb. 2	A	99.64	48.67	-18.67
	B		40.99	16.06
Komb. 3	A	71.52	50.58	-20.26
	B		39.08	12.88
Komb. 4	A	80.14	49.90	-19.70
	B		39.76	14.01
Komb. 5	A	86.92	35.33	-13.23
	B		31.09	13.10
Komb. 6	A	95.54	34.65	-12.66
	B		31.77	14.23
Komb. 7	A	67.42	36.56	-14.25
	B		29.86	11.06
Komb. 8	A	76.05	35.88	-13.68
	B		30.54	12.19

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		Hb
		[-]
Stabilität		OK
Bewehrungswahl		OK

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis		Hb
		[-]
Rissbreite		OK

.ΨΨσσΨΩ° ΣΣο 90°ÖΣΧΣ'1oΨΩ° ÜOo Σ1Σ δ1Σ° ΣσúΣÜΣΩ 90°ΣΩ †Ψ ' †ΩΣΞÜμÜ ΨΩΣ ' †ΩΣÜΨÜ

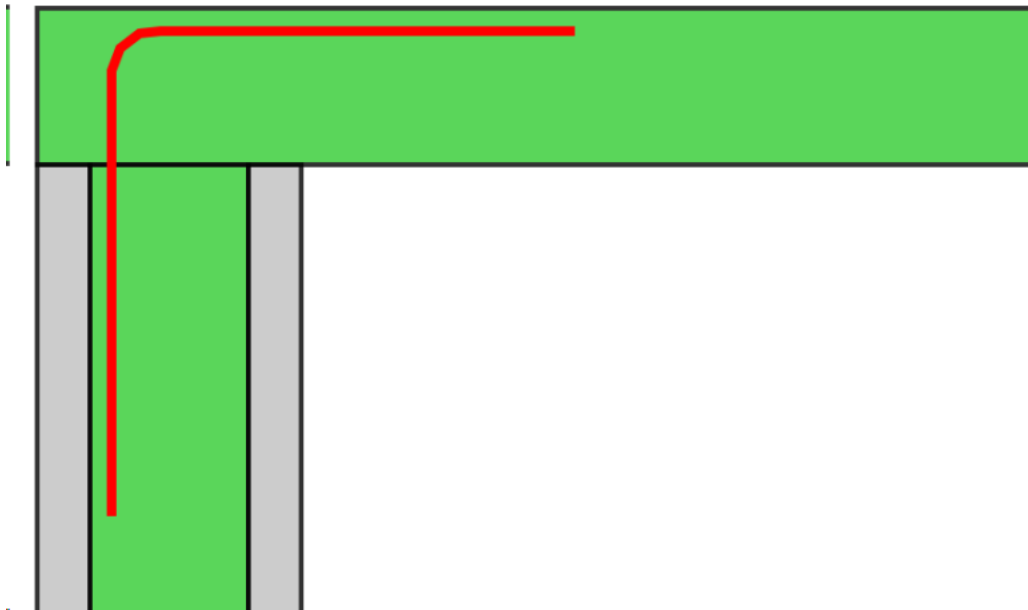
Einspannmoment aus Deckenberechnung: $M_{Ed} = -16 \text{ kNm}$
.ΣúÜ°OúΣ C25/30 --> f_{cd} ab Ψ
Expositionsklasse: XC2
Dicke des Ortbetonteils: 18 cm
{ú†ÜσÖ'1Σ †ε'1Σ d = 18-3,5-0,5 = 14 cm

5ΩΣ .ΨΨσσΨΩ° ΣoüÜ°ú ÜOo ΣΩΣΩ aΣúΣo ' †ΩΣ
•Eds abΨ Ψ Ψ abΨ --> . = 0,06
as abΨ Ψ Ψ abΨ ÖΨ Ψ

°ΣXÑ'1PúΣ .ΣXΣ'1oΨΩ°
90°ÖO°ΣP q -15 ÖΨ Ψ {Ö'1ΣΩΞΣPPÑΩ°Σ ÖΨ

Bewehrungsskizze zum Einbau der Eckbewehrung:

5ΩΣoΣ .ΣXΣ'1oΨΩ° XΩoΣ †Ψ -öΣo° †Ω° ΦÜΩ .ÜΣΣΩμ†ÜÜΣ aΨ ' †ΩΣ ΨΩΣ ΦÜΩ ' †ΩΣ aΨ 5ΣÖΞΣ ΣΩΩ°ΣPΣ°ú





5.3 BP-Infra: Bodenplatte des Infrastrukturkanals

Die Bodenplatte des Infrastrukturkanals ist eine Ortbetonplatte mit der Anschlussbewehrung für die Elementwände. Die Länge der Betonierabschnitte beträgt maximal 30 m.

Gesamtdicke im Endzustand	= 30 cm
Betongüte des Ortbetons	= C25/30 (WU-Beton)
Expositionsklasse Oberseite	= XC3
Expositionsklasse Unterseite	= XC2
Betondeckung c_{nom}	= 35 mm
Nutzungsklasse des Kanals	= B
Beanspruchungsklasse	= 2 (nicht stauendes Sickerwasser)
Zulässige Rissbreite gemäß WU-Richtlinie	= 0,3 mm

5.3.1 Rissbreitennachweis für BP-Infra

Der Rissbreitennachweis für Zwangsspannungen infolge abfließender Hydratationswärme wird auf den folgenden Seiten geführt.

5.3.2 Biegebemessung für BP-Infra

Mit der gewählten Grundbewehrung aus dem Rissbreitennachweis wird auch die Biegebemessung der Bodenplatte durchgeführt. Die Belastung aus der Vertikallast der Wände und deren Einspannmoment sind der maßgebende Lastfall. Der Ausdruck der Biegebemessung befindet sich hinter dem Rissbreitennachweis.



Ek	u (I*K*EW)
1	1.00*Gk

Mat./Querschnitt

Bei Begrenzung der Rissbreite $f_{\text{Är}}$ dieses Bauteil wurde ein Beton angenommen, dessen Betonzugfestigkeit $f_{\text{ct,eff}}$ nach 5 Tagen höchstens 50 % der mittleren Zugfestigkeit f_{ctm} erreicht ($\max f_{\text{ct,eff}} = 0,5 \cdot f_{\text{ctm},28\text{df}}$). Dies ist bei der Festlegung des Betons und der Bauausführung zu berücksichtigen.

