
STATISCHE BERECHNUNG

Flachbodenbehälter aus PP-H (Typ 1)

D = 3,00m innen, H = 9,70m + Kegeldach $\alpha = 18^\circ$

als ungefüllter Tropfkörper zur Aufstellung im Freien

Bauvorhaben: **Biogasanlage**
Biogasgenossenschaft EUFNACH
EUFNACH 85
87499 WILDPOLDSRIED

Auftraggeber und
Hersteller: **TS Umwelтанlagenbau GmbH**
Gewerbering 13
D-14656 Brieselang, OT Zeestow
Tel.: ++49 -33234 -2469 -0

Statik: **Dipl.-Ing. Uwe Sell**
Ceciliengärten 43
D-12159 Berlin
Tel.: 030 -944 095 80



Berlin, 27.07.2023



Die Statik wurde erstellt nach der Richtlinie DVS 2205 (Dezember 2015) des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. : „Berechnung von Behältern und Apparaturen aus Thermoplasten, Stehende runde, drucklose Behälter“.

Diese Statik besteht aus 23 Seiten.

VORBEMERKUNG

Mit dieser Statischen Berechnung werden die erforderlichen Nachweise für die Standsicherheit eines Flachbodenbehälters mit Kegeldach geführt.

Durchmesser $d = 3,00\text{m}$

Höhe $h_z = 9,70\text{m}$

Dach Kegeldach $\alpha = 18^\circ$

Material PP-H Typ1 mit UV-Schutz-Einfärbung

Der Behälter wird im Freien aufgestellt (Ansatz: Windzone 2 nach DIN EN 1991 -1 -4).

Der Behälter ist nicht mit Flüssigkeit gefüllt, so daß keine Auffangvorrichtung erforderlich ist. Der Behälter erhält eine Füllung aus leichten PP-Volumen-Füllkörpern (Gewicht: max. 60 kg/m^3), die von oben mit verdünnter max. 9%iger Schwefelsäure berieselt wird. Die Füllung wird von dem zu reinigenden Biogas unter einem Druck von maximal 50 mbar von oben nach unten durchströmt.

Da im Behälter lediglich eine Berieselung erfolgt, gibt es kein Lagermedium. Die max. 9%ige Schwefelsäure aus der Berieselung wird am Behälterboden abgepumpt und steigt bis maximal 500mm über dem Boden an.

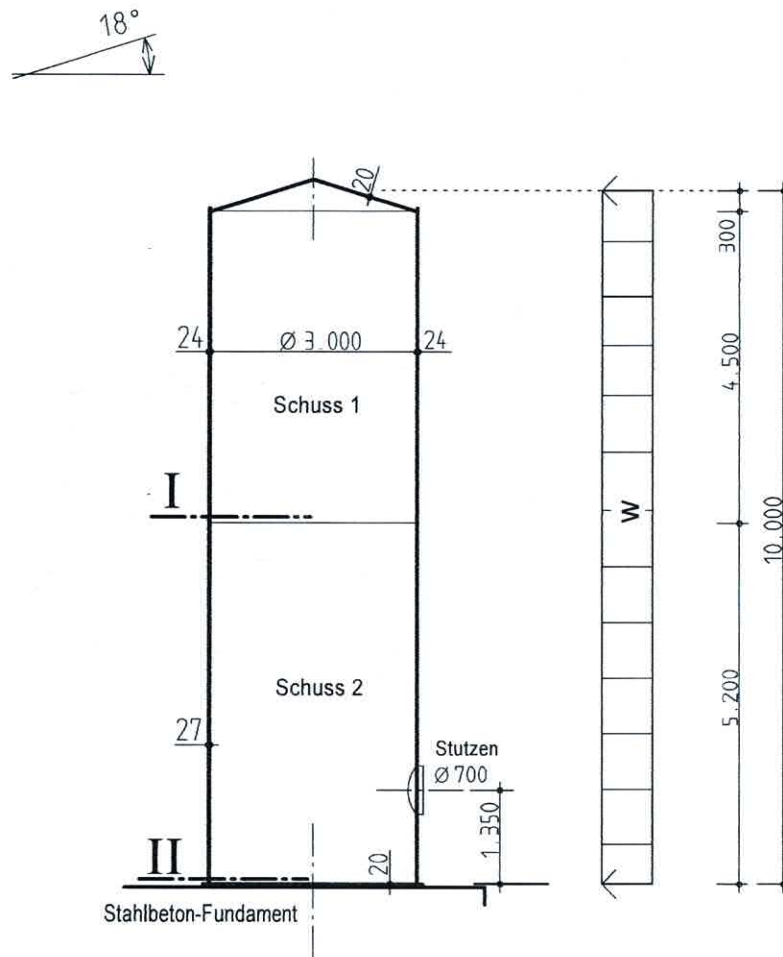
Diese Statik wurde erstellt nach der Richtlinie DVS 2205 (Dezember 2015) des Deutschen Verbandes für Schweissen und verwandte Verfahren e.V. : „Berechnung von Behältern und Apparaturen aus Thermoplasten, Stehende runde, drucklose Behälter“. Die Nachweise für den Zylinder und den Boden werden auf der Grundlage und mit den Gleichungen von Teil 1 und Teil 2 dieser Richtlinie geführt. Es werden die Formelzeichen und Abkürzungen nach Seite 1 und 2 der Richtlinie, Teil 2 verwendet.

Die Fertigung des Behälters erfolgt nach den Richtlinien DVS 2207, 2208 und 2209. Damit sind die getroffenen Annahmen zu den Schweißnähten abgesichert – Stand der Technik.

Die Aufstellung des Behälters erfolgt vollflächig auf einer ebenen und tragfähigen Fundamentplatte.

Die Nachweise für die - gleichmäßig zu verteilenden - Verbundanker befinden sich am Ende dieser Statik.

SCHNITT 1:100



Zylinder: Polypropylen PP-H Typ 1 Wickelrohr

INGENIEURBÜRO SELL
CECILIENGÄRTEN 43, D-12159 BERLIN TEL.: ++49-30-944 095 80

ELEMENT: PP - Behälter Entschwefelung

Datum: 27.07.23

Maßstab: 1:100

T 1

PP-Behälter Ø 3,00m, BGA Biogasgenossenschaft Eufnach, Eufnach 85, 87499 Wildpoldsried

ABMESSUNGEN DES BEHÄLTERS

Nenninnendurchmesser	d	=	3.000 mm		
Zylinderhöhe	hz	=	9.700 mm		
Wanddicke d. Zylinders	sz1	=	24 mm	hz1 = 4.500mm	Schuss 1, oben
	sz2	=	27 mm	hz2 = 5.200mm	Schuss 2, unten
Wanddicke d. Daches	sD	=	20 mm	$\alpha = 18^\circ$	
Wanddicke des Bodens	sB	=	20 mm		

Volumen PP-Füllkörper V1 = $\pi/4 * 3,00^2 * 8,20 = 57,00 \text{ m}^3$ auf Gitterrost h=1000mm
Volumen Flüssigkeit V2 = $\pi/4 * 3,00^2 * 0,50 = 3,60 \text{ m}^3$
Flüssigkeit: verdünnte 9%ige Schwefelsäure steht maximal h=500mm auf Bodenplatte

MATERIALKENNWERTE

Zylinder: Wickelrohr PP-H Typ 1 Dichte: $\rho = 0,9 \text{ kg/m}^3$
Deckel, Boden Platten PP-DWU

Temperaturabhängiger Kurzzeit-E-Modul f. wirksame Temperatur 35°: $E^{T^\circ\text{C}}_K = 860 \text{ N/mm}^2$

