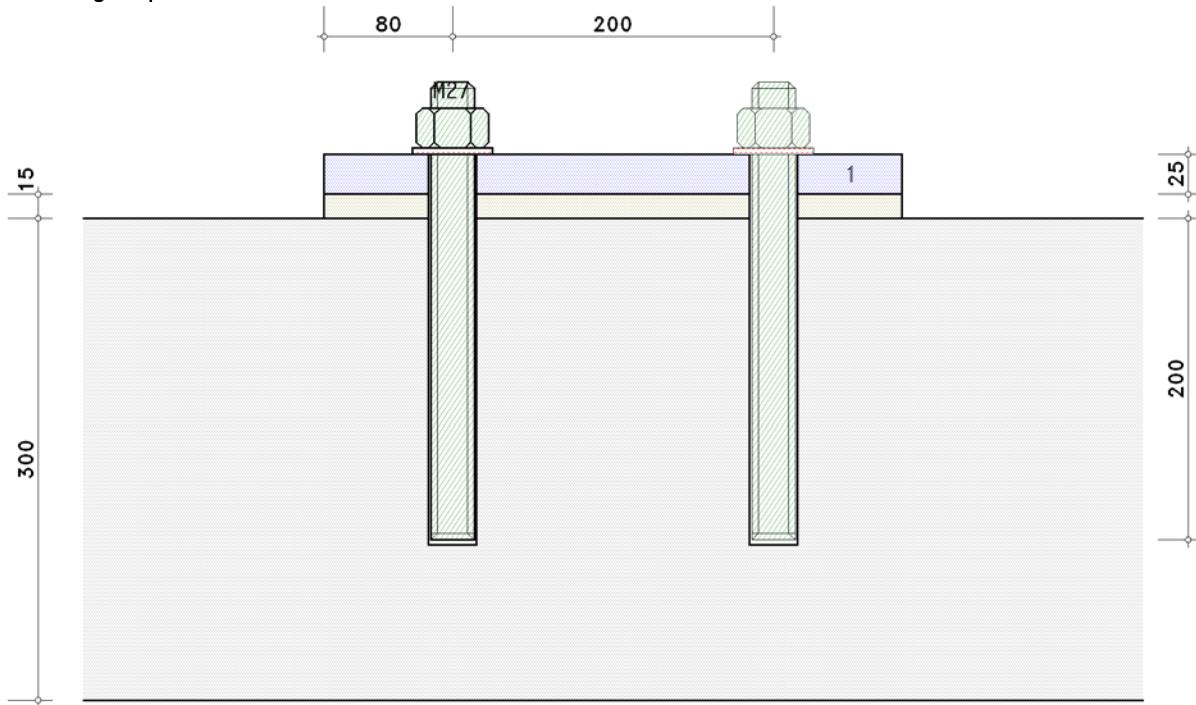


1. Schraubenverbindung

EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

1.1. Eingabeprotokoll



Verbindungsmittel

Ankerschraube: Ausführung als Rippenstahl/Gewindestange mit Eignungsprüfungen
Bewehrungsstahl B500B, Schraubengröße M27, Einbindetiefe $\Delta e = 200.0$ mm
normale Schlüsselweite

Anschlusselemente

Stahlplatte mit Dicke $t_p = 25.0$ mm, Stahlgüte S235

Mörtelschicht mit Dicke $t_m = 15.0$ mm

Betonquerschnitt mit Dicke $t_f = 300.0$ mm, Betongüte C20/25

Hinweis: Querschnittsbreite $> 3 \cdot \Delta e + (n_{s1}-1) \cdot p_1 = 800.0$ mm, Länge $> 3 \cdot \Delta e + (n_{s2}-1) \cdot p_2 = 800.0$ mm !!

Nachweise

einschnittiger Anschluss

Scherverbindung Kategorie A (Abscheren, Lochleibungsversagen):

Bemessungswert der einwirkenden Scherkraft je $F_{v,Ed} = 40.0$ kN

Lochleibung in Kraftrichtung:

Randabstand $e_{1,1} = 80.0$ mm, Lochabstand $p_1 = 200.0$ mm

Lochleibung quer zur Kraftrichtung:

$e_{2,1} = 80.0$ mm, Lochabstand $p_2 = 200.0$ mm

Zugverbindung Kategorie D (Zug):

Bemessungswert der einwirkenden Zugkraft je $F_{t,Ed} = 7.0$ kN

Materialsicherheitsbeiwerte

Beanspruchbarkeit von Schrauben, Schweißnähten, Blechen auf Lochleibung $\gamma_M2 = 1.25$

1.2. Tragfähigkeit

Scher-/Lochleibungsverbindung

Abscheren

Ankerschraube: $\alpha_v = 0.44 - 0.0003 \cdot f_{yb} = 0.290$, $f_{yb} = 500.0$ N/mm², $A = 4.59$ cm²

Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_M2 = 55.95$ kN, $f_{ub} = 525.0$ N/mm²