Expositionsklassen
Abs. 4.2, 4.4

Expositionsklassen

Seite Kl Kommentar

oben XC3 mÄige Feuchte

unten XC2 nass, selten trocken

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

Bezug	c_{min} [mm]	η_{Cdev} [mm]	c_{nom} [mm]	c_v [mm]	d'_x [mm]	d'_y [mm]
oben	20	15	35	35	41	52
unten	20	15	35	35	41	52

Nachweise (GZG)
Randbedingung

Nachweise nach WU-Richtlinie (12/17),
DIN EN 1992-1-1:2011-01

Nutzungs-klasse

Nutzungs-klasse

B

Beanspruchungs-klasse

nicht stauendes Sickerwasser
Beanspruchungs-klasse

2

zul. Rissweite

nach WU-Richtlinie (12/17), Tab.2

$H_{\text{Ähe}}$ Wasserstand

$h_G = 1.70$ m

$H_{\text{Ähe}}$ Sohle

$h_S = 0.00$ m

DruckhÄhe

$h_W = 1.70$ m

DruckgefÄlle

$h_W/h_B = 5.67$ -

zul. Rissweite

$w_{\text{zul}} = 0.30$ mm

Trennrisse (Zwang)

nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2

Hydratation

reiner Zug

$k_c = 1.00$ -

innerer Zwang

$k = 0.80$ -

frÄher Zwang ($t \leq 5d$)

$f_{\text{ct,eff}} = 1.30$ N/mm²

aus Sohlreibung

Reibungsbeiwert nach Lohmeyer, Tafel 4.10

Unterkonstr. Sauberkeitsschicht (abgezogen)

Gleitschicht 2 Lagen PE Folie

Reibungskoeff. $\mu_d = 1,35 \cdot 2.00 = 2.70$ -

Hinweis

Die Bodenplatte muss auf ebener Unterlage betoniert sein und darf nicht durch Verzahnung mit dem Untergrund (VersprÄnge, SchÄchte etc.) in ihrer freien Verformung gehindert werden.

Betonspannung
(Reibung)

Lage	q_d [kN/m ²]	$l/2$ [m]	μ_d [-]	$F_{R,d}$ [kN/m]	E_c [N/mm ²]
x-oben	7.50	15.00	2.70	303.75	1.36*
y-oben	7.50	1.25	2.70	25.31	0.09
x-unten	7.50	15.00	2.70	303.75	1.36*
y-unten	7.50	1.25	2.70	25.31	0.09



* Die weitere Berechnung erfolgt mit $f_{ct,eff}$,
da $E_c > f_{ct,eff}$.

Mindestbewehrung

nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2, Gl.(7.1)

Lage	d_s [mm]	d_s^* [mm]	E_s [N/mm ²]	A_{ct} [m ²]	k_{zt}	$a_{s,min}$ [cm ² /m]
x-oben	12.00	26.77	197.48	0.15	1.00	7.90
y-oben	10.00	22.31	216.33	0.15	0.07	1.94
x-unten	12.00	26.77	197.48	0.15	1.00	7.90
y-unten	10.00	22.31	216.33	0.15	0.07	1.94

nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 7.3.2, Gl.(NA.7.5.1)

Lage	Gl.	h/d_i	h_{eff} [m]	d_s^* [mm]	E_s [N/mm ²]	k_{zt}	$a_{s,min}$ [cm ² /m]
x-oben	a	7.32	0.11	26.77	197.48	1.00	7.37
y-oben	a	5.77	0.13	22.31	216.33	0.07	2.17
x-unten	a	7.32	0.11	26.77	197.48	1.00	7.37
y-unten	a	5.77	0.13	22.31	216.33	0.07	2.17

Duktilität

nach DIN EN 1992-1-1/NA, NDP Zu 9.2.1.1(1)

Lage	M_{cr} [kNm]	Z_{II} [cm]	I_I [m ⁴]	f_{ctm} [N/mm ²]	$a_{s,min}$ [cm ² /m]
x-oben	39.00	23.31	0.0022	2.60	3.35
y-oben	39.00	22.32	0.0022	2.60	3.49
x-unten	39.00	23.31	0.0022	2.60	3.35
y-unten	39.00	22.32	0.0022	2.60	3.49

Die vorhandene Mindestbewehrung (Duktilität) ist
ausreichend.

Bewehrungswahl Grundbewehrung

Lage	Typ	d_s [mm]	s [cm]	a_s [cm ² /m]
x-oben	St«be	12	15.0	7.54
y-oben	St«be	10	15.0	5.24
x-unten	St«be	12	15.0	7.54
y-unten	St«be	10	15.0	5.24

Kommentar	Lage	$a_{s,erf}$ [cm ² /m]	$a_{s,vorh}$ [cm ² /m]	η_b
Hydratation	x-oben	7.37	7.54	0.98
Duktilität	y-oben	3.49	5.24	0.67
Hydratation	x-unten	7.37	7.54	0.98
Duktilität	y-unten	3.49	5.24	0.67

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Mindestabmessungen Trennrisse

Duktilität

Nachweis	Lage	η_b [-]
Expositionsklassen	OK	
Plattendicke	OK	0.33
Mindestbewehrung-Zugzwang	x-oben	OK 0.98
Mindestbewehrung-Zugzwang	x-unten	OK 0.98
Mindestbewehrung-Zugzwang	y-oben	OK 0.37
Mindestbewehrung-Zugzwang	y-unten	OK 0.37
Mindestbewehrung-Duktilität	x-oben	OK 0.44
Mindestbewehrung-Duktilität	x-unten	OK 0.44
Mindestbewehrung-Duktilität	y-oben	OK 0.67



Nachweis	Lage	Hb
Mindestbewehrung-Duktilität	y-unten	OK 0.67

Projekt: ST360-23

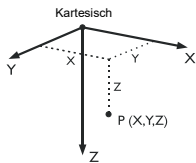
Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ MODELL-BASISANGABEN

	Allgemein	Modellname	:	Bodenplatte Infrastrukturkanal (Reguläre Ausführung)
		Modellbezeichnung	:	Gesamtmodell
		Modelltyp	:	3D
		Positive Richtung der globalen Z-Achse	:	Nach unten
		Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	:	Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
	Optionen	☐ RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen		
		☐ RF-ZUSCHNITT		
		☐ Rohrleitungsanalyse		
		☐ CQC-Regel anwenden		
		☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen		
		Erdbeschleunigung g	:	10.00 m/s ²

■ FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

	Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	l_{FE}	:	0.100 m
		Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	ϵ	:	0.001 m
		Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		:	500
	Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik		:	10
		☒ Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen			
		☒ Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt			
	Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	Δ_D	:	1.800
		Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α	:	0.5 °
		Form der Finiten Elemente:		:	Drei- und Vierecke
					☒ Gleiche Quadrate generieren, wo möglich



■ 1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Knotentyp	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten			Kommentar
				X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	Standard	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.000	
2	Standard	-	Kartesisch	30.000	0.000	0.000	
3	Standard	-	Kartesisch	30.000	2.600	0.000	
4	Standard	-	Kartesisch	0.000	2.600	0.000	
5	Standard	-	Kartesisch	0.150	2.450	0.000	
6	Standard	-	Kartesisch	29.850	2.450	0.000	
7	Standard	-	Kartesisch	0.150	0.150	0.000	
8	Standard	-	Kartesisch	29.850	0.150	0.000	

■ 1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [m]		Kommentar
1	Polylinie	1,4	2.600	Y	
2	Polylinie	4,3	30.000	X	
3	Polylinie	3,2	2.600	Y	
4	Polylinie	2,1	30.000	X	
5	Polylinie	5,6	29.700	X	
6	Polylinie	7,8	29.700	X	

■ 1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm ²]	Modul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsch.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Beton C25/30 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 3100.00	1291.67	0.200	25.00	1.00E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

