

# Statische Berechnung

Seiten 1 - 34

PROJEKT-Nr. : 25-051

In bautechnischer Hinsicht geprüft

Prüfnr.: 525484

Tag: 17.02.2026

**Dr.-Ing. Tobias Schween**

Prüfingenieur für Baustatik



Fachrichtung Stahlbau  
gem. Bau Prüf VO v. 24.07.1987

Neuer Markt 4 - 49393 Lohne

Bauvorhaben : Kläranlage Barnstorf  
Phosphatfällung

## Nachweis der Bodenplatte

Bauort : Kläranlage Barnstorf  
Aldorfer Straße 63  
49406 Barnstorf

Bauherr : Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband  
Georgstraße 4  
26919 Brake

Planung : Thalen Consult GmbH  
Urwaldstraße 39  
26340 Neuenburg

Aufsteller : Dipl.-Ing. Ralf Brelage  
02.10.2025

## 1. Vorbemerkungen

Gegenstand der folgenden statischen Berechnung ist der statische Nachweis der flüssigkeitsdichten Bodenplatte auf dem Gelände der Kläranlage Barnstorf. Die Sohlplatte ist der Witterung und Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Die Bemessung erfolgt nach der DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“.

Die Gründung erfolgt als Flachgründung. Das geotechnische Gutachten der Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH vom 16.09.2024 ist zu berücksichtigen.

Der statischen Berechnung liegt der folgende Plan der Thalen Consult GmbH zugrunde:

Grundriss und Schnitte (17.09.2025)  
Plan-Nr. 12730\_KLA\_4\_PF\_SO\_0601 vom 16.05.2025 M. 1:50.

Des Weiteren gelten die derzeit gültigen Bauvorschriften, und zwar

Eurocode 0	Grundlagen
Eurocode 1	Einwirkungen auf Tragwerke
Eurocode 2	Stahlbeton- und Spannbetontragwerke
Eurocode 3	Stahlbauten
Eurocode 4	Verbundtragwerke aus Stahl und Beton
Eurocode 5	Holzbauten
Eurocode 6	Mauerwerksbauten
Eurocode 7	Geotechnik

sowie die darin genannten mitgeltenden Normen.

Die statische Berechnung behandelt die Ermittlung und sichere Abtragung der Lasten des Bauwerks. Diese dürfen durch nachträgliche planerische oder ausführungsbedingte Anlässe nicht ohne entsprechende Nachweise verändert werden.

### **Hilfsmittel:**

Software: Programmsysteme CSI, Infograph und andere

Literatur: SCHNEIDER, Bautabellen, Betonkalender, sonstige nach Angabe

### **Verwendete Baustoffe:**

Stahlbeton FD-Sohlplatte C 30/37 (LP) XC4, XD3, XF4, XA2, XM1, WA  
oder gemäß Angabe innerhalb der nachfolgenden statischen Berechnung.

in statischer  
Hinsicht geprüft

**Allgemeines:**

Der Nachweis der Dichtigkeit erfolgt nach der DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“.

Ableitflächen sollen mit einem Gefälle von mindestens 2 % und einer Ebenheitstoleranz nach DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 3, ausgeführt werden.

Für die Nachbehandlung und den Schutz der Betonbauteile gilt DIN 1045-3. Die Nachbehandlung der Bauteile muss mindestens so lange durchgeführt werden, bis der Beton im Bauteil 70 % seiner charakteristischen Festigkeit erreicht hat, jedoch nicht weniger als sieben Tage. Die Nachbehandlung muss nachweislich eine Wasserrückhaltung bewirken, die mindestens der einer dicht anliegenden 0,3 mm dicken Folie entspricht. Chemische Nachbehandlungsmittel sind nicht zugelassen.

Für die Bauausführung wird auf den Abschnitt 7.4 der DAfStb-Richtlinie verwiesen.

in statischer  
Hinsicht geprüft

**Pos. F1 Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche**

System: Siehe folgenden EDV-Ausdruck

Einwirkungen: Eg Platte wird automatisch berücksichtigt

$q_{k1}$	aus Nutzlast Lagerbehälter Vorgabe Thalen Consult	$q_{k1} = 65,00 \text{ kN/m}^2$
$q_{k2}$	aus Nutzlast Außenbereich Lagerbehälter	$q_{k2} = 5,00 \text{ kN/m}^2$
$q_{k3}$	aus Nutzlast Abfüllplatz (inkl. Schwingbeiwert)	$q_{k3} = 50,00 \text{ kN/m}^2$
$H_{Wk}$	aus Windlast auf Zylinder $\varnothing 3000 \text{ mm}$ : WLZ 2, Geländekategorie II $q_{b,0} = 0,39 \text{ kN/m}^2$ Zylinderhöhe 5,4 m $q_p(z) = 2,1 \cdot 0,39 \cdot 0,54^{0,24} = 0,71 \text{ kN/m}^2$ Rauigkeit $k = 0,2 \text{ mm}$ (Stahl verzinkt) $\rightarrow k/b = 0,2/3000 = 6,66 \cdot 10^{-5}$ $v = \sqrt{2 \cdot 0,71 / 1,25 \cdot 10^{-3}} = 33,62 \text{ m/s}$ $Re = 33,62 \cdot 3,0 / 15 \cdot 10^{-6} = 6.723.868$ $c_{f,0} = 1,2 + 0,18 \log(10 \cdot 6,66 \cdot 10^{-5}) / [1 + 0,4 \log(6.723.868 / 10^6)] = 0,770$ Effektive Schlankheit $\lambda$ : $l < 15 \text{ m}$ : $\lambda = 5,4 / 3,0 = 1,8 < 70$ Völligkeitsgrad $\varphi = 1,0 \rightarrow \psi_\lambda = 0,63$ $c_f = 0,770 \cdot 0,63 = 0,486$ Erhöhung der Windlast wegen der Anbauten pauschal um 10 % $\rightarrow 0,486 \cdot 0,71 \cdot 5,4 \cdot 3,0 \cdot 1,1$	$H_{Wk} = 6,2 \text{ kN}$
$M_{Wk}$	aus Windlast Behälter $6,2 \cdot 5,4 / 2$ Umrechnung in eine Linienlasten auf einem 24-Eck (Siehe Lastausdruck)	$M_{Wk} = 16,6 \text{ kNm}$

in statischer  
Hinsicht geprüft

Temperatureinwirkungen aus Witterungseinflüssen

Ermittlung der Temperaturverläufe nach DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“. Maßgebend für die Bemessung der Sohlplatte sind die Temperaturzustände „morgens im Winter“ und „mittags im Sommer“.

Herstelltemperatur: +10°C

Winter morgens: Oberseite: -18°C  
 Unterseite: -9°C  $t_u - t_o = +9 \text{ K } (-9 \text{ K})$

Sommer mittags: Oberseite: +47°C  
 Unterseite: +27°C  $t_u - t_o = -20 \text{ K } (+20 \text{ K})$

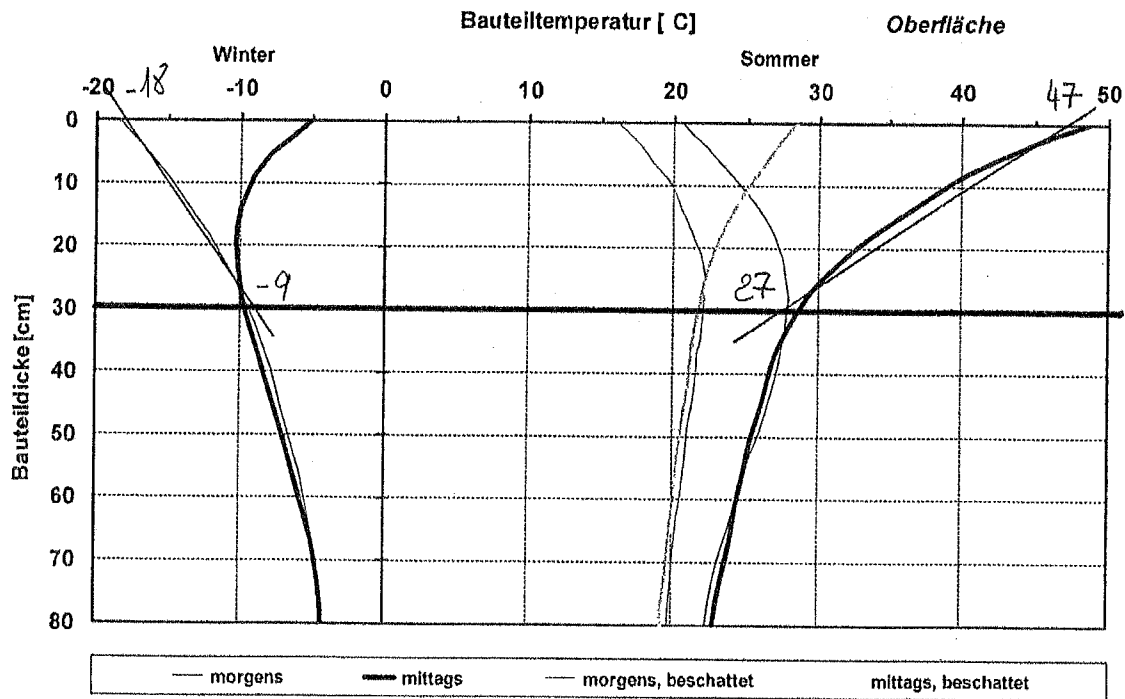


Bild 1-2 – Temperaturverläufe in erdberührten Wänden und Bodenplatten in Abhängigkeit von der Bauteildicke