Zeitabhängiger Langzeit-E-Modul für Gebrauchsdauer 25 Jahre: $E^{25^\circ\text{C}}_L = 295 \text{ N/mm}^2$
(gilt für Spannungen bis 1 N/mm²)

zulässige Randfaserdehnung $\epsilon = 0,50 \%$

Abminderungsfaktor für den Einfluß der spezifischen Zähigkeit:

PP Typ 1 für 25°: A1 = 1,23

Abminderungsfaktor für das Medium: die Flüssigkeit(max. 9%ige Schwefelsäure wird nur von oben versprüht, keine ständige Benetzung A2 = 1,0

Schweißfaktoren

Kurzzeit: fz = 0,8

Langzeit: fs = 0,6

Teilsicherheitsbeiwerte: Eigengewicht, Füllung, Montage: $\gamma_{F1} = 1,35$

Drücke, Wind, Schnee: $\gamma_{F2} = 1,5$

Eigengewicht, Beanspruchung verringern $\gamma_{F3} = 0,9$

Wichtungsbeiwert für Belastungsfall II $\gamma_{-I} = 1,2$

TEMPERATUREN

Außenlufttemperatur TA = 20 /35°C

Medientemperatur TM = 30°C Flüssigkeit wird unter Dach versprüht und rieselt an den PP-Füllkörpern herab

Wirksame Temperatur TZ = $(20+30) / 2 = 25^\circ\text{C}$ für Langzeit-Werte

Tzk= 35°C für Kurzzeit-Werte

PP-Behälter Ø 3,00m, BGA Biogasgenossenschaft Eufnach, Eufnach 85, 87499 Wildpoldsried

Zeitstandfestigkeit für Rohre aus PP Typ1:

($\gamma_M = 1,3$)

für 25 Jahre bei Wirksamer Temperatur von 25°C: $K^*L = 9,6 \text{ N/mm}^2 > K^*L,d = 7,4 \text{ N/mm}^2$

für 10^{-1} h bei Wirksamer Temperatur von 35°C: $K^*K = 18,7 \text{ N/mm}^2 > K^*K,d = 14,4 \text{ N/mm}^2$

BELASTUNGEN

ständig wirkend

Eigengewicht

Dach	$GD = AD \cdot sD \cdot \rho \cdot g \cdot 10^6 \cdot 1,3(\text{Verstärk.})/\cos 18^\circ =$	2.800 N
Zylinder	$GZ = (AZ1 \cdot sZ1 + AZ2 \cdot sZ2) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^6$ (10.300 + 13.300)	= 23.600 N
Boden	$GB = AB \cdot sB \cdot \rho \cdot g \cdot 10^6$	= 3.000 N
Gitterrostboden für Füllgut aus PP	$GBR = AB \cdot 250 \text{ N/m}^2 \cdot 10^{-6}$	= 2.800 N

Füllgut

PP-Füllkörper+Flüssigkeit (benetzt): Gewicht: $60 \text{ kg/m}^3 + 30 \text{ kg/m}^3 = 90 \text{ kg/m}^3$

$$GF = V \cdot \rho_F \cdot g \cdot 10^3 = 51.300 \text{ N}$$
$$(GF = 57,0 \text{ m}^3 \cdot 0,90 \text{ kN/m}^3 = 51,3 \text{ kN})$$

Füllgut, trocken bei Lastfall Transport

$$GF,t = 57,0 \cdot 0,60 \text{ kN/m}^3 = 34,2 \text{ kN}$$

Eigengewicht für Transport (ohne Füllkörper) :

$$GE = 2,8 + 23,6 + 3,0 + 2,8 = 32,2 \text{ kN}$$

Innendruck	Überdruck	$p_{\bar{u}} = 40 \text{ mbar}$	= 0,004 N/mm ²
	Unterdruck	$p_u = 10 \text{ mbar}$	= 0,001 N/mm ²

mittellang wirkend

Schneelast ($p_S = 0,75 \text{ kN/m}^2 = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ N/mm}^2$) entfällt, da Innentemperatur $> 30^\circ\text{C}$

Sommertemperatur $>$ siehe Nachweise des Daches

kurzzeitig wirkend

Innendruck	Überdruck	$p_{\bar{u}K} = 50 \text{ mbar}$	= 0,005 N/mm ²
	Unterdruck	$p_{uK} = 10 \text{ mbar}$	= 0,001 N/mm ²

keine Verkehrslast auf dem Dach, das Dach ist nicht begehbar

Windlasten

Staudrücke nach DIN EN 1991 -1 -4:

Windzone 2

$$h < 10,0\text{m}: \quad q_0 \quad = 0,65 \text{ kN/m}^2$$

Windlast

0,0m < h < 10,00m:

$$w = 0,9 * 0,65 * 3,05 \text{ m} \quad = 1,79 \text{ kN/m}$$

Biegemoment aus Windlast (mit Kegeldach)

$$\text{Schnitt I-I: } M_{wl} = 1,79 \text{ kN/m} * 4,80\text{m}^2 / 2 \quad = \underline{20,7 \text{ kNm}}$$

$$\text{Schnitt II-II: } M_{wII} = 1,79 \text{ kN/m} * 10,00^2 / 2 \quad = \underline{89,5 \text{ kNm}}$$

Radialsymmetrische Ersatzbelastung für Winddruck

sZm ~ 26 mm

$$\begin{aligned} \text{Beiwert: } \delta &= 0,46 * (1 + 0,1 * \sqrt{C^* * r/hZ * \sqrt{r/sZm}}) \\ &= 0,46 * (1 + 0,1 * \sqrt{1,0 * 1500 / 9.700 * \sqrt{1500/26}}) \quad = 0,510 \end{aligned}$$

$$\text{Ersatzlast: } \quad p_{eu} = \delta * q_{max} * 10^{-3} \quad = 0,510 * 0,65 \text{ kN/m}^2 * 10^{-3} = 0,000 33 \text{ N/mm}^2$$

geschlossener Behälter: Unterdruck infolge Windsog entsteht nicht

PP-Behälter Ø 3,00m, BGA Biogasgenossenschaft Eufnach, Eufnach 85, 87499 Wildpoldsried

NACHWEIS ZYLINDER IN UMFANGSRICHTUNG

Es wird der Nachweis für die Ringzugspannungen am unteren Rand jedes Schusses geführt (Schnitt I-I, II-II).

Überdruck durch Füllmedium

Schnitt I-I $h = 5.200\text{mm}$, $h_{zI} = 4500\text{mm}$,
PP-Füllkörper : Druckbeiwert $k_{\gamma} = 0,40$
 $p_{\text{stat,I}} = 0,90 \text{ kN/m}^3 * 4,50\text{m} * 10^{-3} * 0,40 = 1,7 * 10^{-3} \text{ N/mm}^2$

Schnitt II-II $h = 0,00$, $h_{zII} = 8.600\text{mm}$,
Füllhöhe Schwefelsäure: $h_F = 0,50\text{m}$
 $p_{\text{stat,II}} = 10,00 \text{ kN/m}^3 * 0,50\text{m} * 10^{-3} = 5,0 * 10^{-3} \text{ N/mm}^2$
(die PP-Füllkörper lagern auf Gitterrostboden OK = 1000mm und erzeugen im Schnitt II keinen Druck nach außen mehr)

Zeitstandfestigkeit für Rohre aus PP Typ1:

Langzeit - für 25 Jahre bei wirksamer Temperatur 25°C: $K^*L,d = 7,4 \text{ N/mm}^2$

Kurzzeit - für 10^{-1} h bei wirksamer Temperatur 35°C: $K^*K,d = 14,4 \text{ N/mm}^2$

Schnitt I-I:

