

53P Standsicherheitsnachweise Grundbau

(Stand: 17.03.2008)

Leistungsumfang

Das Programm 053P weist die Standsicherheit eines Fundaments (Streifen oder Rechteck) nach DIN 1054:2005-01 bzw. DIN 4017:2006-03 nach. Als Nachweis können Kippsicherheit, Gleitsicherheit und Grundbruchsicherheit gewählt werden. Eine Optimierung der Fundamentbreite ist möglich. Eine Setzungsberechnung kann über das Programm 53R angeschlossen werden.

Eingaben

Geometrie

- Wahl Streifen- oder Rechteckfundament
- Breite b und Länge a des Fundaments in [cm] (b bzw. b' [s.u.] muss kleiner als a bzw. a' sein!), s. Bild 1
- Fundamentdicke h in [cm], Wichte γ zur Bestimmung der Fundamenteigenlast (wenn $\gamma=0$ eingegeben wird, wird keine Fundamenteigenlast berechnet)
- Einbindetiefe d in [cm] (auf der Seite der Bruchfigur)
- Geländeneigung β (auf der Seite der Bruchfigur, s. Bild 3)
- Ausmitte der Vertikallasten eb' und ea' in [cm] (s. Bild 2)
- Hebelarm h_e der Horizontalkräfte (i. Allg. $h_e = h$)

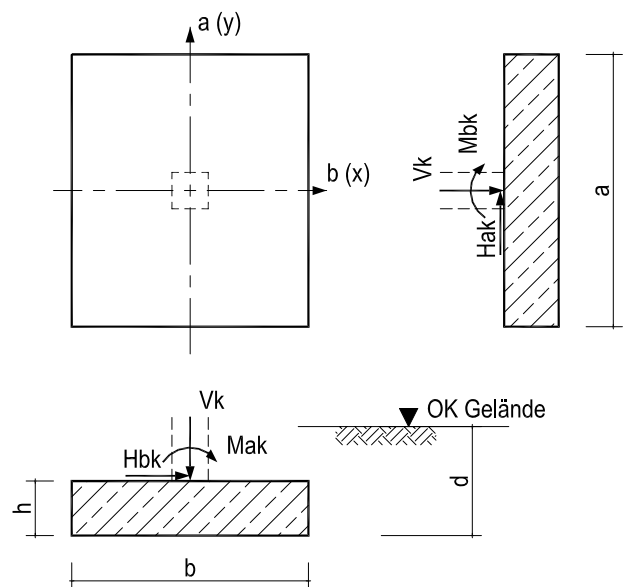


Bild 1

Bodenkenwerte

Es können bis zu 5 Schichten angegeben werden. Eingabedaten sind Schichtdicke, effektive Wichte γ' , Reibungswinkel φ' und Kohäsion c' . Die Eingabe wird mit Schicht-Nr.=0 beendet.

Ein Grundwasserstand ist wie ein Schichtwechsel zu behandeln.

Charakteristische Belastung

- Als Belastung kann angegeben werden (s.a. Bild 2 und Bild 3):
Vertikallasten F_z ,
Horizontallasten F_x bzw. F_y ,
Momente M_y (zug. zu x-Ri.) und M_x (zug. zu y-Ri.).

Für die Belastung können bis zu 3 Lastfälle definiert werden. Die Lasten F_y und M_x entfallen bei Streifenfundamenten. Eine Lastübernahme aus anderen Positionen ist möglich.

- Es kann ein charakteristischer Erdwiderstand E_{pk} (in b-Richtung) über die Einbindetiefe d angesetzt werden, jedoch wegen der Verformungsbeschränkung nur *maximal* mit der Hälfte seines charakteristischen Werts.

Es ist jedoch davon abzuraten, den Erdwiderstand mit mehr als 30% anzusetzen, da ein Fundament i. Allg. nicht die für die Aktivierung von E_p notwendige Verschiebung erfahren darf (vgl. DIN 1054, 7.6).

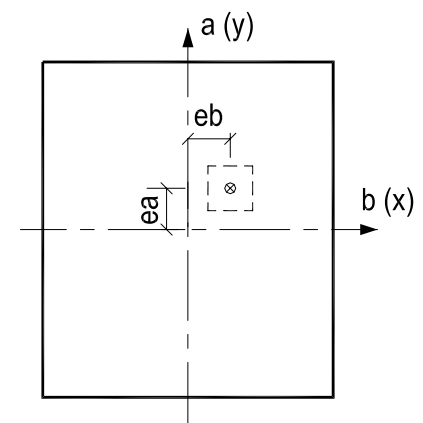


Bild 2

Nach der Lasteingabe werden die Lasten pro Lastfall zu ständigen und nichtständigen Lasten zusammengefasst, da im Grundbau keine weiteren Unterscheidungen gemacht werden müssen. Daraus werden die resultierenden Ausmitten e_b und e_a bestimmt.