Angaben zum Bettungsmodul

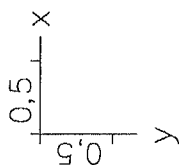
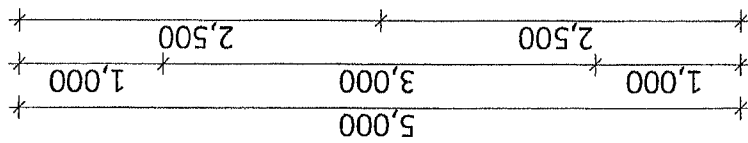
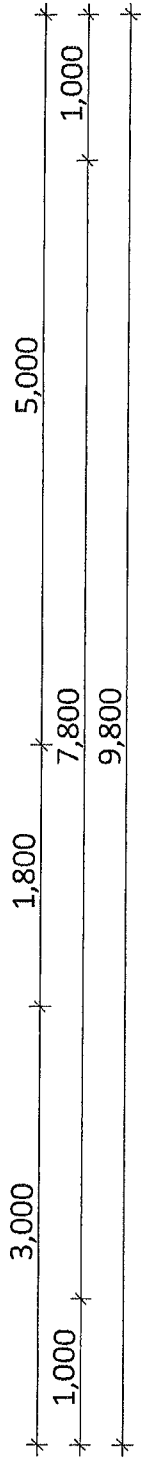
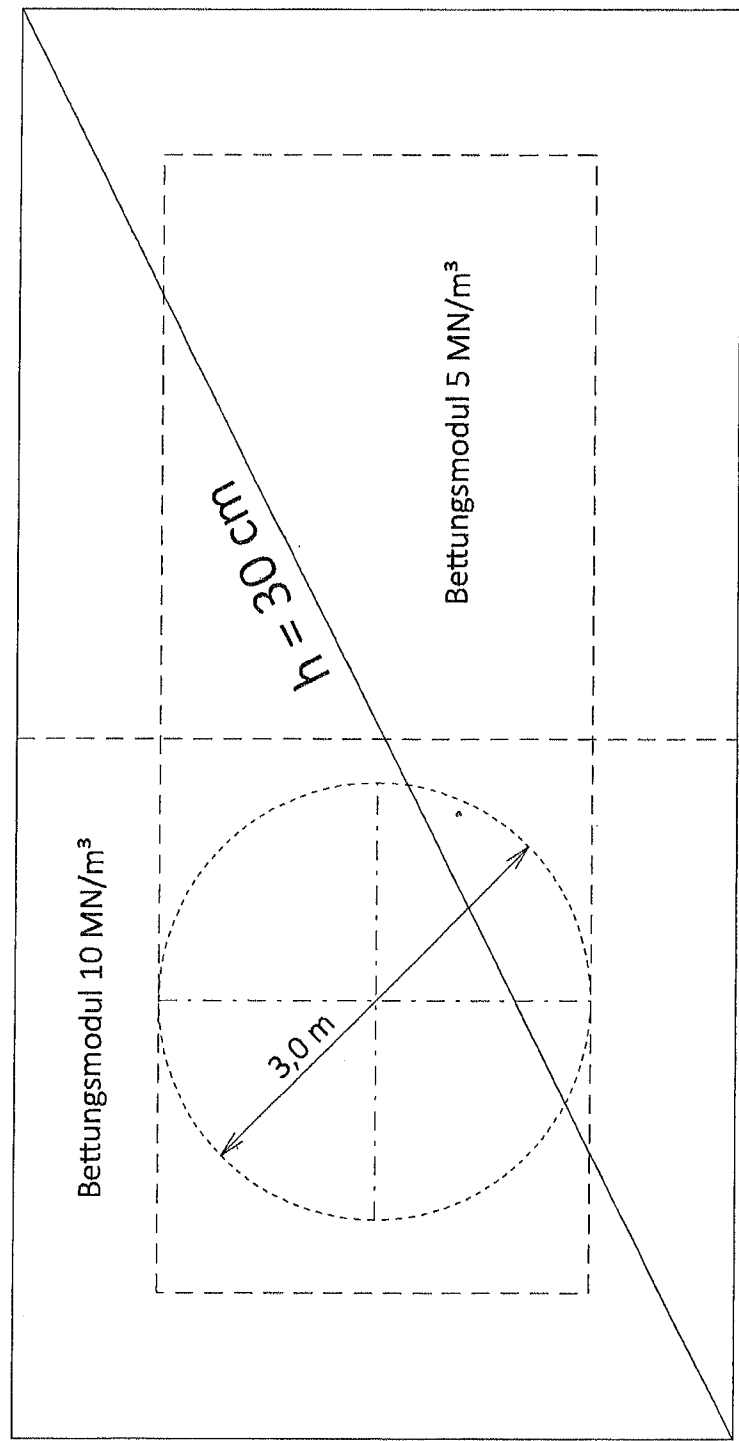
In dem Bemessungsmodell werden für die Bodenplatte Bettungsziffern von  $k_s = 5 \text{ MN/m}^3$  (Plattenbereich) und  $k_s = 10 \text{ MN/m}^3$  (Randbereich 1 m) berücksichtigt (siehe Baugrundgutachten der Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH vom 16.09.2024).

gew: flüssigkeitsdichte Sohlplatte  $h = 30 \text{ cm}$ ;  
 FD-Beton C30/37 (LP) XC4, XD3, XF4, XA2, XM1, WA

in statischer  
 Hinsicht geprüft

Verfasser:	Ingenieurbüro SAV	Projekt.Nr.	25-051
Programm :	Finite Elemente 18.00a.1 x64 (c) InfoGraph GmbH	Seite	5
Bauwerk :	Phosphatfällung Kläranlage Barnstorf	Datum:	02.10.2025

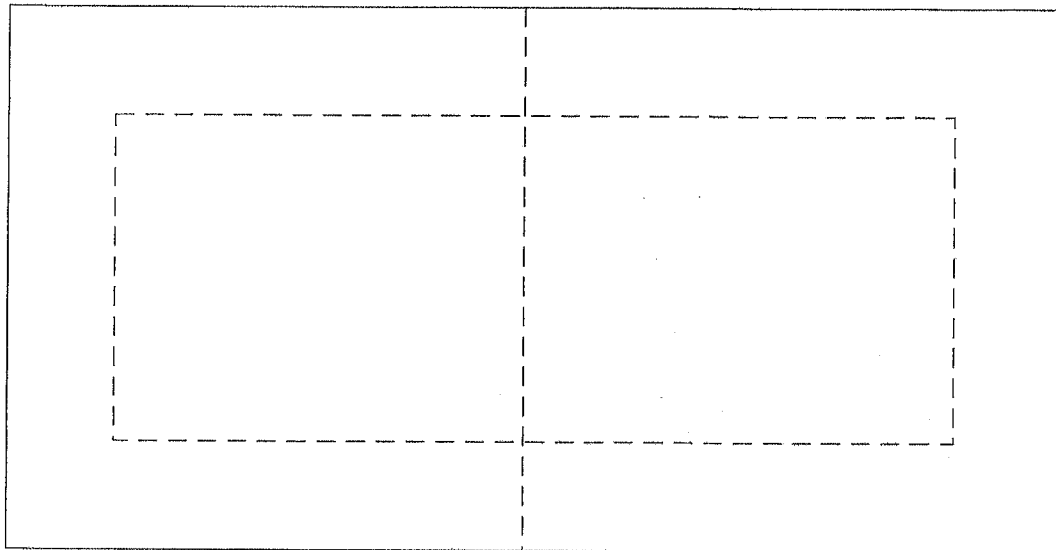
# Systemübersicht



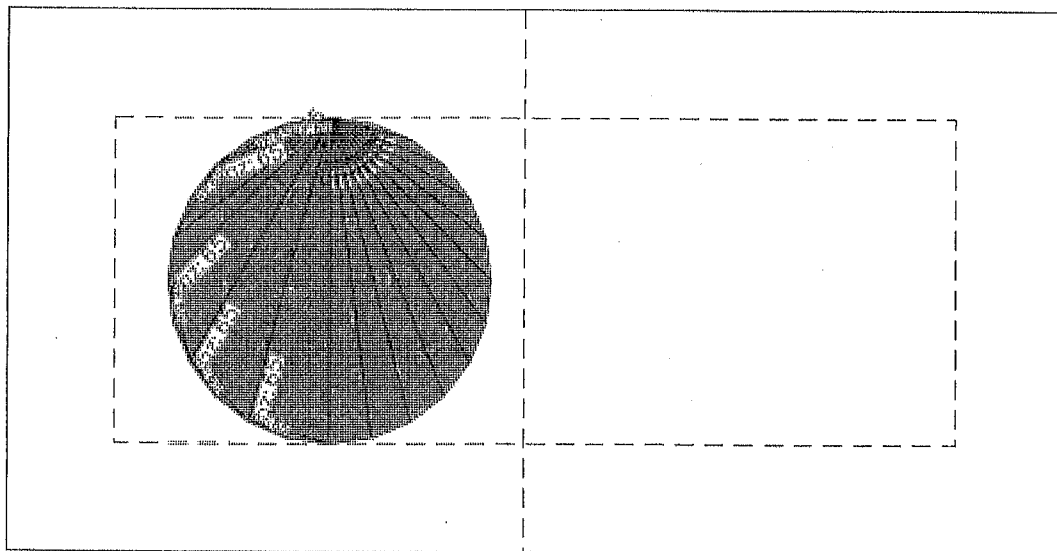
in statischer Hinsicht geprüft

Bauteil :	Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche	Pos.Nr.	F1	M = 1:50
Datei :	Sohlplatte.fem			

Verfasser: Ingenieurbüro SAV	Projekt.Nr. 25-051
Programm : Finite Elemente 18.00a.1 x64 (c) InfoGraph GmbH	Seite 6
Bauwerk : Phosphatfällung Kläranlage Barnstorf	Dotum: 02.10.2025



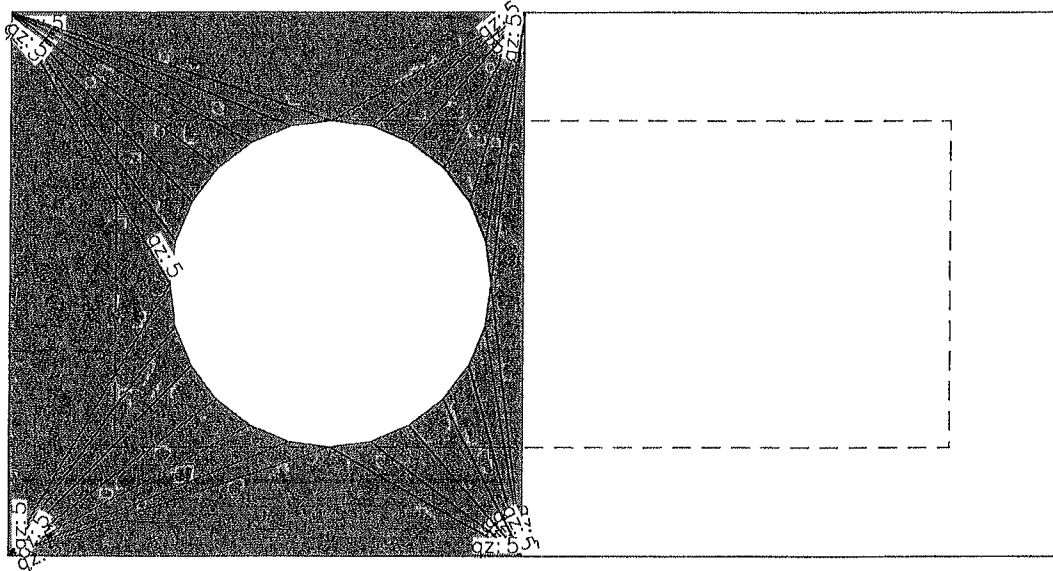
1 : Eg Platte



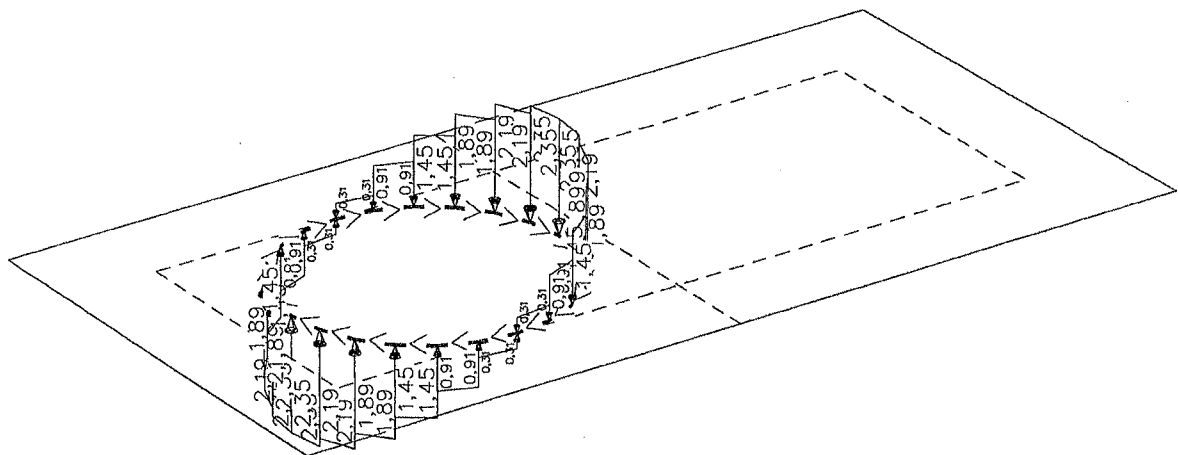
2 : Nutzlast Behälter

in statischer  
Hinsicht geprüft

Bauteil : Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche	Pos.Nr. F1	M = 1:
Datei : Sohlplatte.fem		