Nachweis für ständig wirkende Lasten:

$$K^{\text{vorh}}L,d = (\gamma F_1 * p_{\text{stat,i}} + \gamma F_2 * p_{\text{ü}}) * d * A_1 * A_2 / 2 * f_s * s_{zi}$$
$$= (1,35 * 0,0017 + 1,5 * 0,004) * 3000 * 1,23 * 1,0 / 2 * 0,6 * 24 = 1,10 \text{ N/mm}^2$$

$$K^{\text{vorh}}L,d / K^*L,d = 1,10 / 7,4 = \underline{0,15} < 1,0$$

Nachweis für ständige und kurzzeitige Lasten:

$$\Sigma K^{\text{vorh}}K,d = (\gamma F_1 * p_{\text{stat,i}} + \gamma F_2 * p_{\text{üK}}) * d * A_1 * A_2 / 2 * f_z * s_{zi}$$
$$= (1,35 * 0,0017 + 1,5 * 0,005) * 3000 * 1,23 * 1,0 / 2 * 0,8 * 24 = 0,792 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma K^{\text{vorh}}K,d / K^*K,d = 0,792 / 14,4 = \underline{0,06} < 1,0$$

Schnitt II-II:

Nachweis für ständig wirkende Lasten:

$$K^{\text{vorh}}L = (1,35 * 0,005 + 1,5 * 0,004) * 3000 * 1,23 * 1,0 / 2 * 0,6 * 27 = 1,52 \text{ N/mm}^2$$

$$K^{\text{vorh}}L / K^*L = 1,52 / 7,4 = \underline{0,21} < 1,0$$

Nachweis für ständige und kurzzeitige Lasten:

$$\Sigma K^{\text{vorh}}K = (1,35 * 0,005 + 1,5 * 0,005) * 3000 * 1,23 * 1,0 / 2 * 0,8 * 27 = 1,27 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma K^{\text{vorh}}K / K^*K = 1,27 / 14,4 = \underline{0,09} < 1,0$$

NACHWEIS ZYLINDER IN LÄNGSRICHTUNG (AXIAL)

Es wird der Nachweis für die größten Zugspannungen im unteren Schuß am Übergang zum Boden geführt (Schnitt II-II). Ständig wirkende Druckspannungen (entlastend) werden zu 90% angesetzt.

C = Spannungserhöhungsfaktor C1 * Werkstoffspezifischer Gestaltfaktor C2
 $C = C1 * C2 = 1,2 * 1,17 = 1,40$

Nachweis für ständig wirkende Lasten:

$$K^{vorh}L,d = (C * (\gamma_{F1} * p_{stat,i} + \gamma_{F2} * p_{\ddot{u}})) * d/2 + \gamma_{F2} * p_{\ddot{u}} * d/4 - \gamma_{F3} * (GE+GB) / \pi * d * A1 * A2 / sz^3$$
$$= (1,40 (1,35 * 0,005 + 1,5 * 0,004) * 3000/2 + 1,5 * 0,004 * 3000/4 - 0,9 * (23.600 - 2.800) / \pi * 3000) * 1,23 * 1,0 / 27 = (26,78 + 4,5 - 2,50) * 1,23 / 27 = \underline{1,32 \text{ N/mm}^2}$$
$$K^{vorh}L / K^*L = 1,32 / 7,4 = \underline{0,18 < 1,0}$$

Nachweis für ständige und kurzzeitige Lasten:

$$\Sigma K^{vorh}K,d = (C * (\gamma_{F1} * p_{stat,i} + \gamma_{F2} * p_{\ddot{u}K})) * d/2 + \gamma_{F2} * p_{\ddot{u}K} * d/4 + \gamma_{F2} * 4 * M_{wIII} * 10^6 / \pi * d^2 - \gamma_{F3} * (GE-GB) / \pi * d * A1 * A2 / sz^2 = (1,40 (1,35 * 0,005 + 1,5 * 0,005) * 3000/2 + 1,5 * 0,005 * 3000/4 + 1,5 * 4 * 89,5 * 10^6 / \pi * 3000^2 - 0,9 * (23.600 - 2.800) / \pi * 3000) * 1,23 * 1,0 / 27 = (29,93 + 5,63 + 19,00 - 2,50) * 1,23 / 27 = \underline{2,38 \text{ N/mm}^2}$$
$$\Sigma K^{vorh}K / K^*K = 2,38 / 14,4 = \underline{0,17 < 1,0}$$

Anschluß Zylinder an Boden: Schweißnähte $2x a=15\text{mm} > 0,7 * s_B = 14\text{mm}$, $f_s = 0,6$
> auf einen Spannungsnachweis für die Schweißnaht kann verzichtet werden

STUTZEN : EINSTIEGSÖFFNUNG d = 700mm in Schuss 2 - H = 1,35m

Es wird nachgewiesen, daß die infolge der Spannungskonzentrationen neben der Öffnung erhöhten Beanspruchungen des Grundbauteils aufgenommen werden können.

Verschwächungswert: $vA2 = 0,75 * sr/sz * 1 / (sr/sz + (dA / (2 * \sqrt{(d+sz) * sz}))$
 $vA = 0,75 * 30/27 * 1 / (30/27 + 700 / (2 * \sqrt{(3000 + 27) * 27})) = \underline{0,357}$

Nachweise für Längsrichtung (ungünstig angesetzt: Windmoment im Schnitt II-II)

$$K^{vorh}L,d / (vA * K^*L,d) = 1,32 / (0,357 * 7,4) = \underline{0,51 < 1,0}$$
$$\Sigma K^{vorh}K,d / (vA * K^*K,d) = 2,38 / (0,357 * 14,4) = \underline{0,47 < 1,0}$$

Nachweise für Umfangsrichtung:

$$K^{vorh}L,d / (vA * K^*L,d) = 1,52 / (0,357 * 7,4) = \underline{0,58 < 1,0}$$
$$\Sigma K^{vorh}K,d / (vA * K^*K,d) = 1,27 / (0,357 * 14,4) = \underline{0,26 < 1,0}$$

Ringsteife $> 30 / 100\text{mm}$ außen / innen

AXIALSTABILITÄT DES ZYLINDERS

Nachweis für jeden Schuß:

Die am unteren Rand vorhandene axiale Druckspannung (jeweils ungünstigste Kombination aus Eigengewicht, Unterdrücken, Schnee- und Windlast) ist immer mit der Beulspannung $\sigma_{k,i}$ abgesichert. Die Schneelast entfällt, da Innentemperatur $>30^\circ$

$$\sigma^{\text{vorh}}_{i,d} = \max (\gamma F1 * \sigma_G + \gamma F2 * (\max (\sigma_{pu} ; \sigma_{puS}) + 0,7 * \sigma_S + \sigma_W / 1,2) ; \gamma F1 * \sigma_G + \gamma F2 * (\sigma_{puK} + \sigma_S))$$

Unterkante von Schuß 1 (h = 7.800mm): Schnitt I-I

$$\begin{aligned} \sigma^{\text{vorh}}_{1,d} &= (\gamma F1 * (GD + GZ,II) / \pi * d + \gamma F2 * p_u * d / 4 + \gamma F2 * 4 * M_{wl} * 10^6 / \pi * d^2) / s_{z1} \\ &= (1,35 * (2800 + 10.300) / \pi * 3000 + 1,5 * 0,001 * 3000 / 4 \\ &\quad + 1,5 * 4 * 20,7 * 10^6 / 1,2 * \pi * 3000^2) / 24 = (1,88 + 1,13 + 3,66) / 24 = \underline{0,278 \text{ N/mm}^2} \end{aligned}$$