■ 1.4 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Flächentyp		Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke		Fläche A [m ²]	Gewicht G [kg]
	Geometrie	Steifigkeit			Typ	d [mm]		
1	Eben	Standard	1-4	1	Konstant	300.0	78.000	58500.00

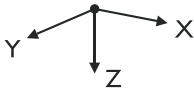
Projekt: ST360-23

Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

1.4.2 FLÄCHEN - INTEGRIERTE OBJEKTE

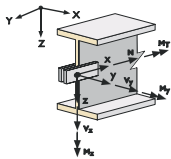
Fläche Nr.	Knoten	Integrierte Objekte Nr. Linien	Öffnungen	Kommentar
1		5,6		

1.9 FLÄCHENLAGER



Bettung Nr.	Flächen Nr.	Federkonstanten RF-SOILIN	Stützung bzw. Feder [kN/m³] u _x u _y u _z			Schubfeder [kN/m] v _{xz} v _{yz}	
1	1	-	1.000	1.000	5000.000	☐	☐

1.14 STABENDGELENKE



Gelenk Nr.	Bezugs-system	Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder[kN/m] u _x u _y u _z			Momentengelenk bzw. Feder[kNm/rad] φ _x φ _y φ _z			Kommentar
1	Lokal x,y,z	☐	☐	☐	☐	☒	☒	

2.1 LASTFÄLLE

Last-fall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung Aktiv X Y Z			
LF1	Eigengewicht der Bodenplatte	Ständig	☒	0.000	0.000	1.000
LF2	Nutzlasten im Kanal	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	☐			
LF3	Wand (Ständige Lasten)	Ständig	☒	0.000	0.000	1.000
LF4	Wand (Nutzlasten)	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	☒	0.000	0.000	0.000
LF5	Wand (Erddruck)	Andere	☒	0.000	0.000	0.000

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-fall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
LF1	Eigengewicht der Bodenplatte	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)	
LF2	Nutzlasten im Kanal	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)	
LF3	Wand (Ständige Lasten)	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)	
LF4	Wand (Nutzlasten)	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)	
LF5	Wand (Erddruck)	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)	

2.7 ERGEBNISKOMBINATIONEN

Ergebn.-kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1	Maßgebende Ergebniskombination	1.35*LF1/s + 1.5*LF2 + 1.35*LF3/s + 1.5*LF4 + 1.5*LF5

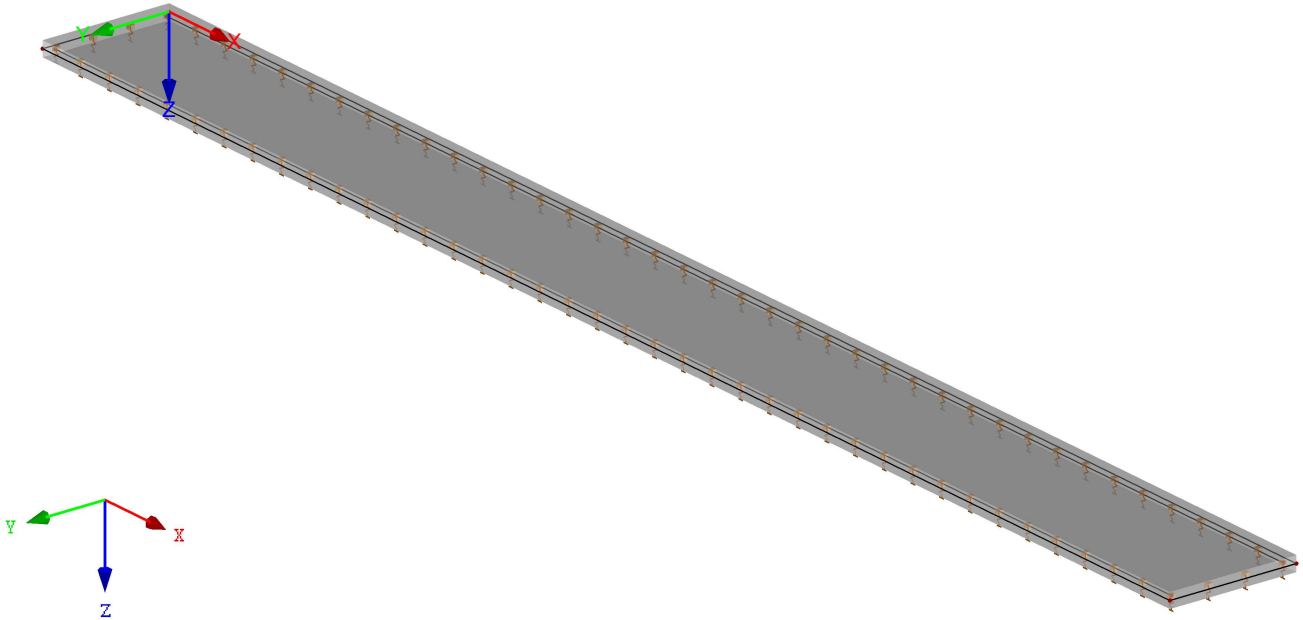
Projekt: ST360-23

Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ LF1: EIGENGEWICHT DER BODENPLATTE