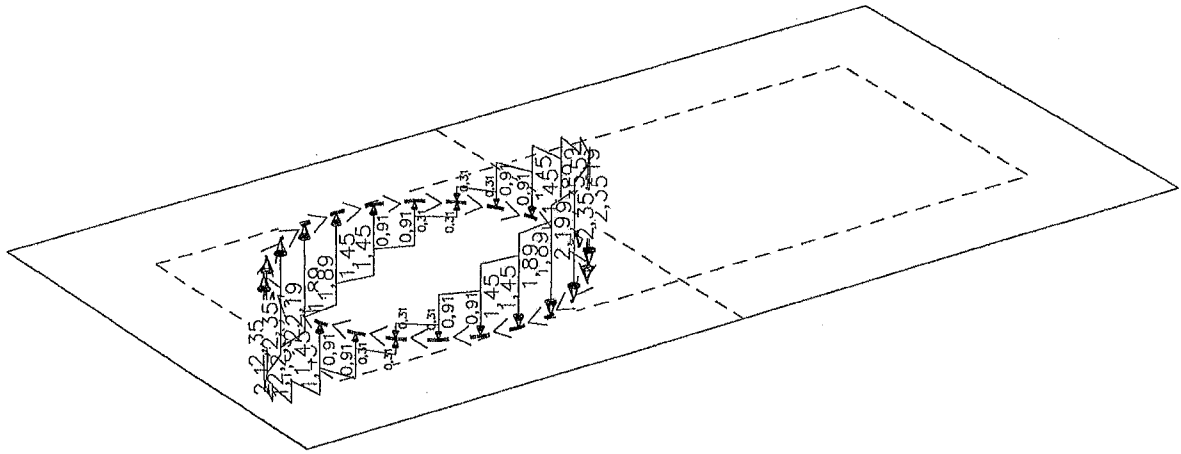


3 : Nutzlast Außenbereich

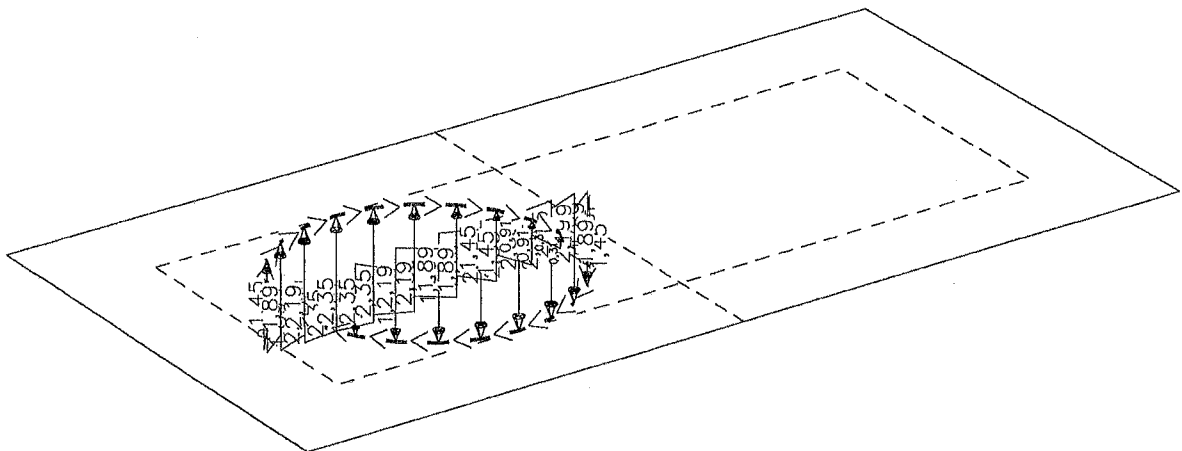


4 : Windlast 0°

in statischer  
Hinsicht geprüft



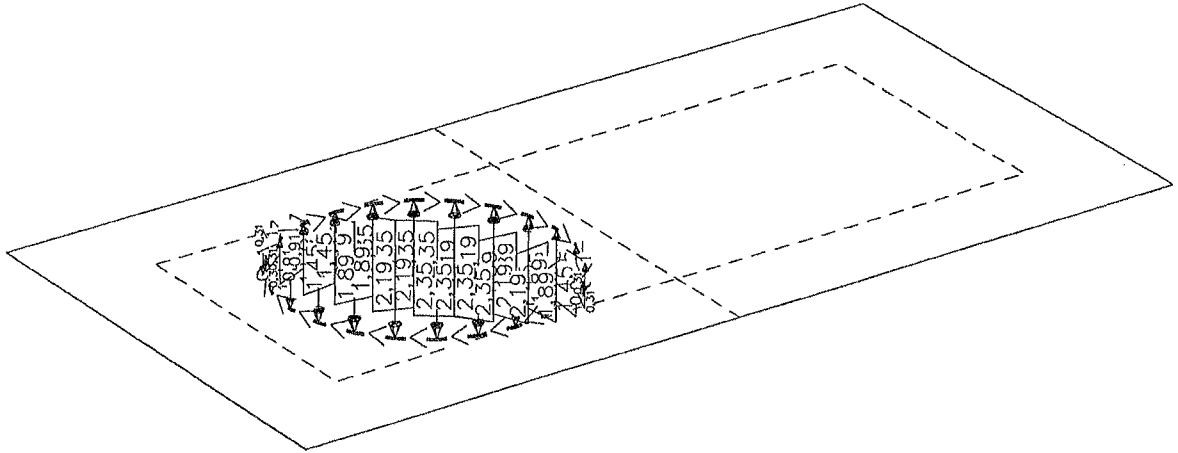
5 : Windlast 45°



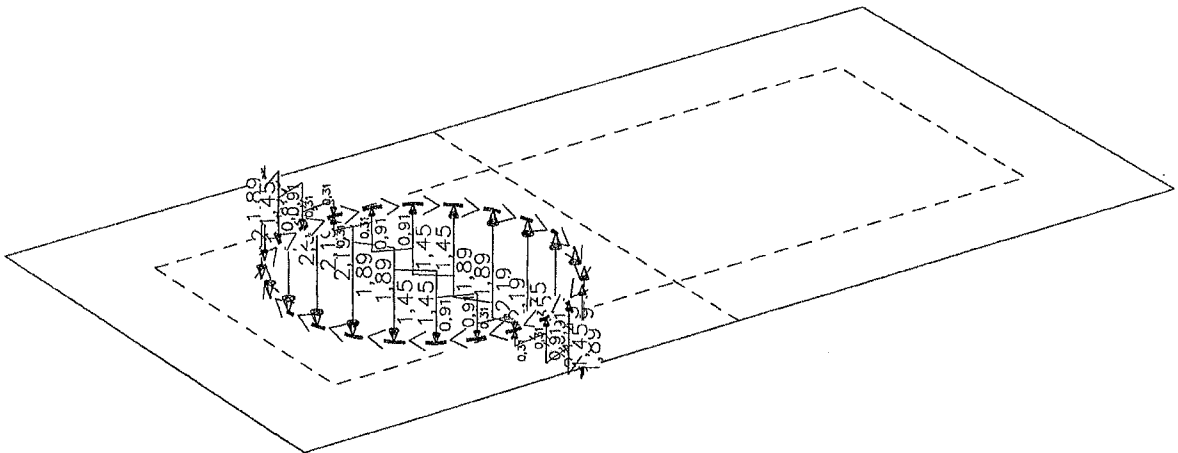
6 : Windlast 90°

in statischer  
Hinsicht geprüft

Verfasser:	Ingenieurbüro SAV	Projekt.Nr.	25-051
Programm :	Finite Elemente 18.00a.1 x64 (c) InfoGraph GmbH	Seite	9
Bauwerk :	Phosphatfällung Kläranlage Barnstorf	Datum:	02.10.2025



7 : Windlast 135°



8 : Windlast 180°

in statischer  
Hinsicht geprüft

Bauteil :	Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche	Pos.Nr.	F1
Datei :	Sohplatte.fem		

M = 1:

Verfasser: Ingenieurbüro SAV

Projekt.Nr. 25--051

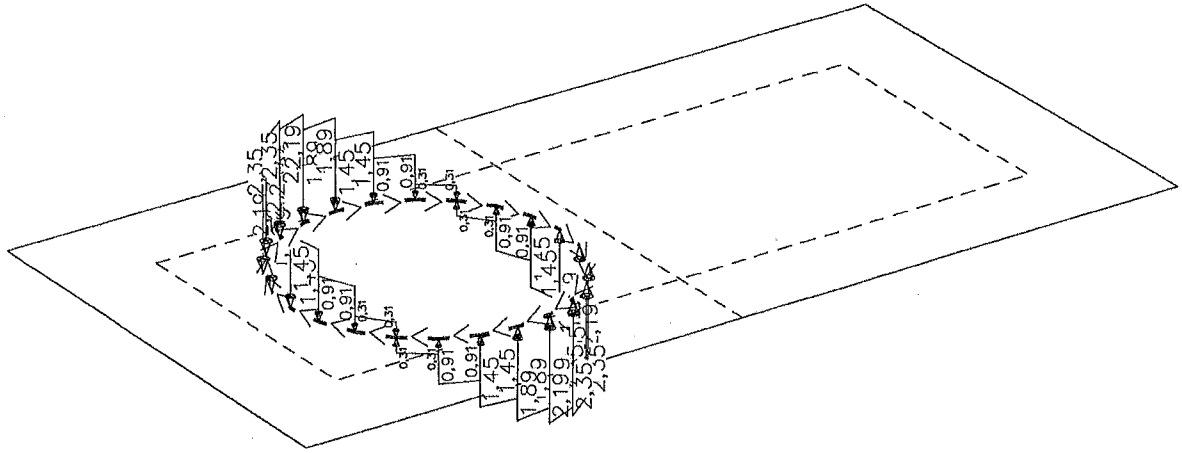
Programm : Finite Elemente 18.00a.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Seite

