

L 103

hier: **L 103 – Apollo- und Diana-Tunnel, Bad Bertrich**
Nachrüstung Löschwasserversorgung gemäß RABT 2006
Apollo-Tunnel, Bauwerk-Nr.: 5908622
Diana-Tunnel, Bauwerk-Nr.: 5908619



Nächster Ort: Bad Bertrich

Baulänge: ca. 0,990 km

Landesbetrieb Mobilität Cochem-Koblenz

FESTSTELLUNGSENTWURF

STANDSICHERHEITSNACHWEIS

Gemeinden: Verbandsgemeinde Ulmen

Kreis: Cochem-Zell

<p>Aufgestellt: Cochem, den 06.07.2022</p> <p>gez. Bernd Cornely</p> <p>.....</p> <p>Dienststellenleiter</p>	

- Baustatik
- Hoch- und
Ingenieurbauwerke
- Massivbau
- Stahlbau
- Holzbau
- Elementierung

STANDSICHERHEITSNACHWEIS

Bauvorhaben: Nachrüstung Löschwasserversorgung Apollo- und Diana- Tunnel

Bauherr: Landesbetrieb Mobilität Cochem- Koblenz
Ravenéstraße 50
56812 Cochem

Baustelle: Apollo- und Diana- Tunnel L 103, Bad Bertrich

Grundlagen: Entwurfsplanung H2R- Ingenieure Bad Breisig

Vorschriften: DIN 1045-1 Beton und Stahlbeton

DIN 18800 Stahl im Hochbau

DIN 1052 Holzbauwerke

DIN 1053 Mauerwerksbau

DIN 1054 Baugrundbelastung

DIN 1055 Lastannahmen im Hochbau

Inhalt	Seite
Deckblatt	1
Inhalt	2
Vorbemerkung	3
Bauwerk 1: Löschwasserbehälter	4 - 40
Bauwerk 2: Löschwasserückhaltebecken Diana	41 - 79
Bauwerk 3: Löschwasserückhaltebecken Apollo	80 - 84
Bauwerk 4: Betriebsgebäude	85 - 100
Schlussseite	101



Grundlage dieses Statik ist die Entwurfsplanung
des HZR - Ingenieur aus Bad Breinzig.

Weiterhin lag das Baugrundgutachten von
Ruhel + Partner vor.

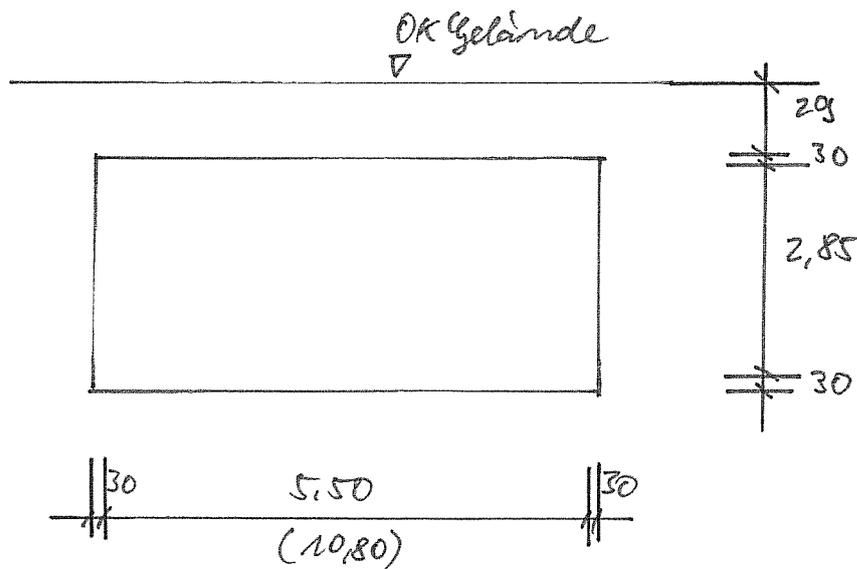
Im Folgenden werden die Bauwerke als
Kastenprofile nachgewiesen.

Als Querbewehrung kommen mind. $\phi 10/15$
zur Ausführung, so dass bei den vorhandenen
Abmessungen von einer zweiachsigen
Wirkung auszugehen ist.

Daher werden nicht alle Bewehrungspitzen
voll abgedeckt.

Bauwerk 1: Giebelwandlehälter

System und Belastung:



aus DIN-Fachbericht 101		41,00 N/m^2
aus Bodanflast	$20 \cdot 0,29$	= 5,80 "
	$(13,7)$	
$e_0 =$	$41 \cdot 1/3 + 20 \cdot 0,29 \cdot 1/3$	= 15,63 "
$e_n =$	$41 \cdot 1/3 + 20 \cdot 3,74 \cdot 1/3$	= 38,63 "
aus Eigengewicht	566- Bauteile $25 \cdot 0,30$	= 7,50 "
aus Probebefüllung	$10 \cdot 2,80$	= 28,00 "



gew C 25/30 WU teilweise XC4, XF1
BSf 500.5

bei Wandstärke von 30 cm ergibt sich
ein w_s von 0,20 mm

LF1 Eigenlast Stahlbeton

LF2 Probefüllung

LF3 Erdauflast und Erddruck

LF4 Fahrzeug auf Decke

LF5 Erddruck aus Fahrzeug

ÜL1 LF1 + LF2

ÜL2 LF1 + LF3

ÜL3 LF1 + LF4 + LF3

ÜL4 LF1 + LF3 + LF4 + LF5

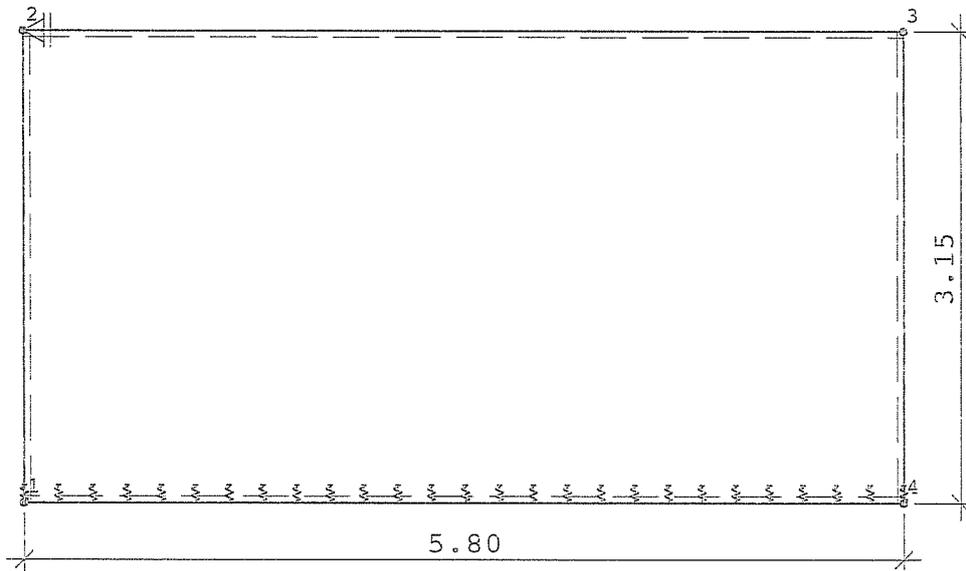
ÜL5 LF1 + LF3 + LF5

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

System M 1 : 50



BAUSTOFF : C25/30 E-Modul $E = 2669.00 \text{ kN/cm}^2$ $\gamma_M = 1.50$
 spez. Gewicht : 2.50 kg/dm^3

Q.Nr	Mat.Nr	Träg.h.mom. I (cm ⁴)	Fläche A (cm ²)	Bettung Kb (kN/cm ²)
1	1 100x30 (	225000	3000.0	0.000
2	1 100x30 (	225000	3000.0	0.100

PLASTISCHE SCHNITTGRÖßEN

Nr	Mat	NPl (kN)	Mply (kNm)	Qplz (kN)	Mplz (kNm)	Oply (kN)
1	1	150000	11250.0	43301.3	37500.0	43301.3
2	1	150000	11250.0	43301.3	37500.0	43301.3

QUERSCHNITTSABMESSUNGEN in (cm)

Q.Nr.	Mat.Nr	b	d	Faktor
1	1	100.0	30.0	0.60
2	1	100.0	30.0	0.60

BEWEHRUNGLAGE: $d1 = 5.0 \text{ cm}$ $d2 = 5.0 \text{ cm}$

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 2

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

SYSTEM Stab Nr.	Projektionen		Querschnitt		K n o t e n	
	Lx (m)	Lz (m)	Q1	Q2	Ende 1	Ende 2
1	0.000	3.150	1	1	1.0	2.0
2	5.800	0.000	1	1	2.0	3.0
3	0.000	-3.150	1	1	3.0	4.0
4	-5.800	0.000	2	2	4.0	1.0

AUFLAGER : -1 = starr , 0 = frei , > 0 = elastisch (kN/cm , kNcm)
 Knoten horizontal vertikal drehend

1	0	0	0
2	-1	0	0

Volumen der Konstruktion V = 5.370 m3
 Gewicht der Konstruktion G = 13425 kg

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 3

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

BELASTUNG Nr. 1 Lastfall: g

Einwirkung Nr. 99 Ständige Lasten $\gamma = 1.35$

Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN

Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
2=Einzelmoment(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

Stab	Art	Richtung	p1	p2	Abstand a	Länge b
2	3	2	7.500	7.500		
4	3	2	7.500	7.500		

KNOTENLASTEN

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
2	0.000	24.000	0.000
3	0.000	24.000	0.000

Summe aller äußeren Lasten(kN)

Gesamt	Fx	Fz
	0.000	135.000

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 2.58 cm

AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 1 : g

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 4

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

SCHNITTGRÖSSEN			Th. 1.Ord. Lastfall 1 : g		
Stab	Q	Knoten	Q	N	M
Nr.	Nr.	Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)
1	1	1	6.07	-45.75	-30.52
		.25	6.07	-45.75	-25.74
		.50	6.07	-45.75	-20.96
		.75	6.07	-45.75	-16.17
	2	2	6.07	-45.75	-11.39
2	1	2	21.75	6.07	-11.39
		.25	10.87	6.07	12.26
		.50	0.00	6.07	20.15
		.75	-10.88	6.07	12.26
	3	3	-21.75	6.07	-11.39
3	1	3	-6.07	-45.75	-11.39
		.25	-6.07	-45.75	-16.17
		.50	-6.07	-45.75	-20.96
		.75	-6.07	-45.75	-25.74
	4	4	-6.07	-45.75	-30.52
4	2	4	45.75	-6.07	-30.52
		.25	22.50	-6.07	18.72
		.50	0.95	-6.07	35.90
		.75	-20.35	-6.07	22.88
	2	1	-42.98	-6.07	-20.89

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 5

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

BELASTUNG Nr. 2 Lastfall: w

Einwirkung Nr. 14 sonstige veränderliche Lasten $\gamma = 1.50$
Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN

Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
2=Einzelmoment(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

Stab	Art	Richtung	p1	p2	Abstand a	Länge b
1	4	1	-28.000	0.000	0.000	2.800
3	4	1	0.000	28.000	0.800	2.350
4	3	2	28.000	28.000		

Summe aller äußeren Lasten(kN)

Gesamt	Fx	Fz
	-6.300	162.400

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 1.00 * L$ Max_f = 2.99 cm

AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 2 : w

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
------------	--------------	--------------	----------------

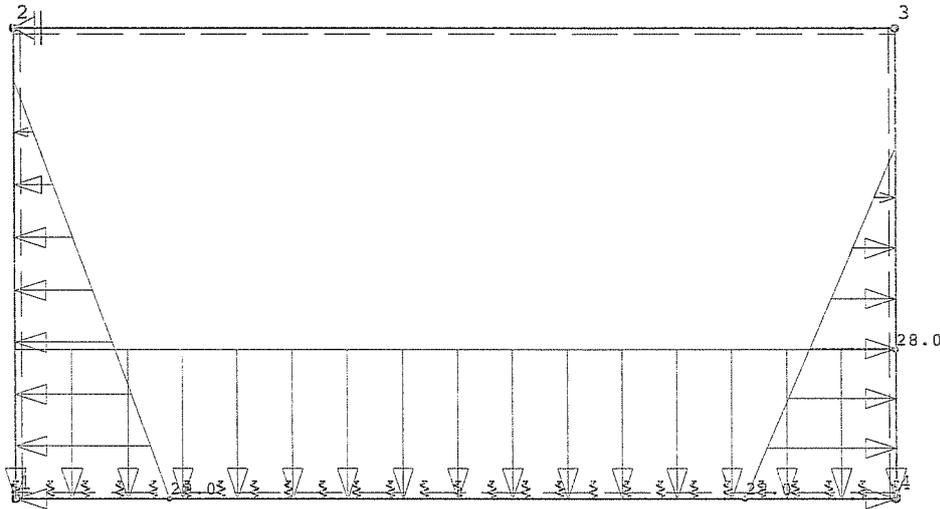
1			
2	-6.300		
Summe :	-6.300	0.000	

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 6

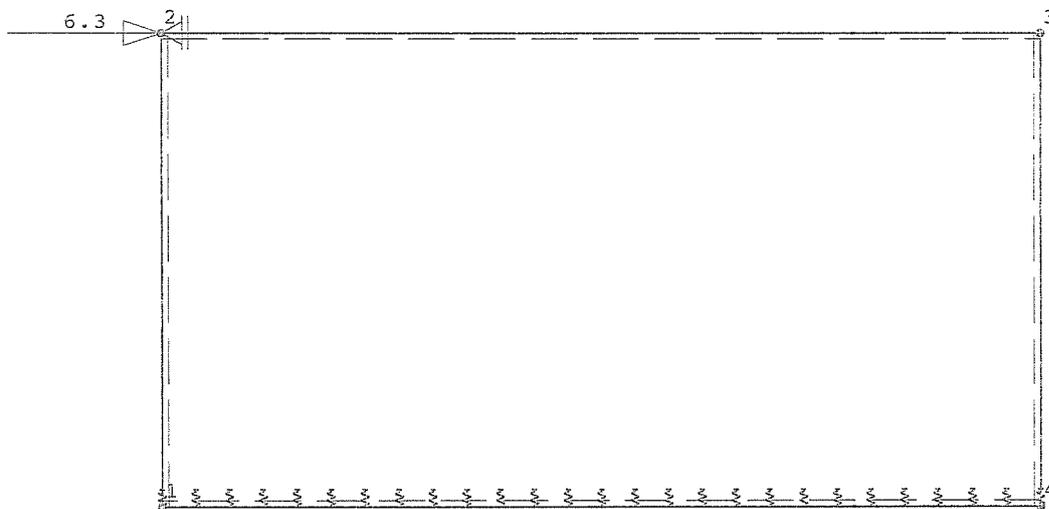
PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

Belastung Lastfall Nr. 2 M 1 : 50



Auflagerkräfte (kN) Lastfall Nr. 2 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 7

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel POS: 1.0
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

BELASTUNG Nr. 3 Lastfall: e

Einwirkung Nr. 99 Ständige Lasten $\gamma = 1.35$
 Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN

Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
 2=Einzelmoment(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
 Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
 3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

Stab	Art	Richtung	p1	p2	Abstand a	Länge b
1	3	1	25.000	1.930		
2	3	2	1.930	1.930		
3	3	1	-1.930	-25.000		

Summe aller äußeren Lasten(kN)

Gesamt	Fx	Fz
	0.000	11.194

Maximale Verschiebung im Stab 4 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 0.19 cm

AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 3 : e
 Knoten Kraft H Kraft V Moment M
 Nr. (kN) (kN) (kNm)

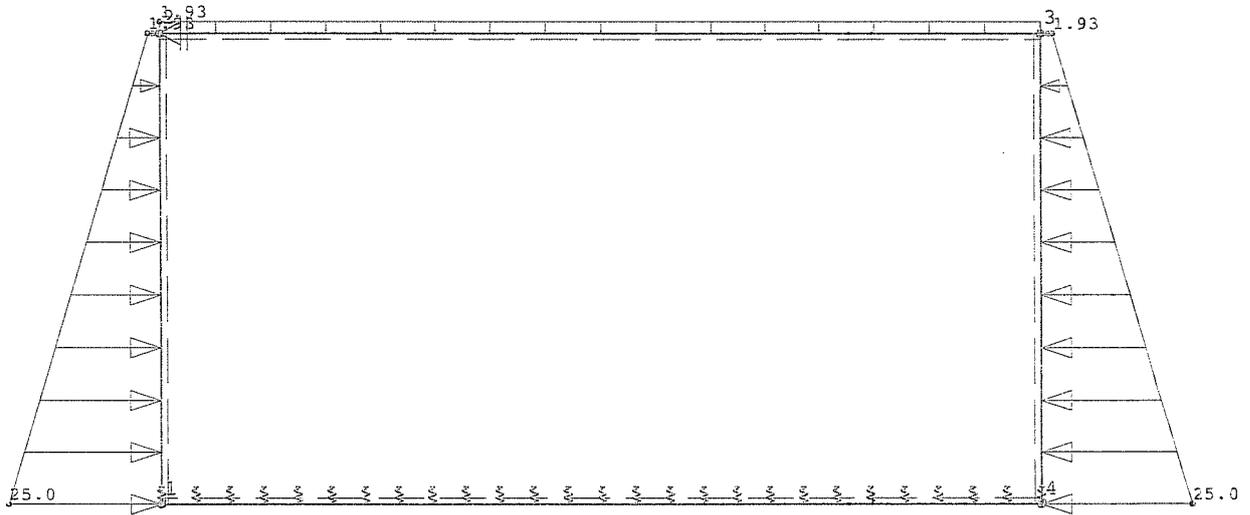
1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 8

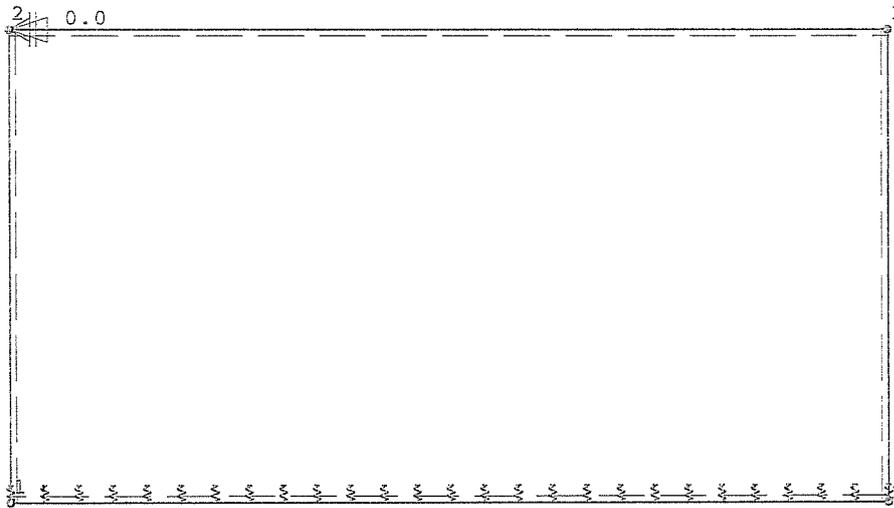
PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

Belastung Lastfall Nr. 3 M 1 : 50



Auflagerkräfte (kN) Lastfall Nr. 3 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 9

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

BELASTUNG Nr. 4 Lastfall: fd

Einwirkung Nr. 7 30kN < Fahrzeuglast < 160kN $\gamma = 1.50$
Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN

Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
2=Einzelmoment(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

Stab	Art	Richtung	p1	p2	Abstand a	Länge b
2	3	2	41.000	41.000		

Summe aller äußeren Lasten(kN)

Gesamt	Fx	Fz
	0.000	237.800

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 5.09 cm

AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 4 : fd
Knoten Kraft H Kraft V Moment M
Nr. (kN) (kN) (kNm)

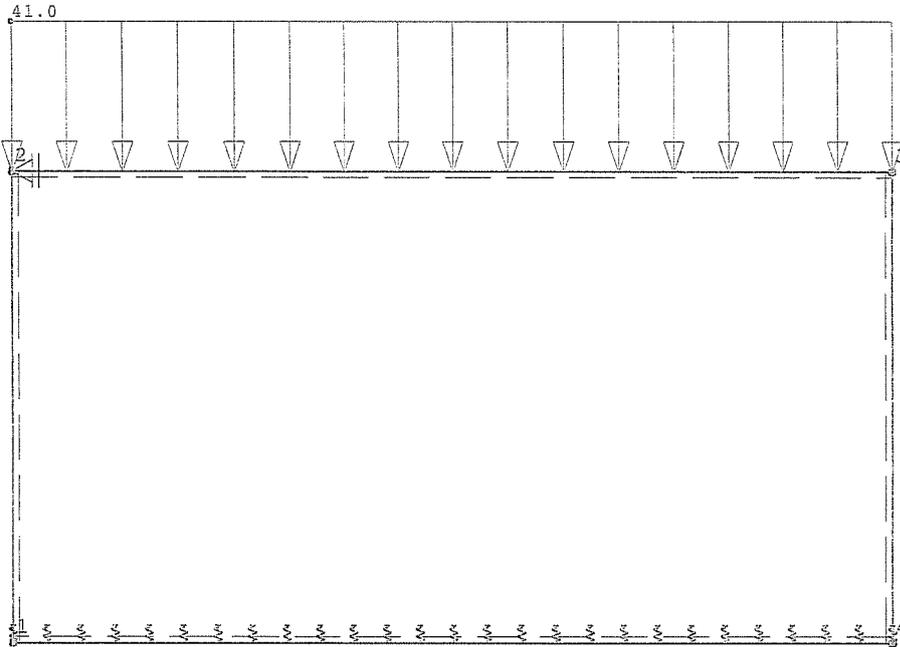
1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 10

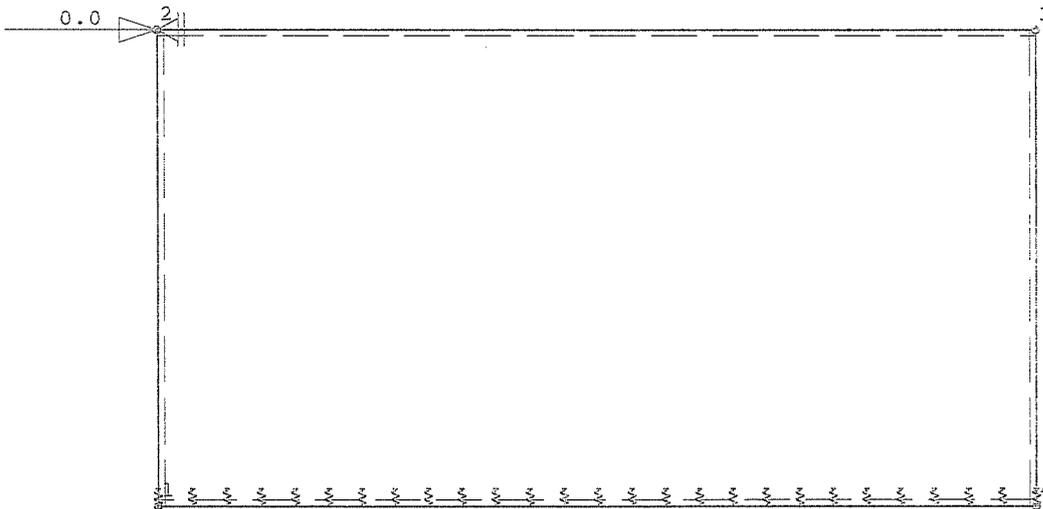
PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