LF1 : Eigengewicht der Bodenplatte

Isometrie



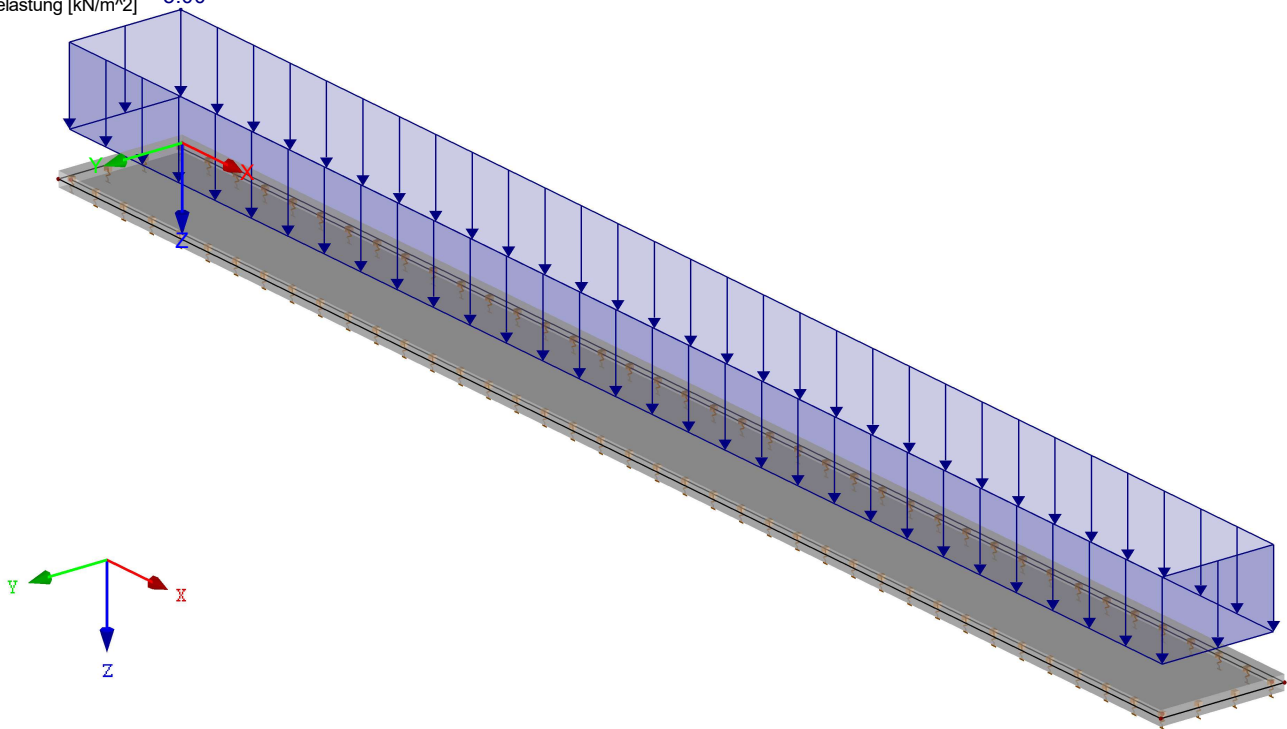
Projekt: ST360-23

Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ LF2: NUTZLASTEN IM KANAL

LF2 : Nutzlasten im Kanal
Belastung [kN/m²]

Isometrie



LF2
Nutzlasten im Kanal

■ 3.4 FLÄCHENLASTEN

LF2: Nutzlasten im Kanal

Nr.	An Flächen Nr.	Last- Art	Last- verteilung	Last- Richtung	Lastparameter		
					Symbol	Wert	Einheit
1	1	Kraft	Konstant	ZL	p	5.00	kN/m ²

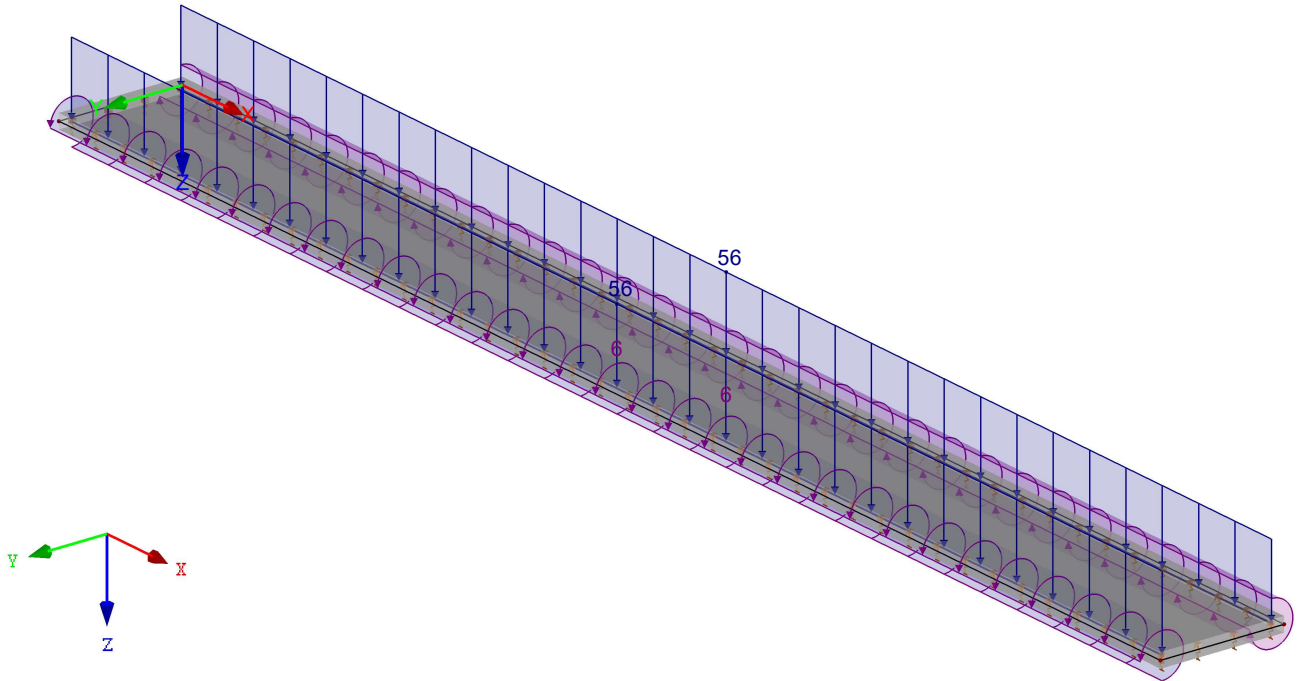
Projekt: ST360-23

Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ LF3: WAND (STÄNDIGE LASTEN)

LF3 : Wand (Ständige Lasten)
Belastung [kN/m], [kNm/m]

Isometrie



LF3
Wand (Ständige Lasten)

■ 3.3 LINIENLASTEN

LF3: Wand (Ständige Lasten)

Nr.	Beziehen auf	An Linien Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Symbol	Lastparameter	
							Wert	Einheit
1	Linien	5,6	Kraft	Konstant	ZL	p	56	kN/m
2	Linien	6	Moment	Konstant	XL	m	-6	kNm/m
3	Linien	5	Moment	Konstant	XL	m	6	kNm/m

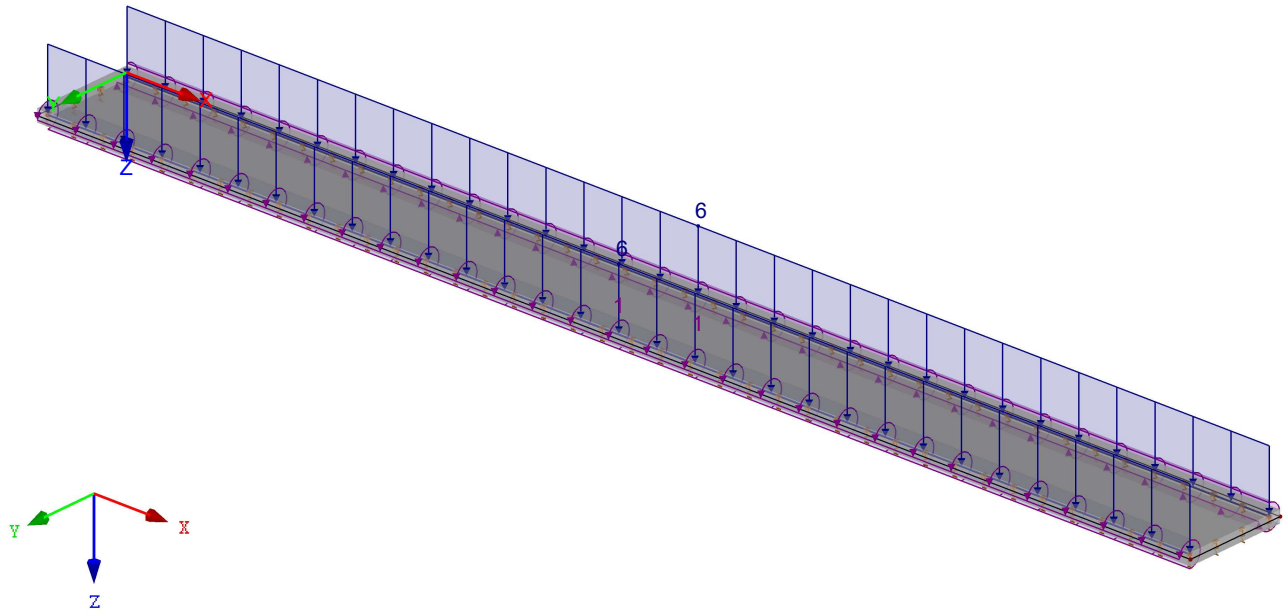
Projekt: ST360-23

Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ LF4: WAND (NUTZLASTEN)