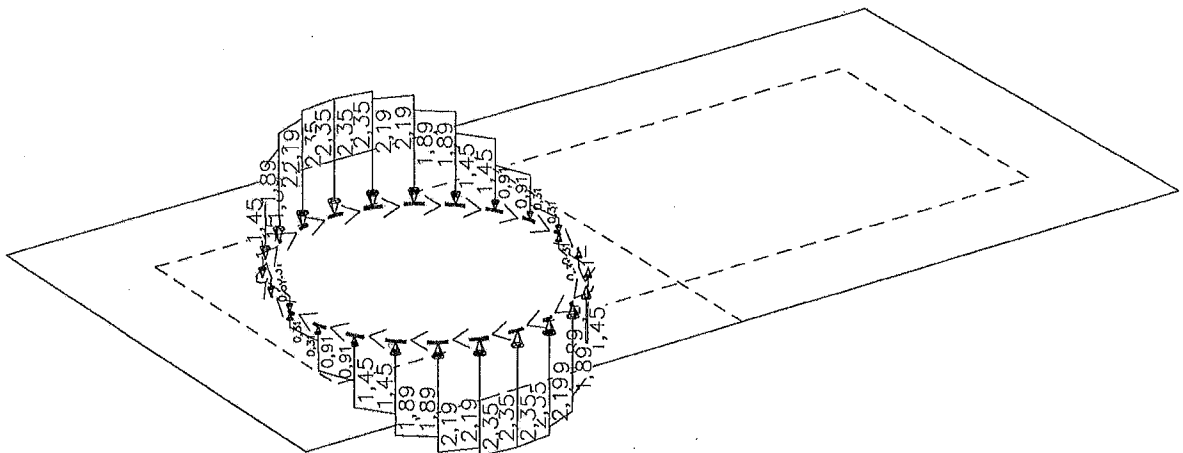
10

Bauwerk : Phosphatfällung Kläranlage Barnstorf

Datum: 02.10.2025



9 : Windlast 225°



10 : Windlast 270°

in statischer  
Hinsicht geprüft

Bauteil : Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche

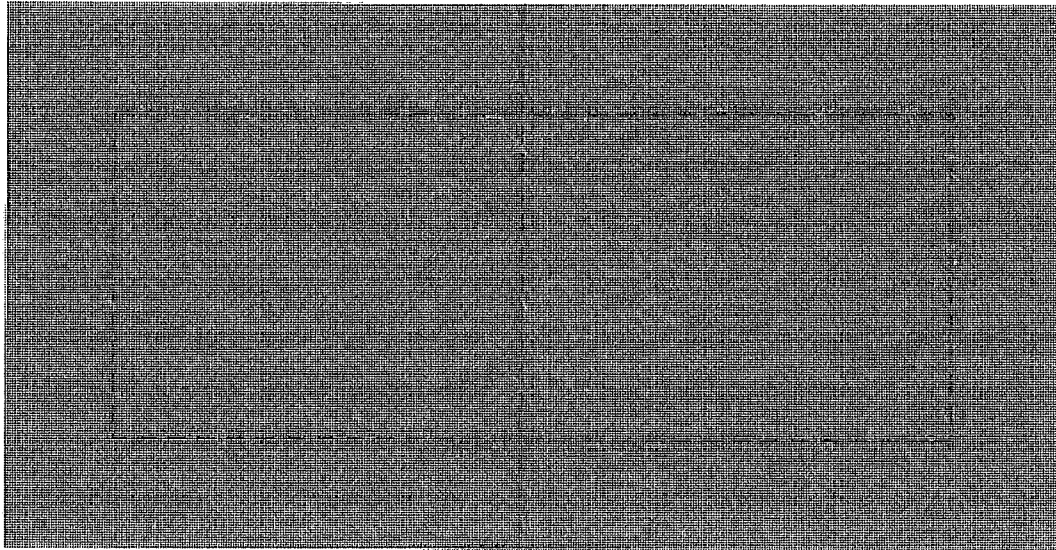
Pos.Nr. F1

Datei : Sohlplatte.fem

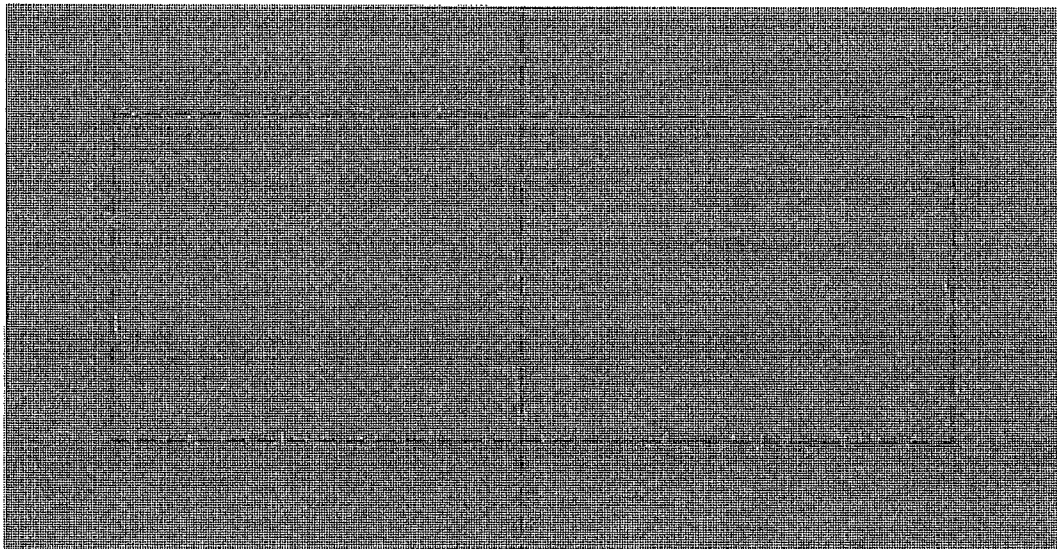
M = 1:



Verfasser: Ingenieurbüro SAV	Projekt.Nr. 25-051
Programm : Finite Elemente 18.00a.1 x64 (c) InfoGraph GmbH	Seite 12
Bauwerk : Phosphatfällung Kläranlage Barnstorf	Datum: 02.10.2025



13 : Temp. Winter morgens



14 : Temp. Sommer mittags

in statischer  
Hinsicht geprüft

Bauteil : Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche	Pos.Nr. F1	M = 1:
Datei : Sohlplatte.fem		

Verfasser: Ingenieurbüro SAV	Projekt.Nr. 25-051
Programm : Finite Elemente 18.00a.1 x64 (c) InfoGraph GmbH	Seite 13
Bauwerk : Phosphatfällung Kläranlage Barnstorf	Datum: 02.10.2025

### Systemkenngrößen

1404 Knoten	
1326 Elemente	0 Stabelemente
1 Festhaltungen	0 Plattenelemente
0 Koppelungen	0 Scheibenelemente
2 Materialkennwerte	1326 Schalenelemente
2 Querschnittswerte	0 Sellelemente
14 Lastfälle	0 Volumelemente
9 LF-Kombinationen	0 Federelemente
0 Spannstränge	

Berechnungsort der Flächenelemente: Schwerpunkt  
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme  
0 Elementsysteme  
0 Schnittkraftsysteme  
0 Bewehrungssysteme

### Querschnittswerte

2	Fläche	Sohlplatte (Rand) h = 30 cm Elementdicke [m] dz = 0,3000 drillweich Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
3	Fläche	Sohlplatte h = 30 cm Elementdicke [m] dz = 0,3000 drillweich Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1

### Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	2	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
2	3	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

### Bettung

	Nr.	Bettung am Anfang [MN/m³]			Bettung am Ende [MN/m³]			Bettungsbreite [m]		
		kbx	kby	kbz	kbx	kby	kbz	bx	by	bz
1	2	0	0	10						
2	3	0	0	5						

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

### Festhaltungen

	Knoten	Drehung des Lager-systems um Achse [°]			'F' = Fest, 'f' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m] bzw. [MNm]						Zug-ausfall
		x	y	z	ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	
1	1096	0,0	0,0	0,0	F	F	-	-	-	F	L:x-y-z

### Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Eg Platte
2	Nutzlast Behälter
3	Nutzlast Außenbereich
4	Windlast 0°
5	Windlast 45°
6	Windlast 90°
7	Windlast 135°
8	Windlast 180°
9	Windlast 225°

in statischer Hinsicht geprüft

Bauteil : Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche	Pos.Nr. F1	M = 1:
Datei : Sohlplatte.fem		

Verfasser: Ingenieurbüro SAV	Projekt.Nr. 25-051
Programm : Finite Elemente 18.00a.1 x64 (c) InfoGraph GmbH	Seite 14
Bauwerk : Phosphatfällung Kläranlage Barnstorf	Datum: 02.10.2025

LF.	Bezeichnung
10	Windlast 270°
11	Windlast 315°
12	Nutzlast Abfüllfläche
13	Temp. Winter morgens
14	Temp. Sommer mittags

### Lastfallkombination 1, vor Beaufschlagung, Nutzlast, Winter

Ständige Einwirkung		Faktor
1	Eg Platte	1,000
Veränderliche inklusive Einwirkung		Faktor
2	Nutzlast Behälter	1,000
3	Nutzlast Außenbereich	1,000
12	Nutzlast Abfüllfläche	1,000
1. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
13	Temp. Winter morgens	0,800
2. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
4	Windlast 0°	0,600
5	Windlast 45°	0,600
6	Windlast 90°	0,600
7	Windlast 135°	0,600
8	Windlast 180°	0,600
9	Windlast 225°	0,600
10	Windlast 270°	0,600
11	Windlast 315°	0,600

### Lastfallkombination 2, vor Beaufschlagung, Temperatur, Winter

Ständige Einwirkung		Faktor
1	Eg Platte	1,000
Veränderliche inklusive Einwirkung		Faktor
2	Nutzlast Behälter	0,800
3	Nutzlast Außenbereich	0,800
12	Nutzlast Abfüllfläche	0,800
1. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
13	Temp. Winter morgens	1,000
2. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
4	Windlast 0°	0,600
5	Windlast 45°	0,600
6	Windlast 90°	0,600
7	Windlast 135°	0,600
8	Windlast 180°	0,600
9	Windlast 225°	0,600
10	Windlast 270°	0,600
11	Windlast 315°	0,600

### Lastfallkombination 3, vor Beaufschlagung, Wind, Winter

Ständige Einwirkung		Faktor
1	Eg Platte	1,000
Veränderliche inklusive Einwirkung		Faktor
2	Nutzlast Behälter	0,800
3	Nutzlast Außenbereich	0,800
12	Nutzlast Abfüllfläche	0,800

in statischer  
Hinsicht geprüft

Bauteil : Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche	Pos.Nr. F1
Datei : Sohlplatte.fem	

M = 1:

Verfasser: Ingenieurbüro SAV	Projekt.Nr. 25-051
Programm : Finite Elemente 18.00a.1 x64 (c) InfoGraph GmbH	Seite 15
Bauwerk : Phosphatfällung Kläranlage Barnstorf	Datum: 02.10.2025

### Lastfallkombination 3, vor Beaufschlagung, Wind, Winter

1. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
4	Windlast 0°	1,000
5	Windlast 45°	1,000
6	Windlast 90°	1,000
7	Windlast 135°	1,000
8	Windlast 180°	1,000
9	Windlast 225°	1,000
10	Windlast 270°	1,000
11	Windlast 315°	1,000
2. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
13	Temp. Winter morgens	0,800

### Lastfallkombination 4, vor Beaufschlagung, Nutzlast, Sommer

Ständige Einwirkung		Faktor
1	Eg Platte	1,000
Veränderliche inklusive Einwirkung		Faktor
2	Nutzlast Behälter	1,000
3	Nutzlast Außenbereich	1,000
12	Nutzlast Abfüllfläche	1,000
1. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
14	Temp. Sommer mittags	0,800
2. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
4	Windlast 0°	0,600
5	Windlast 45°	0,600
6	Windlast 90°	0,600
7	Windlast 135°	0,600
8	Windlast 180°	0,600
9	Windlast 225°	0,600
10	Windlast 270°	0,600
11	Windlast 315°	0,600

### Lastfallkombination 5, vor Beaufschlagung, Temperatur, Sommer

Ständige Einwirkung		Faktor
1	Eg Platte	1,000
Veränderliche inklusive Einwirkung		Faktor
2	Nutzlast Behälter	0,800
3	Nutzlast Außenbereich	0,800
12	Nutzlast Abfüllfläche	0,800
1. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
14	Temp. Sommer mittags	1,000
2. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
4	Windlast 0°	0,600
5	Windlast 45°	0,600
6	Windlast 90°	0,600
7	Windlast 135°	0,600
8	Windlast 180°	0,600
9	Windlast 225°	0,600
10	Windlast 270°	0,600
11	Windlast 315°	0,600

in statischer  
Hinsicht geprüft

Bauteil : Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche	Pos.Nr. F1
Datei : Sohlplatte.fem	

M = 1:

**Lastfallkombination 6, vor Beaufschlagung, Wind, Sommer**

Ständige Einwirkung		Faktor
1	Eg Platte	1,000
Veränderliche inklusive Einwirkung		Faktor
2	Nutzlast Behälter	0,800
3	Nutzlast Außenbereich	0,800
12	Nutzlast Abfüllfläche	0,800
1. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
4	Windlast 0°	1,000
5	Windlast 45°	1,000
6	Windlast 90°	1,000
7	Windlast 135°	1,000
8	Windlast 180°	1,000
9	Windlast 225°	1,000
10	Windlast 270°	1,000
11	Windlast 315°	1,000
2. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
14	Temp. Sommer mittags	0,800

**Lastfallkombination 7, während Beaufschlagung, Winter**

Ständige Einwirkung		Faktor
1	Eg Platte	1,000
Veränderliche inklusive Einwirkung		Faktor
2	Nutzlast Behälter	0,500
3	Nutzlast Außenbereich	0,500
12	Nutzlast Abfüllfläche	0,500
1. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
13	Temp. Winter morgens	0,500

**Lastfallkombination 8, während Beaufschlagung, Sommer**

Ständige Einwirkung		Faktor
1	Eg Platte	1,000
Veränderliche inklusive Einwirkung		Faktor
2	Nutzlast Behälter	0,500
3	Nutzlast Außenbereich	0,500
12	Nutzlast Abfüllfläche	0,500
1. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
14	Temp. Sommer mittags	0,500

**Lastfallkombination 9, Überlagerung LFK**

1. veränderliche exklusive Einwirkung		Faktor
K1	vor Beaufschlagung, Nutzlast, Winter	1,000
K2	vor Beaufschlagung, Temperatur, Winter	1,000
K3	vor Beaufschlagung, Wind, Winter	1,000
K4	vor Beaufschlagung, Nutzlast, Sommer	1,000
K5	vor Beaufschlagung, Temperatur, Sommer	1,000
K6	vor Beaufschlagung, Wind, Sommer	1,000
K7	während Beaufschlagung, Winter	1,000
K8	während Beaufschlagung, Sommer	1,000

in statischer Hinsicht geprüft

**Summe der aufgetragenen Lasten und Auflagerreaktionen**

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
2	Nutzlast Behälter	0,000	0,000	454,227
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	454,227
3	Nutzlast Außenbereich	0,000	0,000	85,056
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	85,056
4	Windlast 0°	0,000	0,000	-0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	-0,000
5	Windlast 45°	0,000	0,000	-0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	-0,000
6	Windlast 90°	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	0,000
7	Windlast 135°	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	0,000
8	Windlast 180°	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	0,000
9	Windlast 225°	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	0,000
10	Windlast 270°	0,000	0,000	-0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	-0,000
11	Windlast 315°	0,000	0,000	-0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	-0,000
12	Nutzlast Abfüllfläche	0,000	0,000	1250,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	1250,000
14	Temp. Sommer mittags	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	-0,000

**Lastdaten Lastfall 13: Temp. Winter morgens**

LfdNr	Temperatureinwirkung Flächen, Volumen (TMPF)			
	von EI	bis EI	tm [K]	tu-to [K]
1	1	1326	0,00	9,00

**Lastdaten Lastfall 14: Temp. Sommer mittags**

LfdNr	Temperatureinwirkung Flächen, Volumen (TMPF)			
	von EI	bis EI	tm [K]	tu-to [K]
1	1	1326	0,00	-20,00

**Betonstahl für Flächenelemente**

Nr.	Lage	Güte	d1x [m]	d2x [m]	asx [cm²/m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm²/m]	as fix	Walzart
2	1	500M	0,060		0,000	0,060		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,060	0,000		Warm
3	1	500M	0,060		0,000	0,060		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,060	0,000		Warm

in statischer Hinsicht geprüft

Verfasser: Ingenieurbüro SAV	Projekt.Nr. 25-051
Programm : Finite Elemente 18.00a.1 x64 (c) InfoGraph GmbH	Seite 18
Bauwerk : Phosphatfällung Kläranlage Barnstorf	Datum: 02.10.2025

as Grundbewehrung  
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand  
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand  
Die positive z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand

**DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen**

**Standard Bemessungsgruppe**

**G - Eigenlast**

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle

- 1 Eg Platte

**QN - Nutzlast, Verkehrslast**

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten  
Nutzlasten - Kategorie E: Lagerflächen  
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 1 / 0,9 / 0,8

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

- 2 Nutzlast Behälter
- 3 Nutzlast Außenbereich
- 12 Nutzlast Abfüllfläche

**QW - Windlast**

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten  
Windlasten  
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

- 4 Windlast 0°
- 5 Windlast 45°
- 6 Windlast 90°
- 7 Windlast 135°
- 8 Windlast 180°
- 9 Windlast 225°
- 10 Windlast 270°
- 11 Windlast 315°

**QT - Temperatureinwirkung**

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten  
Temperatureinwirkungen (ohne Brand)  
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,5 / 0

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

- 13 Temp. Winter morgens
- 14 Temp. Sommer mittags

**1. Ständige und vorübergehende Situation**

Endzustand

- G Eigenlast
- QN Nutzlast, Verkehrslast
- QW Windlast
- QT Temperatureinwirkung

**1. Seltene (charakteristische) Situation**

Endzustand

- G Eigenlast

in statischer  
Hinsicht geprüft

Bauteil : Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche	Pos.Nr. F1
Datei : Sohlplatte.fem	

M = 1:

Verfasser:	Ingenieurbüro SAV	Projekt.Nr.	25-051
Programm :	Finite Elemente 18.00a.1 x64 (c) InfoGraph GmbH	Seite	19
Bauwerk :	Phosphatfällung Kläranlage Barnstorf	Datum:	02.10.2025

QN Nutzlast, Verkehrslast  
 QW Windlast  
 QT Temperatureinwirkung

**Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1**

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De-ko.	Spannung C B P
2	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
3	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .

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

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

- M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:  
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
- fyk Stahlgüte der Bügel.
- Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
- Pl. Balken werden wie Platten bemessen.
- Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
- Fak. Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
- x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
- cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
- Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. wie Pl.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh. max	Fak. rhov	Nw. x,y [mm]	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
2	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 10,00	0,60	.	60	.
3	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 10,00	0,60	.	60	.

**Schubquerschnitte**

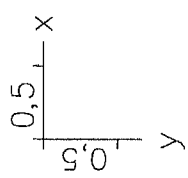
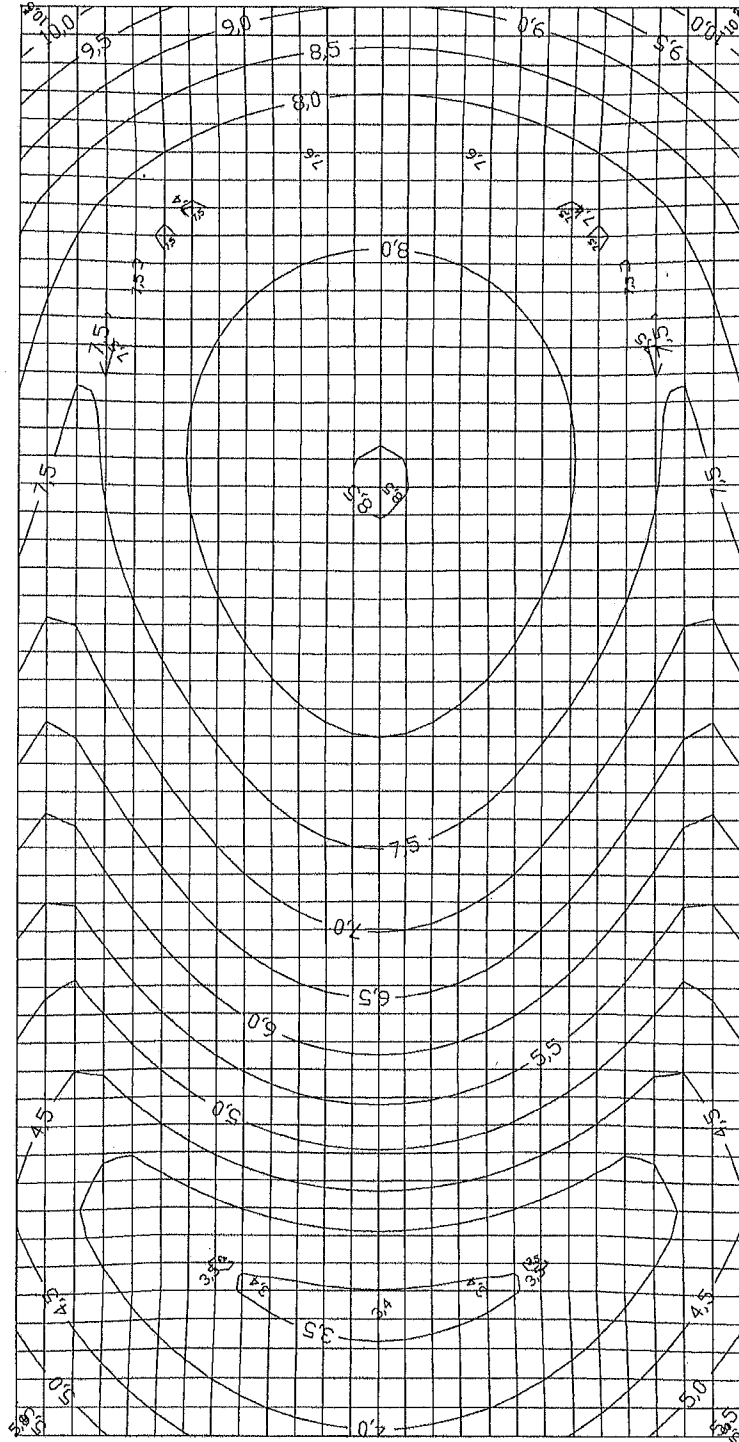
- bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
- h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
- kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
- z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
- tef Wanddicke des Torsionskastens.
- K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl.(6.29).