Belastung Lastfall Nr. 4 M 1 : 50



Auflagerkräfte (kN) Lastfall Nr. 4 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 11

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

BELASTUNG Nr. 5 Lastfall: fw

Einwirkung Nr. 7 30kN < Fahrzeuglast < 160kN $\gamma = 1.50$
 Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN

Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
 2=Einzelmoment(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
 Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
 3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

Stab	Art	Richtung	p1	p2	Abstand a	Länge b
1	3	1	13.700	13.700		
3	3	1	-13.700	-13.700		

AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 5 : fw
 Knoten Kraft H Kraft V Moment M
 Nr. (kN) (kN) (kNm)

1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

SCHNITTGRÖSSEN Th. 1.Ord. Lastfall 5 : fw
 Stab Q Knoten Q N M
 Nr. Nr. Nr. (kN) (kN) (kNm)

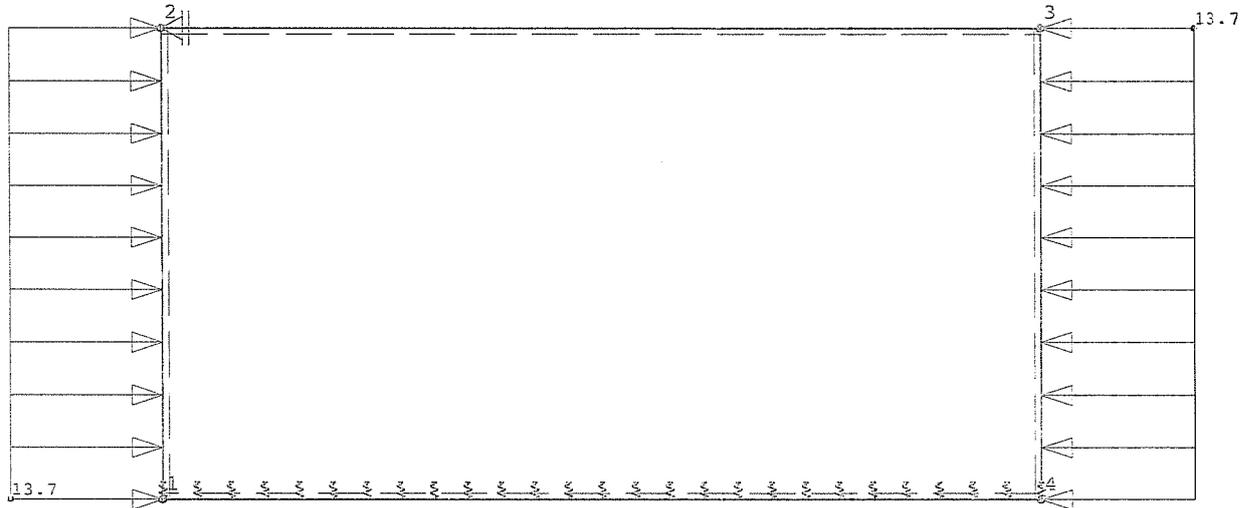
1	1	1	21.62	0.00	-4.12
		.50	0.05	0.00	12.95
	1	2	-21.53	0.00	-3.97
2	1	2	0.00	-21.53	-3.97
		.50	0.00	-21.53	-3.97
	1	3	0.00	-21.53	-3.97
3	1	3	21.53	0.00	-3.97
		.50	-0.05	0.00	12.95
	1	4	-21.62	0.00	-4.12
4	2	4	0.00	-21.62	-4.12
		.50	0.01	-21.62	-3.79
	2	1	0.02	-21.62	-4.06

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 12

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

Belastung Lastfall Nr. 5 M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 13

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

LASTFALL-ÜBERLAGERUNG Nr. 1

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
g		Ständige Lasten	1,00	1,00	1,00	1,35
G	2	30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0,70	0,50	0,30	1,50
N	8	sonstige veränderliche Lasten	0,80	0,70	0,50	1,50

Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN 1055-100 9.4.4 (14)

ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : g+w

Lastfall Nr.	1	:	*	1.35	(EWG99)	g
	Nr.	2	:	*	1.50	*(EWG14) w

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.75 * L$ Max_f = 7.82 cm

AUFLAGERKRÄFTE : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : g+w

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
1			
2	-9.450		
Summe :	-9.450	0.000	

SCHNITTGRÖSSEN : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : g+w

Stab Nr.	Q Knoten Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	1	-31.46	-60.17	-37.80
	.50	16.09	-60.17	-45.02
	2	27.34	-60.17	-6.56
2	1	27.77	17.89	-6.56
	.50	-1.59	17.89	31.41
	3	-30.95	17.89	-15.77
3	1	-17.89	-63.35	-15.77
	.50	-12.52	-63.35	-42.57
	4	31.46	-63.35	-33.47
4	2	63.35	31.46	-33.47
	.50	-0.62	31.46	53.58
	1	-56.46	31.46	-24.88

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 14

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

Baustoff C25/30 Bst 500 S(A) DIN 1045-1:2001

SCHNITTGRÖSSEN+BEMESSUNG : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : g+w
 Die Mindestbewehrung nach DIN 1045-1 13.1.1 ist berücksichtigt.

Stab Nr.	Q Nr.	Knoten Nr.	Ved (kN)	Ned (kN)	Med (kNm)	Asu (cm ²)	Aso (cm ²)	AsBu (cm ² /m)
1	0.500	1	-31.5	-60.2	-37.8	0.0	3.4	8.2
			16.1	-60.2	-45.0	0.0	3.4	8.2
		2	27.3	-60.2	-6.6	0.0	3.4	8.2
2	0.500	1	27.8	17.9	-6.6	0.0	3.7	8.2
			-1.6	17.9	31.4	3.7	0.0	3.2
		3	-31.0	17.9	-15.8	0.0	3.7	3.2
3	0.500	1	-17.9	-63.4	-15.8	0.0	3.4	8.2
			-12.5	-63.4	-42.6	0.0	3.4	8.2
		4	31.5	-63.4	-33.5	0.0	3.4	8.2
4	0.500	2	63.4	31.5	-33.5	0.0	3.9	8.2
			-0.6	31.5	53.6	5.3	0.0	8.2
		1	-56.5	31.5	-24.9	0.0	3.9	8.2

SCHNITTGRÖSSEN+BEMESSUNG : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : g+w

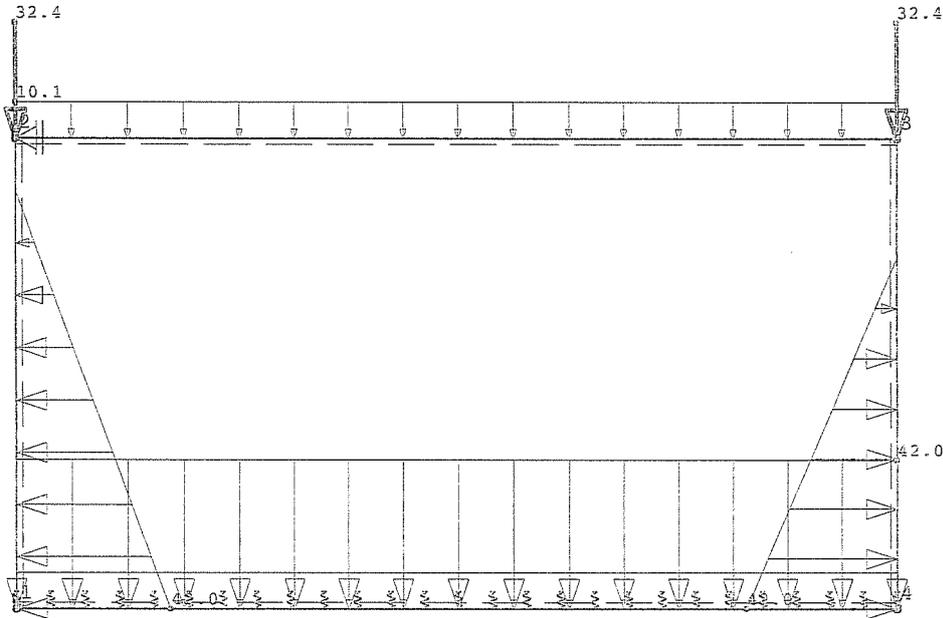
Stab Nr.	Q Nr.	Knoten Nr.	Ved (kN)	AsZ (cm ²)	VRd,c (kN)	VRd,ct (kN)	VRd,max (kN)	Theta (Grad)	AsBu (cm ² /m)
1	0.500	1	-31.5	3.4	155.2	77.4	717.2	18.4	8.2
			16.1	3.4	155.2	77.4	717.2	18.4	8.2
		2	27.3	3.4	155.2	77.4	717.2	18.4	8.2
2	0.500	1	27.8	3.7	158.7	71.5	1195.3	45.0	8.2
			-1.6	3.7	158.7	71.5	1195.3	45.0	8.2
		3	-31.0	3.7	158.7	71.5	1195.3	45.0	8.2
3	0.500	1	-17.9	3.4	155.1	77.7	717.2	18.4	8.2
			-12.5	3.4	155.1	77.7	717.2	18.4	8.2
		4	31.5	3.4	155.1	77.7	717.2	18.4	8.2
4	0.500	2	63.4	3.9	159.3	71.5	1195.3	45.0	8.2
			-0.6	5.3	159.3	79.2	1195.3	45.0	8.2
		1	-56.5	3.9	159.3	71.5	1195.3	45.0	8.2

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 15

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

Belastung Überlagerung Nr. 1 M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 16

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

LASTFALL-ÜBERLAGERUNG Nr. 2

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
g		Ständige Lasten	1,00	1,00	1,00	1,35
G	2	30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0,70	0,50	0,30	1,50
N	8	sonstige veränderliche Lasten	0,80	0,70	0,50	1,50

Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN 1055-100 9.4.4 (14)

ÜBERLAGERUNG Nr. 2 : g+e

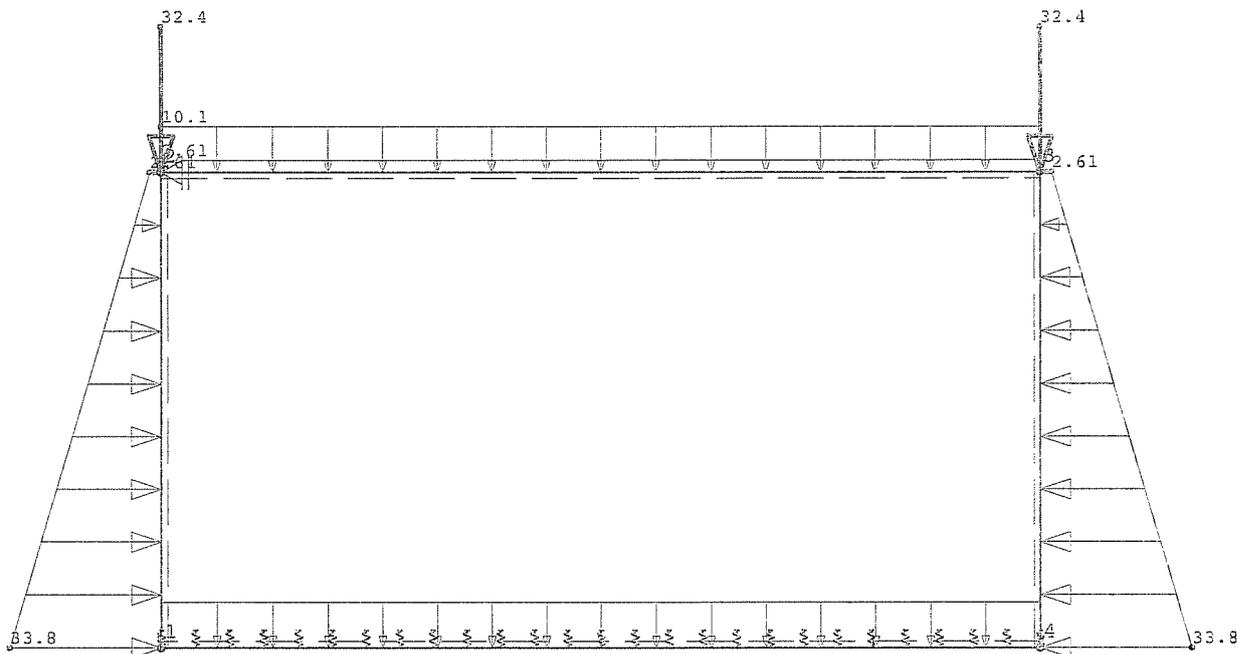
Lastfall Nr.	1	:	*	1.35	(EWG99)	g	
	Nr.	3	:	*	1.35	(EWG99)	e

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 3.71 cm

AUFLAGERKRÄFTE : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 2 : g+e

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Belastung Überlagerung Nr. 2 M 1 : 50

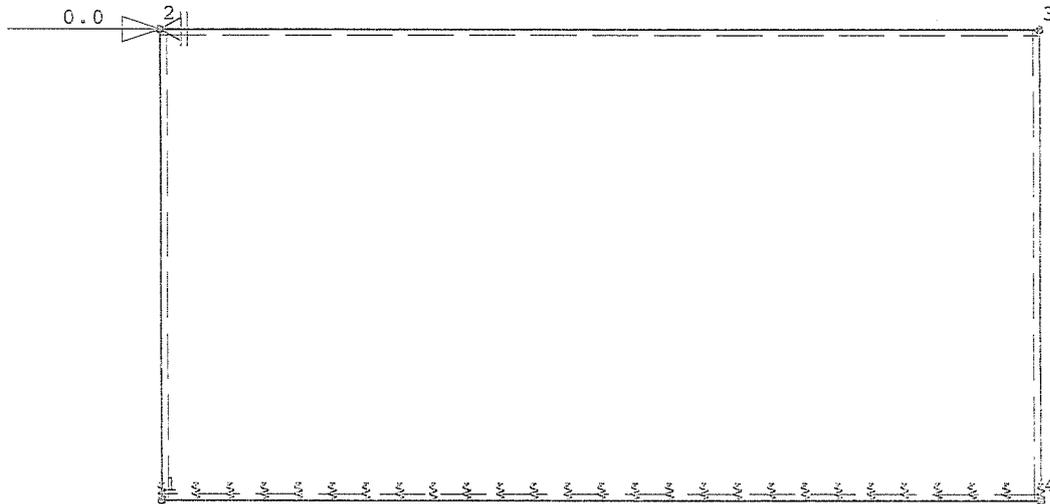


Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 17

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

Auflagerkräfte (kN) Überlagerung Nr. 2 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 18

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

LASTFALL-ÜBERLAGERUNG Nr. 3

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
g		Ständige Lasten	1,00	1,00	1,00	1,35
G 2		30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0,70	0,50	0,30	1,50
N 8		sonstige veränderliche Lasten	0,80	0,70	0,50	1,50

Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN 1055-100 9.4.4 (14)

ÜBERLAGERUNG Nr. 3 : g+e+fd

Lastfall Nr.	1	:	*	1.35	(EWG99)	g	
	Nr.	3	:	*	1.35	(EWG99)	e
	Nr.	4	:	*	1.50	*(EWG7)	fd

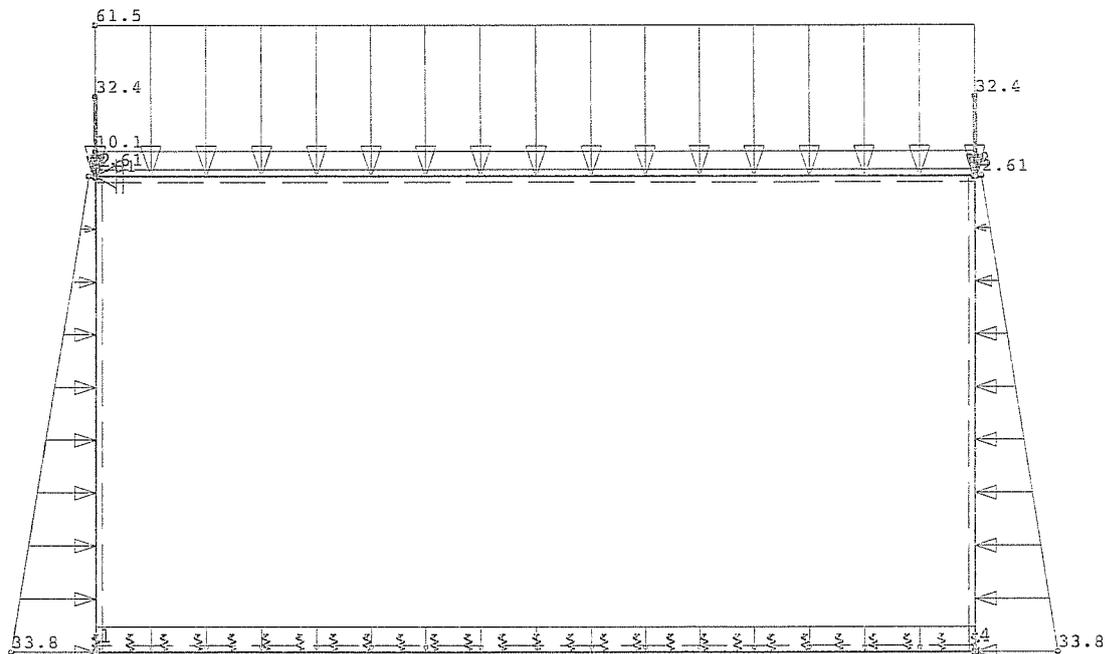
Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 11.3 cm

AUFLAGERKRÄFTE : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 3 : g+e+fd

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
------------	--------------	--------------	----------------

1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Belastung Überlagerung Nr. 3 M 1 : 50

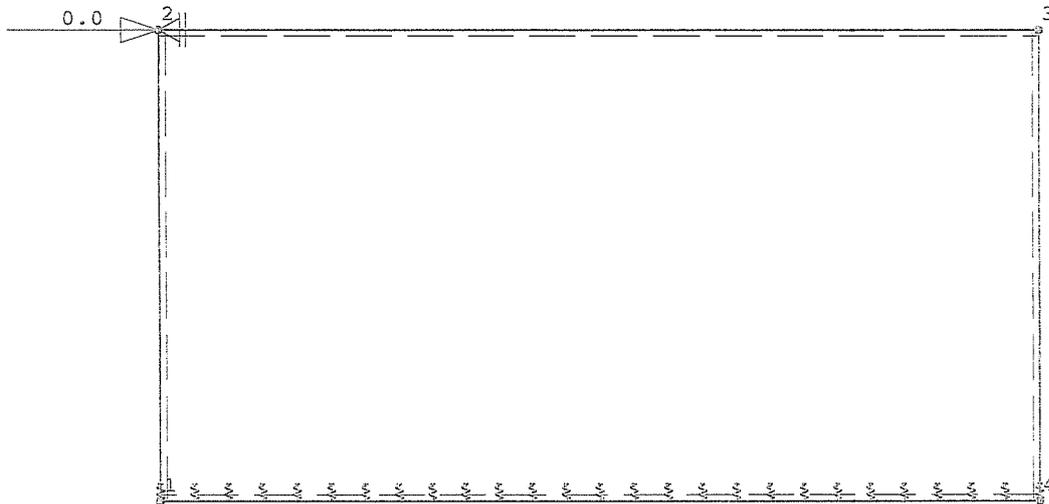


Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 19

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

Auflagerkräfte (kN) Überlagerung Nr. 3 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 20

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

LASTFALL-ÜBERLAGERUNG Nr. 4

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
g		Ständige Lasten	1,00	1,00	1,00	1,35
G 2		30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0,70	0,50	0,30	1,50
N 8		sonstige veränderliche Lasten	0,80	0,70	0,50	1,50

Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN 1055-100 9.4.4 (14)

ÜBERLAGERUNG Nr. 4 : g+e+fd+fw

Lastfall Nr.	1	:	*	1.35	(EWG99)	g
	Nr.	3	:	*	1.35	(EWG99)
	Nr.	4	:	*	1.50	*(EWG7)
	Nr.	5	:	*	1.50	*(EWG7)

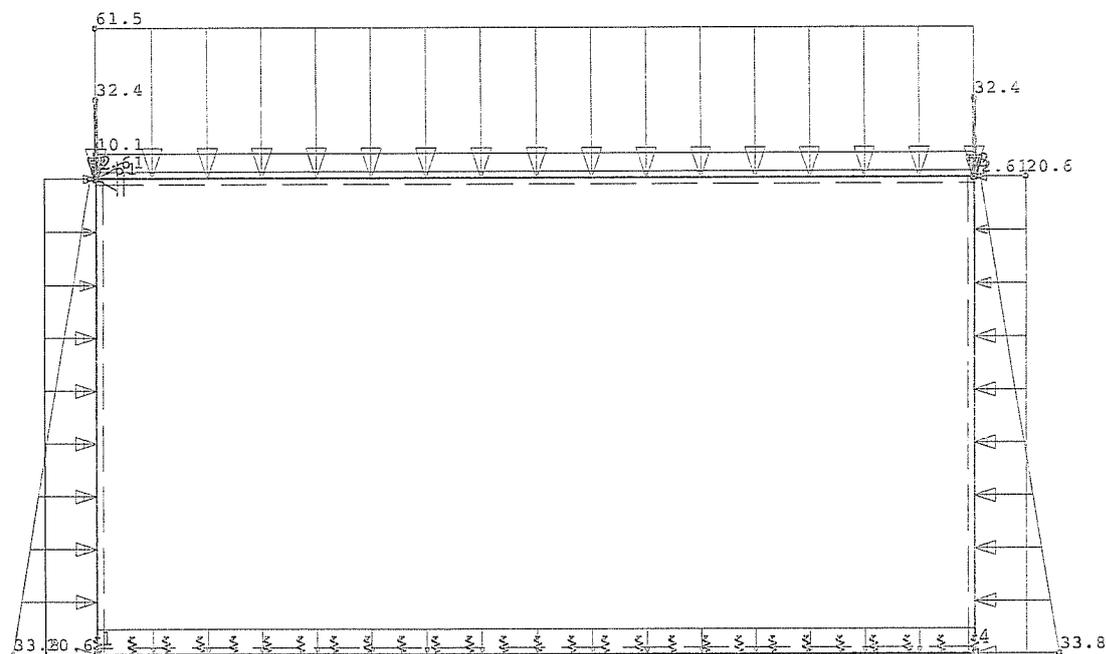
Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 11.2 cm

AUFLAGERKRÄFTE : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 4 : g+e+fd+fw

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
------------	--------------	--------------	----------------

1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Belastung Überlagerung Nr. 4 M 1 : 50