Unterkante von Schuß 2 (h = 0): Schnitt II-II

$$\begin{aligned} \sigma^{\text{vorh}}_{3,d} &= (\gamma F1 * (GD + GZ,II) / \pi * d + \gamma F2 * p_u * d / 4 + \gamma F2 * 4 * M_{wl} * 10^6 / \pi * d^2) / s_{z2} \\ &= (1,35 * (2800 + 23.600) / \pi * 3000 + 1,5 * 0,001 * 3000 / 4 \\ &\quad + 1,5 * 4 * 89,5 * 10^6 / 1,2 * \pi * 3000^2) / 27 = (3,79 + 1,13 + 15,83) / 27 = \underline{0,769 \text{ N/mm}^2} \end{aligned}$$

$$\alpha_i = 0,7 / (\sqrt{ (E^{20^\circ\text{C}}_K / E^{20^\circ\text{C}}_L) * (1 + r / (100 * s_{Z,i})) })$$

$$f\alpha_i = 1,5 - (e_i / s_{Z,i}) \leq 1,0$$

$$\text{Beulspannung: } \sigma_{k,i,d} = \alpha_i * 0,62 * f\alpha_i * (E^{T^\circ\text{C}}_K / \gamma M) * (s_{Z,i} / r) \leq K * K_d \quad T_{zk} = 35^\circ\text{C}$$

$$\text{Nachweis: } \eta_{A,i} = (A_{2I} * \sigma^{\text{vorh}}_{i,d}) / \sigma_{k,i} \leq 1,0$$

Schuß 1: Schnitt I-I

$$\alpha_1 = 0,7 / (\sqrt{ ((1200 / 330) * (1 + 1500 / (100 * 24))) }) = 0,288$$

$$f\alpha_1 = 1,5 - (1,5 / 24) = 1,44 > 1,0 \quad \text{maßgebend: } f\alpha_1 = 1,0$$

$$\sigma_{k1,d} = 0,288 * 0,62 * 1,0 * (860 / 1,3) * (24 / 1500) = 1,89 \text{ N/mm}^2 < 14,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{A,1} = (1,0 * 0,278) / 1,89 = \underline{0,147 < 1,0}$$

Schuß 2: Schnitt II-II:

$$\alpha_2 = 0,7 / (\sqrt{ ((1200 / 330) * (1 + 1500 / (100 * 27))) }) = 0,294$$

$$\sigma_{k3,d} = 0,294 * 0,62 * 1,0 * (860 / 1,3) * (27 / 1500) = 2,17 \text{ N/mm}^2 < 14,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{A,3} = (1,0 * 0,769) / 2,17 = \underline{0,355 < 1,0}$$

MANTELDRUCKSTABILITÄT DES ZYLINDERS

Nachweis für den obersten Schuß:

Der maßgebliche Unterdruck aus der ungünstigsten Kombination der Unterdrücke wird mit dem kritischen Manteldruck p_{kM} abgesichert.

$$\Sigma p^{\text{vorh}} = p_{uK} + p_{eu}$$

$$\Sigma p^{\text{vorh}} = 1,5 * (0,001 + 0,00033) = 0,002 \text{ N/mm}^2$$

kritischer Manteldruck für den abgestuften Behälter - oberster Schuß

$$p_{kMd} = 0,67 * \beta * C * (E^{T^{\circ}C} K / \gamma M) * (r / h_0) * (s_0 / r)^{2,5} \quad C^* = 1,0$$

β -Wert nach DIN 18800-4, Bild 20a bis 20c

$$> l_0 / l = 4,5 / 9,7 = 0,46 \quad t_m / t_0 = 27 / 24 = 1,12 \quad t_u / t_0 = 27 / 24 = 1,12 \rightarrow \beta = 0,55$$

$$p_{kM1} = 0,67 * 0,55 * 1,0 * (860 / 1,3) * (1500 / 4.500) * (24 / 1500)^{2,5} = \underline{0,00263 \text{ N/mm}^2}$$

Nachweis: $\eta_M = (S * A_{2I} * \Sigma p^{\text{vorh}}) / p_{kM} \leq 1,0$

$$\eta_M = (1,0 * 1,0 * 0,002) / 0,00263 = \underline{0,761 < 1,0}$$

INTERAKTION AUS AXIAL- UND MANTELDRUCKSTABILITÄT - siehe nächste Seite

INTERAKTION AUS AXIAL- UND MANTELDRUCKSTABILITÄT

Schnitt I-I (h = 5.200mm):

Nachweis Interaktion: $\eta^{1,25} \mathbf{A}, 1 + \eta^{1,25} \mathbf{M} \leq 1,0$

Schuss 1, Schnitt I-I

$$0,147^{1,25} + 0,761^{1,25} = 0,091 + 0,711 = \mathbf{0,802} < 1,0$$

Schnitt II-II (h = 0mm):

Nachweis Interaktion: $\eta^{1,25} \mathbf{A}, 1 + \eta^{1,25} \mathbf{M} \leq 1,0$

Schuss 2, Schnitt II-II

$$0,355^{1,25} + 0,761^{1,25} = 0,274 + 0,711 = \mathbf{0,985} < 1,0$$

NACHWEIS DES KEGELDACHES sD = 20mm

$$\alpha = 18^\circ \quad (\kappa = 72^\circ)$$

für Dächer gelten höhere Temperaturen im Sommer (DVS-Richtlinie 2205-2, Seiten 5,7,8)

Temperaturabhängiger Kurzzeit-E-Modul für Wirks.Temperatur 50°: $E^{T^{\circ}C}_k = 620 \text{ N/mm}^2$

Zeitstandfestigkeit für PP Typ1, 25 Jahre, wirksame Temp. von 35°C: $K^*L = 8,0 \text{ N/mm}^2$

Zeitstandfestigkeit für PP Typ1, für 10^{-1} h , wirksame Temp. von 50°C: $K^*K = 15,2 \text{ N/mm}^2$

$$\gamma_M = 1,3: \quad K^*L,d = 6,15 \text{ N/mm}^2, \quad K^*K,d = 11,7 \text{ N/mm}^2$$

Belastungen

$$\text{Eigengewicht: } g_D = (\rho * g * s_D * 10^{-6}) / \sin \kappa + g_A = 0,000 20 / 0,966 + 0,000 01 \\ = 0,000 23 \text{ N/mm}^2$$

Drücke: -nach innen gerichtet:

$$p_u = 0,001 \text{ N/mm}^2 \quad \text{lang} \qquad p_{uK} = 0,001 \text{ N/mm}^2 \quad \text{kurz}$$

-nach außen gerichtet (Lastfallkombination im Sommer):

$$p_{\bar{u}} = 0,004 \text{ N/mm}^2 \quad \text{lang} \qquad p_{\bar{u}K} = 0,005 \text{ N/mm}^2 \quad \text{kurz}$$

Unterdruck d. Windsog (Option): p_{uS} entfällt, da geschlossener Behälter

Schneelast: entfällt, da Innentemperatur immer ca. 30°C beträgt (Betriebstemperatur)

keine Verkehrslast, Dach ist nicht begehbar (im Ausnahmefall über Hilfskonstruktion, die auf der Zylinderwandung aufliegt)

Sommertemperatur

$$T_D = (T_M + T_A) / 2 = 25^\circ\text{C}$$

$$T_D^* = (T_D + 50) / 2 = 35^\circ\text{C}$$

$$\text{Kurzzeit: } T_k = 50^\circ\text{C}$$

Wintertemperatur

$$T_D = 10^\circ$$

LFK 1: Lasten nach innen gerichtet, Winter (Temperatur lang/ kurz: 20°C / 10°C)

$$p_{DL,d} = \gamma_{F1} * g_D + \gamma_{F2} * p_u = 1,35 * 0,000 23 + 1,5 * 0,001 = 0,001 81 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{DM,d} = 0$$

$$p_{DK,d} = \gamma_{F1} * g_D + \gamma_{F2} * p_u = 1,35 * 0,000 23 + 1,5 * 0,001 = 0,001 81 \text{ N/mm}^2$$