$F_{v,Ed} = 40.0$ kN $< F_{v,Rd} = 55.95$ kN $\Rightarrow U = 0.715 < 1$ ok

Lochleibung von Stahlplatte und Schraube

innen liegende Schraube: $\alpha_{d,i} = p_1/d_0 - 1/2 = 6.17$

am Rand liegende Schraube: $\alpha_{d,a} = e_1/d_0 = 2.67$

$\Rightarrow \alpha_b = 2.67$ (der kleinste Wert von $\alpha_{d,i}$, $\alpha_{d,a}$ oder $3 \cdot f_{ub}/f_u = 4.38$ oder 3.0)

normale Schraube $k_m = 1.0$

Lochleibungstragfähigkeit: $F_{b,Rd} = (k_m \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_M2 = 518.40$ kN, $f_u = 360.0$ N/mm², $t = 25.0$ mm, $d = 27.0$ mm

Randschraube quer zur Kraftrichtung: $N_{u,Rd} = 2 \cdot (e_2 - d_0/2) \cdot t \cdot f_u / \gamma_M2 = 936.00$ kN $> F_{b,Rd}$ ok

$$F_{v,Ed} = 40.0 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 518.40 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.077 < 1 \text{ ok}$$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

Widerstand gegen Betonausbruch: $N_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 97.40 \text{ kN}$, $k_8 = 1.0$

Widerstand gegen kegelförmigen Betonausbruch $N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N}/A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N} = 97.40 \text{ kN}$

$\psi_{s,N} = 1.0$, $\psi_{re,N} = 1.0$, $\psi_{ec,N} = 1.0$, $\psi_{M,N} = 1.0$, $A_{c,N}/A_{c,N}^0 = 1.0$, $N_{Rk,c}^0 = 97.40 \text{ kN}$

$V_{Rd,cp} = V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc} = 64.93 \text{ kN}$, $\gamma_{Mc} = \gamma_c = 1.50$

$$F_{v,Ed} = 40.0 \text{ kN} < V_{Rd,cp} = 64.93 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.616 < 1 \text{ ok}$$

Zugverbindung

Zugversagen

Zugtragfähigkeit einer Schraube: $F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 173.65 \text{ kN}$, $k_2 = 0.90$, $f_{ub} = 525.0 \text{ N/mm}^2$

Verbundtragfähigkeit einer Ankerschraube: $F_{bd} = \Delta e \cdot A_s \cdot f_{bd} \cdot 4/d = 22.11 \text{ kN}$, $\Delta e = 200.0 \text{ mm}$

Verbundfestigkeit $f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 1.62 \text{ N/mm}^2$, $\eta_1 = 0.7$ (mäßiger Verbund), $\eta_2 = 1.0$, $f_{ctd} = 1.03 \text{ N/mm}^2$

Zugtragfähigkeit einer Ankerschraube für $F_{bd} < F_{t,Rd}$: $F_{t,Rd} = 22.11 \text{ kN}$

$$F_{t,Ed} = 7.0 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 22.11 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.317 < 1 \text{ ok}$$

Kegelförmiger Betonausbruch

Widerstand gegen kegelförmigen Betonausbruch: $N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N}/A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N} = 97.40 \text{ kN}$

$\psi_{s,N} = 1.0$, $\psi_{re,N} = 1.0$, $\psi_{ec,N} = 1.0$, $\psi_{M,N} = 1.0$, $A_{c,N}/A_{c,N}^0 = 1.0$

$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot f_{ck}^{1/2} \cdot h_{ef}^{3/2} = 97.40 \text{ kN}$, $k_1 = 7.7$, $f_{ck} = 20.0 \text{ N/mm}^2$, $h_{ef} = 200.0 \text{ mm}$

$N_{Rd,c} = N_{Rk,c}/\gamma_{Mc} = 64.93 \text{ kN}$, $\gamma_{Mc} = \gamma_c = 1.50$

$$F_{t,Ed} = 7.0 \text{ kN} < N_{Rd,c} = 64.93 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.108 < 1 \text{ ok}$$

Kombination von Abscheren und Zug (Stahlbruch)

$$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd}) = 0.941 < 1 \text{ ok}$$

Kombination von Querlast mit Zug (Betonbruch)

$$(F_{v,Ed}/V_{Rd,cp})^{1.5} + (F_{t,Ed}/N_{Rd,c})^{1.5} = 0.519 \text{ oder } (F_{v,Ed}/V_{Rd,cp} + F_{t,Ed}/N_{Rd,c})/1.2 = 0.603$$

$$\Rightarrow \text{Ausnutzung } U = 0.519 < 1 \text{ ok}$$

Maximale Ausnutzung $U_{max} = 0.941 < 1 \text{ ok}$

Nachweis erbracht

2. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;

Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010

EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -

Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;

Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025

EN 1993-1-1/A1, Ergänzungen zur EN 1993-1-1, Ausgabe Juli 2014

EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -

Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;

Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025

EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

EN 1992-4, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken -

Teil 4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton;

Deutsche Fassung EN 1992-4:2018, Ausgabe April 2019

EN 1992-4/NA, Nationaler Anhang zur EN 1992-4, Ausgabe April 2019