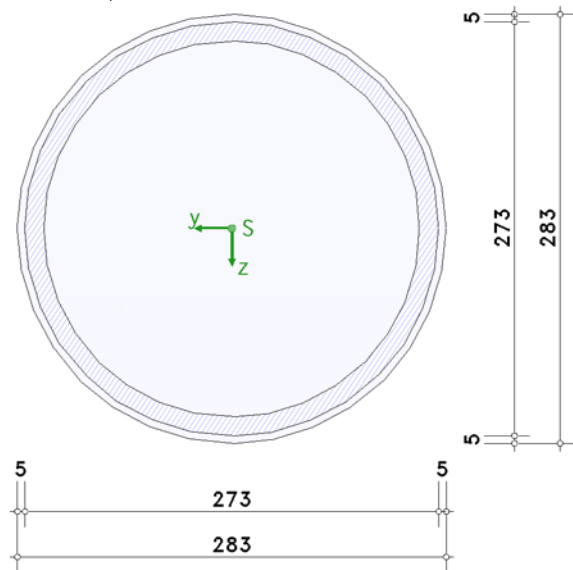


## Eingespannter Stahlstützenfuß

Stahlnachweise nach DIN EN 1993-1:2010-12 mit NA-Deutschland

Querschnitt, Maßstab 1:5



### Stützenquerschnitt

genormtes Profil: R 273.0 x 12.5(w), der Güte S235

### Fußplatte

b = 283 mm h = 283 mm t = 10 mm, der Güte S235

### Mörtelfuge unter Fußplatte

h<sub>f</sub> = 40 mm

### Fundament

Betongüte C25/30

Höhe = 100.0 cm

Spaltzugbewehrung ist vorhanden

## 1. Belastung

### 1.1. Bemessungswerte der Stützenlast

Angriffspunkt im Schwerpunkt der Stütze

| LK | Bezeichnung.       | Bemessungssit. | N <sub>St,d</sub><br>kN | M <sub>y,St,Ed</sub><br>kNm | H <sub>z,St,Ed</sub><br>kN | M <sub>z,St,Ed</sub><br>kNm | H <sub>y,St,Ed</sub><br>kN |
|----|--------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1  | neuer Bem.lastfall | ständig u.v.   | 98.00                   | 164.00                      | 63.00                      | 0.00                        | 0.00                       |

## 2. Nachweis

### 2.1. Materialsicherheitsbeiwerte

| Bemessungssit. | γ <sub>M0</sub> | γ <sub>M2</sub> | γ <sub>c</sub> |
|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| ständig        | 1.00            | 1.25            | 1.50           |

### 2.2. Einspanntiefe

Ermittlung der erforderlichen Einspanntiefe entsprechend [1]

#### 2.2.1. Erforderliche Einspanntiefe für Biegung um die y-Achse

|                             |                   |               |
|-----------------------------|-------------------|---------------|
| Beiwert mitwirkenden Breite | α <sub>m</sub>    | = 1.00        |
| Mitwirkenden Breite         | b <sub>m</sub>    | = 273.0 mm    |
| Resultierende Pressung      | p                 | = 38.67 kN/cm |
| zul. plastische Querkraft   | V <sub>p1,z</sub> | = 883.60 kN   |

#### Erforderliche Einspanntiefe

| LK | D <sub>o</sub><br>kN | D <sub>u</sub><br>kN | D <sub>u</sub> /V <sub>p1,z</sub><br>- | f <sub>erf</sub><br>cm |
|----|----------------------|----------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 1  | 620.46               | 557.46               | 0.63                                   | 47.8                   |

D<sub>o</sub>/D<sub>u</sub> - res. Druckkraft oben/unten f<sub>erf</sub> - erf. Einspanntiefe

Maximal erforderliche Einspanntiefe für Biegung um die y-Achse f<sub>erf,y</sub> = 47.8 cm

#### 2.2.2. Einspanntiefe festlegen

|              |                                |                   |                              |
|--------------|--------------------------------|-------------------|------------------------------|
| erforderlich | f <sub>erf</sub>               | = 47.8 cm         | (aus LK 1, Bieg. um y-Achse) |
| Mindestwert  | f <sub>min</sub> = 2.0 · 27.30 | = 54.6 > 47.8 cm  |                              |
| Höchstwert   | f <sub>max</sub> = 4.0 · 27.30 | = 109.2 > 47.8 cm |                              |
| gewählt      | f <sub>gew</sub>               | = 55.0 > 54.6 cm  |                              |