LF4 : Wand (Nutzlasten)
Belastung [kN/m], [kNm/m]

Isometrie



LF4
Wand (Nutzlasten)

■ 3.3 LINIENLASTEN

LF4: Wand (Nutzlasten)

Nr.	Beziehen auf	An Linien Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Symbol	Lastparameter	
							Wert	Einheit
1	Linien	5,6	Kraft	Konstant	ZL	p	6	kN/m
2	Linien	6	Moment	Konstant	XL	m	-1	kNm/m
3	Linien	5	Moment	Konstant	XL	m	1	kNm/m

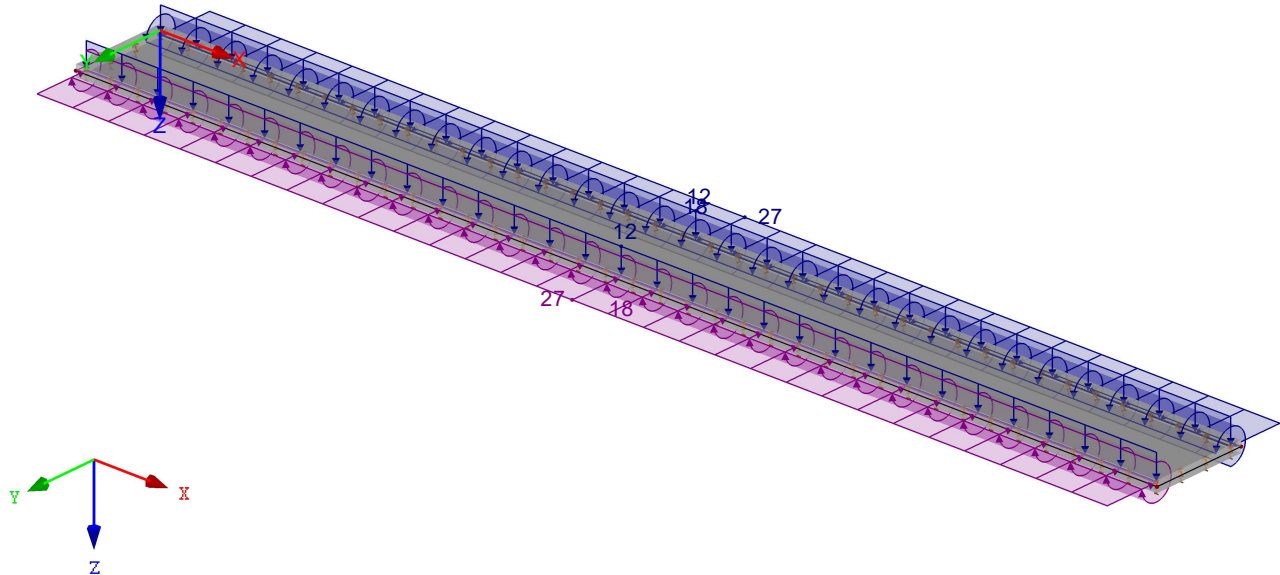
Projekt: ST360-23

Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ LF5: WAND (ERDDRUCK)

LF5 : Wand (Erddruck)
Belastung [kN/m], [kNm/m]

Isometrie



LF5
Wand (Erddruck)

■ 3.3 LINIENLASTEN

LF5: Wand (Erddruck)

Nr.	Beziehen auf	An Linien Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter		
						Symbol	Wert	Einheit
1	Linien	5,6	Kraft	Konstant	ZL	p	12	kN/m
2	Linien	6	Moment	Konstant	XL	m	18	kNm/m
3	Linien	5	Moment	Konstant	XL	m	-18	kNm/m
4	Linien	5	Kraft	Konstant	YL	p	-27	kN/m
5	Linien	6	Kraft	Konstant	YL	p	27	kN/m

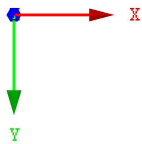
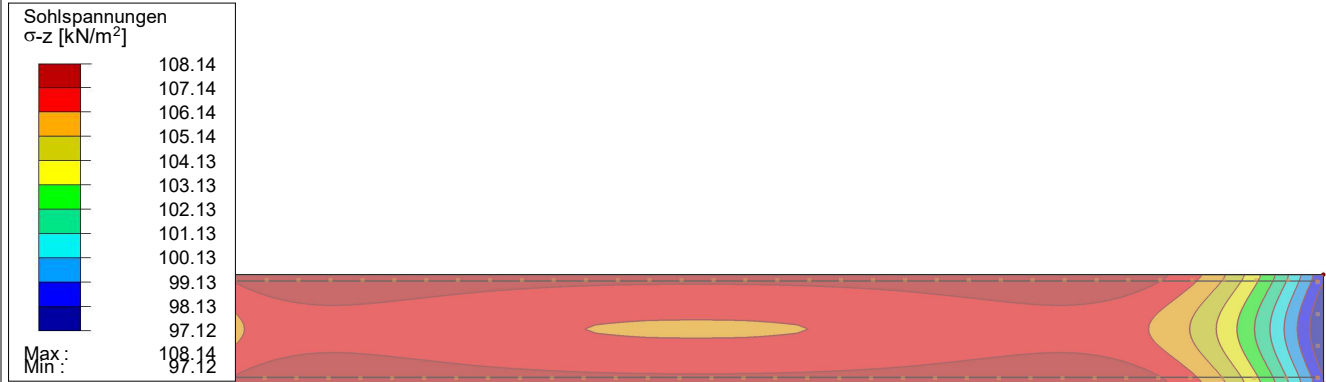
Projekt: ST360-23

Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ KONTRAKTSPANNUNGEN UNTER BEMESSUNGSLAST

EK1 : Maßgebende Ergebniskombination
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max-Werte