Qu.	Breite [m] bw	Nutzbreite bw.nom	Höhe [m] h	Nutzhöhe d [m]	Torsionsquerschn. [m] z1 z2	tef K.
2	1,000	.	0,300	0,240 0,90	.	.
3	1,000	.	0,300	0,240 0,90	.	.

in statischer Hinsicht geprüft

Bauteil :	Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche	Pos.Nr.	F1	M = 1:
Datei :	Sohlplatte.fem			

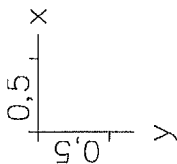
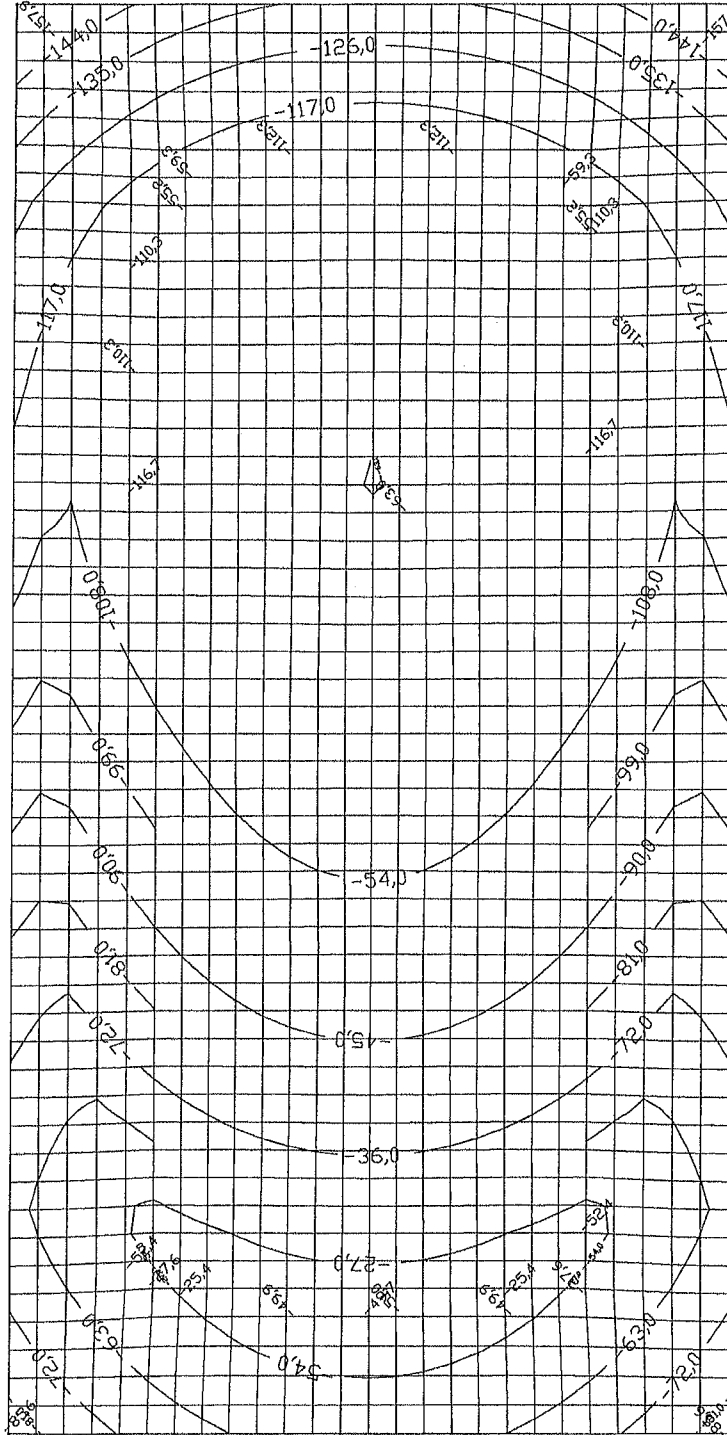
Verfasser: Ingenieurbüro SAV	Projekt.Nr. 25-051
Programm : Finite Elemente 18.00a.1 x64 (c) InfoGraph GmbH	Seite 20
Bauwerk : Phosphatfällung Kläranlage Barnstorf	Datum: 02.10.2025



in statischer Hinsicht geprüft

LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1  
 Deformationen max uz [mm]  
 Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): 3,41/10,61 [mm]

Bauteil : Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche	Pos.Nr. F1	M = 1:50
Datei : Sohlplatte.fem		



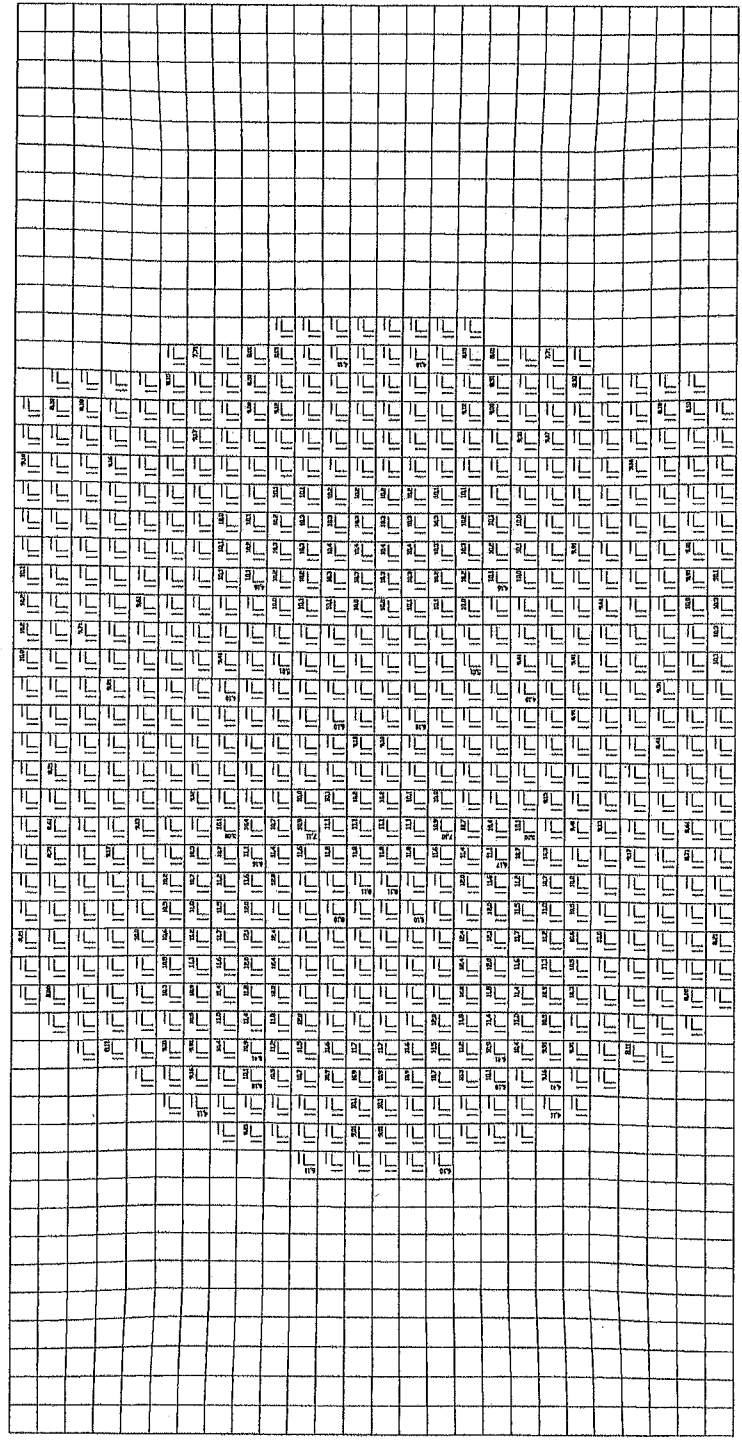
in statischer Hinsicht geprüft

LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1  
 Bodenpressungen min Sigma.z [kN/m²]  
 Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -157,94/-24,95 [kN/m²]

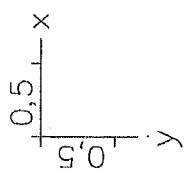
9

9

*Untere Bewehrung, ohne Grundbewehrung  
Werte < 7,5 cm<sup>2</sup>/m werden nicht angezeigt*