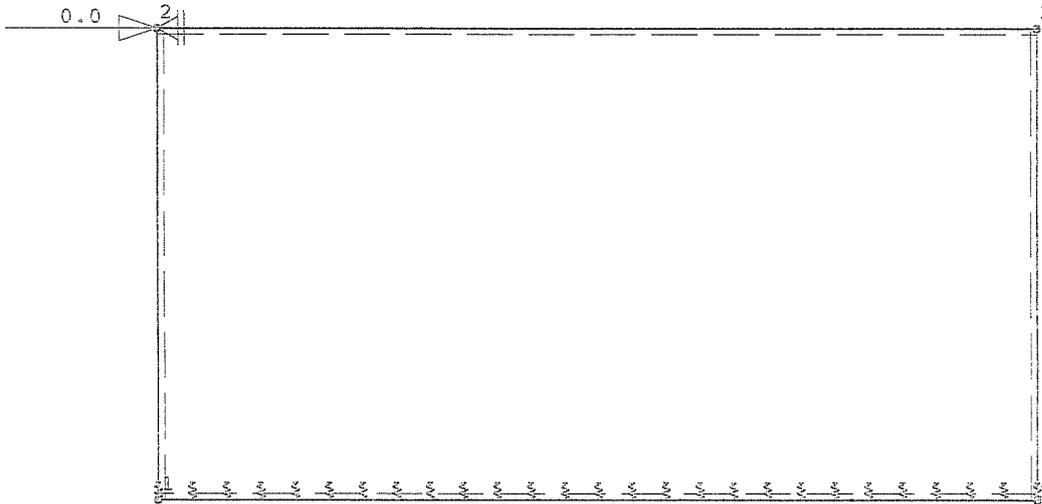


Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 21

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

Auflagerkräfte (kN) Überlagerung Nr. 4 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 22

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

LASTFALL-ÜBERLAGERUNG Nr. 5

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
g		Ständige Lasten	1,00	1,00	1,00	1,35
G 2		30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0,70	0,50	0,30	1,50
N 8		sonstige veränderliche Lasten	0,80	0,70	0,50	1,50

Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN 1055-100 9.4.4 (14)

ÜBERLAGERUNG Nr. 5 : g+e+fw

Lastfall Nr.	1	:	*	1.35	(EWG99)	g	
	Nr.	3	:	*	1.35	(EWG99)	e
	Nr.	5	:	*	1.50	*(EWG7)	fw

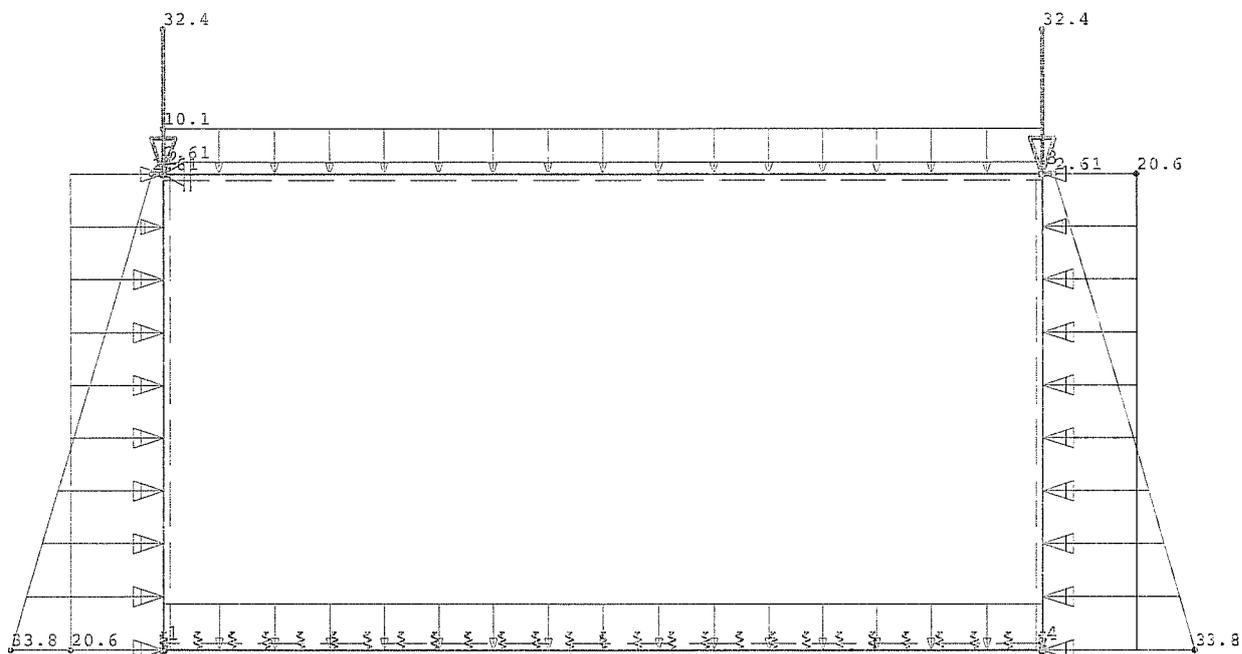
Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 3.59 cm

AUFLAGERKRÄFTE : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 5 : g+e+fw

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
------------	--------------	--------------	----------------

1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Belastung Überlagerung Nr. 5 M 1 : 50

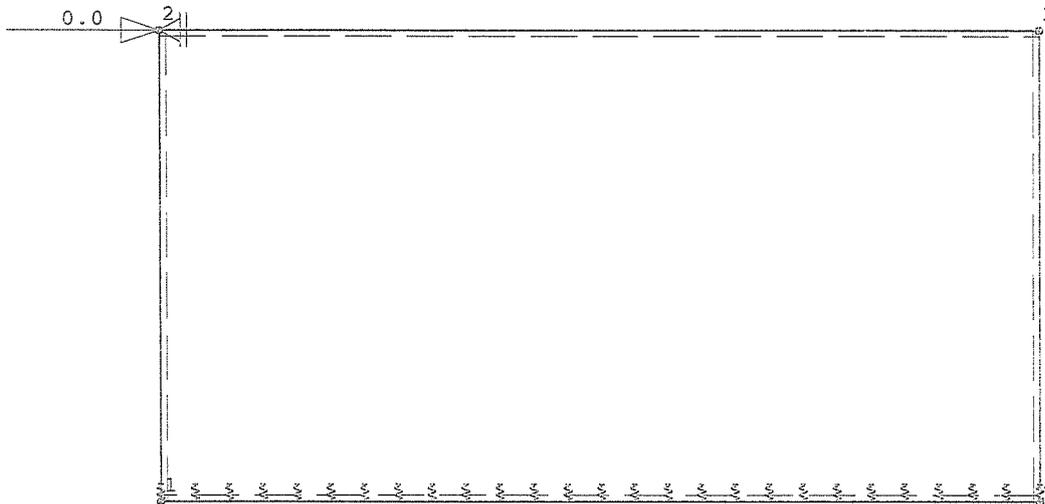


Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 23

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

Auflagerkräfte (kN) Überlagerung Nr. 5 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 24

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

Maxwerte aus 5 vorgeg. Überlagerungen Th1
 Bezeichnung : lö

lfd.Nr	Ü.Nr					
1	1	:	1.35 * Lf 1	1.50 * Lf 2		
2	2	:	1.35 * Lf 1	1.35 * Lf 3		
3	3	:	1.35 * Lf 1	1.35 * Lf 3	1.50 * Lf 4	
4	4	:	1.35 * Lf 1	1.35 * Lf 3	1.50 * Lf 4	
			1.50 * Lf 5			
5	5	:	1.35 * Lf 1	1.35 * Lf 3	1.50 * Lf 5	

Die Liste der Einwirkungen wird hier nur informativ ausgedruckt;
 die Überlagerung wird mit den oben definierten Faktoren gerechnet.

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
g		Ständige Lasten	1,00	1,00	1,00	1,35
G 2		30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0,70	0,50	0,30	1,50
N 8		sonstige veränderliche Lasten	0,80	0,70	0,50	1,50

SCHNITTGRÖSSEN * = max/min Werte

Stab Nr.	Knoten Nr.	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	Überlagerung
1	1	-60.17*	-31.46	-37.80	1
	1	-247.7*	77.01	-167.6	4
	1	-69.32	77.71*	-57.87	5
	1	-60.17	-31.46*	-37.80	1
	1	-60.17	-31.46	-37.80*	1
	1	-247.7	77.01	-167.6*	4
0.25	1	-60.17*	-3.04	-50.77	1
	1	-247.7*	37.31	-123.0	4
	1	-69.32	38.02*	-12.71	5
	1	-60.17	-3.04*	-50.77	1
	1	-69.32	38.02	-12.71*	5
	1	-247.7	21.06	-136.0*	3
0.50	1	-60.17*	16.09	-45.02	1
	1	-247.7*	3.75	-107.3	4
	1	-60.17	16.09*	-45.02	1
	1	-247.7	3.68*	-126.7	3
	1	-69.32	4.45	3.61*	5
	1	-247.7	3.68	-126.7*	3

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 25

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

SCHNITTGRÖSSEN * = max/min Werte

Stab	Knoten	N	Q	M	Überlagerung
Nr.	Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)	
	0.75	-60.17*	25.91	-27.88	1
	0.75	-247.7*	-23.68	-115.5	4
	0.75	-60.17	25.91*	-27.88	1
	0.75	-247.7	-23.68*	-115.5	4
	0.75	-69.32	-22.98	-4.08*	5
	0.75	-247.7	-7.57	-128.6*	3
1	2	-60.17*	27.34	-6.56	1
	2	-247.7*	-44.98	-143.0	4
	2	-60.17	27.34*	-6.56	1
	2	-247.7	-44.98*	-143.0	4
	2	-60.17	27.34	-6.56*	1
	2	-247.7	-44.98	-143.0*	4
2	2	17.89*	27.77	-6.56	1
	2	-44.98*	215.3	-143.0	4
	2	-44.98	215.3*	-143.0	4
	2	17.89	27.77*	-6.56	1
	2	17.89	27.77	-6.56*	1
	2	-44.98	215.3	-143.0*	4
	0.25	17.89*	13.09	23.07	1
	0.25	-44.98*	107.6	91.15	4
	0.25	-44.98	107.6*	91.15	4
	0.25	17.89	13.09*	23.07	1
	0.25	-12.69	107.6	97.10*	3
	0.25	-44.28	18.46	9.18*	5
	0.50	17.89*	-1.59	31.41	1
	0.50	-44.98*	0.00	169.2	4
	0.50	-44.28	0.00*	22.56	5
	0.50	17.89	-1.59*	31.41	1
	0.50	-12.69	0.00	175.1*	3
	0.50	-44.28	0.00	22.56*	5
	0.75	17.89*	-16.27	18.46	1
	0.75	-44.98*	-107.6	91.15	4
	0.75	17.89	-16.27*	18.46	1

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 26

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

SCHNITTGRÖSSEN * = max/min Werte

Stab	Knoten	N	Q	M	Überlagerung
Nr.	Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)	
	0.75	-12.69	-107.6*	97.10	3
	0.75	-12.69	-107.6	97.10*	3
	0.75	-44.28	-18.46	9.18*	5
2	3	17.89*	-30.95	-15.77	1
	3	-44.98*	-215.3	-143.0	4
	3	17.89	-30.95*	-15.77	1
	3	-12.69	-215.3*	-137.0	3
	3	17.89	-30.95	-15.77*	1
	3	-44.98	-215.3	-143.0*	4
3	3	-63.35*	-17.89	-15.77	1
	3	-247.7*	44.98	-143.0	4
	3	-247.7	44.98*	-143.0	4
	3	-63.35	-17.89*	-15.77	1
	3	-63.35	-17.89	-15.77*	1
	3	-247.7	44.98	-143.0*	4
	0.25	-63.35*	-17.89	-29.86	1
	0.25	-247.7*	23.68	-115.5	4
	0.25	-247.7	23.68*	-115.5	4
	0.25	-63.35	-17.89*	-29.86	1
	0.25	-69.32	22.98	-4.08*	5
	0.25	-247.7	7.57	-128.6*	3
	0.50	-63.35*	-12.52	-42.57	1
	0.50	-247.7*	-3.75	-107.3	4
	0.50	-247.7	-3.68*	-126.7	3
	0.50	-63.35	-12.52*	-42.57	1
	0.50	-69.32	-4.45	3.61*	5
	0.50	-247.7	-3.68	-126.7*	3
	0.75	-63.35*	3.93	-46.68	1
	0.75	-247.7*	-37.31	-123.0	4
	0.75	-63.35	3.93*	-46.68	1
	0.75	-69.32	-38.02*	-12.71	5
	0.75	-69.32	-38.02	-12.71*	5
	0.75	-247.7	-21.06	-136.0*	3

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 27

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

SCHNITTGRÖSSEN * = max/min Werte

Stab Nr.	Knoten Nr.	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	Überlagerung
3	4	-63.35*	31.46	-33.47	1
	4	-247.7*	-77.01	-167.6	4
	4	-63.35	31.46*	-33.47	1
	4	-69.32	-77.71*	-57.87	5
	4	-63.35	31.46	-33.47*	1
	4	-247.7	-77.01	-167.6*	4
4	4	31.46*	63.35	-33.47	1
	4	-77.71*	69.32	-57.87	5
	4	-77.01	247.7*	-167.6	4
	4	31.46	63.35*	-33.47	1
	4	31.46	63.35	-33.47*	1
	4	-77.01	247.7	-167.6*	4
0.25		31.46*	29.11	32.93	1
		-77.71*	34.57	17.25	5
		-77.01	121.9*	99.05	4
		31.46	29.11*	32.93	1
		-44.57	121.7	105.0*	3
		-77.71	34.57	17.25*	5
0.50		31.46*	-0.62	53.58	1
		-77.71*	1.46	43.69	5
		-77.01	5.15*	192.1	4
		31.46	-0.62*	53.58	1
		-44.57	5.14	197.8*	3
		-77.71	1.46	43.69*	5
0.75		31.46*	-28.30	33.84	1
		-77.71*	-31.27	23.62	5
		31.46	-28.30*	33.84	1
		-77.01	-110.3*	121.6	4
		-44.57	-110.0	127.4*	3
		-77.71	-31.27	23.62*	5
4	1	31.46*	-56.46	-24.88	1
	1	-77.71*	-65.08	-43.12	5
	1	31.46	-56.46*	-24.88	1
	1	-44.57	-232.7*	-109.4	3
	1	31.46	-56.46	-24.88*	1
	1	-77.01	-232.7	-115.5*	4

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 28

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

PCS: 1.0

Baustoff C25/30 BSt 500 S(A) DIN 1045-1:2001

Werte in Klammern verweisen auf die Nummer der maßgeb. Überlagerung.

BIEGEBEMESSUNG		für 'unten'		für 'oben'		Bewehrung	
Stab	Knoten	Ned	Med	Ned	Med	Asu	Aso
Nr.	Nr.	(kN)	(kNm)	(kN)	(kNm)	(cm ²)	(cm ²)
1	1			-247.7	-167.6 (4)	0.0	14.4
	0.25			-247.7	-136.0 (3)	0.0	10.6
	0.50	-69.3	3.6 (5)	-247.7	-126.7 (3)	3.4	9.5
	0.75	0.0	0.0	-247.7	-128.6 (3)	0.0	9.8
	2	0.0	0.0	-247.7	-143.0 (4)	0.0	11.4
2	2	0.0	0.0	-45.0	-143.0 (4)	0.0	13.7
	0.25	-12.7	97.1 (3)	0.0	0.0	9.0	0.0
	0.50	-12.7	175.1 (3)	0.0	0.0	17.8	0.0
	0.75	-12.7	97.1 (3)	0.0	0.0	9.0	0.0
	3	0.0	0.0	-45.0	-143.0 (4)	0.0	13.7
3	3	0.0	0.0	-247.7	-143.0 (4)	0.0	11.4
	0.25	0.0	0.0	-247.7	-128.6 (3)	0.0	9.8
	0.50	-69.3	3.6 (5)	-247.7	-126.7 (3)	3.4	9.5
	0.75	0.0	0.0	-247.7	-136.0 (3)	0.0	10.6
	4	0.0	0.0	-247.7	-167.6 (4)	0.0	14.4
4	4	0.0	0.0	-77.0	-167.6 (4)	0.0	16.2
	0.25	-44.6	105.0 (3)	0.0	0.0	9.5	0.0
	0.50	-44.6	197.8 (3)	0.0	0.0	20.3	0.0
	0.75	-44.6	127.4 (3)	0.0	0.0	11.9	0.0
	1	0.0	0.0	-77.0	-115.5 (4)	0.0	10.2

Baustoff C25/30 BSt 500 S(A) DIN 1045-1:2001

max QUERKRÄFTE Ved mit zug Ned und zug Med

Stab	Q	Knoten	Ved	Ned	Med	VRd,max	AsBu	zug.LF
Nr.	Nr.	Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)	(cm ² /m)	
1	1	1	77.7	-69.3	-57.9	717.2	8.2	5
		0.25	38.0	-69.3	-12.7	717.2	8.2	5
		0.50	16.1	-60.2	-45.0	717.2	8.2	1
		0.75	25.9	-60.2	-27.9	717.2	8.2	1
	1	2	-45.0	-247.7	-143.0	709.8	8.2	4
2	1	2	215.3	-45.0	-143.0	717.2	8.2	4
		0.25	107.6	-45.0	91.1	717.2	8.2	4
		0.50	-1.6	17.9	31.4	1195.3	8.2	1
	0.75	-107.6	-12.7	97.1	717.2	8.2	3	
1	3	-215.3	-12.7	-137.0	717.2	8.2	3	
3	1	3	45.0	-247.7	-143.0	709.8	8.2	4

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 29

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.0

Baustoff C25/30 BSt 500 S(A) DIN 1045-1:2001

max QUERKRÄFTE Ved mit zug Ned und zug Med

Stab Q Nr.	Knoten Nr.	Ved Nr.	Ved (kN)	Ned (kN)	Med (kNm)	VRd,max (kN)	AsBu (cm ² /m)	zug.LF
		0.25	23.7	-247.7	-115.5	717.2	8.2	4
		0.50	-12.5	-63.4	-42.6	717.2	8.2	1
		0.75	-38.0	-69.3	-12.7	717.2	8.2	5
	1	4	-77.7	-69.3	-57.9	717.2	8.2	5
4	2	4	247.7	-77.0	-167.6	705.2	8.6	4
		0.25	121.9	-77.0	99.1	717.2	8.2	4
		0.50	5.2	-77.0	192.1	690.2	8.2	4
		0.75	-110.3	-77.0	121.6	717.2	8.2	4
	2	1	-232.7	-44.6	-109.4	717.2	8.2	3

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.1

Lastbeanspruchung

RISSBREITENNACHWEIS nach DIN 1045-1 (2001)

Betonstahl BSt 500 SA
Beton C 25/30 $t \geq 28d$ (normale Erh.)
Betonzugfestigkeit nach Tab.9 bzw.10 $f_{cteff} = 2.56$ N/mm
E-Modul Beton $\alpha E = 1.00$ (Zuschlagstoffe)
 $k_{Ec}(t) = 1.00$ $E_{cm} = 26688$ N/mm²

KRIECHZAHL

Luftfeuchte LU = 50 % Zement 32.5R;42.5
Belastungsalter $t_0 = 8$ Tage $t = \text{unendlich}$
Kriechzahl $\phi(t_0, t) = 3.36$

ANFORDERUNGEN DAUERHAFTIGKEIT

Bewehrungskorrosion XC1
Betonangriff X0
Mindestbetonklasse C 16/20
Bügel $d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung $d_{s,l} = 16$ mm
Vorhaltemaß $\Delta c = 10$ mm
Bügel $c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung $c_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung $c_{min,l} = 16$ mm
Betondeckung $c_{nom,l} = 28$ mm*
Verlegemaß Bügel $c_{v,b} \geq 20$ mm
Anforderungsklasse E nutzerdef.
zul. Rissbreite $w_k = 0.20$ mm
nutzerdef.

*: mit $c_{min,b}$

QUERSCHNITT

Rechteck $bw = 100.0$ cm $h = 30.0$ cm

Bewehrung $d_{ob} = 5.0$ cm $d_{un} = 5.0$ cm

NACHWEIS RISSBREITE

Lastbeanspruchung (Dauerlast $\beta_t = 0.4$)
q.-stä. LK $N_x = -180.0$ kN $M_y = 100.0$ kNm
Zustand I $\sigma_{sigbz} = 6.07$ N/mm²
gewählt: $A_{su} = 15.54$ cm² $A_{so} = 15.54$ cm²
Dehnung mit $\phi = 3.36$ $\epsilon_1 = -1.07$ o/oo $\epsilon_2 = 1.71$ o/oo
Druckzonenhöhe $x = 115.5$ mm
Zug unten: nutzerdefiniert $zul.w_k = 0.20$ mm $d_s = 16.0$ mm
 $\epsilon_{2s} = 1.25$ o/oo $\sigma_s = 249.83$ N/mm²
Wirkungszone A_s $b_{un} = 100.0$ cm $h_{eff} = 6.8$ cm
 $A_{ceff} = 682.5$ cm² $\rho_{eff} = 2.3$ %
 $\Delta \epsilon = 0.856$ o/oo (abgeschlossenes Rissbild)
 $s_{rmax} = 233.6$ mm
 $d_s = 19.15$ mm $>$ vorh. d_s

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 2

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.1

Mindestbewehrung, Biegezwang:

kein innerer Zwang, Dauerlast $\beta_t = 0.4$

Rissschnittkräfte: vorgegebene Längskraft $N_{cr} = 0.00$ kN
 $f_{cteff} = 3.00$ N/mm² (Mindestwert)

Teilquer- schnitt	kc	k	Act [cm ²]	Fcr [kN]	ds [mm]	zul.wk [mm]	As [cm ²]
----------------------	----	---	---------------------------	-------------	------------	----------------	--------------------------

Biegezwang oben

Steg oben	0.40	1.00	0.1500	180	16	0.2	8.49
-----------	------	------	--------	-----	----	-----	------

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel

PCS: 1.2

Bezeichnung: Löschwasserbehälter *Bodenplatte*

RISSBREITENNACHWEIS nach DIN 1045-1 (2001)

Betonstahl	BST 500 SA		
Beton	C 25/30	$t \geq 28d$	(normale Erh.)
Betonzugfestigkeit	nach Tab.9 bzw.10		$f_{cteff} = 2.56 \text{ N/mm}$
E-Modul Beton	$\alpha_E = 1.00$	(Zuschlagstoffe)	
	$k_{Ec}(t) = 1.00$		$E_{cm} = 26688 \text{ N/mm}^2$

KRIECHZAHL

Luftfeuchte	LU	=	50 %	Zement	32.5R;42.5
Belastungsalter	t_0	=	8 Tage	t=	unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t)$	=	3.25		

ANFORDERUNGEN DAUERHAFTIGKEIT

Bewehrungskorrosion	XCl
Betonangriff	X0
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 16 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 16 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm}^*$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} \geq 20 \text{ mm}$
Anforderungsklasse	E nutzerdef.
zul. Rissbreite	$w_k = 0.20 \text{ mm}$ nutzerdef.