In Z-Richtung



Max Sigma-z: 108.14, Min Sigma-z: 97.12 kN/m²

3.623 m

■ 4.2 KNOTEN - VERFORMUNGEN

Ergebniskombinationen

Knoten Nr.	EK		Verschiebungen [mm]			Verdrehungen [mrad]			
			u_x	u_y	u_z	φ_x	φ_y	φ_z	
1	EK1	Max	0.0	0.0	19.7	-0.2	-0.6	0.0	
		Min	0.0	0.0	14.4	-0.5	-0.7	0.0	
2	EK1	Max	0.0	0.0	19.7	-0.2	0.7	0.0	
		Min	0.0	0.0	14.4	-0.5	0.6	0.0	
3	EK1	Max	0.0	0.0	19.7	0.5	0.7	0.0	
		Min	0.0	0.0	14.4	0.2	0.6	0.0	
4	EK1	Max	0.0	0.0	19.7	0.5	-0.6	0.0	
		Min	0.0	0.0	14.4	0.2	-0.7	0.0	
5	EK1	Max	0.0	0.0	19.7	0.5	-0.6	0.0	
		Min	0.0	0.0	14.4	0.2	-0.7	0.0	
6	EK1	Max	0.0	0.0	19.7	0.5	0.7	0.0	
		Min	0.0	0.0	14.4	0.2	0.6	0.0	
7	EK1	Max	0.0	0.0	19.7	-0.2	-0.6	0.0	
		Min	0.0	0.0	14.4	-0.5	-0.7	0.0	
8	EK1	Max	0.0	0.0	19.7	-0.2	0.7	0.0	
		Min	0.0	0.0	14.4	-0.5	0.6	0.0	
		Min	0.0	0.0	19.7	0.5	0.7	0.0	
		Min	0.0	0.0	14.4	-0.5	-0.7	0.0	

RF-BETON Flächen
FA1
Stahlbeton-Bemessung

Projekt: ST360-23

Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

1.1 BASISANGABEN

Bemessung nach Norm:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
TRAGFÄHIGKEIT	
Zu bemessende Ergebniskombination:	EK1 Maßgebende Ergebniskombination Ständig und vorübergehend
Definition der vorhandenen Zusatzbewehrung	Automatische Anordnung nach Vorgaben in Maske 1.4
DETAILEINSTELLUNGEN	
Nachweisverfahren für Bewehrungsumhüllende	Gemischte
Ansatz von Schnittgrößen ohne Rippenanteil	☐
Einstellungen der Bemessungssituation für GZG-Nachweise	
Lastkombination:	
Charakteristisch mit Direktlast	Nachweise: $k_1 \cdot f_{ck}$, $k_3 \cdot f_{yk}$
Charakteristisch mit Zwangsverformung	Nachweise: $k_1 \cdot f_{ck}$, $k_4 \cdot f_{yk}$
Häufig	Nachweise: w_k
Quasi-ständig	Nachweise: $k_2 \cdot f_{ck}$, w_k , u_l

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Beton-Festigkeitsklasse	Materialbezeichnung	Stahl-Bezeichnung	Kommentar
1	Beton C25/30		B 500 S (A)	

1.2.1 MATERIALKENNWERTE

Material Nr.	Bezeichnung	Symbol	Größe	Einheit
1	Beton-Festigkeitsklasse: Beton C25/30			
	Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit	f_{ck}	25.00	N/mm ²
	5%-Quantil der zentrischen Zugfestigkeit	$f_{ctk,0.05}$	1.80	N/mm ²
	Charakteristische für nichtlineare Berechnungen			
	Mittelwert des Elastizitätsmoduls	E_{cm}	31000.00	N/mm ²
	Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit	f_{cm}	33.00	N/mm ²
	Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit	f_{ctm}	2.60	N/mm ²
	Grenzdehnung bei zentrischem Druck	ϵ_{c1}	-2.100	‰
	Bruchdehnung	ϵ_{cu1}	-3.500	‰
	Schubmodul	G	12916.70	N/mm ²
	Querdehnzahl	ν	0.200	-
	Charakteristische Dehnungen für Parabel-Rechteck-Diagramm			
	Grenzdehnung bei zentrischem Druck	ϵ_{c2}	-2.000	‰
	Bruchdehnung	ϵ_{cu2}	-3.500	‰
	Exponent der Parabel	n	2.000	-
	Spezifisches Gewicht	γ	25.00	kN/m ³
	Betonstahl: B 500 S (A)			
	Elastizitätsmodul	E_s	200000.00	N/mm ²
	Mittelwert der Streckgrenze	f_{ym}	550.00	N/mm ²
	Charakteristischer Wert der Streckgrenze	f_{yk}	500.00	N/mm ²
	Mittelwert der Zugfestigkeit	f_{tm}	551.25	N/mm ²
	Charakteristischer Wert der Zugfestigkeit	f_{tk}	525.00	N/mm ²
	Stahidehnung unter Höchstlast	ϵ_{uk}	25.000	‰

1.3 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Mat. Nr.	Dicke Typ	Dicke [mm]	Anmerkungen	Kommentar
1	1	Konstant	300.00		

1.4 BEWEHRUNGSSATZ NR. 1

Angewendet auf Flächen:	Alle
BEWEHRUNGSGRAD	
Mindest-Querbewehrung	20.0 %
Mindest-Bewehrung generell	0.0 %
Mindest-Druckbewehrung	0.0 %
Mindest-Zugbewehrung	0.0 %
Maximaler Bewehrungsgrad	4.0 %
Minimaler Schubbewehrungsgrad	0.0 %
Betondeckung nach Norm	☒
ANORDNUNG DER GRUNDBEWEHRUNG - OBEN (-z)	
Anzahl der Bahnen	2
Achsmaßdeckungen	d-1: 41.00, d-2: 53.00 mm
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung	
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC3
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine
Herstellungsart nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton
Neindurchmesser des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle	☐
4.2	
Bewehrungsrichtung	$\varnothing_1$ $\varnothing_2$
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	0.012 m0.012 m
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	0.012 m0.012 m
Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	0.020 m0.020 m
Additives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 m0.000 m