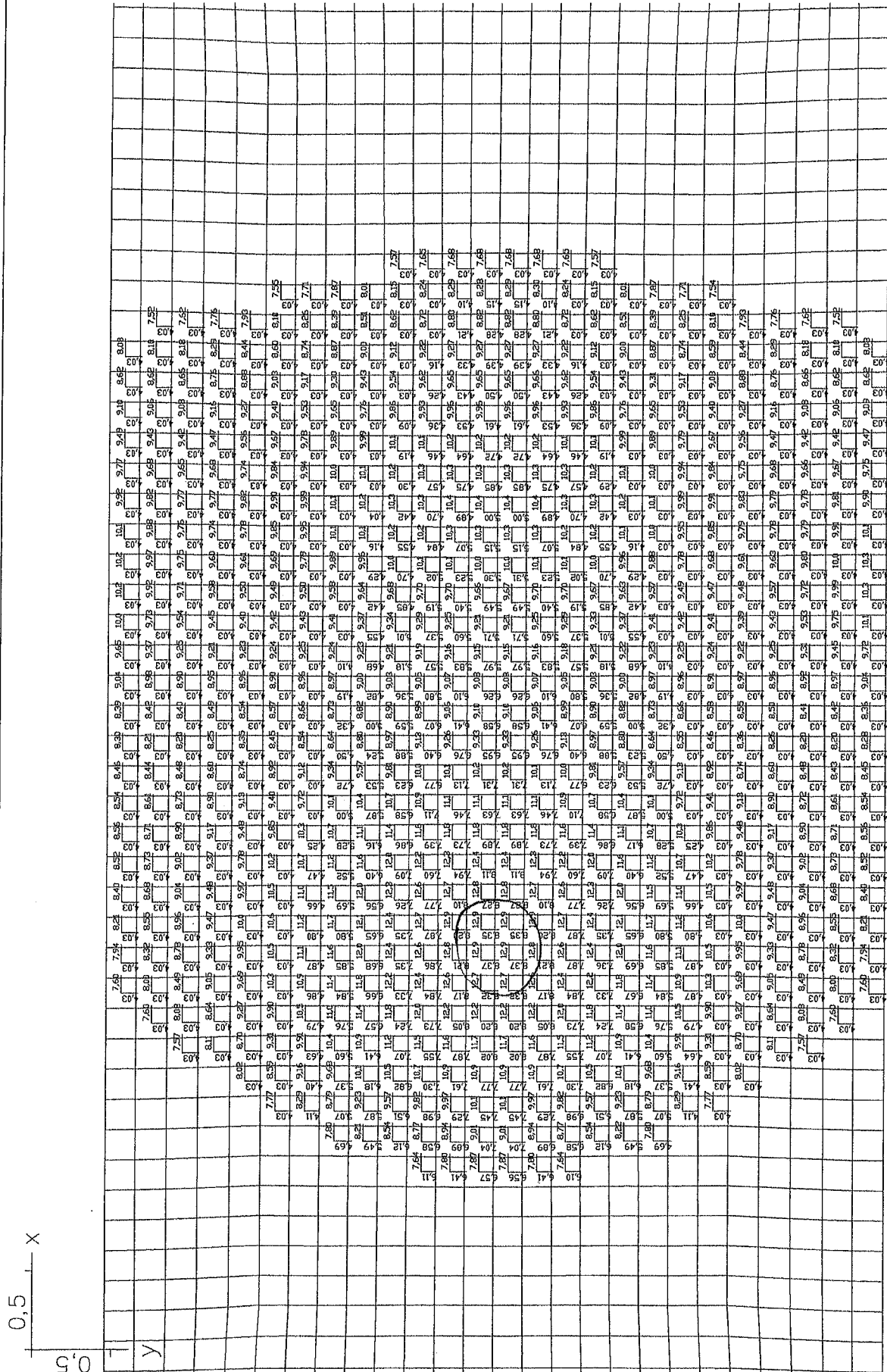


UM



in statischer Hinsicht geprüft

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
Biegebewehrung 2. Lage  $x/y \geq 7,50 \text{ cm}^2/\text{m}$ , Gesamtgew. aus Bemessung: 0,7 t  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 4,03/12,93 [cm<sup>2</sup>/m]  
Berechnung in den Elementschwerpunkten

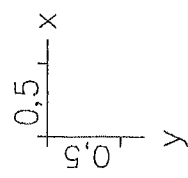


ges: 412/75cm  
 Ausschnitt UK

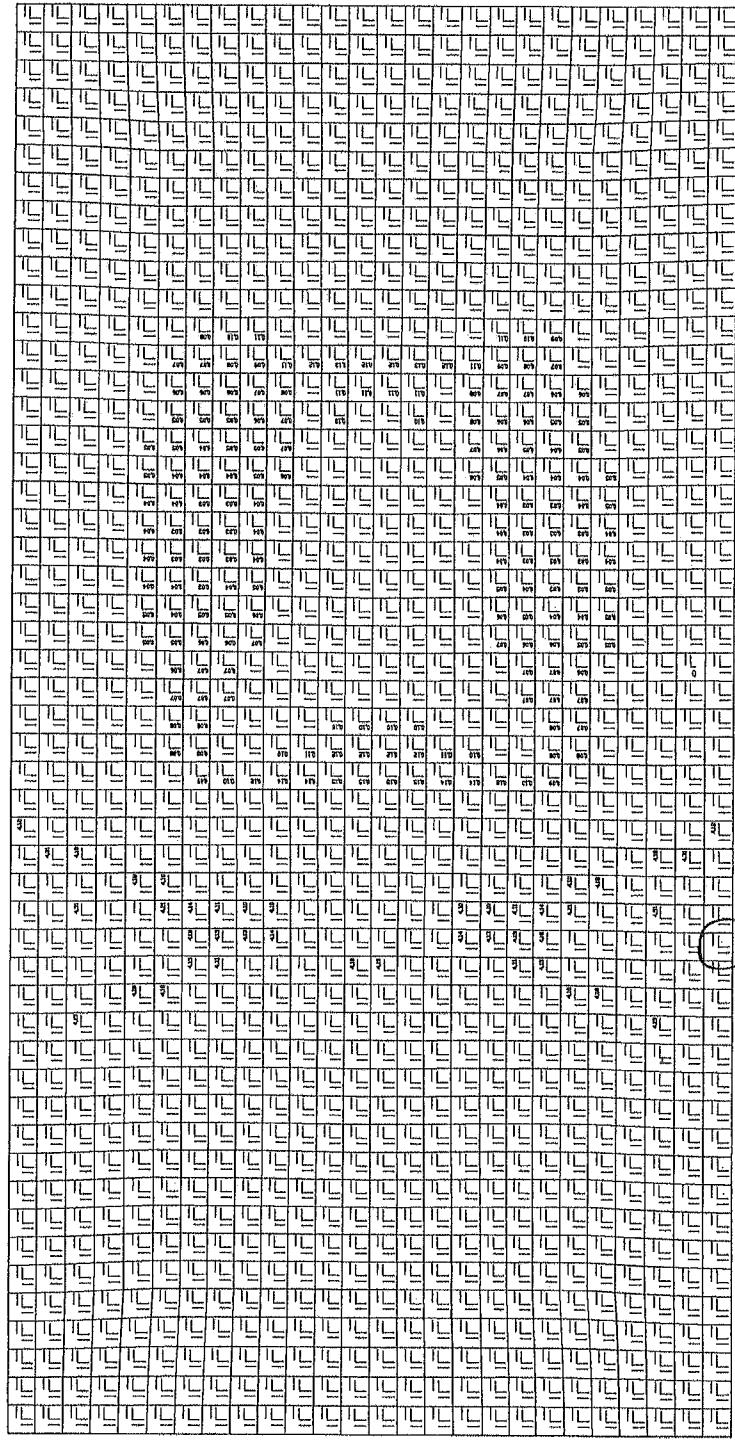
LFK DIN1992-MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
 Biegebewehrung 2. Lage  $x/y \geq 7,50 \text{ cm}^2/\text{m}$ , Gesamtgew. aus Bemessung: 0,71  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 4,03/12,93  $[\text{cm}^2/\text{m}]$   
 Berechnung in den Elementschwerpunkten

Bauteil : Bodenplatte Lagerbehälter + Abfüllfläche Pos.Nr. F1  
 Datei : Sohplatte.fem

M = 1:35  
 in statischer  
 Hinsicht geprüft



Obere Bewehrung ohne Grundbewehrung



in statischer Hinsicht geprüft

4,78  
30,7

gew. 412/75 cm

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
 Biegebewehrung 1. Lage x/y in cm<sup>2</sup>/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0.7 t  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/4,78 [cm<sup>2</sup>/m]  
 Berechnung in den Elementschwerpunkten

**Kombination von Einwirkungen für den Dichtheitsnachweis**

Die Einwirkungskombinationen werden nach DAfStb-Richtlinien, 4.4 (2) gebildet.

**Lastfallkombinationen vor der Beaufschlagung:**

LFK 1:  $1,0 \cdot E_g + 1,0 \cdot \text{Nutzlast} + 0,8 \cdot \text{Temp. Winter} + 0,6 \cdot \text{Wind}$

LFK 2:  $1,0 \cdot E_g + 1,0 \cdot \text{Temp. Winter} + 0,8 \cdot \text{Nutzlast} + 0,6 \cdot \text{Wind}$

LFK 3:  $1,0 \cdot E_g + 1,0 \cdot \text{Wind} + 0,8 \cdot \text{Temp. Winter} + 0,8 \cdot \text{Nutzlast}$

LFK 4:  $1,0 \cdot E_g + 1,0 \cdot \text{Nutzlast} + 0,8 \cdot \text{Temp. Sommer} + 0,6 \cdot \text{Wind}$

LFK 5:  $1,0 \cdot E_g + 1,0 \cdot \text{Temp. Sommer} + 0,8 \cdot \text{Nutzlast} + 0,6 \cdot \text{Wind}$

LFK 6:  $1,0 \cdot E_g + 1,0 \cdot \text{Wind} + 0,8 \cdot \text{Temp. Sommer} + 0,8 \cdot \text{Nutzlast}$

**Lastfallkombinationen während der Beaufschlagung:**

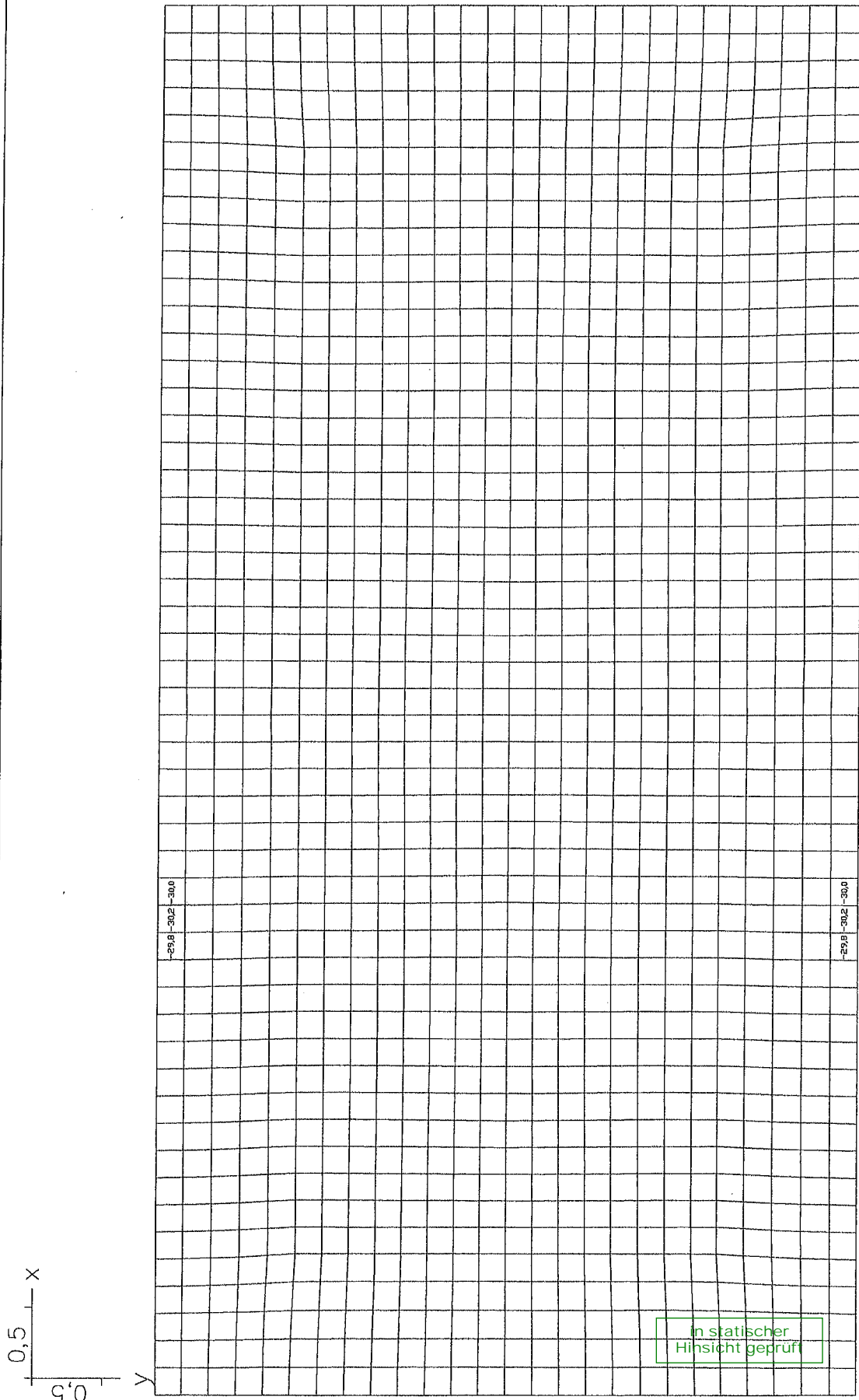
LFK 7:  $1,0 \cdot E_g + 0,5 \cdot \text{Nutzlast} + 0,5 \cdot \text{Temp. Winter} + 0 \cdot \text{Wind}$