*: mit $c_{min,b}$

BODENPLATTE

Abmessungen	B =	6.10 m	H =	0.30 m
	L =	11.40 m		
Bewehrung	dob =	5.0 cm	dun =	5.0 cm

ZWANG AUS HYDRATATION (DAfStb H.466)

Bodenplatte:

$\Delta T = -25.00 \text{ K}$	$\alpha_T = 10.00 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$
$\epsilon_b = -0.250 \text{ o/oo}$	$C_b = 8.0063e+004 \text{ kN/cm}$

Baugrund:

$E_e = 50.00 \text{ MN/m}^2$	$C_e = 9.5754e+005 \text{ KN}$
------------------------------	--------------------------------

Unterbeton: C 16/20

$\alpha_E = 1.00$	$k_{Ec}(t) = 1.00$	$E_{cm} = 23415 \text{ N/mm}^2$
$H_u = 0.10 \text{ m}$	$C_u = 2.3415e+004 \text{ kN/cm}$	$\epsilon_s = 0.000 \text{ o/oo}$

Nzw= 476.05 kN/m

Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):

$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$	$q = 0.00 \text{ kN/m}^2$
$\text{cal } \phi = 32.5 \text{ Grd}$	$\mu = 0.56$

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 2

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.2

ZWANG AUS HYDRATATION (DAfStb H.466)

Nzw= 23.83 kN/m
maßgebend: Nzw= 23.83 kN/m

NACHWEIS RISSBREITE

Zwang aus Hydratation (kurzzeitige Einwirkung $\beta_t = 0.6$)
Biegezwang $N_x = 23.83$ kN/m $M_y = 37.28$ kNm/m
Zustand I $\sigma_{gbz} = 2.56$ N/mm²
gewählt: $A_{su} = 7.60$ cm²/m $A_{so} = 7.60$ cm²/m
Dehnung mit $\phi = 3.25$ $\epsilon_1 = -0.54$ o/o $\epsilon_2 = 1.55$ o/o
Druckzonenhöhe $X = 77.2$ mm
Zug unten: nutzerdefiniert $zul.wk = 0.20$ mm $d_s = 16.0$ mm
 $\epsilon_{2s} = 1.20$ o/o $\sigma_s = 240.20$ N/mm²
Wirkungszone A_s $bun = 100.0$ cm $heff = 7.7$ cm
 $A_{ceff} = 774.0$ cm² $\rho_{eff} = 1.0$ %
 $\Delta\epsilon = 0.480$ o/o (Erstriss)
 $srmax = 416.2$ mm
 $wk = 0.200$ mm = zul. wk

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

Wand

POS: 1.3

RISSBREITENNACHWEIS nach DIN 1045-1 (2001)

Betonstahl	BSt 500 SA
Beton	C 25/30 $t = 3 \dots 5d$ (normale Erh.)
Betonzugfestigkeit	$kFct(t) = 0.50$ (nutzerdef.) $fcteff = 1.28$ N/mm
E-Modul Beton	$\alpha E = 1.00$ (Zuschlagstoffe)
	$kEc(t) = 0.90$ (nutzerdef.) $E_{cm} = 24019$ N/mm ²

KRIECHZAHL

junger Beton $\phi t = 0.36$ (nutzerdefiniert)

ANFORDERUNGEN DAUERHAFTIGKEIT

Bewehrungskorrosion	XC1
Betonangriff	X0
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 16$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta c = 10$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 16$ mm
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28$ mm*
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} > = 20$ mm
Anforderungsklasse	F
zul. Rissbreite	$w_k = 0.20$ mm nutzerdef.

*: mit $c_{min,b}$

WAND AUF FUNDAMENT

Abmessungen	B = 0.30 m	H = 2.85 m
	L = 11.40 m	
Bewehrung	$d_{li} = 5.0$ cm	$d_{re} = 5.0$ cm

ZWANG AUS HYDRATATION (Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage)

Zement: 32.5R;42.5	Z = 300 kg/m ³
$t_m = 1.24$ d	QH = 193 kJ/kg
$\alpha_b = 0.73$	TbH = 16.9 K
TcO = 20.0 |C	ktV = 0.50
Tb,m = 26.9 K	T _f = 15.0 °C
$\alpha_T = 10$ 10-6/K	kV = 0.80
Zwangspannungen am Fußpunkt:	$\sigma_{ct} = 2.29$ N/mm ²
Rechenwert Zwangsspannung bei H/4:	$k_{ct,d} = 0.70$
	$\sigma_{ct,d} = 1.60$ N/mm ² > f_{cteff}
	$\sigma_{zw} = 1.28$ N/mm ²

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 2

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserbehälter

POS: 1.3

NACHWEIS RISSBREITE

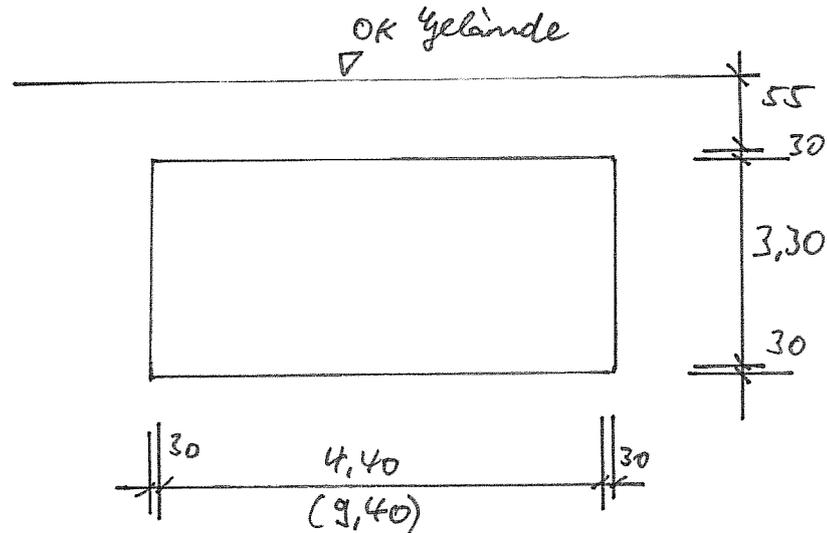
Anforderungsklasse F zul.wk = 0.20 mm ds = 16.0 mm

Zwang aus Hydratation (kurzzeitige Einwirkung $\beta_t = 0.6$)

zentr. Zwang $N_x = 384.74$ kN/m
 $\varepsilon_{2s} = 0.83$ o/o $F_s = 384.7$ kN/m
 zentrischer Zug $F_{cr} = 307.3$ kN/m
 heff = 26.0 cm $F_{cre} = 333.4$ kN/m
erforderlich: $A_{sli} = 11.55$ cm²/m $A_{sre} = 11.55$ cm²/m

Bauwerk 2 : Gischwasserrückhaltebecken Diana-Tunnel

System und Belastung:



aus DIN - Fachbericht 101		41,00 kN/m ²
aus Erdauflast	20 · 0,55	= 11,00 "
$l_0 = 41 \cdot \frac{1}{13} + 20 \cdot 0,55 \cdot \frac{1}{13}$		= 17,33 "
$l_u = 41 \cdot \frac{1}{13} + 20 \cdot 4,45 \cdot \frac{1}{13}$		= 43,36 "
aus Eigengewicht Stb.-Bauteile	25 · 0,30	= 7,50 "
aus Probebefüllung	10 · 2,80	= 28,00 "

gew C 35/45 FD teilweise XC4, XF1, XA3
BSF 500 S

bei Überlaststärke von 30 um ergibt sich

ein W_k von 0,20 mm

nach DAfStB - Richtlinie: Beton beim

Umgang mit wassergefährdenden Stoffen T1+T2

LF1 Eigenlast Stahlbeton

LF2 Probefüllung

LF3 Erdauflast und Erddruck

LF4 Fahrzeug auf Decke

LF5 Erddruck aus Fahrzeug

ÜL1 LF1 + LF2

ÜL2 LF1 + LF3

ÜL3 LF1 + LF4 + LF3

ÜL4 LF1 + LF3 + LF4 + LF5

ÜL5 LF1 + LF3 + LF5

$l_{FK} =$

= 40 mm

Beanspruchungsdauer

≤ 72 h

$l + k =$

= 40 mm

$h \geq 1,5 \cdot 40$

= 60 mm < 300

Druckzonendicke $\geq 1,5 \cdot 40$

= 60 mm

siehe EDV

Rißbreitennachweis gemäß EDV

2 Lagen PE-Folie unter der Bodenplatte

W/z-Wert $\leq 0,50$

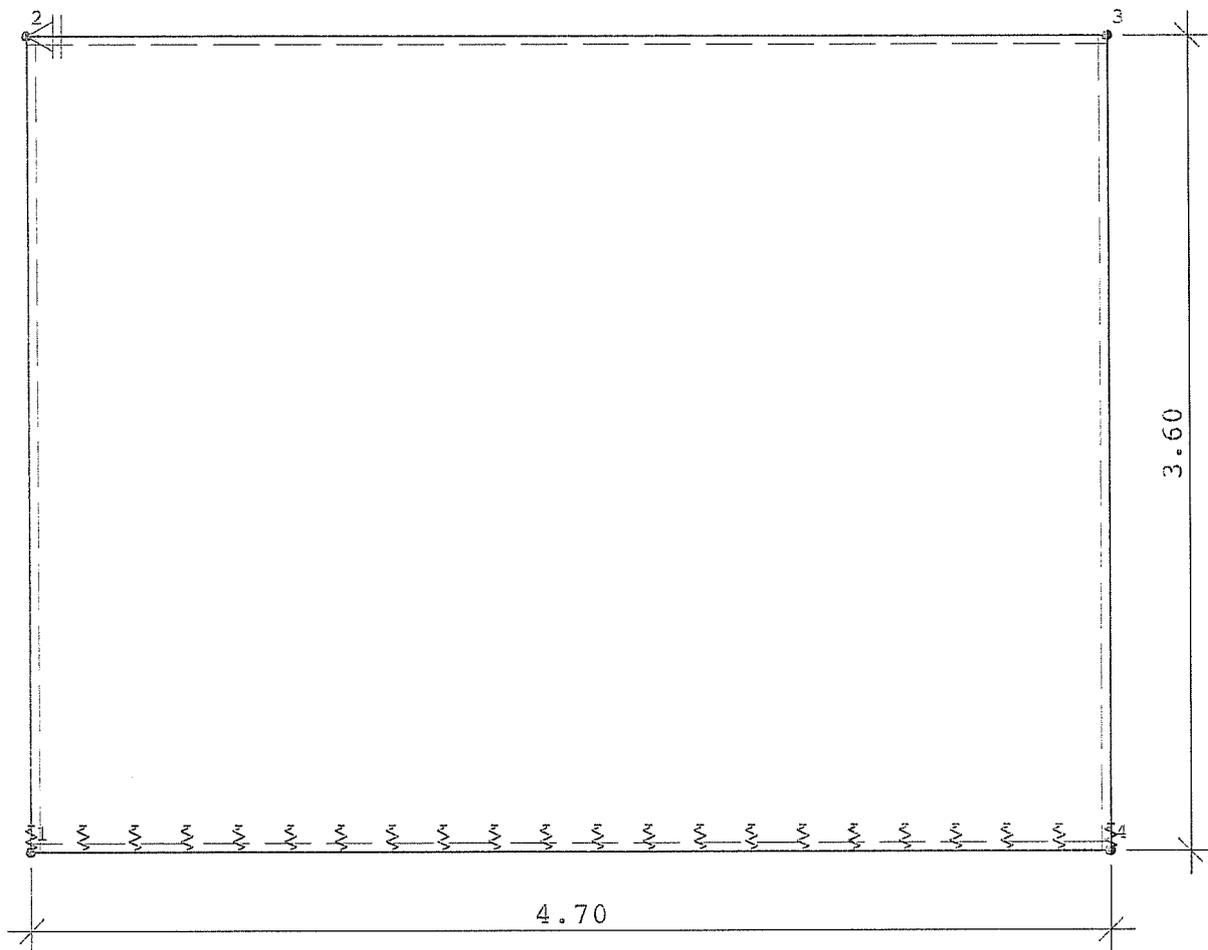
Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP Probl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel

PCS: 2.0

Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

System M 1 : 33



BAUSTOFF : C35/45 E-Modul $E = 2989.00 \text{ kN/cm}^2$ $\gamma_M = 1.50$
 spez. Gewicht : 2.50 kg/dm^3

Q.Nr	Mat.Nr	Trägh.mom. I (cm ⁴)	Fläche A (cm ²)	Bettung K _b (kN/cm ²)
------	--------	---------------------------------------	-----------------------------------	--

1	1	100x30 (	225000	3000.0	0.000
2	1	100x30 (	225000	3000.0	0.100

PLASTISCHE SCHNITTGRÖßEN

Nr	Mat	NPl (kN)	Mply (kNm)	Qplz (kN)	Mplz (kNm)	Qply (kN)
1	1	150000	11250.0	43301.3	37500.0	43301.3
2	1	150000	11250.0	43301.3	37500.0	43301.3

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 2

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel POS: 2.0
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

QUERSCHNITTSABMESSUNGEN in (cm)

Q.Nr.	Mat.Nr	b	d	Faktor
1	1	100.0	30.0	0.60
2	1	100.0	30.0	0.60

BEWEHRUNGSLAGE: d1 = 5.0 cm d2 = 5.0 cm

SYSTEM Stab Nr.	Projektionen		Querschnitt		K n o t e n	
	Lx (m)	Lz (m)	Q1	Q2	Ende 1	Ende 2
1	0.000	3.600	1	1	1.0	2.0
2	4.700	0.000	1	1	2.0	3.0
3	0.000	-3.600	1	1	3.0	4.0
4	-4.700	0.000	2	2	4.0	1.0

AUFLAGER : -1 = starr , 0 = frei , > 0 = elastisch (kN/cm , kNcm)
 Knoten horizontal vertikal drehend

1	0	0	0
2	-1	0	0

Volumen der Konstruktion V = 4.980 m3
 Gewicht der Konstruktion G = 12450 kg

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 3

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel POS: 2.0
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

BELASTUNG Nr. 1 Lastfall: g

Einwirkung Nr. 99 Ständige Lasten $\gamma = 1.35$
 Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN

Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
 2=Einzelmoment(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
 Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
 3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

Stab	Art	Richtung	p1	p2	Abstand a	Länge b
2	3	2	7.500	7.500		
4	3	2	7.500	7.500		

KNOTENLASTEN

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
2	0.000	27.000	0.000
3	0.000	27.000	0.000

Summe aller äußeren Lasten(kN)

Gesamt	Fx	Fz
	0.000	124.500

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 2.78 cm

AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 1 : g

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 4

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel

POS: 2.0

Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

SCHNITTGRÖSSEN			Th. 1.Ord. Lastfall 1 : g		
Stab	Q	Knoten	Q	N	M
Nr.	Nr.	Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)
1	1	1	4.63	-44.62	-22.08
		.25	4.63	-44.62	-17.91
		.50	4.63	-44.62	-13.75
		.75	4.63	-44.62	-9.58
	1	2	4.63	-44.62	-5.42
2	1	2	17.62	4.63	-5.42
		.25	8.81	4.63	10.12
		.50	0.00	4.63	15.29
		.75	-8.81	4.63	10.12
	1	3	-17.63	4.63	-5.42
3	1	3	-4.63	-44.62	-5.42
		.25	-4.63	-44.62	-9.58
		.50	-4.63	-44.62	-13.75
		.75	-4.63	-44.62	-17.91
	1	4	-4.63	-44.62	-22.08
4	2	4	44.63	-4.63	-22.08
		.25	22.13	-4.63	17.06
		.50	0.37	-4.63	30.33
		.75	-21.28	-4.63	18.38
	2	1	-43.54	-4.63	-19.01

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 5

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel

POS: 2.0

Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

BELASTUNG Nr. 2 Lastfall: w

Einwirkung Nr. 14 sonstige veränderliche Lasten $\gamma = 1.50$

Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN

Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
 2=Einzelmoment(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
 Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
 3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

Stab	Art	Richtung	p1	p2	Abstand a	Länge b
1	4	1	-28.000	0.000	0.000	2.800
3	4	1	0.000	28.000	0.800	2.800
4	3	2	28.000	28.000		

Summe aller äußeren Lasten(kN)

Gesamt	Fx	Fz
	0.000	131.600

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 2.85 cm

AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 2 : w

Knoten Kraft H Kraft V Moment M
 Nr. (kN) (kN) (kNm)

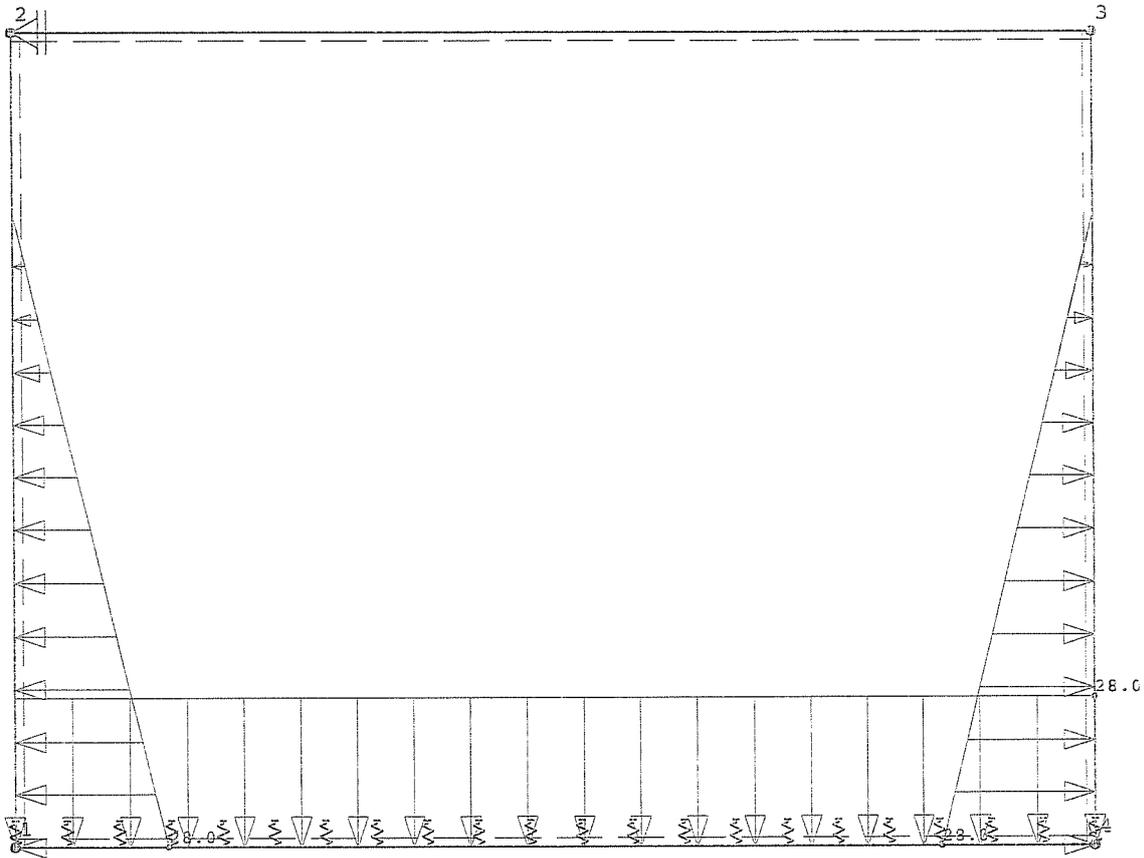
1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 6

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.0

Belastung Lastfall Nr. 2 M 1 : 33



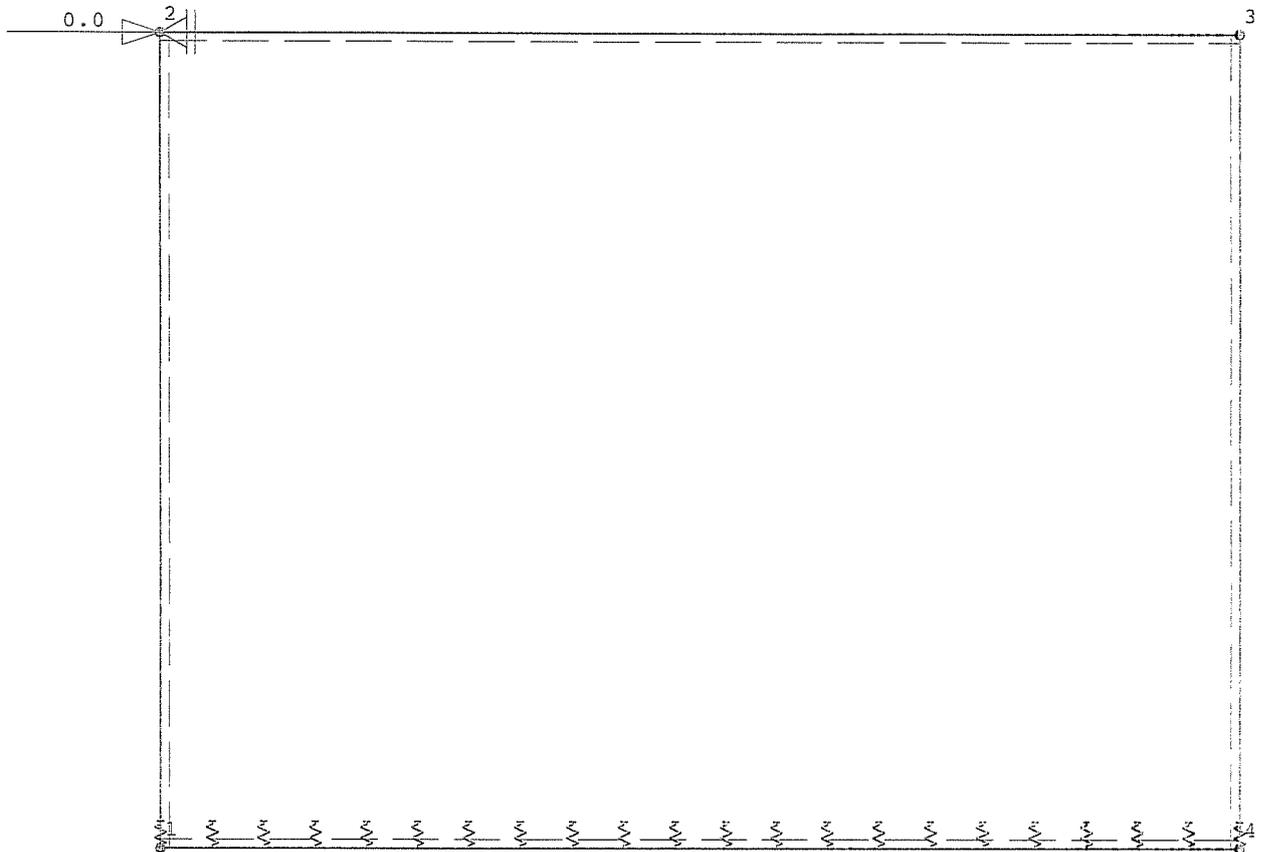
Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 7

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel

POS: 2.0

Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

Auflagerkräfte (kN) Lastfall Nr. 2 Th.1.Ord. M 1 : 33



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 8

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel POS: 2.0
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

BELASTUNG Nr. 3 Lastfall: e

Einwirkung Nr. 99 Ständige Lasten $\gamma = 1.35$
 Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN

Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
 2=Einzelmoment(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
 Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
 3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

Stab	Art	Richtung	p1	p2	Abstand a	Länge b
1	3	1	29.660	3.630		
2	3	2	11.000	11.000		
3	3	1	-3.630	-29.660		

Summe aller äußeren Lasten(kN)

Gesamt	Fx	Fz
	0.000	51.700

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 1.13 cm

AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 3 : e
 Knoten Kraft H Kraft V Moment M
 Nr. (kN) (kN) (kNm)