Projekt: ST360-23

Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

1.4 BEWEHRUNGSSATZ NR. 1

Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	0.020 m	0.020 m
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	0.015 m	0.015 m
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	0.041 m	0.041 m
Mindestbetondeckung der Bewehrung	0.041 m	0.053 m
Stabdurchmesser	ds-1: 12.00, ds-2: 12.00 mm	
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°	
Bewehrungsfläche	As-1,-z (oben): 7.54, As-2,-z (oben): 5.24 cm²/m	
ANORDNUNG DER GRUNDBEWEHRUNG - UNTEN (+z)		
Anzahl der Bahnen	2	
Achsmaßdeckungen	d-1: 36.00, d-2: 48.00 mm	
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung		
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC2	
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine	
Herstellungsart nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton	
Nennndurchmesser des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	☐	
Bewehrungsrichtung	φ1	φ2
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	0.012 m	0.012 m
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	0.012 m	0.012 m
Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	0.015 m	0.015 m
Aditives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 m	0.000 m
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	0.015 m	0.015 m
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	0.015 m	0.015 m
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	0.036 m	0.036 m
Mindestbetondeckung der Bewehrung	0.036 m	0.048 m
Stabdurchmesser	ds-1: 12.00, ds-2: 12.00 mm	
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°	
Bewehrungsfläche	As-1,+z (unten): 7.54, As-2,+z (unten): 5.24 cm²/m	
ANORDNUNG DER ZUSATZBEWEHRUNG - OBEN (-z)		
Anzahl der Bahnen	2	
Achsmaßdeckungen	d-1: 40.00, d-2: 50.00 mm	
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung		
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC3	
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine	
Herstellungsart nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton	
Nennndurchmesser des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	☐	
Bewehrungsrichtung	φ1	φ2
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	0.012 m	0.012 m
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	0.012 m	0.012 m
Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	0.020 m	0.020 m
Aditives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 m	0.000 m
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	0.020 m	0.020 m
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	0.015 m	0.015 m
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	0.041 m	0.041 m
Mindestbetondeckung der Bewehrung	0.041 m	0.053 m
Stabdurchmesser	ds-1: 10.00, ds-2: 10.00 mm	
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°	
Bewehrungsfläche	Ansatz der erforderlichen Zusatzbewehrung nach Tabelle 2.1, 2.2, 2.3	
ANORDNUNG DER ZUSATZBEWEHRUNG - UNTEN (+z)		
Anzahl der Bahnen	2	
Achsmaßdeckungen	d-1: 40.00, d-2: 50.00 mm	
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung		
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC2	
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine	
Herstellungsart nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton	
Nennndurchmesser des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	☐	
Bewehrungsrichtung	φ1	φ2
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	0.012 m	0.012 m
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	0.012 m	0.012 m
Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	0.015 m	0.015 m
Aditives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 m	0.000 m
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	0.015 m	0.015 m
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	0.015 m	0.015 m
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	0.036 m	0.036 m
Mindestbetondeckung der Bewehrung	0.036 m	0.048 m
Stabdurchmesser	ds-1: 10.00, ds-2: 10.00 mm	
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°	
Bewehrungsfläche	Ansatz der erforderlichen Zusatzbewehrung nach Tabelle 2.1, 2.2, 2.3	
LÄNGSBEWEHRUNG FÜR QUERKRAFTNACHWEIS		
Ansatz des jeweils größeren Wertes aus erforderlicher oder vorhandener Längsbewehrung (Grund- und Zusatzbewehrung) pro Bewehrungsrichtung.		
EINSTELLUNGEN ZU DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12		
Mindestlängsbewehrung für Platten nach 9.3.1	☒	
Richtung der Mindestbewehrung		
Bewehrungsrichtung mit der Hauptzugkraft im betrachteten Element(As,min auf Ober- (z) oder Unterseite (+z)):	☒	
Mindestlängsbewehrung für Wände nach 9.6	☐	
Mindestschubbewehrung	☒	
Verhältnis b/h	> 5	
Begrenzung der Druckzone	☒	
Veränderliche Druckstrebenneigung - Min	18.434 °	
Veränderliche Druckstrebenneigung - Max	45.000 °	
Teilsicherheitsbeiwert γs	ST+V 1.15, AU 1.00, GZG 1.00	
Teilsicherheitsbeiwert γc	ST+V 1.50, AU 1.30, GZG 1.00	
Berücksichtigung von Langzeitwirkungen Alpha-cc	ST+V 0.85, AU 0.85, GZG 1.00	
Berücksichtigung von Langzeitwirkungen Alpha-ct	GZG 1.00	

Projekt: ST360-23

Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ 2.2 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG FLÄCHENWEISE

Fläche Nr.	Punkt Nr.	Punkt-Koordinaten [m]			Symbol	Erford. Bewehrung GZT	Basis Bewehr.	Zusätzliche Bewehrung		Einheit	Anmer- kungen
		X	Y	Z				Erforderlich	Vorhanden		
1	N117	9.000	2.600	0.000	a _{s,1,-z} (oben)	3.47	7.54	0.00	0.00	cm ² /m	
	N7011	23.100	1.300	0.000	a _{s,2,-z} (oben)	4.66	5.24	0.00	0.00	cm ² /m	
	N3373	8.500	2.526	0.000	a _{s,1,+z} (unten)	3.47	7.54	0.00	0.00	cm ² /m	
	N26	0.000	2.500	0.000	a _{s,2,+z} (unten)	3.44	5.24	0.00	0.00	cm ² /m	
	N1	0.000	0.000	0.000	a _{sw}	0.00	-	-	-	cm ² /m ²	

Projekt: ST360-23

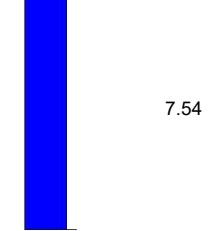
Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ VORH. GRUNDBEWehrUNG , OBERE LAGE, LängSACHSE

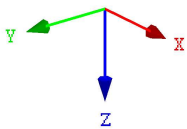
RF-BETON Flächen FA1
Stahlbeton-Bemessung

Isometrie

Vorh. Grundbewehrung
a-s,1,-z (oben)
[cm²/m]



Max: 7.54
Min: 7.54



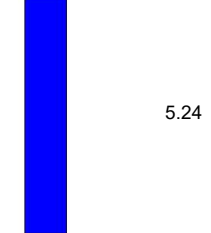
Max a-s,1,-z (oben): 7.54, Min a-s,1,-z (oben): 7.54 cm²/m

■ VORH. GRUNDBEWehrUNG , OBERE LAGE, QUER

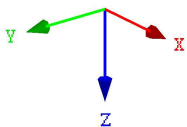
RF-BETON Flächen FA1
Stahlbeton-Bemessung

Isometrie

Vorh. Grundbewehrung
a-s,2,-z (oben)
[cm²/m]



Max: 5.24
Min: 5.24



Max a-s,2,-z (oben): 5.24, Min a-s,2,-z (oben): 5.24 cm²/m

Projekt: ST360-23

Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ VORH. GRUNDBEWehrUNG , UNTERE LAGE, LängSACHSE

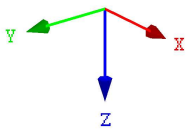
RF-BETON Flächen FA1
Stahlbeton-Bemessung

Isometrie

Vorh. Grundbewehrung
a-s,1,+z (unten)
[cm²/m]



Max: 7.54
Min: 7.54



Max a-s,1,+z (unten): 7.54, Min a-s,1,+z (unten): 7.54 cm²/m

■ VORH. GRUNDBEWehrUNG , UNTERE LAGE, QUER

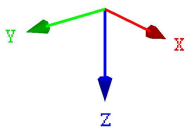
RF-BETON Flächen FA1
Stahlbeton-Bemessung

Isometrie

Vorh. Grundbewehrung
a-s,2,+z (unten)
[cm²/m]



Max: 5.24
Min: 5.24



Max a-s,2,+z (unten): 5.24, Min a-s,2,+z (unten): 5.24 cm²/m

Projekt: ST360-23

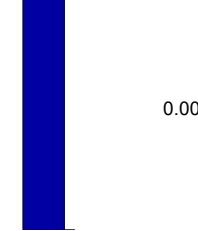
Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ ERF. ZUSATZBEWEHRUNG, OBERE LAGE, LÄNGS