LFK 8:  $1,0 \cdot E_g + 1,5 \cdot \text{Nutzlast} + 0,5 \cdot \text{Temp. Sommer} + 0 \cdot \text{Wind}$

Auf den folgenden Seiten werden die min/max-Werte ausgegeben.

in statischer  
Hinsicht geprüft





LFK 9: Überlagerung LFK  
 Schnittgrößen min mx >= 29,70 [kNm/m]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -30,18/-0,08 [kNm/m]  
 Berechnung in den Elementschwerpunkten



**Nachweis der Dichtigkeit**

## 1. minimale Schnittgrößen aus LFK 2 (vor der Beaufschlagung)

$$\min m_y = -30,2 \text{ kNm/m}$$

$$\text{vorh } \sigma_{cM} = 0,0302 \cdot 6/0,30^2 = 2,01 \text{ MN/m}^2 \text{ (überwiegend Biegebeanspruchung)}$$

Nachweis gemäß DAfStb-Richtlinie, Teil 1, Abschn. 5.1.3

$$f_{ctk,fl;0,05} = [(1+0,13\sqrt{(1/0,30)})] \cdot 2,0 = 2,47 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{vorh } \sigma_{cM} = 2,01 \text{ MN/m}^2 > f_{ctd,fl} = 1,0 \cdot 2,47/1,25 = 1,98 \text{ MN/m}^2$$

→ Beton an der Oberseite gerissen

An den Stellen, an denen die Momente kleiner 29,7 kNm/m sind, ist der Beton ungerissen.

$$\text{vorh } \sigma_{cM} = 0,0297 \cdot 6/0,30^2 = 1,98 \text{ MN/m}^2 \text{ (überwiegend Biegebeanspruchung)}$$

$$\text{vorh } \sigma_{cM} = 1,98 \text{ MN/m}^2 = f_{ctd,fl} = 1,0 \cdot 2,47/1,25 = 1,98 \text{ MN/m}^2$$

Die Momentenwerte, die kleiner als -29,7 kNm/m sind, liegen alle im Randbereich der Platte. Da die Schnittgrößenüberschreitung < 2 % beträgt und im Randbereich eine zusätzliche Randbewehrung eingelegt wird, wird diese akzeptiert.

in statischer  
Hinsicht geprüft

## 2. minimale Schnittgrößen im Plattenbereich aus LFK 2 (vor der Beaufschlagung)

 $\min m_y = -29,7 \text{ kNm/m}$  (im Plattenbereich) $\text{vorh } \sigma_{cM} = 0,0297 \cdot 6 / 0,30^2 = 1,98 \text{ MN/m}^2$  (überwiegend  
Biegebeanspruchung)

→ Beton an der Oberseite nicht gerissen

Nachweis gemäß DAfStb-Richtlinie, Teil 1, Abschn. 5.1.3, Gleichung (1-4)

Eindringtiefe:  $e_{72m} = 40 \text{ mm}$  ← (Physikalische Eigenschaften der  
wassergefährdenden Stoffe sind  
nicht bekannt.  
Siehe DAfStb-Richtlinie, T2,  
Pkt. 4.2.2(4))Nach Tabelle 1-3:

Häufigkeitsstufe gering

äquivalente Beaufschlagung: einmalig 8 h

Beispiel: Umladen in Verpackungen, die den gefahrgutrechtlichen  
Anforderungen genügen oder gleichwertig sind. $e_{72k} = 1,35 \cdot 40 = 54 \text{ mm}$  $e_{8k} = 54 \cdot \sqrt{8/72} = 18 \text{ mm}$ **Nachweis:  $h = 300 \text{ mm} > 1,5 \cdot 18 = 27 \text{ mm}$** in statischer  
Hinsicht geprüft

## 3. maximale Schnittgrößen im Plattenbereich aus LFK 5 (vor der Beaufschlagung)

$$\max m_y = 79,4 \text{ kNm/m}$$

→ Beton an der Unterseite gerissen, siehe Pkt. 1

$$\min m_y \text{ an derselben Stelle} = -25,3 \text{ kNm/m}$$

$$\text{vorh } \sigma_{cM} = 0,0253 \cdot 6 / 0,30^2 = 1,69 \text{ MN/m}^2 \text{ (überwiegend Biegebeanspruchung)}$$

$$\text{vorh } \sigma_{cM} = 1,69 \text{ MN/m}^2 < f_{ctd,fl} = 1,0 \cdot 2,47 / 1,25 = 1,98 \text{ MN/m}^2$$

→ Beton an der Oberseite nicht gerissen, keine wechselnde Momente mit jeweils risserzeugenden Beanspruchungen

Nachweis gemäß DAfStb-Richtlinie, Teil 1, Abschn. 5.1.4, Gleichung (1-8)

Druckzonendicke x:

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{sl}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{sl}}} \right) = \frac{10 \cdot 15,08}{100} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 25}{10 \cdot 15,08}} \right) = 7,31 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Nachweis: } x = 73 \text{ mm} &> 1,5 \cdot 18 = 27 \text{ mm} \\ &> 2 \cdot 16 = 32 \text{ mm} \\ &> 30 \text{ mm} \end{aligned}$$

**Nachweis der Mindestbewehrung**

Siehe folgenden EDV-Ausdruck

in statischer  
Hinsicht geprüft

**Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12**

32

**Anforderungen**Rechenwert der Rissbreite  $w_{\max} = 0,20$  mm.**Baustoffe, Geometrie**

Rechteckquerschnitt: Höhe = 30,0 cm; Breite = 100,0 cm

Betonfestigkeitsklasse: C30/37

Betondeckung c: 5,0 cm

Stabdurchmesser:  $d_{s,vorh} = 12,0$  mm (Betonrippenstahl)**Nachweis der Mindestbewehrung**

Einwirkung: Zentrischer Zug

Ort der Zwangseinwirkung: Im Bauteil selbst

Wirksame Betonzugfestigkeit:  $f_{ct,eff} = 1,00 \cdot f_{ctm} = 2,90$  N/mm<sup>2</sup> (3,0)

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} \quad (7.1)$$

mit  $k_c = 1,00$        $k = 0,80$        $f_{ct,eff} = 2,90$  N/mm<sup>2</sup>  
 $A_{ct} = 3000,0$  cm<sup>2</sup>       $\sigma_s =$  siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$$\phi_s = \phi_s^* \cdot \frac{k_c \cdot k \cdot h_{cr}}{8 \cdot (h-d)} \cdot \frac{f_{ct,eff}}{2,9} \geq \phi_s^* \cdot \frac{f_{ct,eff}}{2,9} \quad (7.7DE)$$

mit  $k = 0,80$        $h_{cr} = 30,0$  cm       $f_{ct,eff} = 2,90$  N/mm<sup>2</sup>  
 $h = 30,0$  cm       $d = 24,4$  cm       $\phi_s = d_{s,vorh} = 12$  mm

$$\Rightarrow \phi_s = \phi_s^* \cdot 0,54 < \phi_s^* \cdot 1,00 \quad \Rightarrow \phi_s^* = 12,0 \text{ mm} / 1,00 = 12,00 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \sigma_s = \sqrt{(3,48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 240,83 \text{ N/mm}^2 \text{ nach Tabelle 7.2DE}$$

$$A_{s,min} = 14,45 \text{ cm}^2 \text{ je Lage}$$

**Nachweis der Begrenzung der Rissbreite ohne direkte Berechnung**Wirksame Betonzugfestigkeit:  $f_{ct,eff} = 1,00 \cdot f_{ctm} = 2,90$  N/mm<sup>2</sup> $A_{s,vorh} = 15,08$  cm<sup>2</sup> in der nachzuweisenden LageStahlspannung  $\sigma_s = 240,00$  N/mm<sup>2</sup>Grenzdurchmesser  $\phi_s^*$  aus Tabelle 7.2DE

$$\phi_s^* = 12,1 \text{ mm}$$

$$\phi_s = \phi_s^* \cdot \frac{\sigma_s \cdot A_s}{4 \cdot (h-d) \cdot b \cdot 2,9} \geq \phi_s^* \cdot \frac{f_{ct,eff}}{2,9} \quad (7.7.1DE)$$

mit  $h = 30,0$  cm       $d = 24,4$  cm  
 $b = 100,0$  cm       $f_{ct,eff} = 2,90$  N/mm<sup>2</sup>

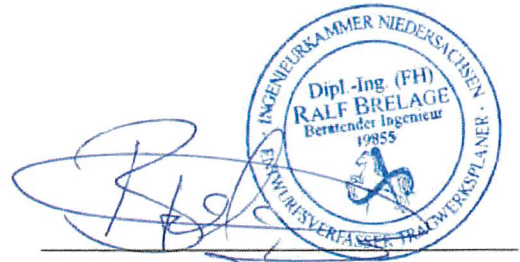
$$\phi_s = \phi_s^* \cdot 0,56 < \phi_s^* \cdot 1,00 \quad \Rightarrow \phi_s = \phi_s^* \cdot 1,00$$

$$\phi_s = 12,1 \text{ mm} \geq d_{s,vorh} = 12,0 \text{ mm} \quad \text{Nachweis erfüllt!}$$

in statischer  
Hinsicht geprüft

Aufgestellt: Papenburg, 02.10.2025

(Seiten 1 – 33)



(Dipl.-Ing. Ralf Brélage)

in statischer  
Hinsicht geprüft