## 2.3. Querschnittstragfähigkeit

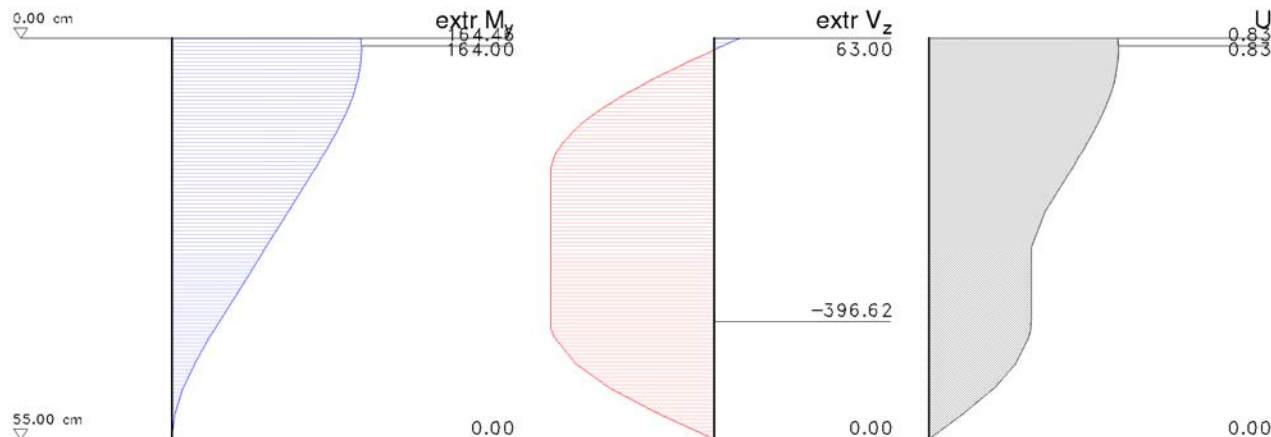
Plastischer Spannungsnachweis erfolgt nach [2], Abs. 6.2.2 bis 6.2.10.

### 2.3.1. Abstützkräfte

| LK | $M_y/V_z$   |             |             |             |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    | $a_o$<br>cm | $a_u$<br>cm | $D_o$<br>kN | $D_u$<br>kN |
| 1  | 18.7        | 16.1        | 460.22      | 397.22      |

$a_o/a_u$  - Druckbereich oben/unten     $D_o/D_u$  - res. Druckkraft oben/unten

### 2.3.2. Extremale Schnittgrößen



Extremwerte der Normalkraft:  $N_{Min} / N_{Max} = 98.00 / 98.00$  kN

| x<br>cm | extr $M_y$ |            | extr $V_z$ |            | U    |
|---------|------------|------------|------------|------------|------|
|         | Min<br>kNm | Max<br>kNm | Min<br>kNm | Max<br>kNm |      |
| 0.00    | 164.00     | 164.00     | 63.00      | 63.00      | 0.83 |
| 1.10    | 164.46     | 164.46     | 20.59      | 20.59      | 0.83 |
| 2.20    | 164.45     | 164.45     | -21.45     | -21.45     | 0.83 |
| 18.68   | 121.15     | 121.15     | -396.62    | -396.62    | 0.61 |
| 55.00   | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 0.00 |

Maximale Ausnutzung  $U = 0.83 < 1.00$

Aus Lastkollektiv 1 an der Stelle  $x = 1.10$  cm

Schnittgrößen:  $N = 98.00$  kN,  $V_z/M_y = 20.59/164.46$  kNm

Ausnutzung:  $U_\sigma = 0.83$

## 2.4. Schweißnaht zwischen Stütze und Fußplatte

Bemessung nach dem richtungsbezogenen Verfahren entsprechend Abschnitt 4.5.3.2

$$\sigma_{1,w,Ed} = (\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$$

$$\sigma_{2,w,Ed} = \sigma_{\perp}$$

$$f_{1,w,Rd} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

$$f_{2,w,Rd} = 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$U = \max\{ \sigma_{1,w,Ed}/f_{1,w,Rd}, \sigma_{2,w,Ed}/f_{2,w,Rd} \}$$

Die Verbindung wird mit einer **umlaufenden Kehlnaht** ausgeführt.