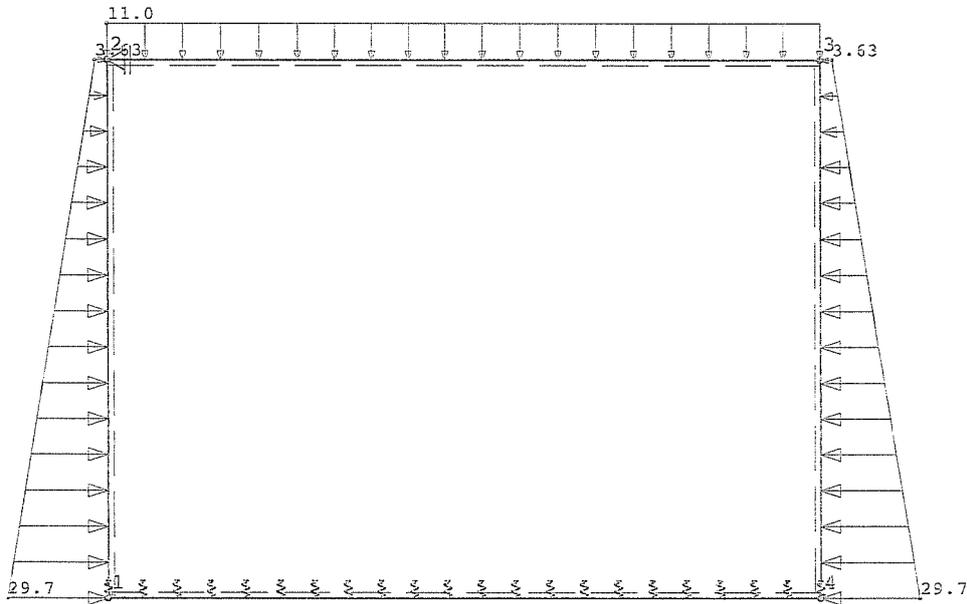
1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 9

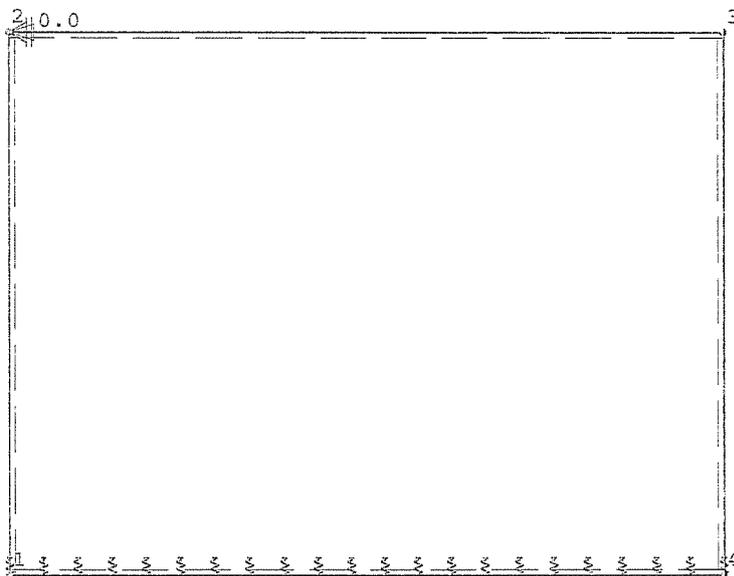
PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.0

Belastung Lastfall Nr. 3 M 1 : 50



Auflagerkräfte (kN) Lastfall Nr. 3 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 10

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel POS: 2.0
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

BELASTUNG Nr. 4 Lastfall: fd

Einwirkung Nr. 7 30kN < Fahrzeuglast < 160kN $\gamma = 1.50$
 Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN

Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
 2=Einzelmoment(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
 Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
 3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

Stab	Art	Richtung	p1	p2	Abstand a	Länge b
2	3	2	41.000	41.000		

Summe aller äußeren Lasten(kN)

Gesamt	Fx	Fz
	0.000	192.700

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 4.55 cm

AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 4 : fd
 Knoten Kraft H Kraft V Moment M
 Nr. (kN) (kN) (kNm)

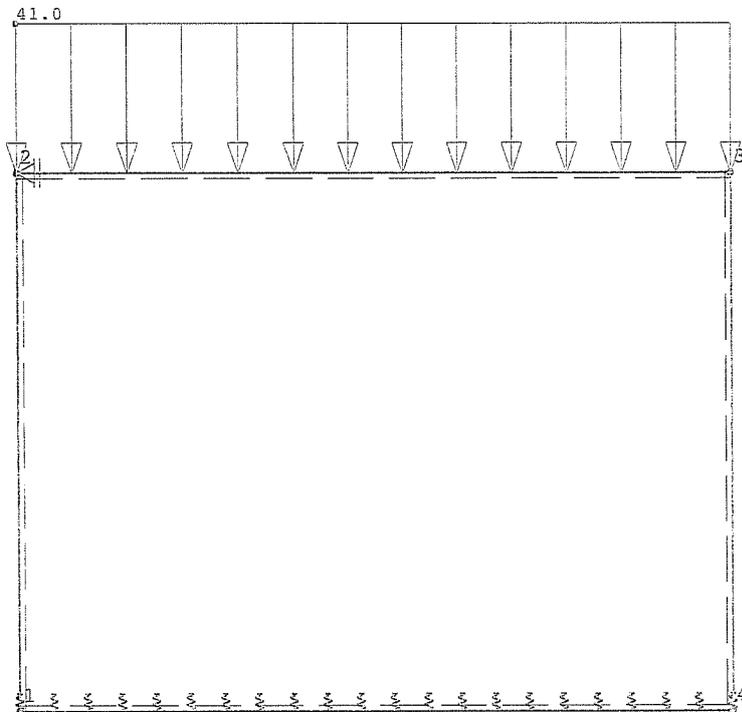
1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 11

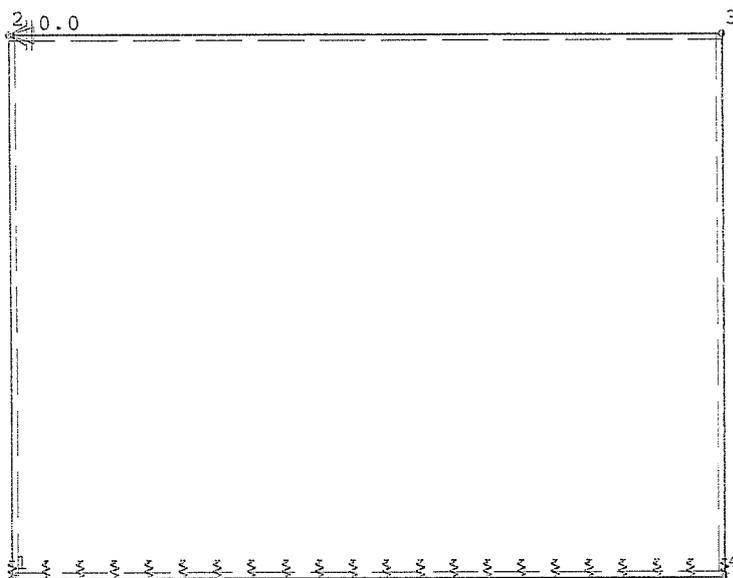
PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.0

Belastung Lastfall Nr. 4 M 1 : 50



Auflagerkräfte (kN) Lastfall Nr. 4 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 12

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel POS: 2.0
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

BELASTUNG Nr. 5 Lastfall: fw

Einwirkung Nr. 7 30kN < Fahrzeuglast < 160kN $\gamma = 1.50$
 Auflagerkräfte, Schnittgrößen und Verschiebungen für 1-fache Lasten

STABLASTEN

Art: 1=Einzellast (kN) 3=Voll-Trapezlast (kN/m)
 2=Einzelmoment(kNm) 4=Teil-Trapezlast (kN/m)
 Richtung: 1=horizontal 2=vertikal bezogen auf Projektionen H, L
 3=längs 4=quer bezogen auf Stablänge

Stab	Art	Richtung	p1	p2	Abstand a	Länge b
1	3	1	13.700	13.700		
3	3	1	-13.700	-13.700		

AUFLAGERKRÄFTE Th. 1.Ord. Lastfall 5 : fw

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
------------	--------------	--------------	----------------

1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

SCHNITTGRÖSSEN Th. 1.Ord. Lastfall 5 : fw

Stab Nr.	Q Knoten Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
----------	--------------	--------	--------	---------

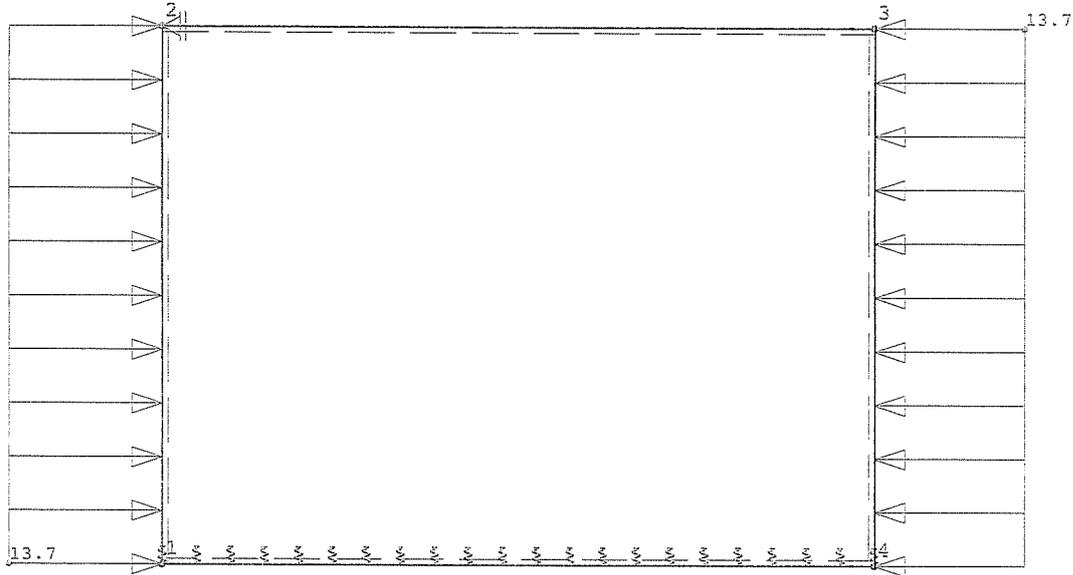
1	1	1	24.68	0.00	-6.49
		.50	0.02	0.00	15.75
	1	2	-24.64	0.00	-6.41
2	1	2	0.00	-24.64	-6.41
		.50	0.00	-24.64	-6.41
	1	3	0.00	-24.64	-6.41
3	1	3	24.64	0.00	-6.41
		.50	-0.02	0.00	15.75
	1	4	-24.68	0.00	-6.49
4	2	4	0.00	-24.68	-6.49
		.50	0.00	-24.68	-6.29
	2	1	0.01	-24.68	-6.48

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 13

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.0

Belastung Lastfall Nr. 5 M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 14

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.0

LASTFALL-ÜBERLAGERUNG Nr. 1

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
g		Ständige Lasten	1,00	1,00	1,00	1,35
G	2	30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0,70	0,50	0,30	1,50
N	8	sonstige veränderliche Lasten	0,80	0,70	0,50	1,50

Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN 1055-100 9.4.4 (14)

ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : g+w

Lastfall Nr.	1	:	*	1.35	(EWG99)	g
	Nr.	2	:	*	1.50	*(EWG14) w

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 8.03 cm

AUFLAGERKRÄFTE : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : g+w

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
------------	--------------	--------------	----------------

1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

SCHNITTGRÖSSEN : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : g+w

Stab Nr.	Q Knoten Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)	
1	1	1	-37.93	-60.24	-21.37
		.50	13.37	-60.24	-36.18
	1	2	20.87	-60.24	-1.12
2	1	2	23.79	20.87	-1.12
		.50	0.00	20.87	26.84
	1	3	-23.79	20.87	-1.12
3	1	3	-20.87	-60.24	-1.12
		.50	-13.37	-60.24	-36.18
	1	4	37.93	-60.24	-21.37
4	2	4	60.24	37.93	-21.37
		.50	0.50	37.93	49.11
	2	1	-58.78	37.93	-17.24

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 15

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel

POS: 2.0

Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

Baustoff C35/45 Bst 500 S(A) DIN 1045-1:2001

SCHNITTGRÖSSEN+BEMESSUNG : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : g+w
 Die Mindestbewehrung nach DIN 1045-1 13.1.1 ist berücksichtigt.

Stab Nr.	Q Nr.	Knoten Nr.	Ved (kN)	Ned (kN)	Med (kNm)	Asu (cm ²)	Aso (cm ²)	AsBu (cm ² /m)
1	1	1	-37.9	-60.2	-21.4	0.0	4.3	10.3
		0.500	13.4	-60.2	-36.2	0.0	4.3	10.3
	1	2	20.9	-60.2	-1.1	0.0	0.0	10.3
2	1	2	23.8	20.9	-1.1	0.1	4.6	10.3
		0.500	0.0	20.9	26.8	4.6	0.0	10.3
	1	3	-23.8	20.9	-1.1	0.1	4.6	10.3
3	1	3	-20.9	-60.2	-1.1	0.0	0.0	10.3
		0.500	-13.4	-60.2	-36.2	0.0	4.3	10.3
	1	4	37.9	-60.2	-21.4	0.0	4.3	10.3
4	2	4	60.2	37.9	-21.4	0.0	4.9	10.3
		0.500	0.5	37.9	49.1	4.9	0.0	10.3
	2	1	-58.8	37.9	-17.2	0.0	4.9	10.3

SCHNITTGRÖSSEN+BEMESSUNG : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 1 : g+w

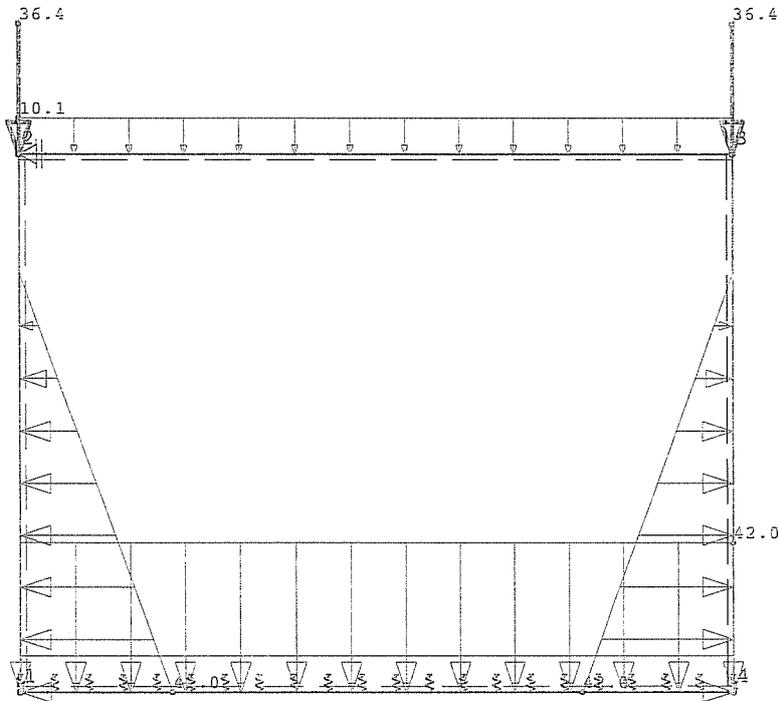
Stab Nr.	Q Nr.	Knoten Nr.	Ved (kN)	AsZ (cm ²)	VRd,c (kN)	VRd,ct (kN)	VRd,max (kN)	Theta (Grad)	AsBu (cm ² /m)
1	1	1	-37.9	4.3	174.5	92.0	1004.1	18.4	10.3
		0.500	13.4	4.3	174.5	92.0	1004.1	18.4	10.3
	1	2	20.9	0.0	155.1	6.0	892.5	18.4	10.3
2	1	2	23.8	4.6	157.7	86.1	1487.5	45.0	10.3
		0.500	0.0	4.6	177.4	86.1	1673.4	45.0	10.3
	1	3	-23.8	4.6	157.7	86.1	1487.5	45.0	10.3
3	1	3	-20.9	0.0	155.1	6.0	892.5	18.4	10.3
		0.500	-13.4	4.3	174.5	92.0	1004.1	18.4	10.3
	1	4	37.9	4.3	174.5	92.0	1004.1	18.4	10.3
4	2	4	60.2	4.9	178.0	86.0	1673.4	45.0	10.3
		0.500	0.5	4.9	178.0	86.2	1673.4	45.0	10.3
	2	1	-58.8	4.9	178.0	86.0	1673.4	45.0	10.3

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 16

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.0

Belastung Überlagerung Nr. 1 M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 17

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel POS: 2.0
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

LASTFALL-ÜBERLAGERUNG Nr. 2

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
g		Ständige Lasten	1,00	1,00	1,00	1,35
G 2		30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0,70	0,50	0,30	1,50
N 8		sonstige veränderliche Lasten	0,80	0,70	0,50	1,50

Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN 1055-100 9.4.4 (14)

ÜBERLAGERUNG Nr. 2 : g+e

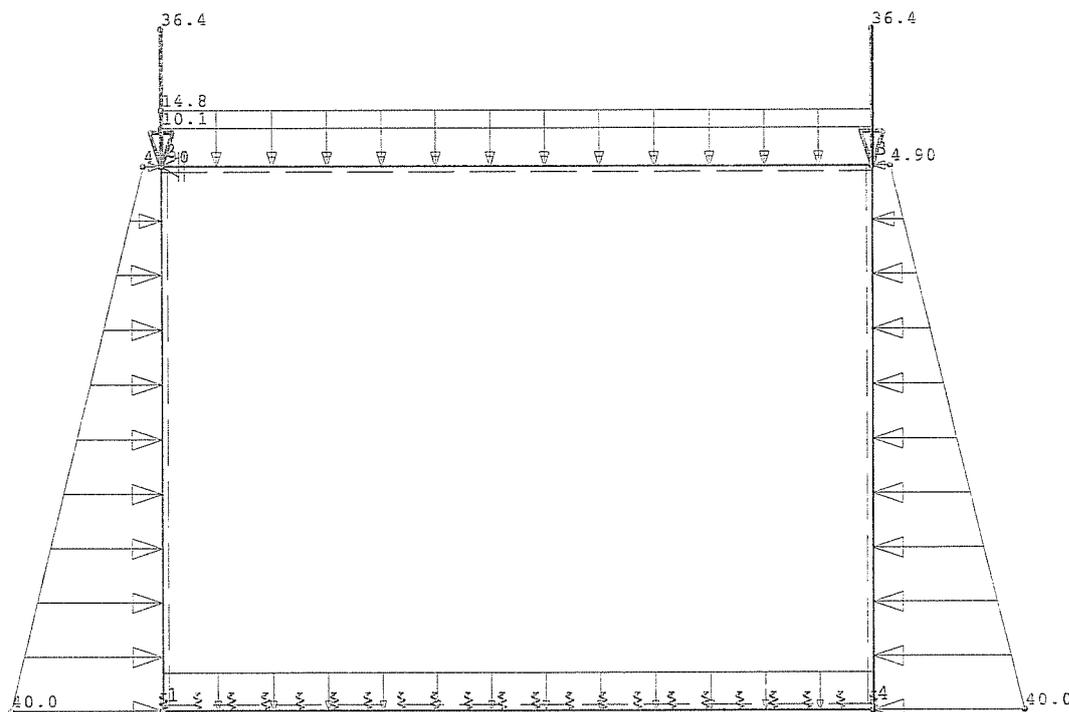
Lastfall Nr.	1	:	*	1.35	(EWG99)	g	
	Nr.	3	:	*	1.35	(EWG99)	e

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 5.28 cm

AUFLAGERKRÄFTE : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 2 : g+e

Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

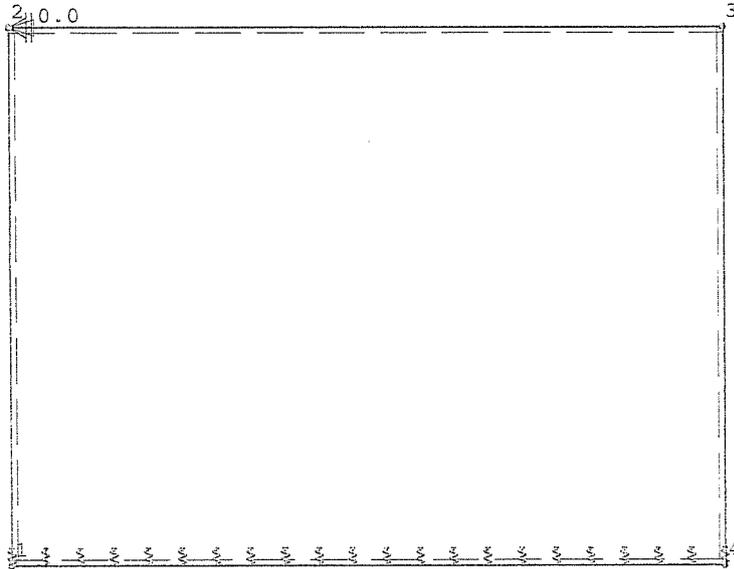
Belastung Überlagerung Nr. 2 M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 18

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel PCS: 2.0
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

Auflagerkräfte (kN) Überlagerung Nr. 2 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBI. 19

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel POS: 2.0
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

LASTFALL-ÜBERLAGERUNG Nr. 3

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
g		Ständige Lasten	1,00	1,00	1,00	1,35
G	2	30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0,70	0,50	0,30	1,50
N	8	sonstige veränderliche Lasten	0,80	0,70	0,50	1,50

Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN 1055-100 9.4.4 (14)

ÜBERLAGERUNG Nr. 3 : g+e+fd

Lastfall Nr.	1	:	*	1.35	(EWG99)	g	
	Nr.	3	:	*	1.35	(EWG99)	e
	Nr.	4	:	*	1.50	*(EWG7)	fd

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 12.1 cm

AUFLAGERKRÄFTE : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 3 : g+e+fd

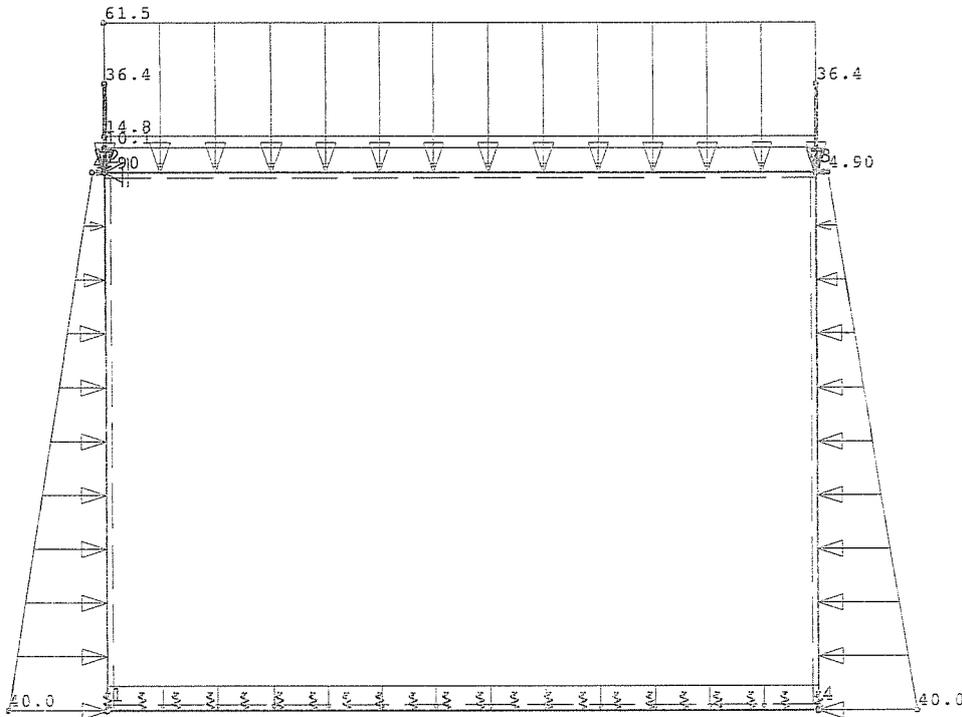
Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 20