LFK 2: Lasten nach innen gerichtet, Sommer (Temperatur lang/ kurz: 35°C / 50°C)

$$p_{DL,d} = \gamma_{F1} * g_D + \gamma_{F2} * p_u = 1,35 * 0,000 23 + 1,5 * 0,001 = 0,001 81 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{DM,d} = 0$$

$$p_{DK,d} = \gamma_{F1} * g_D + \gamma_{F2} * p_{uK} = 1,35 * 0,000 23 + 1,5 * 0,001 = 0,001 81 \text{ N/mm}^2$$

LFK 3: Lasten nach außen gerichtet, Sommer (Temperatur lang/ kurz: 35°C / 50°C)

$$p_{DL,d} = \gamma F_2 \cdot p_{\ddot{u}} - \gamma F_1 \cdot g_D = 1,5 \cdot 0,004 - 0,9 \cdot 0,00023 = 0,00581 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{DK,d} = \gamma F_2 \cdot p_{\ddot{u}K} - \gamma F_1 \cdot g_D = 1,5 \cdot 0,005 - 0,9 \cdot 0,00023 = 0,00731 \text{ N/mm}^2$$

$$s_D = 20\text{mm} \quad r = 1.500 \text{ mm} \quad \ln(s/r) = -4,317$$

Abminderungsfaktor A1 für wirksame Temp. von 35°C: 1,05

nach innen gerichtete Lasten (relevant: LFK 2 Sommer)

$$A(\alpha) = -0,000103 \cdot \alpha D^2 + 0,007825 \cdot \alpha D - 1,7771$$

$$A(\alpha) = -0,000103 \cdot 18^2 + 0,007825 \cdot 18 - 1,7771 = \underline{-1,67}$$

$$B(\alpha) = -0,000433 \cdot \alpha D^2 + 0,008115 \cdot \alpha D - 0,1870$$

$$B(\alpha) = -0,000433 \cdot 18^2 + 0,008115 \cdot 18 - 0,1870 = \underline{-0,180}$$

$$A(\alpha) \cdot \ln(s/r) + B(\alpha) = -1,67 \cdot (-4,317) + (-0,180) = \underline{7,029}$$

$$K^{\text{vorh}}_{L,d} = p_{D^{\text{vorh}},L,d} \cdot e^{(A(\alpha) \cdot \ln(s/r) + B(\alpha))} \cdot (A_1 \cdot A_2 / f_{sD})$$

$$K^{\text{vorh}}_{L,d} = 0,00181 \cdot e^{7,029} \cdot (1,05 \cdot 1,0 / 0,6) = 3,58 \text{ N/mm}^2$$

$$K^{\text{vorh}}_{L,d} / K^*_{L,d} = 3,58 / 6,15 = \underline{0,59 < 1,0}$$

$$K^{\text{vorh}}_{K,d} = p_{D^{\text{vorh}},K,d} \cdot e^{(A(\alpha) \cdot \ln(s/r) + B(\alpha))} \cdot (A_1 \cdot A_2 / f_{zD})$$

$$K^{\text{vorh}}_{K,d} = 0,00181 \cdot e^{7,029} \cdot (1,05 \cdot 1,0 / 0,8) = 2,69 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma K^{\text{vorh}}_{K,d} / K^*_{K,d} = 2,69 / 11,7 = \underline{0,23 < 1,0}$$

nach außen gerichtete Lasten LFK 3

$$C(\alpha) = 0,000\,013 \cdot \alpha D^2 - 0,000\,97 \cdot \alpha D - 1,4054$$

$$C(\alpha) = 0,000\,013 \cdot 18^2 - 0,000\,97 \cdot 18 - 1,4054 = \underline{-1,319}$$

$$D(\alpha) = 0,000\,265 \cdot \alpha D^2 - 0,045\,74 \cdot \alpha D + 1,5622$$

$$D(\alpha) = 0,000\,265 \cdot 18^2 - 0,045\,74 \cdot 18 + 1,5622 = \underline{0,8247}$$

$$C(\alpha) \cdot \ln(s/r) + D(\alpha) = -1,319 \cdot (-4,317) + 0,8247 = \underline{6,519}$$

$$K^{\text{vorh}}_{L,d} = p D^{\text{vorh}}_{L,d} \cdot e^{(C(\alpha) \cdot \ln(s/r) + D(\alpha))} \cdot A1 \cdot A2$$

$$K^{\text{vorh}}_{L,d} = 0,005\,81 \cdot e^{6,519} \cdot 1,05 \cdot 1,0 = 4,14 \text{ N/mm}^2$$

$$K^{\text{vorh}}_{L,d} / K^*_{L,d} = 4,14 / 6,15 = \underline{0,68 < 1,0}$$

$$K^{\text{vorh}}_{K,d} = p D^{\text{vorh}}_{K,d} \cdot e^{(A(\alpha) \cdot \ln(s/r) + B(\alpha))} \cdot A1 \cdot A2$$

$$K^{\text{vorh}}_{K,d} = 0,007\,31 \cdot e^{6,519} \cdot 1,05 \cdot 1,0 = 5,21 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma K^{\text{vorh}}_{K,d} / K^*_{K,d} = 5,21 / 11,7 = \underline{0,45 < 1,0}$$

STABILITÄT DES KEGELDACHES

nach DVS-Richtlinie 2205-2, Seite 9, Tabelle 5

maßgebend: LFK 2: Sommer : $p^{\text{vorh}}_d = gD + puK = 0,001\,88 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned} \sigma^{\text{vorh}}_d &= (p^{\text{vorh}}_d / 4 \cdot \cos\kappa) \cdot (d/sD) \\ &= (0,001\,81 / (4 \cdot 0,309)) \cdot (3000 / 20) = 0,220 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{k,d} &= 2,68 \cdot (E^{T^{\circ}C}K / \gamma M) \cdot \sin\kappa \cdot \sqrt{\cos\kappa} \cdot (sD / d)^{1,5} \\ &= 2,68 \cdot (620 / 1,3) \cdot 0,951 \cdot 0,556 \cdot (20 / 3000)^{1,5} = 0,367 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Nachweis:

$$\eta = (A2I \cdot \sigma^{\text{vorh}}_d) / \sigma_{k,d} \leq 1,0$$

$$\eta = (1,0 \cdot 0,220 / 0,367) = \underline{0,60 < 1,0}$$

PP-Behälter Ø 3,00m, BGA Biogasgenossenschaft Eufnach, Eufnach 85, 87499 Wildpoldsried

NACHWEIS DES BODENS: sB = 20mm

Boden und Zylinder werden mit Kehlnähten verbunden. Es wird die erforderliche Bodendicke wie folgt bestimmt:

Faktor C = Spannungserhöhungsfaktor C1 * Werkstoffspezifischer Gestaltfaktor C2
 $C = C1 * C2 = 1,2 * 1,17 = 1,40$

statisch erforderliche Wanddicke (Berechnung von $s^*z_{F,L}$, $s^*z_{F,K}$ ist nicht relevant):

$$\begin{aligned} s^*z_F &= (C * (\gamma_{F1} * p_{\text{stat}} + \gamma_{F2} * p_{\text{ü}}) * d/2 + \gamma_{F2} * p_{\text{ü}} * d/4 - \gamma_{F3} * (GE - GB) / \pi * d) * A1 * A2 / K * L, d \\ &= (1,40 (1,35 * 0,005 + 1,5 * 0,004) * 3000/2 + 1,5 * 0,0055 * 3000/4 \\ &\quad - 0,9 * (23.600 - 2.800) / \pi * 3000) * 1,23 * 1,0 / 7,4 = \underline{4,9 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Beiwert für die Bodenberechnung: δB nach Diagramm Bild 7

$$d / s z F = 600$$

Bedingung: $0,8 * s z F = 3,9 < \underline{sB = 20mm} \leq s z F = 27mm$

die Bodenplatte wird mit einer Dicke von 20mm ausgeführt

Schweißverbindung > siehe Nachweis Zylinder in Längsrichtung

NACHWEIS DER HEBEÖSEN s_ö/b_ö = 25 / 240 mm (2 Stück)