Die Normalkraft wird zu 100 % durch die Schweißnaht übertragen.

Mindestwert der Schweißnahtdicke  $a_{min} = 3$  mm

| LK | $a_w$<br>mm | $\sigma_{\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\tau_{\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\tau_{\parallel}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_{1,w,Ed}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $f_{1,w,Rd}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_{2,w,Ed}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $f_{2,w,Rd}$<br>N/mm <sup>2</sup> | U    |
|----|-------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|------|
| 1  | 3           | -26.93                                | -26.93                              | 0.00                                    | 53.87                                  | 360.00                            | 26.93                                  | 259.20                            | 0.15 |

$a_w$  - Schweißnahtdicke     $\sigma_{\perp}$  - Normalspannungen senkrecht zur Naht     $\tau_{\perp}$  - Schubspannungen senkrecht zur Naht  
 $\tau_{\parallel}$  - Schubspannungen parallel zur Naht    U - Ausnutzung

Maximale Nahtdicke  $a_{w,max} = 3$  mm

Maximale Ausnutzung  $U = 0.15 < 1.00$

## 2.5. Einleitung der Normalkraft in das Fundament

Nachweis nach [4], Abschn. 6.2.5 und Tragfähigkeit der Teilflächen nach [3], Abschn. 6.7

### 2.5.1. Anforderung an den Mörtel unter der Fußplatte

0.2fache der kleinsten Plattenabmessung = 56.6 > 40 mm Mörtelhöhe

⇒ Die char. Festigkeit des Mörtels sollte mindestens 20% des Fundamentbetons betragen.

### 2.5.2. Lastausbreitung

$$c = t \left[ \frac{f_y}{3 f_{jd} \gamma_{M0}} \right]^{0.5} \leq 0.5 (h - 2t)$$

Es wird von einer ungestörten Lastausbreitung ausgegangen.

|                    |                 |               |
|--------------------|-----------------|---------------|
| Ausbreitungsbreite | c               | = 16.6 mm     |
| Belastungsfläche   | A <sub>c0</sub> | = 177.59 cm²  |
| Verteilungsfläche  | A <sub>c1</sub> | = 3663.80 cm² |

### 2.5.3. Tragfähigkeit

$$F_{C,Rd} = f_{jd} A_{c0}$$

$$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / A_{c0}$$

$$F_{Rdu} = A_{c0} f_{cd} (A_{c1} / A_{c0})^{0.5} \leq 3.0 f_{cd} A_{c0}$$

|                                     |            |               |
|-------------------------------------|------------|---------------|
| Anschlussbeiwert                    | $\beta_j$  | = 2/3         |
| Bemessungswert der Mörtelfestigkeit | $f_{jd}$   | = 28.33 N/mm² |
| Tragfähigkeit auf Druck             | $F_{C,Rd}$ | = 503.17 kN   |

### 2.5.4. Ausnutzung

$$U = N_{Ed} / F_{C,Rd}$$

Maximale Druckkraft (LK 1)  $N_{Ed} = 98.00 < 503.17$  kN

Ausnutzung  $U = 0.19 < 1.00$

## 3. Zusammenfassung

Alle geführten Nachweise und Bemessungen konnten erfolgreich durchgeführt werden.

|                                                      |                            |
|------------------------------------------------------|----------------------------|
| erforderliche Einspanntiefe des Stützenquerschnittes | $f_{erf} = 47.8$ cm        |
| gewählte Einspanntiefe                               | $f_{gew} = 55.0 > 47.8$ cm |
| Tragfähigkeit des Stützenquerschnittes               | $\mu_{max} = 0.83$         |
| Schweißnaht zwischen Stütze und Fußplatte            | $\mu_{max} = 0.15$         |
| Einleitung der Normalkraft                           | $\mu_{max} = 0.19$         |

### Literatur und Normen:

- [1] R. Kindmann, J. Vette: Tragf. von Stahrohren im Einspannbereich, Stahlbau 90, Heft 1, Ernst & Sohn, 2021
- [2] DIN EN 1993-1-1: Eurocode 3: Bem. und Konstr. von Stahlbauten - Teil 1-1: Allg. Bem.regeln u. Regeln für den Hochbau, Dez. 2010
- [3] DIN EN 1992-1-1: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 1-1, Januar 2011
- [4] DIN EN 1993-1-8: Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen, Dez. 2010