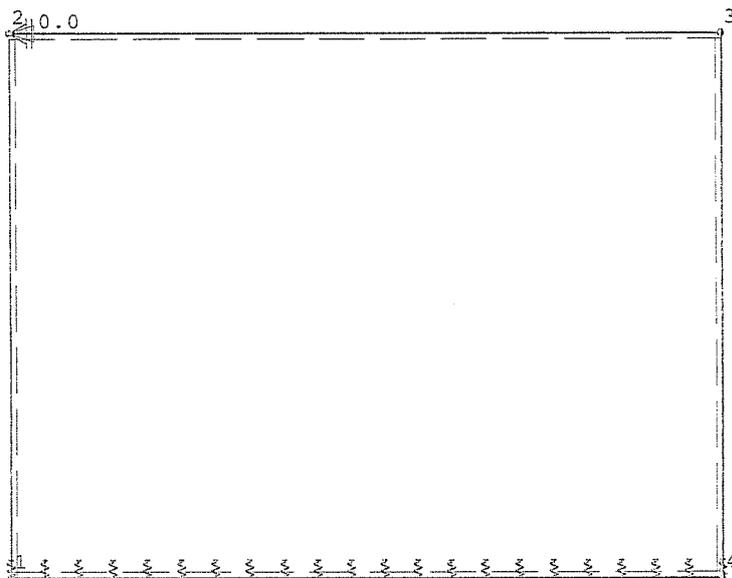
PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.0

Belastung Überlagerung Nr. 3 M 1 : 50



Auflagerkräfte (kN) Überlagerung Nr. 3 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 21

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel

POS: 2.0

Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

LASTFALL-ÜBERLAGERUNG Nr. 4

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
g		Ständige Lasten	1,00	1,00	1,00	1,35
G	2	30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0,70	0,50	0,30	1,50
N	8	sonstige veränderliche Lasten	0,80	0,70	0,50	1,50

Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN 1055-100 9.4.4 (14)

ÜBERLAGERUNG Nr. 4 : g+e+fd+fw

Lastfall Nr.	1	:	*	1.35	(EWG99)	g	
	Nr.	3	:	*	1.35	(EWG99)	e
	Nr.	4	:	*	1.50	*(EWG7)	fd
	Nr.	5	:	*	1.50	*(EWG7)	fw

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 12.0 cm

AUFLAGERKRÄFTE : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 4 : g+e+fd+fw

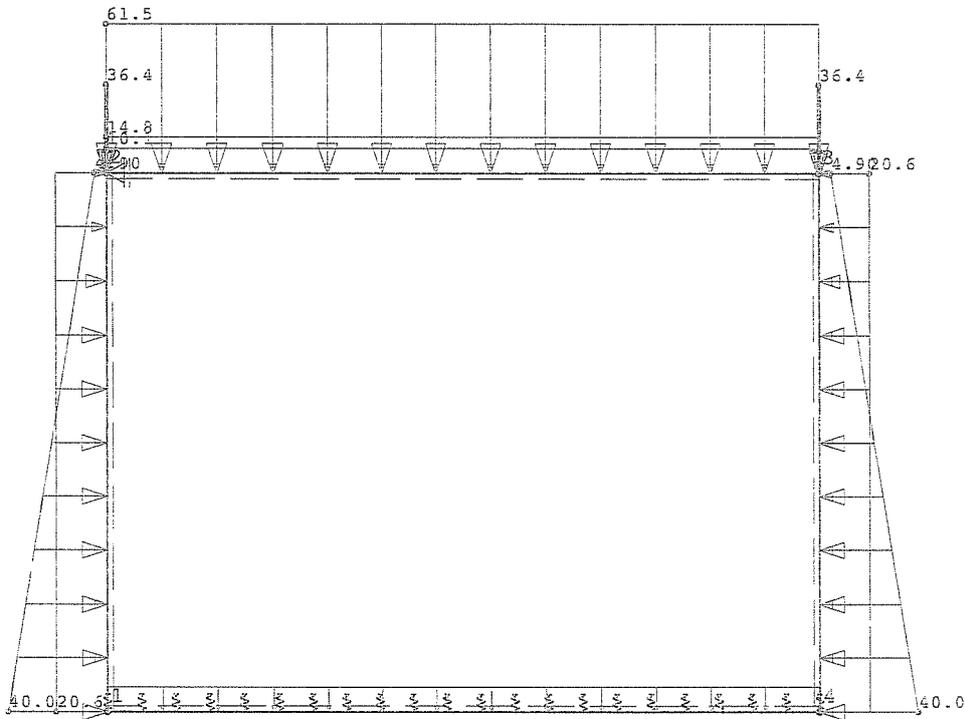
Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 22

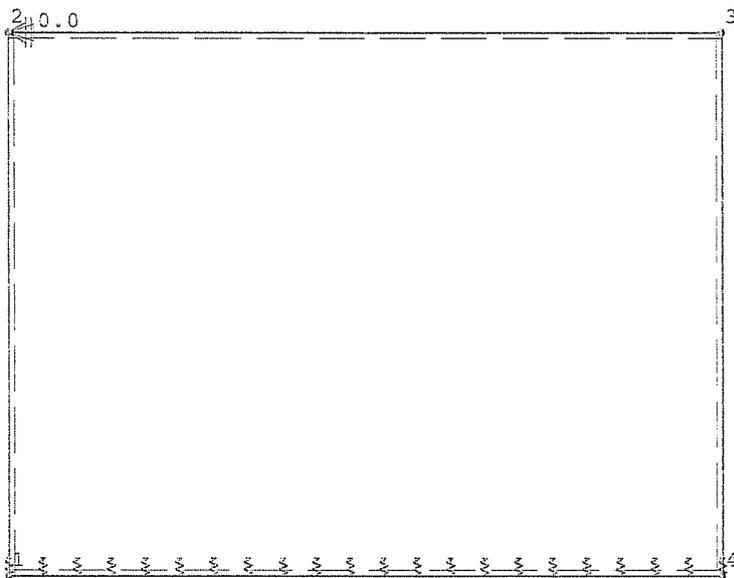
PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.0

Belastung Überlagerung Nr. 4 M 1 : 50



Auflagerkräfte (kN) Überlagerung Nr. 4 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 23

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel POS: 2.0
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

LASTFALL-ÜBERLAGERUNG Nr. 5

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
g		Ständige Lasten	1,00	1,00	1,00	1,35
G 2		30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0,70	0,50	0,30	1,50
N 8		sonstige veränderliche Lasten	0,80	0,70	0,50	1,50

Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN 1055-100 9.4.4 (14)

ÜBERLAGERUNG Nr. 5 : g+e+fw

Lastfall Nr.	1	:	*	1.35	(EWG99)	g	
	Nr.	3	:	*	1.35	(EWG99)	e
	Nr.	5	:	*	1.50	*(EWG7)	fw

Maximale Verschiebung im Stab 2 bei $x = 0.50 * L$ Max_f = 5.18 cm

AUFLAGERKRÄFTE : Th. 1.Ord. ÜBERLAGERUNG Nr. 5 : g+e+fw

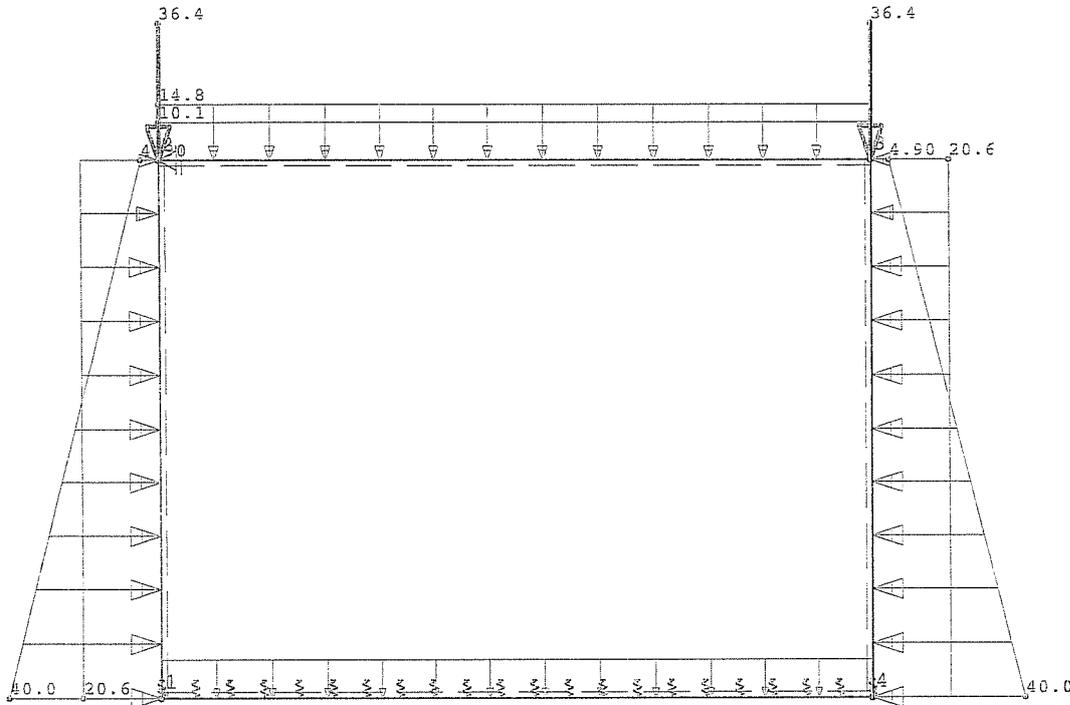
Knoten Nr.	Kraft H (kN)	Kraft V (kN)	Moment M (kNm)
1			
2	0.000		
Summe :	0.000	0.000	

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 24

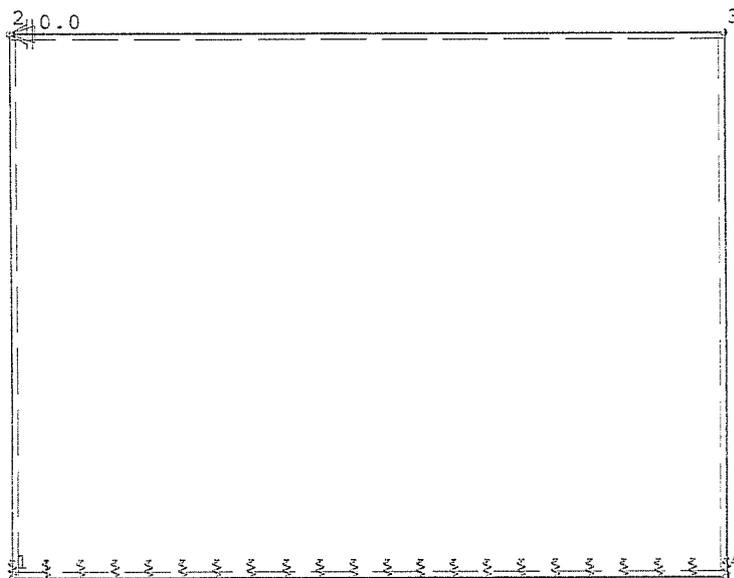
PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.0

Belastung Überlagerung Nr. 5 M 1 : 50



Auflagerkräfte (kN) Überlagerung Nr. 5 Th.1.Ord. M 1 : 50



Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 25

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel POS: 2.0
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

Maxwerte aus 5 vorgeg. Überlagerungen Th1
 Bezeichnung : lö

lfd.Nr	Ü.Nr					
1	1	:	1.35 * Lf 1	1.50 * Lf 2		
2	2	:	1.35 * Lf 1	1.35 * Lf 3		
3	3	:	1.35 * Lf 1	1.35 * Lf 3	1.50 * Lf 4	
4	4	:	1.35 * Lf 1	1.35 * Lf 3	1.50 * Lf 4	
			1.50 * Lf 5			
5	5	:	1.35 * Lf 1	1.35 * Lf 3	1.50 * Lf 5	

Die Liste der Einwirkungen wird hier nur informativ ausgedruckt;
 die Überlagerung wird mit den oben definierten Faktoren gerechnet.

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
g		Ständige Lasten	1,00	1,00	1,00	1,35
G 2		30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0,70	0,50	0,30	1,50
N 8		sonstige veränderliche Lasten	0,80	0,70	0,50	1,50

SCHNITTGRÖSSEN * = max/min Werte

Stab Nr.	Knoten Nr.	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	Überlagerung
1	1	-60.24*	-37.93	-21.37	1
	1	-239.7*	94.50	-129.8	4
	1	-95.14	94.68*	-66.29	5
	1	-60.24	-37.93*	-21.37	1
	1	-60.24	-37.93	-21.37*	1
	1	-239.7	94.50	-129.8*	4
0.25		-60.24*	-6.21	-40.32	1
		-239.7*	43.92	-68.14	4
		-95.14	44.10*	-4.43	5
		-60.24	-6.21*	-40.32	1
		-95.14	44.10	-4.43*	5
		-239.7	25.39	-83.41*	3
0.50		-60.24*	13.37	-36.18	1
		-239.7*	1.25	-48.41	4
		-60.24	13.37*	-36.18	1
		-239.7	1.21*	-72.03	3
		-95.14	1.43	15.46*	5
		-239.7	1.21	-72.03*	3

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 26

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel POS: 2.0
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

SCHNITTGRÖSSEN * = max/min Werte

Stab Knoten		N	Q	M	Überlagerung
Nr.	Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)	
	0.75	-60.24*	20.79	-19.90	1
	0.75	-239.7*	-33.52	-63.53	4
	0.75	-60.24	20.79*	-19.90	1
	0.75	-239.7	-33.52*	-63.53	4
	0.75	-95.14	-33.34	0.51*	5
	0.75	-239.7	-15.06	-78.86*	3
1	2	-60.24*	20.87	-1.12	1
	2	-239.7*	-60.38	-106.4	4
	2	-60.24	20.87*	-1.12	1
	2	-239.7	-60.38*	-106.4	4
	2	-60.24	20.87	-1.12*	1
	2	-239.7	-60.38	-106.4*	4
2	2	20.87*	23.79	-1.12	1
	2	-60.38*	203.2	-106.4	4
	2	-60.38	203.2*	-106.4	4
	2	20.87	23.79*	-1.12	1
	2	20.87	23.79	-1.12*	1
	2	-60.38	203.2	-106.4*	4
	0.25	20.87*	11.90	19.85	1
	0.25	-60.38*	101.6	72.71	4
	0.25	-60.38	101.6*	72.71	4
	0.25	20.87	11.90*	19.85	1
	0.25	-23.42	101.6	82.31*	3
	0.25	-60.20	29.35	9.55*	5
	0.50	20.87*	0.00	26.84	1
	0.50	-60.38*	0.00	132.4	4
	0.50	-23.24	0.00*	36.39	2
	0.50	-23.42	0.00*	142.0	3
	0.50	-23.42	0.00	142.0*	3
	0.50	-60.20	0.00	26.79*	5
	0.75	20.87*	-11.90	19.85	1
	0.75	-60.38*	-101.6	72.71	4
	0.75	20.87	-11.90*	19.85	1

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 27

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.0

SCHNITTGRÖSSEN * = max/min Werte

Stab	Knoten	N	Q	M	Überlagerung
Nr.	Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)	
	0.75	-23.42	-101.6*	82.31	3
	0.75	-23.42	-101.6	82.31*	3
	0.75	-60.20	-29.35	9.55*	5
2	3	20.87*	-23.79	-1.12	1
	3	-60.38*	-203.2	-106.4	4
	3	20.87	-23.79*	-1.12	1
	3	-23.42	-203.2*	-96.77	3
	3	20.87	-23.79	-1.12*	1
	3	-60.38	-203.2	-106.4*	4
3	3	-60.24*	-20.87	-1.12	1
	3	-239.7*	60.38	-106.4	4
	3	-239.7	60.38*	-106.4	4
	3	-60.24	-20.87*	-1.12	1
	3	-60.24	-20.87	-1.12*	1
	3	-239.7	60.38	-106.4*	4
	0.25	-60.24*	-20.79	-19.90	1
	0.25	-239.7*	33.52	-63.53	4
	0.25	-239.7	33.52*	-63.53	4
	0.25	-60.24	-20.79*	-19.90	1
	0.25	-95.14	33.34	0.51*	5
	0.25	-239.7	15.06	-78.86*	3
	0.50	-60.24*	-13.37	-36.18	1
	0.50	-239.7*	-1.25	-48.41	4
	0.50	-239.7	-1.21*	-72.03	3
	0.50	-60.24	-13.37*	-36.18	1
	0.50	-95.14	-1.43	15.46*	5
	0.50	-239.7	-1.21	-72.03*	3
	0.75	-60.24*	6.21	-40.32	1
	0.75	-239.7*	-43.92	-68.14	4
	0.75	-60.24	6.21*	-40.32	1
	0.75	-95.14	-44.10*	-4.43	5
	0.75	-95.14	-44.10	-4.43*	5
	0.75	-239.7	-25.39	-83.41*	3

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 28

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel POS: 2.0
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

SCHNITTGRÖSSEN * = max/min Werte

Stab	Knoten	N	Q	M	Überlagerung
Nr.	Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)	
3	4	-60.24*	37.93	-21.37	1
	4	-239.7*	-94.50	-129.8	4
	4	-60.24	37.93*	-21.37	1
	4	-95.14	-94.68*	-66.29	5
	4	-60.24	37.93	-21.37*	1
	4	-239.7	-94.50	-129.8*	4
4	4	37.93*	60.24	-21.37	1
	4	-94.68*	95.14	-66.29	5
	4	-94.50	239.7*	-129.8	4
	4	37.93	60.24*	-21.37	1
	4	37.93	60.24	-21.37*	1
	4	-94.50	239.7	-129.8*	4
0.25		37.93*	29.71	31.31	1
		-94.68*	47.56	17.48	5
		-94.50	119.1*	80.53	4
		37.93	29.71*	31.31	1
		-57.47	118.9	90.09*	3
		-94.68	47.56	17.48*	5
0.50		37.93*	0.50	49.11	1
		-94.68*	0.80	46.04	5
		-94.50	2.01*	152.0	4
		37.93	0.50*	49.11	1
		-57.47	2.01	161.4*	3
		-94.68	0.80	46.04*	5
0.75		37.93*	-28.57	33.09	1
		-94.68*	-45.75	20.32	5
		37.93	-28.57*	33.09	1
		-94.50	-114.5*	87.65	4
		-57.47	-114.3	97.21*	3
		-94.68	-45.75	20.32*	5
4	1	37.93*	-58.78	-17.24	1
	1	-94.68*	-92.81	-59.70	5
	1	37.93	-58.78*	-17.24	1
	1	-57.47	-233.8*	-103.6	3
	1	37.93	-58.78	-17.24*	1
	1	-94.50	-233.8	-113.3*	4

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 29

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.0

Baustoff C35/45 BSt 500 S(A) DIN 1045-1:2001

Werte in Klammern verweisen auf die Nummer der maßgeb. Überlagerung.

BIEGEBEMESSUNG		für 'unten'		für 'oben'		Bewehrung	
Stab	Knoten	Ned	Med	Ned	Med	Asu	Aso
Nr.	Nr.	(kN)	(kNm)	(kN)	(kNm)	(cm ²)	(cm ²)
1	1			-239.7	-129.8 (4)	0.0	9.4
	0.25			-239.7	-83.4 (3)	0.0	4.6
	0.50	-95.1	15.5 (5)	-60.2	-36.2 (1)	4.3	4.3
	0.75	0.0	0.0	-60.2	-19.9 (1)	0.0	4.3
	2	0.0	0.0	-239.7	-106.4 (4)	0.0	6.9
2	2	20.9	-1.1 (1)	-60.4	-106.4 (4)	0.1	9.0
	0.25	-23.4	82.3 (3)	0.0	0.0	7.2	0.0
	0.50	-23.4	142.0 (3)	0.0	0.0	13.2	0.0
	0.75	-23.4	82.3 (3)	0.0	0.0	7.2	0.0
	3	20.9	-1.1 (1)	-60.4	-106.4 (4)	0.1	9.0
3	3	0.0	0.0	-239.7	-106.4 (4)	0.0	6.9
	0.25	0.0	0.0	-60.2	-19.9 (1)	0.0	4.3
	0.50	-95.1	15.5 (5)	-60.2	-36.2 (1)	4.3	4.3
	0.75	0.0	0.0	-239.7	-83.4 (3)	0.0	4.6
	4	0.0	0.0	-239.7	-129.8 (4)	0.0	9.4
4	4	0.0	0.0	-94.5	-129.8 (4)	0.0	11.0
	0.25	-57.5	90.1 (3)	0.0	0.0	7.5	0.0
	0.50	-57.5	161.4 (3)	0.0	0.0	14.9	0.0
	0.75	-57.5	97.2 (3)	0.0	0.0	8.2	0.0
	1	0.0	0.0	-94.5	-113.3 (4)	0.0	9.3

Baustoff C35/45 BSt 500 S(A) DIN 1045-1:2001

max QUERKRÄFTE Ved mit zug Ned und zug Med

Stab	Q	Knoten	Ved	Ned	Med	VRd,max	AsBu	zug.LF
Nr.	Nr.	Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)	(cm ² /m)	
1	1	1	94.7	-95.1	-66.3	1004.1	10.3	5
		0.25	44.1	-95.1	-4.4	892.5	10.3	5
		0.50	13.4	-60.2	-36.2	1004.1	10.3	1
		0.75	-33.5	-239.7	-63.5	1004.1	10.3	4
	1	2	-60.4	-239.7	-106.4	1004.1	10.3	4
2	1	2	203.2	-60.4	-106.4	1004.1	10.3	4
		0.25	101.6	-60.4	72.7	1004.1	10.3	4
		0.50	0.0	-23.4	142.0	1004.1	10.3	3
		0.75	-101.6	-23.4	82.3	1004.1	10.3	3
	1	3	-203.2	-23.4	-96.8	1004.1	10.3	3
3	1	3	60.4	-239.7	-106.4	1004.1	10.3	4

Ebenes Stabwerk ESK1 01/2012 Microsoft Win XP ProBl. 30

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel

POS: 2.0

Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

Baustoff C35/45 BSt 500 S(A) DIN 1045-1:2001

max QUERKRÄFTE Ved mit zug Ned und zug Med

Stab Q Nr.	Knoten Nr.	Ved Nr.	Ved (kN)	Ned (kN)	Med (kNm)	VRd,max (kN)	AsBu (cm ² /m)	zug.LF
		0.25	33.5	-239.7	-63.5	1004.1	10.3	4
		0.50	-13.4	-60.2	-36.2	1004.1	10.3	1
		0.75	-44.1	-95.1	-4.4	892.5	10.3	5
	1	4	-94.7	-95.1	-66.3	1004.1	10.3	5
4	2	4	239.7	-94.5	-129.8	1004.1	10.3	4
		0.25	119.1	-94.5	80.5	1004.1	10.3	4
		0.50	2.0	-94.5	152.0	1004.1	10.3	4
		0.75	-114.5	-94.5	87.7	1004.1	10.3	4
	2	1	-233.8	-57.5	-103.6	1004.1	10.3	3

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.1

Verteilungsnachweis

RISSBREITENNACHWEIS nach DIN 1045-1 (2001)

Betonstahl BSt 500 SA
Beton C 35/45 $t \geq 28d$ (normale Erh.)
Betonzugfestigkeit nach Tab.9 bzw.10 $f_{cteff} = 3.21$ N/mm
E-Modul Beton $\alpha_E = 1.00$ (Zuschlagstoffe)
 $k_{Ec}(t) = 1.00$ $E_{cm} = 29894$ N/mm²

KRIECHZAHL

Luftfeuchte LU = 50 % Zement 32.5R;42.5
Belastungsalter $t_0 = 8$ Tage $t = \text{unendlich}$
Kriechzahl $\phi(t_0, t) = 2.58$

ANFORDERUNGEN DAUERHAFTIGKEIT

Bewehrungskorrosion XC1
Betonangriff XA3
Mindestbetonklasse C 35/45
Bügel $d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung $d_{s,l} = 16$ mm
Vorhaltemaß $\Delta c = 10$ mm
Bügel $c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung $c_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung $c_{min,l} = 16$ mm
Betondeckung $c_{nom,l} = 28$ mm*
Verlegemaß Bügel $c_{v,b} \geq 20$ mm
Anforderungsklasse E nutzerdef.
zul. Rissbreite $w_k = 0.20$ mm
nutzerdef.