Nachweise für die 1,5fache Belastung kurzfristig bei 20°C (Behälter ohne Füllkörper)

Dicke der Hebeöse:

Durchmesser des Schäkels: dSch = 65mm, Durchmesser des Loches: dL = 67mm

$$\begin{aligned} s_{\text{ö}} &= (1,5 * \gamma_{F1} * GE/2 * A1) / (d_{\text{Sch}} * 2 * K * K, d) \\ &= (1,5 * 1,35 * 32.200/2 * 1,3) / (65 * 2 * 21,36) = 15,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

gewählt: $15,4 \text{ mm} < \underline{\text{vorh } s_{\text{ö}} = 25 \text{ mm}} < 3 * s z 1 = 72 \text{ mm}$

Breite der Hebeöse:

>Schubspannungsnachweis der Quernaht Hebeöse -Zylinder: a=20mm

$$\begin{aligned} b_{\text{ö}1} &= (1,5 * \gamma_{F1} * GE/4 * A1 / f_z) / (0,7 * s z 1 * K * K, d / 2) \\ &= (1,5 * 1,35 * 32.200 / 4 * 1,3) / (0,7 * 24 * 21,36 / 2 * 0,8) = 148 \text{ mm} \end{aligned}$$

>Augenstab

$$\begin{aligned} b_{\text{ö}2} &= (1,5 * \gamma_{F1} * GE/2 * A1) / (s_{\text{ö}} * K * K, d) + 7/3 * dL \\ &= (1,5 * 1,35 * 32.200 / 2 * 1,3) / (25 * 21,36) + 7/3 * 67 = 236 \text{ mm} \end{aligned}$$

gewählt: vorh b_ö = 240 mm

PP-Behälter Ø 3,00m, BGA Biogasgenossenschaft Eufnach, Eufnach 85, 87499 Wildpoldsried

VERANKERUNG MIT 16 PRATZEN (Stahl S 235) b/t = 160 / 15mm

Wanddicke des Bodens: **sB = 20 mm**

Wanddicke des Zylinders sz2 = 27 mm (Schuss 2, unten)

Breite der Pratte: b= 160mm / t=15mm (Stahl)

Fall 1: kurzzeitiger Überdruck bei Medientemperatur 30°C

$$\begin{aligned} & ((\gamma_{F2} \cdot p_{\text{üK}} \cdot \pi \cdot d^2 / 4 - \gamma_{F3} \cdot (GE-GB)) \cdot 1/z) / (b_{Pr} + sB^*) \cdot sB \cdot K \cdot K_d / (2 \cdot A_1) \\ &= (1,5 \cdot 0,005 \cdot \pi \cdot 3000^2 / 4 - 0,9 \cdot (23.600-2800)) \cdot 1/16) / ((160 + 15) \cdot 20 \cdot 14,4 / (2 \cdot 1,3)) \\ &= ((53.020 - 18.700) \cdot 1/16) / ((160 + 10) \cdot 20 \cdot 14,4 / (2 \cdot 1,3)) = 0,1 < 1,0 \end{aligned}$$

nicht maßgebend

Fall 2: langzeitiger Überdruck bei Medientemperatur 30°C

$$\begin{aligned} & ((\gamma_{F2} \cdot p_{\text{ü}} \cdot \pi \cdot d^2 / 4 - \gamma_{F3} \cdot (GE-GB)) \cdot 1/z) / (b_{Pr} + sB^*) \cdot sB \cdot K \cdot L_d / (2 \cdot A_1) \\ &= (1,5 \cdot 0,004 \cdot \pi \cdot 3000^2 / 4 - 0,9 \cdot (23.600-2.800)) \cdot 1/16) / ((160 + 20) \cdot 20 \cdot 8,7 / (2 \cdot 1,3)) \\ &= ((42.420 - 18.700) \cdot 1/16) / ((160 + 10) \cdot 20 \cdot 14,4 / (2 \cdot 1,3)) = 0,13 < 1,0 \end{aligned}$$

nicht maßgebend

Fall 3: Windlast bei T = 30°C

$$\begin{aligned} & ((4 \cdot \gamma_{F2} \cdot (M_{wll} / d) \cdot 10^3 + \gamma_{F2} \cdot p_{\text{ü}} \cdot \pi \cdot d^2 / 4 - \gamma_{F3} \cdot (GE-GB)) \cdot 1/z) \\ & \quad / ((b_{Pr} + sB^*) \cdot sB \cdot K \cdot K_d / (2 \cdot A_1)) \\ &= ((4 \cdot 1,5 \cdot 89,5 \cdot 10^6 / 3000) \cdot 10^3 + 1,5 \cdot 0,004 \cdot \pi \cdot 3000^2 / 4 - 0,9 \cdot (23.600-2.800)) \cdot 1/16) \\ & \quad / ((160 + 10) \cdot 20 \cdot 14,4 / (2 \cdot 1,3)) \\ &= ((179.000 + 42.420 - 18.700) \cdot 1/16) / (18.830) \\ &= 12.670 / 18.830 = 0,68 < 1,0 \quad \text{maßgebend} \end{aligned}$$

Verankerung der Pratten mit je 1x Injektionsanker:

Würth VIZ/S 145 M16 oder **fischer Highbond FHB II-A L M16 x 145 / 60**

(oder gleichwertig) - siehe nächste Seiten

Ausbildung der Pratten nach Richtlinie DVS 2205-2, Seite 11, Bild 10

Anschluß Zylinder an Boden: Schweißnähte 2x a=15mm > 0,7 · sB = 14 mm, fs = 0,6
> auf einen Spannungsnachweis für die Schweißnaht kann verzichtet werden



C-FIX 1.113.0.0
Datenbankversion
2022.12.10.12.0
Datum
27.07.2023



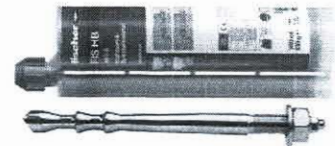
Wildpoldsried, BGA Eufnach 85, 87499 Wildpoldsried

www.fischer.de

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Highbond-System FHB II
Injektionsmörtel	FIS HB 360 S
Befestigungselement	Konusankerstange FHB II-A L M16 x 145/30, galvanisch verzinkter Stahl 145 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-05/0164, Option 1, Erteilungsdatum 14.12.2017

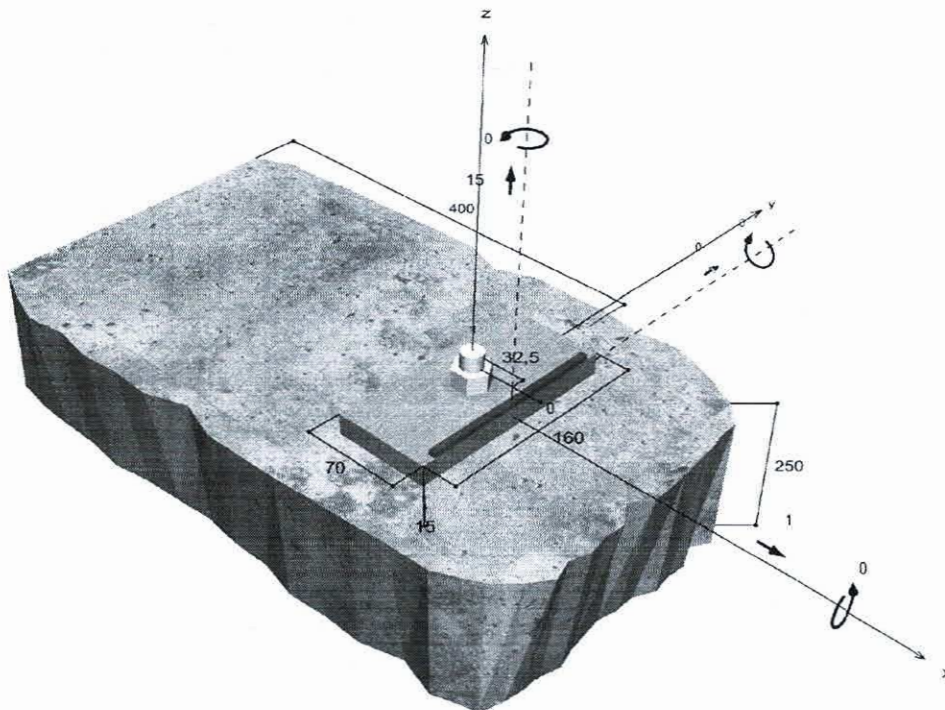


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.