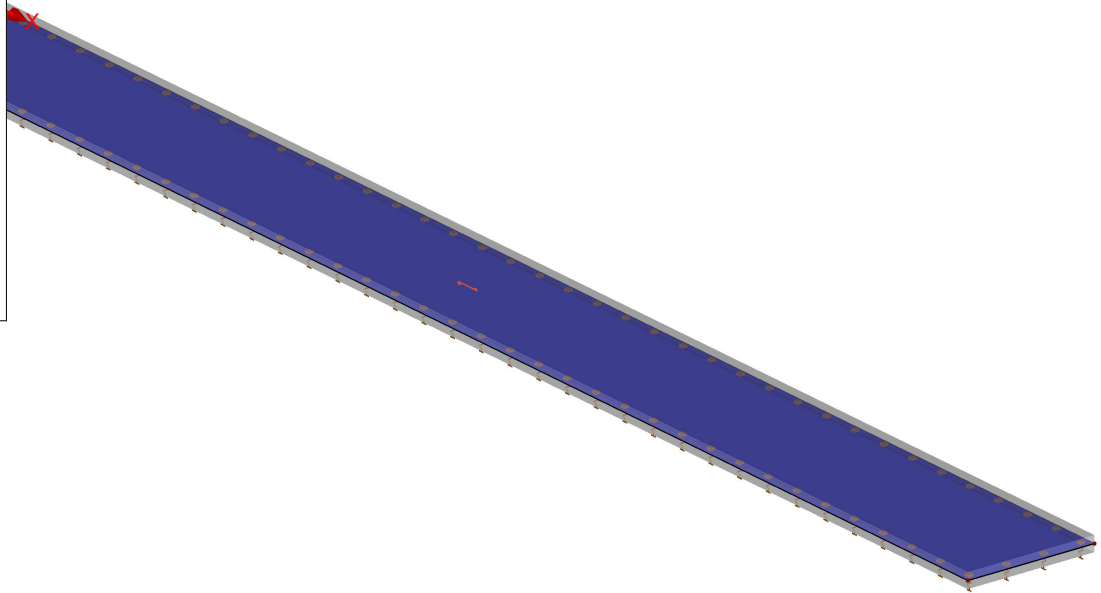
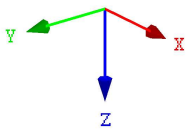
RF-BETON Flächen FA1
Stahlbeton-Bemessung

Isometrie

Erf. Zusatzbewehrung
a-s,1,-z (oben)
[cm²/m]



Max.: 0.00
Min.: 0.00



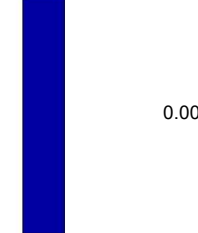
Max a-s,1,-z (oben): 0.00, Min a-s,1,-z (oben): 0.00 cm²/m

■ ERF. ZUSATZBEWEHRUNG, OBERE LAGE, QUER

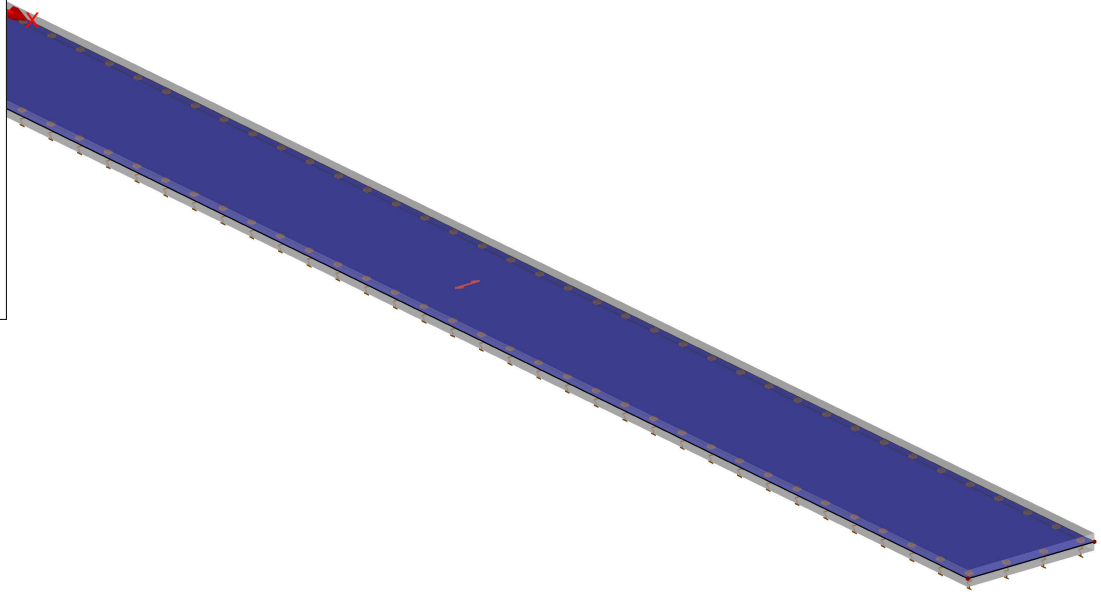
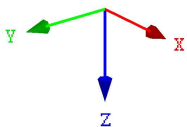
RF-BETON Flächen FA1
Stahlbeton-Bemessung

Isometrie

Erf. Zusatzbewehrung
a-s,2,-z (oben)
[cm²/m]



Max.: 0.00
Min.: 0.00



Max a-s,2,-z (oben): 0.00, Min a-s,2,-z (oben): 0.00 cm²/m

Projekt: ST360-23

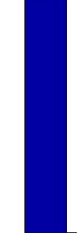
Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ ERF. ZUSATZBEWEHRUNG, UNTERE LAGE, LÄNGS

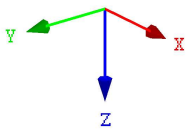
RF-BETON Flächen FA1
Stahlbeton-Bemessung

Isometrie

Erf. Zusatzbewehrung
a-s,1,+z (unten)
[cm²/m]



Max.: 8.00
Min.: 0.00



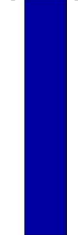
Max a-s,1,+z (unten): 0.00, Min a-s,1,+z (unten): 0.00 cm²/m

■ ERF. ZUSATZBEWEHRUNG, UNTERE LAGE, QUER

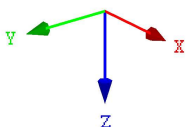
RF-BETON Flächen FA1
Stahlbeton-Bemessung

Isometrie

Erf. Zusatzbewehrung
a-s,2,+z (unten)
[cm²/m]



Max.: 8.00
Min.: 0.00



Max a-s,2,+z (unten): 0.00, Min a-s,2,+z (unten): 0.00 cm²/m

Projekt: ST360-23

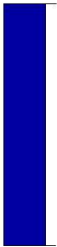
Modell: Bopla. Infrastrukturkanal

■ ERF. SCHUBBEWEHRUNG

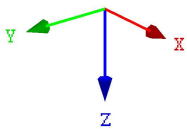
RF-BETON Flächen FA1
Stahlbeton-Bemessung

Isometrie

Schubbewehrung
a-sw [cm^2/m^2]



Max.: 8.00
Min.: 0.00



Max a-sw: 0.00, Min a-sw: 0.00 cm^2/m^2