*: mit $c_{min,b}$

QUERSCHNITT

Rechteck $bw = 100.0$ cm $h = 30.0$ cm
Bewehrung $d_{ob} = 5.0$ cm $d_{un} = 5.0$ cm

NACHWEIS RISSBREITE

Lastbeanspruchung (Dauerlast $\beta_t = 0.4$)
q.-stä. LK $N_x = -180.0$ kN $M_y = 100.0$ kNm
Zustand I $\sigma_{sigbz} = 6.07$ N/mm²
gewählt: $A_{su} = 14.36$ cm² $A_{so} = 14.36$ cm²
Dehnung mit $\phi = 2.58$ $\epsilon_1 = -0.95$ o/o $\epsilon_2 = 1.77$ o/o
Druckzonenhöhe $x = 104.8$ mm
Zug unten: nutzerdefiniert $zul.w_k = 0.20$ mm $d_s = 16.0$ mm
 $\epsilon_{2s} = 1.32$ o/o $\sigma_s = 263.68$ N/mm²
Wirkungszone A_s $b_{un} = 100.0$ cm $h_{eff} = 6.8$ cm
 $A_{ceff} = 682.5$ cm² $\rho_{eff} = 2.1$ %
 $\Delta \epsilon = 0.860$ o/o (abgeschlossenes Rissbild)
 $s_{rmax} = 211.2$ mm
 $w_k = 0.182$ mm < zul. w_k

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 2

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.1

Mindestbewehrung, Biegezwang:

kein innerer Zwang, Dauerlast $\beta_t = 0.4$

Rissschnittkräfte: vorgegebene Längskraft $N_{cr} = 0.00$ kN
 $f_{cteff} = 3.21$ N/mm²

Teilquer- schnitt	kc	k	Act [cm ²]	Fcr [kN]	ds [mm]	zul.wk [mm]	As [cm ²]
Biegezwang unten							
Steg unten	0.40	1.00	0.1500	193	16	0.2	8.78

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.2

Rodenplatte

RISSBREITENNACHWEIS nach DIN 1045-1 (2001)

Betonstahl	BSt 500 SA
Beton	C 35/45 $t = 3 \dots 5d$ (normale Erh.)
Betonzugfestigkeit	$kFct(t) = 0.50$ (nutzerdef.) $fcteff = 1.60$ N/mm
E-Modul Beton	$\alpha E = 1.00$ (Zuschlagstoffe)
	$kEc(t) = 0.90$ (nutzerdef.) $E_{cm} = 26905$ N/mm ²

KRIECHZAHL

junger Beton $\phi t = 0.36$ (nutzerdefiniert)

ANFORDERUNGEN DAUERHAFTIGKEIT

Bewehrungskorrosion	XC1
Betonangriff	XA3
Mindestbetonklasse	C 35/45
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 16$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta c = 10$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 16$ mm
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28$ mm*
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} > = 20$ mm
Anforderungsklasse	E nutzerdef.
zul. Rissbreite	$w_k = 0.20$ mm nutzerdef.

*: mit $c_{min,b}$

BODENPLATTE

Abmessungen	B = 5.00 m	H = 0.30 m
	L = 10.00 m	
Bewehrung	$d_{ob} = 5.0$ cm	$d_{un} = 5.0$ cm

ZWANG AUS HYDRATATION (DAfStb H.466)

Bodenplatte:

$\Delta T = -25.00$ K	$\alpha_T = 10.00 \cdot 10^{-6}$ 1/K
$\epsilon_b = -0.250$ o/oo	$C_b = 8.0715e+004$ kN/cm

Baugrund:

$E_e = 50.00$ MN/m ²	$C_e = 7.0755e+005$ KN
---------------------------------	------------------------

kein Unterbeton

Nzw= 34.77 kN/m

Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):

$\gamma = 25.00$ kN/m ³	$q = 0.00$ kN/m ²
$\text{cal } \phi = 32.5$ Grd	$\mu = 0.56$

Nzw= 20.90 kN/m

maßgebend: Nzw= 20.90 kN/m

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.3

Wand

RISSBREITENNACHWEIS nach DIN 1045-1 (2001)

Betonstahl	BSt 500 SA
Beton	C 35/45 $t = 3 \dots 5d$ (normale Erh.)
Betonzugfestigkeit	$k_{Fct}(t) = 0.50$ (nutzerdef.) $f_{cteff} = 1.60$ N/mm
E-Modul Beton	$\alpha_E = 1.00$ (Zuschlagstoffe)
	$k_{Ec}(t) = 0.90$ (nutzerdef.) $E_{cm} = 26905$ N/mm ²

KRIECHZAHL

junger Beton $\phi_t = 0.36$ (nutzerdefiniert)

ANFORDERUNGEN DAUERHAFTIGKEIT

Bewehrungskorrosion	XC1
Betonangriff	XA3
Mindestbetonklasse	C 35/45
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 16$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta c = 10$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 16$ mm
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28$ mm*
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} > = 20$ mm
Anforderungsklasse	E nutzerdef.
zul. Rissbreite	$w_k = 0.20$ mm nutzerdef.

*: mit $c_{min,b}$

WAND AUF FUNDAMENT

Abmessungen	B = 0.30 m	H = 3.30 m
	L = 10.00 m	
Bewehrung	$d_{li} = 3.6$ cm	$d_{re} = 3.6$ cm

ZWANG AUS HYDRATATION (Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage)

Zement: 32.5R;42.5	Z = 300 kg/m ³
$t_m = 1.24$ d	$Q_H = 193$ kJ/kg
$\alpha_b = 0.73$	$T_{bH} = 16.9$ K
$T_{cO} = 20.0$ |C	$k_{tV} = 0.50$
$T_{b,m} = 26.9$ K	$T_F = 15.0$ °C
$\alpha_T = 10$ 10-6/K	$k_V = 0.80$
Zwangspannungen am Fußpunkt:	$\sigma_{ct} = 2.57$ N/mm ²
Rechenwert Zwangsspannung bei H/4:	$k_{ct,d} = 0.60$
	$\sigma_{ct,d} = 1.55$ N/mm ² < f_{cteff}
	$\sigma_{zw} = 1.55$ N/mm ²

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 2

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Diana

POS: 2.3

NACHWEIS RISSBREITE

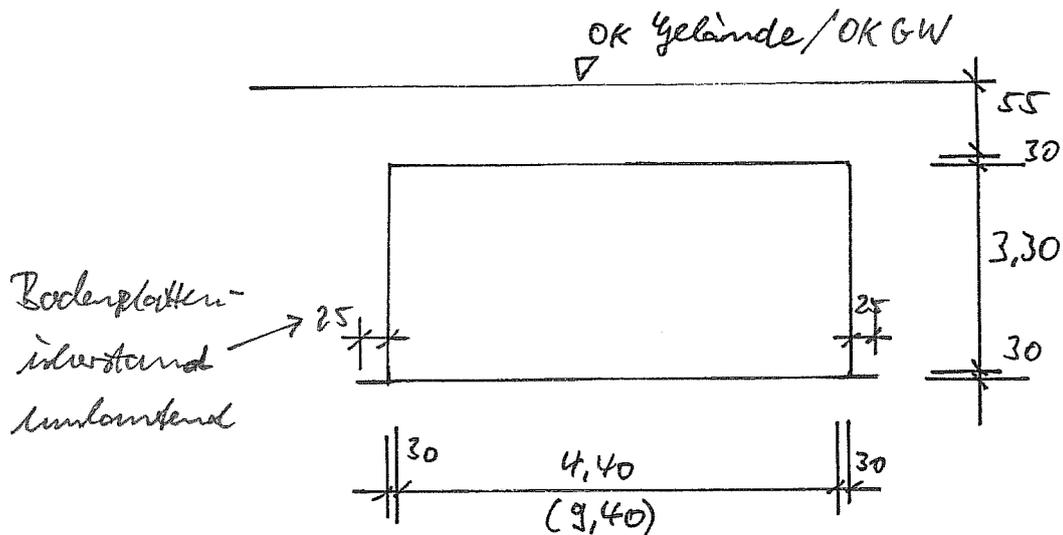
Anforderungsklasse E zul.wk = 0.20 mm ds = 16.0 mm

Zwang aus Hydratation (kurzzeitige Einwirkung $\beta_t = 0.6$)

zentr. Zwang $N_x = 464.32 \text{ kN/m}$
 $\varepsilon_{2s} = 0.94 \text{ o/oo}$ $F_s = 464.3 \text{ kN/m}$
 zentrischer Zug $F_{cr} = 384.6 \text{ kN/m}$
 $h_{eff} = 20.4 \text{ cm}$ $F_{cre} = 327.4 \text{ kN/m}$
erforderlich: $A_{sli} = 12.32 \text{ cm}^2/\text{m}$ $A_{sre} = 12.32 \text{ cm}^2/\text{m}$

Bauwerk 3 : Göschwanderrückhalteblechen Apollo - Tunnel

System und Belastung:



aus DIN - Fachbericht 101		41,00 kN/m ²
aus Erdauflast	20 · 0,55	= 11,00 "
	$l_0 = 41 \cdot \frac{1}{13} + 20 \cdot 0,55 \cdot \frac{1}{13}$	= 17,33 "
	$l_u = 41 \cdot \frac{1}{13} + 20 \cdot 4,45 \cdot \frac{1}{13}$	= 47,36 "
aus Eigengewicht Stb.-Bauteile	25 · 0,30	= 7,50 "
aus Probebefüllung	10 · 2,80	= 28,00 "
aus Wanddruck UK Bodenplatte	10,0 · 4,45	= 44,50 "

Nachweis Aufrtrieb:

$$\text{Aufrtriebskraft: } 44,50 \cdot 10 \cdot 5 + 3,0 \cdot 0,25 \cdot (10,5 \cdot 2 + 5,0 \cdot 2) = 2233 \text{ kN}$$

$$\text{erf. Auflast } 2233 \cdot 1,1 = 2456 \text{ kN}$$

vorh. Auflast:

$$\begin{aligned} & 7,50 \cdot 10,0 \cdot 5,0 + 7,5 \cdot 10,5 \cdot 5,5 + 6,6 \cdot 9,40 \cdot 4,4 \\ & + 7,5 \cdot 3,3 \cdot (10,0 \cdot 2 + 4,4 \cdot 2) + 18 \cdot 0,55 \cdot 10,0 \cdot 5,0 \\ & + 18 \cdot 4,15 \cdot 0,25 \cdot (10,5 \cdot 2 + 5,0 \cdot 2) \end{aligned} = 2867 \text{ kN}$$

> 2456

Ausführung wie Bauteil 2

Bemessung Bodenplatte:

$$-44,50 \text{ kN/m}^2 + 7,50 + 6,60 = -30,40 \text{ kN/m}^2$$

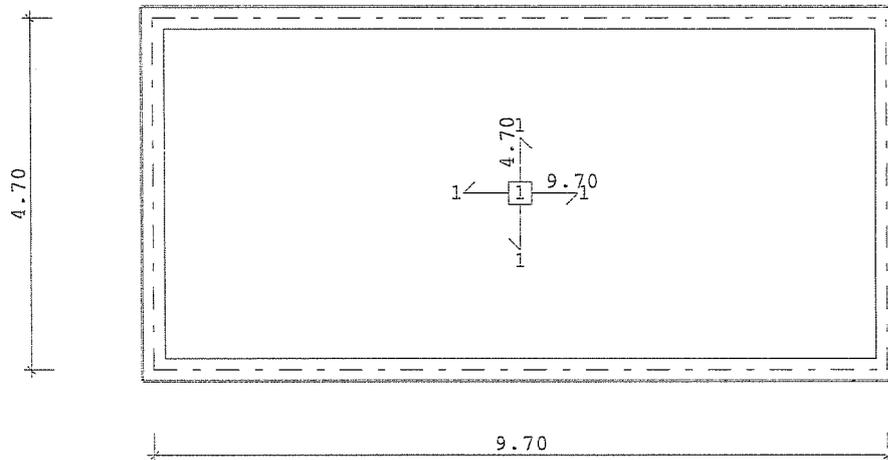
Durchlaufplatten DIN PL5 01/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Apollo

POS: 3.1

SYSTEM h = 30.0 cm C 35/45 BSt 500 SA M 1 : 100



Momentenausgleich nach Pieper / Martens

- Platten-Typ
- 1 : Kragplatte
 - 2 : 2-seitig gelagerte Platte (nur 2 Gegenseiten)
 - 3 : 3-seitig gelagerte Platte (Stiglat / Wippel)
 - 4 : 4-seitig gelagerte Platte (Pieper / Martens)
 mit Berücksichtigung der Drillsteifigkeit

Berechnung und Bemessung nach DIN 1045-1:2008
 Grenze $k_x < 0.45$ wird berücksichtigt (8.2(3))

G - Lastanteile * 1.35 und Q - Lastanteile * 1.5 zur Ermittlung der Bemessungsmomente

Sturz- und Auflagerlasten werden 1.0-fach ausgegeben

Drillbewehrung wird nicht ermittelt

Randbedingungen : Ziffer -1 = freier Rand
 Ziffer 0 = frei drehbar gelagert
 Ziffer >0 = eingespannter Rand zu Platte Nr.

SYSTEM		Belastung				Randbedingungen					
Platte Nr.	Lx [m]	Ly [m]	h [cm]	gk [kN/m ²]	qk [kN/m ²]	li	re	un	ob	li/un	re/ob
1	9.70	4.70	30.0	0.40	30.00	1	1	1	1		

Durchlaufplatten DIN PL5 01/2011

Bl. 2

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Apollo

POS: 3.1

FELDMOMENTE [kNm/m] Biegebemessung C 35/45

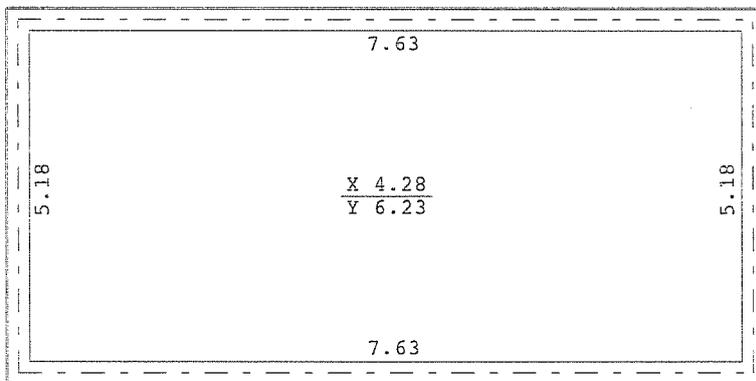
Platte Nr.	Typ	Richtung	md	d [cm]	kd	As [cm ² /m]	gew. BST 500 SA
1	vierseitig	Mitte x	13.76	25.0	6.74	4.28	*3
		y	68.82	25.0	3.01	6.23	

*3 Mindestbewehrung

STÜTZMOMENTE [kNm/m] Mitten , r = freier Rand

Platte Nr.	md +	Platte Nr.	md	md	d [cm]	kd	As [cm ² /m]	gew. BST 500 SA
1	-57.48	1	-57.48	-57.48	25.0	3.30	5.18	
1	-57.48	1	-57.48	-57.48	25.0	3.30	5.18	
1	-83.83	1	-83.83	-83.83	25.0	2.73	7.63	
1	-83.83	1	-83.83	-83.83	25.0	2.73	7.63	

Bewehrung [cm²/m] C 35/45 BST 500 SA M 1 : 100



AUFLAGER-LASTORDINATEN aus Flächenlasten [kN/m]

Platte Nr.	links		rechts		unten		oben	
	gk	qk	gk	qk	gk	qk	gk	qk
1	0.94	70.50	0.94	70.50	0.94	70.50	0.94	70.50

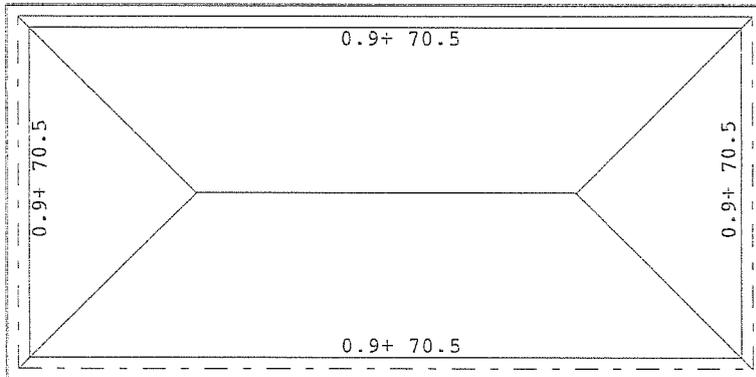
Durchlaufplatten DIN PL5 01/2011

Bl. 3

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Löschwasserrückhaltebecken Apollo

POS: 3.1

AUFLAGER-LASTORDINATEN aus Flächenlasten [kN/m] M 1 : 100



Bauwerk 4: Betriebsgelände

Das Betriebsgelände wird komplett in Stahlbeton hergestellt

Belastung Decke - $h = 20 \text{ cm}$

aus g -Platte $25 \cdot 0,20 = 5,00 \text{ kN/m}^2$

aus Abdichtung, Dämmung, Begrünung $\approx 2,00 \text{ ''}$

für alle Bauteile gew C25/30 WU feilweise XC4, XF1

IST 5005

$W_8 = 0,20 \text{ mm}$

Innentreppe als Stahl-Wangentreppe

$g = 1,00 \text{ kN/m}^2$ $q = 3,00 \text{ kN/m}^2$

$l = 3,50 \text{ m}$

gew Wangen aus U-180-Profilen

Meines Gitterroststufen und Podestbelag

Betondecke Steuerung auf $\pm 0,00$ $h = 20 \text{ mm}$

Belastung g -Platte $5,00 \text{ kN/m}^2$
 $q = 5,00 \text{ ''}$

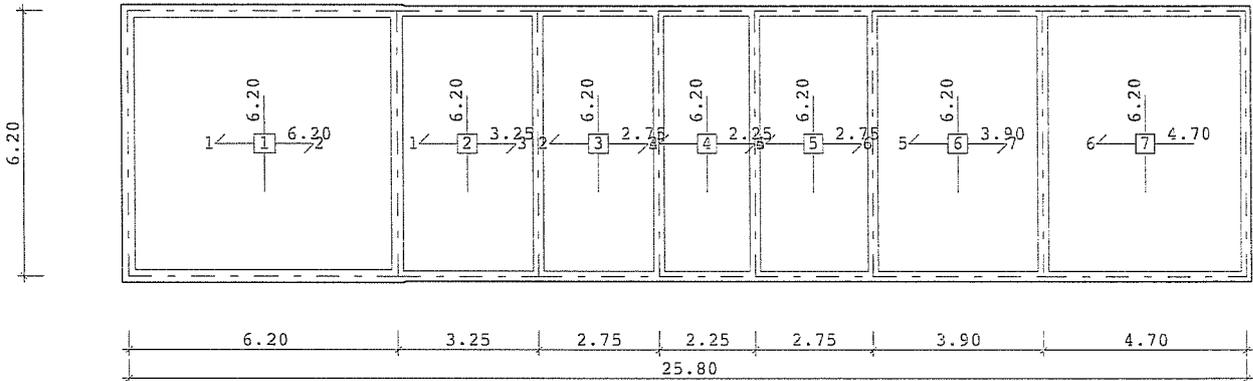
Durchlaufplatten DIN PL5 01/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Decke Betriesgebäude

POS: 4.0

SYSTEM h = 20.0 cm C 25/30 BSt 500 SA M 1 : 175



Momentenausgleich nach Pieper / Martens

- Platten-Typ
- 1 : Kragplatte
 - 2 : 2-seitig gelagerte Platte (nur 2 Gegenseiten)
 - 3 : 3-seitig gelagerte Platte (Stiglat / Wippel)
 - 4 : 4-seitig gelagerte Platte (Pieper / Martens)
mit reduzierter Drillsteifigkeit

Berechnung und Bemessung nach DIN 1045-1:2008
 Grenze $k_x < 0.45$ wird berücksichtigt (8.2(3))

G - Lastanteile * 1.35 und Q - Lastanteile * 1.5 zur Ermittlung der Bemessungsmomente

Sturz- und Auflagerlasten werden 1.0-fach ausgegeben

Drillbewehrung wird nicht ermittelt

Randbedingungen : Ziffer -1 = freier Rand
 Ziffer 0 = frei drehbar gelagert
 Ziffer >0 = eingespannter Rand zu Platte Nr.