C-FIX 1.113.0.0
Datenbankversion
2022.12.10.12.0
Datum
27.07.2023

fischer

18

Wildpoldsried, BGA Eufnach 85, 87499 Wildpoldsried

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	ETAG 001, Anhang C, Verfahren A
Verankerungsgrund	C25/30, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Temperaturbereich	24 °C Langzeittemperatur, 40 °C Kurzzeittemperatur
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	70 mm x 160 mm x 15 mm
Profiltyp	Flachstahl (140 x 5 (S 235))

Bemessungslasten *)

#	N _{Sd} kN	V _{Sd,x} kN	V _{Sd,y} kN	M _{Sd,x} kNm	M _{Sd,y} kNm	M _{T,Sd} kNm	Belastungsart
1	15,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	30,58	1,00	1,00	0,00

→ Würth-Anker



Max. Betonstauchung :	0,55 ‰
Max. Betondruckspannung :	17,5 N/mm ²
Resultierende Zugkraft :	30,58 kN, X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft :	15,58 kN, X/Y Position (-31 / 0)

Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β _N %
Stahlversagen *	30,58	64,40	47,5
Betonausbruch	30,58	45,90	66,6

* Ungünstigster Anker

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.



Wildpoldsried, BGA Eufnach 85, 87499 Wildpoldsried

Stahlversagen

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$



$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,s}$ %
96,60	1,50	64,40	30,58	47,5

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	47,5	1	$\beta_{N,s,1}$

Betonausbruch

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{cc,N} \quad \text{Gl. (5.2)}$$

$$N_{Rk,c} = 68,86 \text{ kN} \cdot \frac{189,225 \text{ mm}^2}{189,225 \text{ mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 68,86 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,2 \cdot \sqrt{30,0 \text{ N/mm}^2} \cdot (145 \text{ mm})^{1,5} = 68,86 \text{ kN} \quad \text{Gl. (5.2a)}$$

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{400 \text{ mm}}{218 \text{ mm}}\right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.2c)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1,000 \quad \text{Gl. (5.2d)}$$

$$\Psi_{cc,N} = \frac{1}{1 + \frac{2c_s}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{cc,Nx} \cdot \Psi_{cc,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.2e)}$$

$$\Psi_{cc,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0 \text{ mm}}{435 \text{ mm}}} = 1,000 \leq 1 \quad \Psi_{cc,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0 \text{ mm}}{435 \text{ mm}}} = 1,000 \leq 1$$

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,c}$ %
68,86	1,50	45,90	30,58	66,6

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	66,6	1	$\beta_{N,c,1}$



Wildpoldsried, BGA Eufnach 85, 87499 Wildpoldsried

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β _v %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	1,00	45,04	2,2
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	1,00	91,81	1,1

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



V _{Rk,s} kN	γ _{Ms}	V _{Rd,s} kN	V _{Sd} kN	β _{vs} %
56,30	1,25	45,04	1,00	2,2

Anker-Nr.	β _{vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	2,2	1	β _{vs,1}

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mcp}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = 2 \cdot 68,86kN = 137,71kN \tag{Gl. (5.6)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \tag{Gl. (5.2)}$$

$$N_{Rk,c} = 68,86kN \cdot \frac{189.225mm^2}{189.225mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 68,86kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,2 \cdot \sqrt{30,0N/mm^2} \cdot (145mm)^{1,5} = 68,86kN \tag{Gl. (5.2a)}$$

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{400mm}{218mm}\right) = 1,000 \leq 1 \tag{Gl. (5.2c)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1,000 \tag{Gl. (5.2d)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_N}{8e_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \tag{Gl. (5.2e)}$$

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.



C-FIX 1.113.0.0
Datenbankversion
2022.12.10.12.0
Datum
27.07.2023

fischer

Wildpoldsried, BGA Eufnach 85, 87499 Wildpoldsried

$V_{RK,cp}$ kN	Y_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,cp}$ %
137,71	1,50	91,81	1,00	1,1

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	1,1	1	$\beta_{V,cp,1}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung β_N %	Querlasten	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen *	47,5	Stahlversagen ohne Hebelarm *	2,2
Betonausbruch	66,6	Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	1,1

* Ungünstigster Anker

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

$\beta_N = \beta_{N,c1} = 0,67 \leq 1$		Nachweis erfolgreich	Gl. (5.8a)
$\beta_V = \beta_{V,s1} = 0,02 \leq 1$			Gl. (5.8b)
$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,c1}^{1,5} + \beta_{V,s1}^{1,5} = 0,55 \leq 1$			Gl. (5.9)

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke

$t = 15 \text{ mm}$

Profiltyp

Flachstahl (140 x 5 (S 235))

Technische Hinweise

Wenn der Randabstand eines Ankers kleiner als der charakteristische Randabstand $C_{cr,N} = 218 \text{ mm}$ (Bemessungsverfahren A) ist, ist eine Längsbewehrung mit einem Durchmesser von $d = 6 \text{ mm}$ im Bereich der Verankerungstiefe des Ankers erforderlich. Die Bemessung wurde unter der Annahme einer ausreichend vorhandenen Spaltbewehrung durchgeführt. Diese Annahme ist ggf. gesondert nachzuweisen.

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.

Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.

Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.

Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen. Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Bauprojektname: Wildpoldsried 2023
 Bauherr:
 Adresse Bauprojekt: Eufnach 85 87499 Wildpoldsried, Deutschland

Uwe
 Seite 1 von 3

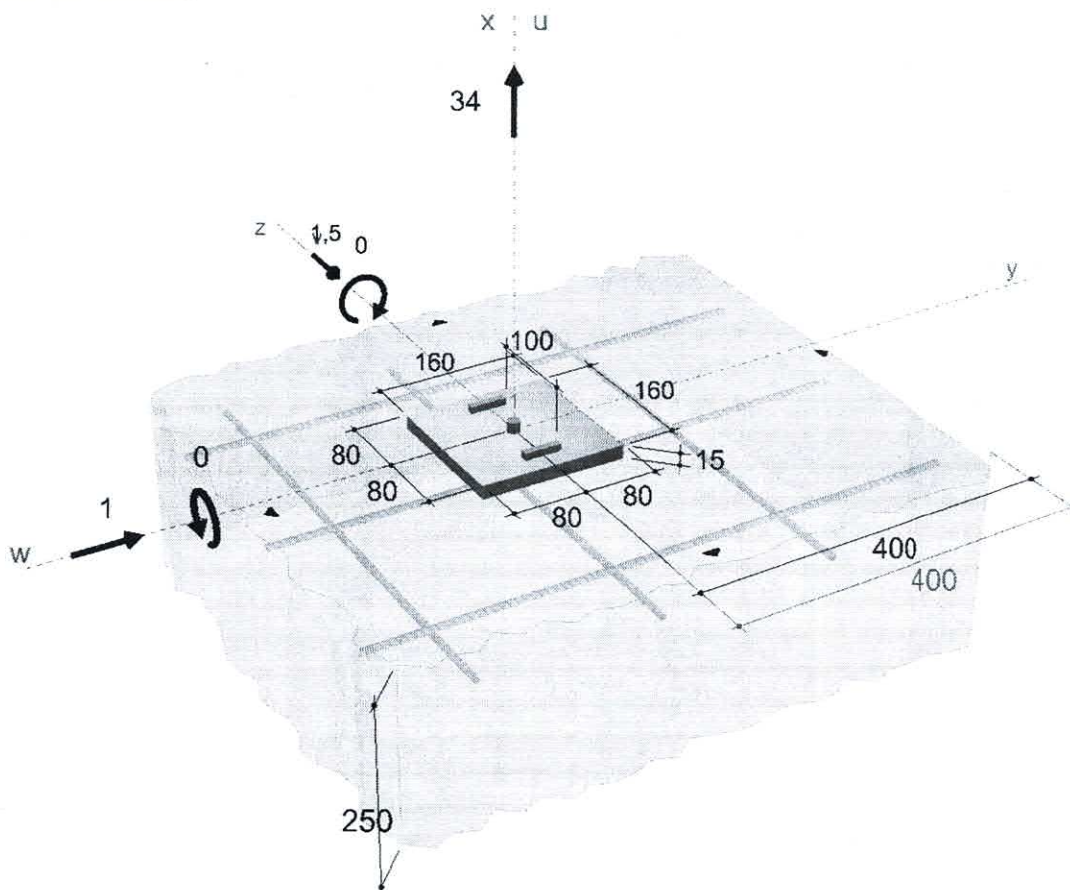
Eingabedaten

Untergrund	Beton: gerissen C25/30; $f_{ck,cube} = 30 \text{ N/mm}^2$ $h = 250 \text{ mm}$ Temperaturbereich: $40 \text{ }^\circ\text{C} / 24 \text{ }^\circ\text{C}$ (Benutzer) $80 \text{ }^\circ\text{C} / 50 \text{ }^\circ\text{C}$ (Bemessung)
Bewehrung	Flächenbewehrung: Normal Randbewehrung: Keine Spaltbewehrung: Vorhanden
Ankerplatte	S235JR $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$ $\mu = 0,30$ $\gamma = 1,10$ $l_y \times l_z \times t = 160 \text{ mm} \times 160 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$ (Nutzerdefinierte Ankerplattendicke)
Anschlussprofil	2 FI 40 x 8,0
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Keine
Gewählter Dübeltyp und Größe	WIT-VM 100 + W-VIZ/S M16
Material	.S -
Effektive Verankerungstiefe	145 mm
Zulassung	ETA-04/0095 (W-VIZ) gültig ab 11.05.2017



Bemerkungen:

Geometrie und Belastung:



Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:
 Firma:
 Position:

Mobiltelefon:
 E-Mail:
 Internet:

Bauprojektname: Wildpoldsried 2023
 Bauherr:
 Adresse Bauprojekt: Eufnach 85 87499 Wildpoldsried, Deutschland

Uwe
 Seite 2 von 3

Lastfälle:

Lastfallnummer	N_{Sd} [kN]	V_{Sdv} [kN]	V_{Sdw} [kN]	M_{Sdu} [kNm]	M_{Sdv} [kNm]	M_{Sdw} [kNm]	Belastungstyp
1	34,00	-1,50	-1,00	-	0,00	0,00	Normal

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N_{Sd,x}^i$ [kN]	$(V_{Sd,y}^{Mx,i})$ [kN]	$(V_{Sd,z}^{Mx,i})$ [kN]	$(V_{Sd,y}^{Vy,i})$ [kN]	$(V_{Sd,z}^{Vz,i})$ [kN]	$V_{Sd,y}^j$ [kN]	$V_{Sd,z}^j$ [kN]	V_{Sd}^i [kN]
1	34,000	0,000	0,000	1,000	-1,500	1,000	-1,500	1,803

	$\Sigma N_{Sd,x}^i$ [kN]	$\Sigma (V_{Sd,y}^{Mx,i})$ [kN]	$\Sigma (V_{Sd,z}^{Mx,i})$ [kN]	$\Sigma (V_{Sd,y}^{Vy,i})$ [kN]	$\Sigma (V_{Sd,z}^{Vz,i})$ [kN]	$\Sigma V_{Sd,y}^j$ [kN]	$\Sigma V_{Sd,z}^j$ [kN]	$ \Sigma V_{Sd}^i $ [kN]
Summe	34,000	0,000	0,000	1,000	-1,500	1,000	-1,500	1,803

Zusammenfassung:

Beanspruchung	Nachweis	Ausnutzung	Status
Zug	Stahlversagen	45,95 %	nachgewiesen
Zug	Betonausbruch	74,07 %	nachgewiesen
Querkraft	Stahlversagen ohne Hebelarm	3,58 %	nachgewiesen
Querkraft	Betonausbruch (Dübelgruppe)	1,96 %	nachgewiesen
Querkraft	Betonkantenbruch	2,34 %	nachgewiesen
Zug/Querkraft Kombination	Interaktion	64,42 %	nachgewiesen

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Hinweise:

- Nachweisverfahren: ETAG 001, Anhang C: 2010-08 | ETAG 001, Anhang E: 2013-04 | TR 020: 2004-05 | TR 029: 2010-09 | TR 045: 2013-02 | fib (CEB - FIP) Bulletin 58: Design of anchorages in concrete. 2010-11
- Dies ist eine Vorbemessung/Empfehlung. Ohne eine Prüfung und Freigabe der Bemessung durch den zuständigen Planer/Statiker darf der Dübel nicht eingebaut werden!
- Die Artikelnummern des Dübels entnehmen Sie bitte der zugehörigen Produktbeschreibung.
- Die Artikelnummern der Zubehörartikel (Verarbeitung und Bohrlochreinigung) entnehmen Sie bitte der Produktbeschreibung des Dübels. Die Montageanweisung entnehmen Sie bitte der Zulassung des Dübels.
- Es werden hier lediglich die Ergebnisse des zugrunde gelegten Bemessungsverfahrens aufgeführt. Bitte wenden Sie sich bei Bedarf hinsichtlich der prüfbareren Nachweise an den zuständigen Planer/Statiker.
- Die Ergebnisse des Gebrauchstauglichkeitsnachweises werden hier nicht aufgeführt. Bitte wenden Sie sich bei Bedarf an den zuständigen Planer/Statiker.
- Diese Berechnung gilt nur, wenn die Durchgangslöcher nicht größer sind als in Tabelle 4.1 in ETAG 001, Annex C angegeben ist! Bei größeren Durchgangslöchern ist Kapitel 1.1 in ETAG 001, Annex C zu beachten.
- Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage umfangreicher dübel-spezifischer Kennwerte. Bei einem Austausch der Dübel oder Änderung der Eingangswerte ist eine neue Bemessung notwendig. Die Auflagen bzw. Bestimmungen der Dübelzulassung sind zu beachten.
- Innerhalb einer Gruppe können nur Dübel gleicher Art und Größe eingesetzt werden.
- Die zulässigen Verbundspannungswerte sind von den vorliegenden Kurz- und Langzeittemperaturen abhängig.
- Die angesetzte Baustoffgüte ist nachzuweisen.

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer: Mobiltelefon:
 Firma: E-Mail:
 Position: Internet:
 Würth Dübelbemessung 8.1.8.0