SYSTEM		Belastung		Randbedingungen							
Platte Nr.	Lx [m]	Ly [m]	h [cm]	gk [kN/m ²]	qk [kN/m ²]	li	re	un	ob	li/un	re/ob
1	6.20	6.20	20.0	5.00	2.00	1	2	0	0		
2	3.25	6.20	20.0	5.00	2.00	1	3	0	0		
3	2.75	6.20	20.0	5.00	2.00	2	4	0	0		
4	2.25	6.20	20.0	5.00	2.00	3	5	0	0		
5	2.75	6.20	20.0	5.00	2.00	4	6	0	0		
6	3.90	6.20	20.0	5.00	2.00	5	7	0	0		
7	4.70	6.20	20.0	5.00	2.00	6	0	0	0		

Durchlaufplatten DIN PL5 01/2011

Bl. 2

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Decke Betriesgebäude

POS: 4.0

FELDMOMENTE [kNm/m] Biegebemessung C 25/30

Platte Nr.	Typ	Richtung	md	d [cm]	kd	As [cm ² /m]	gew. BST 500 SA
1	vierseitig	Mitte x	12.24	15.0	4.29	2.53	*3
		y	9.86	15.0	4.78	2.53	*3
2	vierseitig	Mitte x	6.93	15.0	5.70	2.53	*3
		y	1.98	15.0	10.67	2.53	*3
3	vierseitig	Mitte x	5.19	15.0	6.59	2.53	*3
		y	1.04	15.0	14.73	2.53	*3
4	vierseitig	Mitte x	3.57	15.0	7.94	2.53	*3
		y	0.71	15.0	17.74	2.53	*3
5	vierseitig	Mitte x	5.19	15.0	6.59	2.53	*3
		y	1.04	15.0	14.73	2.53	*3
6	vierseitig	Mitte x	8.74	15.0	5.07	2.53	*3
		y	3.02	15.0	8.63	2.53	*3
7	vierseitig	Mitte x	13.85	15.0	4.03	2.53	*3
		y	6.50	15.0	5.88	2.53	*3

*3 Mindestbewehrung

STÜTZMOMENTE [kNm/m] Mitten , r = freier Rand

Platte Nr.	md +	Platte Nr.	md	md	d [cm]	kd	As [cm ² /m]	gew. BST 500 SA
1	-26.21	1	-26.21	-26.21	15.0	2.93	4.01	
1	-26.21	2	-8.59	-19.66	15.0	3.38	2.97	
2	-8.59	1	-26.21	-19.66	15.0	3.38	2.97	
2	-8.59	3	-6.14	-7.37	15.0	5.53	2.53	*3
3	-6.14	2	-8.59	-7.37	15.0	5.53	2.53	*3
3	-6.14	4	-4.11	-5.13	15.0	6.62	2.53	*3
4	-4.11	3	-6.14	-5.13	15.0	6.62	2.53	*3
4	-4.11	5	-6.14	-5.13	15.0	6.62	2.53	*3

Durchlaufplatten DIN PL5 01/2011

Bl. 3

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Decke Betriesgebäude

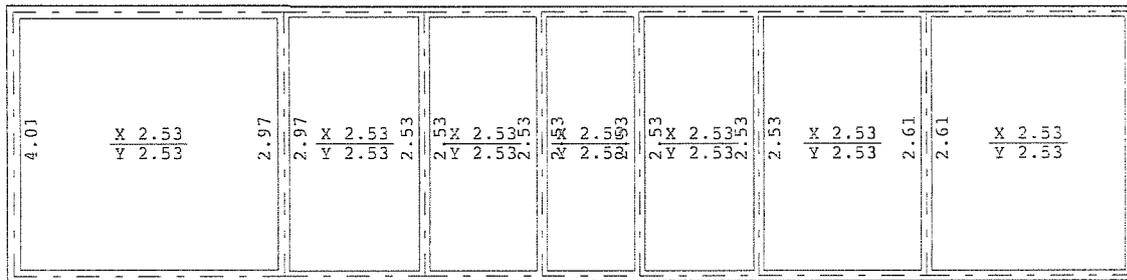
POS: 4.0

STÜTZMOMENTE [kNm/m] Mitten , r = freier Rand

Platte Nr.	md +	Platte Nr.	md	md	d [cm]	kd	As [cm ² /m] BSt 500	gew. SA
5	-6.14	4	-4.11	-5.13	15.0	6.62	2.53	*3
5	-6.14	6	-12.26	-9.20	15.0	4.95	2.53	*3
6	-12.26	5	-6.14	-9.20	15.0	4.95	2.53	*3
6	-12.26	7	-22.40	-17.33	15.0	3.60	2.61	
7	-22.40	6	-12.26	-17.33	15.0	3.60	2.61	

*3 Mindestbewehrung

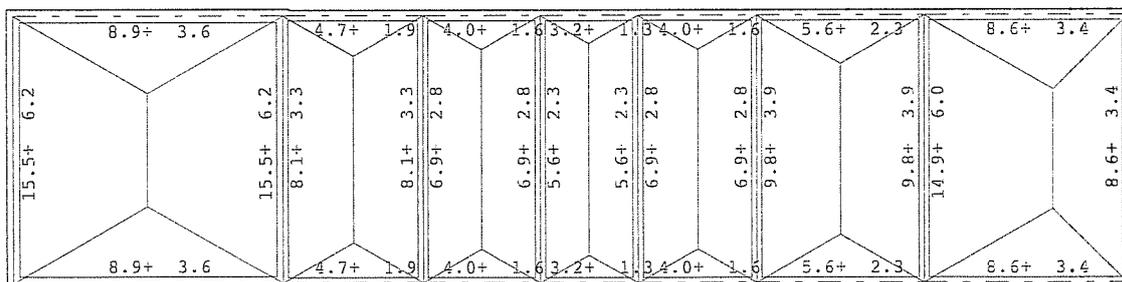
Bewehrung [cm²/m] C 25/30 BSt 500 SA M 1 : 175



AUFLAGER-LASTORDINATEN aus Flächenlasten [kN/m]

Platte Nr.	links		rechts		unten		oben	
	gk	qk	gk	qk	gk	qk	gk	qk
1	15.50	6.20	15.50	6.20	8.95	3.58	8.95	3.58
2	8.13	3.25	8.13	3.25	4.69	1.88	4.69	1.88
3	6.88	2.75	6.88	2.75	3.97	1.59	3.97	1.59
4	5.63	2.25	5.63	2.25	3.25	1.30	3.25	1.30
5	6.88	2.75	6.88	2.75	3.97	1.59	3.97	1.59
6	9.75	3.90	9.75	3.90	5.63	2.25	5.63	2.25
7	14.90	5.96	8.60	3.44	8.60	3.44	8.60	3.44

AUFLAGER-LASTORDINATEN aus Flächenlasten [kN/m] M 1 : 175



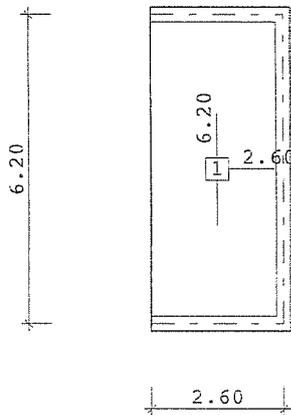
Durchlaufplatten DIN PL5 01/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Decke Steuerung

POS: 4.1

SYSTEM h = 20.0 cm C 25/30 BSt 500 SA M 1 : 150



Momentenausgleich nach Pieper / Martens

- Platten-Typ
- 1 : Kragplatte
 - 2 : 2-seitig gelagerte Platte (nur 2 Gegenseiten)
 - 3 : 3-seitig gelagerte Platte (Stiglat / Wippel)
 - 4 : 4-seitig gelagerte Platte (Pieper / Martens)
 mit reduzierter Drillsteifigkeit

Berechnung und Bemessung nach DIN 1045-1:2008
 Grenze $k_x < 0.45$ wird berücksichtigt (8.2(3))

G - Lastanteile * 1.35 und Q - Lastanteile * 1.5 zur Ermittlung
 der Bemessungsmomente

Sturz- und Auflagerlasten werden 1.0-fach ausgegeben

Drillbewehrung wird nicht ermittelt

Randbedingungen : Ziffer -1 = freier Rand
 Ziffer 0 = frei drehbar gelagert
 Ziffer >0 = eingespannter Rand zu Platte Nr.

SYSTEM		Belastung				Randbedingungen					
Platte Nr.	Lx [m]	Ly [m]	h [cm]	gk [kN/m ²]	qk [kN/m ²]	li	re	un	ob	li/un	re/ob
1	2.60	6.20	20.0	5.00	5.00	-1	0	0	0	0	0

Durchlaufplatten DIN PL5 01/2011

Bl. 2

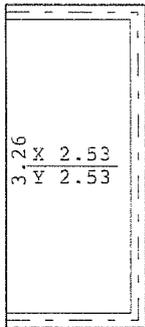
PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Decke Steuerung

POS: 4.1

FELDMOMENTE [kNm/m]				Biegebemessung C 25/30			
Platte Nr.	Typ	Richtung	md	d [cm]	kd	As [cm ² /m]	gew. BST 500 SA
1	dreiseitig	Mitte x	8.81	15.0	5.05	2.53	*3
		y	11.89	15.0	4.35	2.53	*3
		Rand y	21.49	15.0	3.24	3.26	

*3 Mindestbewehrung

Bewehrung [cm²/m] C 25/30 BST 500 SA M 1 : 150



AUFLAGER-LASTORDINATEN aus Flächenlasten [kN/m]

Platte Nr.	links		rechts		unten		oben	
	gk	qk	gk	qk	gk	qk	gk	qk
1			13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00

AUFLAGER-LASTORDINATEN aus Flächenlasten [kN/m] M 1 : 150



Pos 4.2 Außenwände $d = 30 \text{ cm}$ Druckerhöhung

Erddruck und System:

$$l / l_u = 6,20 \times 4,00 \text{ m}$$

$$l_o = 16,7 \cdot 113 = 5,60 \text{ gN/m}^2$$

$$l_u = 16,7 \cdot 113 + 20 \cdot 113 \cdot 4,0 = 32,20 \text{ "}$$

Pos 4.3 vertl. Wände $d = 30 \text{ cm}$

Höhe gering $\varnothing. N$ gew $\phi 10/15 \#$

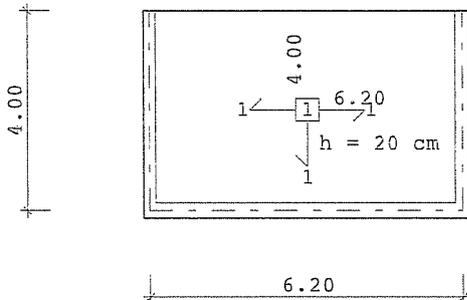
Durchlaufplatten DIN PL5 01/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Wände Druckerhöhung

POS: 4.2

SYSTEM h = 30.0 cm C 25/30 BSt 500 SA M 1 : 150



Momentenausgleich nach Pieper / Martens

- Platten-Typ 1 : Kragplatte
 2 : 2-seitig gelagerte Platte (nur 2 Gegenseiten)
 3 : 3-seitig gelagerte Platte (Stiglat / Wippel)
 4 : 4-seitig gelagerte Platte (Pieper / Martens)
 mit reduzierter Drillsteifigkeit

Berechnung und Bemessung nach DIN 1045-1:2008

Grenze $k_x < 0.45$ wird berücksichtigt (8.2(3))

G - Lastanteile * 1.35 und Q - Lastanteile * 1.5 zur Ermittlung der Bemessungsmomente

Sturz- und Auflagerlasten werden 1.0-fach ausgegeben

Drillbewehrung wird nicht ermittelt

Randbedingungen : Ziffer -1 = freier Rand
 Ziffer 0 = frei drehbar gelagert
 Ziffer >0 = eingespannter Rand zu Platte Nr.

SYSTEM				Belastung		Randbedingungen					
Platte Nr.	Lx [m]	Ly [m]	h [cm]	gk [kN/m ²]	qk [kN/m ²]	li	re	un	ob	li/un	re/ob
1	6.20	4.00	20.0	20.00	5.60	1	1	1	-1	0	0
FELDMOMENTE		[kNm/m]				Biegebemessung			C 25/30		
Platte Nr.	Typ	Richtung		md	d [cm]	kd	As [cm ² /m]	gew. BSt 500 SA			
1	dreiseitig	Mitte	x	41.76	15.0	2.32	6.69				
			y	20.80	15.0	3.29	3.15				
		Rand	x	70.55	15.0	1.79	12.30				

Durchlaufplatten DIN PL5 01/2011

Bl. 2

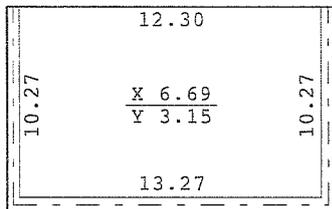
PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
 Bezeichnung: Wände Druckerhöhung

POS: 4.2

STÜTZMOMENTE [kNm/m] Mitten , r = freier Rand

Platte Nr.	md +	Platte Nr.	md	md	d [cm]	kd	As [cm ² /m] BSt 500 SA	gew. SA
1	-60.62	1	-60.62	-60.62	15.0	1.93	10.27	
1	-60.62	1	-60.62	-60.62	15.0	1.93	10.27	
1	-75.10	1	-75.10	-75.10	15.0	1.73	13.27	

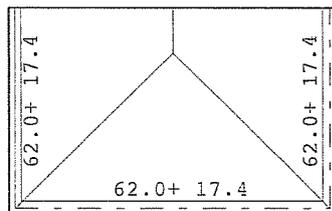
Bewehrung [cm²/m] C 25/30 BSt 500 SA M 1 : 150



AUFLAGER-LASTORDINATEN aus Flächenlasten [kN/m]

Platte Nr.	links		rechts		unten		oben	
	gk	qk	gk	qk	gk	qk	gk	qk
1	62.00	17.36	62.00	17.36	62.00	17.36		

AUFLAGER-LASTORDINATEN aus Flächenlasten [kN/m] M 1 : 150



Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Außenwand

POS: 4.2.1

Lastbeanspruchung

RISSBREITENNACHWEIS nach DIN 1045-1 (2008)

Betonstahl BSt 500 SA
Beton C 25/30 $t \geq 28d$ (normale Erh.)
Betonzugfestigkeit nach Tab.9 bzw.10 $f_{cteff} = 2.56$ N/mm
E-Modul Beton $\alpha_E = 1.00$ (Zuschlagstoffe)
 $k_{Ec}(t) = 1.00$ $E_{cm} = 26688$ N/mm²

KRIECHZAHL

Luftfeuchte LU = 50 % Zement 32.5R;42.5
Belastungsalter $t_0 = 8$ Tage $t = \text{unendlich}$
Kriechzahl $\phi(t_0, t) = 3.36$

ANFORDERUNGEN DAUERHAFTIGKEIT

Bewehrungskorrosion XC2
Betonangriff XF1/W0
Mindestbetonklasse C 25/30
Bügel $d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung $d_{s,l} = 16$ mm
Vorhaltemaß $\Delta c = 15$ mm
Bügel $c_{min,b} = 15$ mm
Betondeckung $c_{nom,b} = 30$ mm
Längsbewehrung $c_{min,l} = 16$ mm
Betondeckung $c_{nom,l} = 38$ mm*
Verlegemaß Bügel $c_{v,b} > = 30$ mm
Anforderungsklasse E
zul. Rissbreite $w_k = 0.20$ mm
nutzerdef.

*: mit $c_{min,b}$

QUERSCHNITT

Rechteck $bw = 100.0$ cm $h = 30.0$ cm

Bewehrung $dob = 5.0$ cm $dun = 5.0$ cm

NACHWEIS RISSBREITE

Lastbeanspruchung (Dauerlast $\beta_t = 0.4$)

q.-stä. LK $N_x = 0.0$ kN $M_y = 60.0$ kNm

Zustand I $\sigma_{gbz} = 4.00$ N/mm²

gewählt: $A_{su} = 13.00$ cm² $A_{so} = 0.00$ cm²

Dehnung mit $\phi = 3.36$ $\epsilon_1 = -0.84$ o/o $\epsilon_2 = 1.46$ o/o

Druckzonenhöhe $x = 109.4$ mm

Zug unten: nutzerdefiniert $zul.w_k = 0.20$ mm $d_s = 16.0$ mm

$\epsilon_{2s} = 1.08$ o/o $\sigma_s = 216.13$ N/mm²

Wirkungszone A_s $bun = 100.0$ cm $h_{eff} = 7.5$ cm

$A_{ceff} = 750.0$ cm² $\rho_{eff} = 1.7$ %

$\Delta \epsilon = 0.648$ o/o (Erstriss)

$s_{rmax} = 256.4$ mm

$w_k = 0.166$ mm $< zul. w_k$

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 2

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Außenwand

POS: 4.2.1

Mindestbewehrung, Biegezwang:

kein innerer Zwang, Dauerlast $\beta_t = 0.4$

Rissschnittkräfte: vorgegebene Längskraft $N_{cr} = 0.00$ kN
 $f_{cteff} = 3.00$ N/mm² (Mindestwert)

Teilquer- schnitt	kc	k	Act [cm ²]	Fcr [kN]	ds [mm]	zul.wk [mm]	As [cm ²]
----------------------	----	---	---------------------------	-------------	------------	----------------	--------------------------

Biegezwang unten

Steg unten	0.40	1.00	0.1500	180	16	0.2	8.49
------------	------	------	--------	-----	----	-----	------

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Außenwand

Wand

POS: 4.2.2

RISSBREITENNACHWEIS nach DIN 1045-1 (2008)

Betonstahl	BSt 500 SA
Beton	C 25/30 $t \geq 28d$ (normale Erh.)
Betonzugfestigkeit	nach Tab.9 bzw.10 $f_{ct,eff} = 2.56 \text{ N/mm}$
E-Modul Beton	$\alpha_E = 1.00$ (Zuschlagstoffe)
	$k_{Ec}(t) = 1.00$ $E_{cm} = 26688 \text{ N/mm}^2$

KRIECHZAHL

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement 32.5R;42.5
Belastungsalter	$t_0 = 8$ Tage	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 3.27$	

ANFORDERUNGEN DAUERHAFTIGKEIT

Bewehrungskorrosion	XC2
Betonangriff	XF1/W0
Mindestbetonklasse	C 25/30
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 16 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c = 15 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 15 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 30 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 16 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 38 \text{ mm}^*$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} \geq 30 \text{ mm}$
Anforderungsklasse	E
zul. Rissbreite	$w_k = 0.20 \text{ mm}$ nutzerdef.

*: mit $c_{min,b}$

WAND AUF FUNDAMENT

Abmessungen	B = 0.30 m	H = 4.00 m
	L = 6.20 m	
Bewehrung	$d_{li} = 5.0 \text{ cm}$	$d_{re} = 5.0 \text{ cm}$

ZWANG AUS HYDRATATION (Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage)

Zement: 32.5R;42.5	Z = 300 kg/m ³
$t_m = 1.24 \text{ d}$	QH = 193 kJ/kg
$\alpha_b = 0.73$	TbH = 16.9 K
$T_{cO} = 20.0 \text{ } | \text{ } ^\circ\text{C}$	ktV = 0.50
$T_{b,m} = 26.9 \text{ K}$	$T_F = 16.0 \text{ } ^\circ\text{C}$
$\alpha_T = 10 \text{ } 10-6/\text{K}$	kV = 1.00
Zwangspannungen am Fußpunkt:	$\sigma_{ct} = 2.92 \text{ N/mm}^2$
Rechenwert Zwangsspannung bei H/4:	$k_{ct,d} = 0.43$
	$\sigma_{ct,d} = 1.26 \text{ N/mm}^2 < f_{ct,eff}$
	$\sigma_{zw} = 1.26 \text{ N/mm}^2$

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 2

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Außenwand

POS: 4.2.2

NACHWEIS RISSBREITE

Anforderungsklasse E zul.wk = 0.20 mm ds = 16.0 mm

Zwang aus Hydratation (Dauerlast $\beta_t = 0.4$)

zentr. Zwang	$N_x = 378.28 \text{ kN/m}$		
	$\epsilon_{2s} = 0.98 \text{ o/oo}$	$F_s = 378.3 \text{ kN/m}$	
	zentrischer Zug	$F_{cr} = 614.7 \text{ kN/m}$	
	heff = 25.0 cm	$F_{cre} = 641.2 \text{ kN/m}$	
erforderlich:	$A_{sli} = 9.64 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_{sre} = 9.64 \text{ cm}^2/\text{m}$	

Pos 4.4 Stahlbetondeckplatte $h = 30 \text{ cm}$

Belastung gering d.N gew $\geq 0,10/15 \text{ ita}$

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 1

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Bodenplatte

POS: 4.4

RISSBREITENNACHWEIS nach DIN 1045-1 (2008)

Betonstahl	BSt 500 SA		
Beton	C 25/30	$t \geq 28d$	(normale Erh.)
Betonzugfestigkeit	nach Tab.9 bzw.10		$f_{cteff} = 2.56$ N/mm
E-Modul Beton	$\alpha_E = 1.00$	(Zuschlagstoffe)	
	$k_{Ec}(t) = 1.00$		$E_{cm} = 26688$ N/mm ²

KRIECHZAHL

Luftfeuchte	LU	=	50 %	Zement	32.5R;42.5
Belastungsalter	t_0	=	8 Tage	$t =$	unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t)$	=	3.25		

ANFORDERUNGEN DAUERHAFTIGKEIT

Bewehrungskorrosion	XC2
Betonangriff	XF1/W0
Mindestbetonklasse	C 25/30
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 16$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta c = 15$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 15$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 30$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 16$ mm
Betondeckung	$c_{nom,l} = 38$ mm*
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} \geq 30$ mm
Anforderungsklasse	E
zul. Rissbreite	$w_k = 0.20$ mm nutzerdef.

*: mit $c_{min,b}$

BODENPLATTE

Abmessungen	B = 6.20 m	H = 0.30 m
	L = 20.00 m	
Bewehrung	$d_{ob} = 5.0$ cm	$d_{un} = 5.0$ cm

ZWANG AUS HYDRATATION (DAfStb H.466)

Bodenplatte:

$\Delta T = -25.00$ K	$\alpha_T = 10.00 \cdot 10^{-6}$ 1/K
$\epsilon_b = -0.250$ o/o	$C_b = 8.0063e+004$ kN/cm
Baugrund:	
$E_e = 50.00$ MN/m ²	$C_e = 2.1969e+006$ KN
kein Unterbeton	
$N_{zw} = 84.83$ kN/m	
Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):	
$\gamma = 25.00$ kN/m ³	$q = 0.00$ kN/m ²
$\text{cal } \phi = 32.5$ Grd	$\mu = 0.56$
$N_{zw} = 41.81$ kN/m	
maßgebend: $N_{zw} = 41.81$ kN/m	

Rissbreitennachweis B11 02/2011

Bl. 2

PROJEKT: Apollo- und Diana- Tunnel
Bezeichnung: Bodenplatte

POS: 4.4

NACHWEIS RISSBREITE

Zwang aus Hydratation (Dauerlast $B_t = 0.4$)

Biegezwang $N_x = 41.81 \text{ kN/m}$ $M_y = 36.38 \text{ kNm/m}$

Zustand I $\text{Sigbz} = 2.56 \text{ N/mm}^2$

gewählt: $A_{su} = 10.20 \text{ cm}^2/\text{m}$ $A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Dehnung mit $\varphi = 3.25$ $\varepsilon_1 = -0.52 \text{ o/oo}$ $\varepsilon_2 = 1.21 \text{ o/oo}$

Druckzonenhöhe $X = 90.0 \text{ mm}$

Zug unten: nutzerdefiniert $\text{zul.wk} = 0.20 \text{ mm}$ $d_s = 16.0 \text{ mm}$

$\varepsilon_{2s} = 0.92 \text{ o/oo}$ $\sigma_s = 184.49 \text{ N/mm}^2$

Wirkungszone A_s $b_{un} = 100.0 \text{ cm}$ $h_{eff} = 7.9 \text{ cm}$

$A_{ceff} = 793.1 \text{ cm}^2$ $p_{eff} = 1.3 \%$

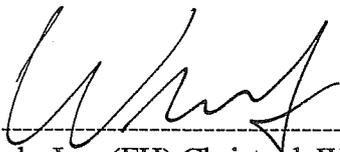
$\Delta\varepsilon = 0.553 \text{ o/oo}$ (Erstriss)

$s_{rmax} = 319.7 \text{ mm}$

$w_k = 0.177 \text{ mm} < \text{zul. wk}$

Aufgestellt / Bearbeitet:

Andernach, *im November 2012*



Dipl.- Ing. (FH) Christoph Werf
Listennummer: 66/137/1740