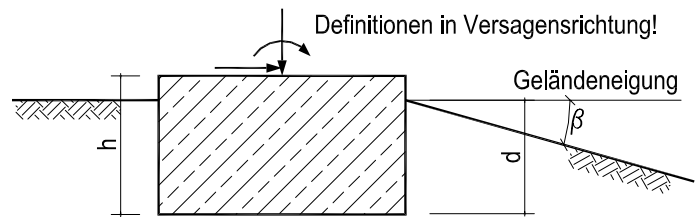


Bild 3

Teilsicherheiten

Anzugeben ist der geotechnische Lastfall nach DIN 1054:2005-01:

LF 1 = Ständige Bemessungssituation

LF 2 = Vorübergehende Bemessungssituation

LF 3 = Außergewöhnliche Bemessungssituation

Das Programm ermittelt daraus die Teilsicherheiten

γ_G Ständige Einwirkungen

γ_Q Nichtständige Einwirkungen

γ_{Gr} Grundbruchwiderstand

γ_{Gl} Gleitwiderstand

Die Teilsicherheiten werden aus [3] ermittelt.

Nachweise

Der Nachweis der Kippsicherheit wird immer geführt, die Nachweise der Gleitsicherheit und der Grundbruchsicherheit sind optional.

Nachweis der Kippsicherheit

Für ständige Lasten muss als *Gebrauchsfähigkeitsnachweis* die 1. Kernweite, als *Tragfähigkeitsnachweis* für die Gesamtlasten die 2. Kernweite eingehalten werden. Es werden dabei charakteristische Lasten angesetzt.

Zusätzlich wird die maximale mittlere Bodenpressung ausgegeben ($\sigma_m = \frac{F_z}{b - 2 \cdot e}$).

Einachsige Belastung: $zule = \frac{b}{6}$ (ständige Lasten)

$zule = \frac{b}{3}$ (Gesamtlasten)

Zweiachsige Belastung: $bez.e = \frac{e_b}{b} + \frac{e_a}{a} \leq \frac{1}{6}$ (ständige Lasten)

$bez.e = \left(\frac{e_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{e_a}{a}\right)^2 \leq \frac{1}{9}$ (Gesamtlasten)

Nachweis der Gleitsicherheit

Der Gleitsicherheitsnachweis wird für den Grenzzustand GZ 1B geführt, d.h. dass alle Einwirkungen mit den jeweiligen Teilsicherheiten erhöht, alle Widerstände durch Teilsicherheiten reduziert werden. Die Einwirkungen T_d ergeben sich aus den vorhandenen Horizontallasten, der Widerstand $R_{n,d}$ aus der möglichen Reibungskraft, die sich aus der char. Normalkraft N_k und dem Reibungswinkel zwischen Sohle und Baugrund δ_{sk} ergibt.

Nachweis: $T_d \leq R_{n,d}$ mit $T_d = H_{g,k} \cdot \gamma_G + H_{q,k} \cdot \gamma_Q$ und $R_{n,d} = \frac{N_k \cdot \tan \delta_{sk}}{\gamma_{GI}}$

Nachweis der Grundbruchsicherheit

Der Nachweis der Grundbruchsicherheit wird ebenfalls für den Grenzzustand GZ 1B geführt. Den Einwirkungen (lotrechte Lasten) wirkt der Grundbruchwiderstand entgegen. Dieser hängt von den Beiwerten der Tragfähigkeit, der Fundamentform, der Lastneigung, der Sohl- und der Geländeneigung ab, deren Größe mit Hilfe der DIN 4017 bestimmt werden kann. Bei mehreren Schichten wird die maßgebende Gleitfuge durch Iteration bestimmt. Kriterium ist dabei der arithmetische Mittelwert des Reibungswinkels entlang der Gleitfläche. Alle Bodenkennwerte werden entsprechend gewichtet. Zur Verdeutlichung wird im Systembild die Gleitfläche dargestellt.

Einschränkungen für den Nachweis (s. [2]):

- Die reduzierte Breite $b' = b - 2 \cdot e_b$ muss kleiner sein als die reduzierte Länge $a' = a - 2 \cdot e_a$.
- Die Reibungswinkel der Schichten im Bereich der Bruchfläche dürfen nicht mehr als 5° vom arithmetischen Mittelwert abweichen.
- Die Lastneigung δ der Resultierenden darf nicht größer als der Reibungswinkel φ sein.
- Die Lasten müssen in Bruchrichtung definiert sein.

Optimierung

Sind nicht alle (gewählten) Nachweise erfüllt, so besteht die Möglichkeit, die erforderliche Fundamentbreite b vom Programm ermitteln zu lassen. Ebenso ist es möglich, bei Erfüllung aller (gewählten) Nachweise die Fundamentbreite durch das Programm verringern zu lassen. In beiden Fällen wird mit einer Schrittweite von 10 cm gearbeitet.

Lastweiterleitung

Die Belastung wird, nach Lastfällen sowie ständigen und nichtständigen (Q,1) Lasten getrennt, für weitere Positionen (z.B. Setzungsberechnung) abgelegt.

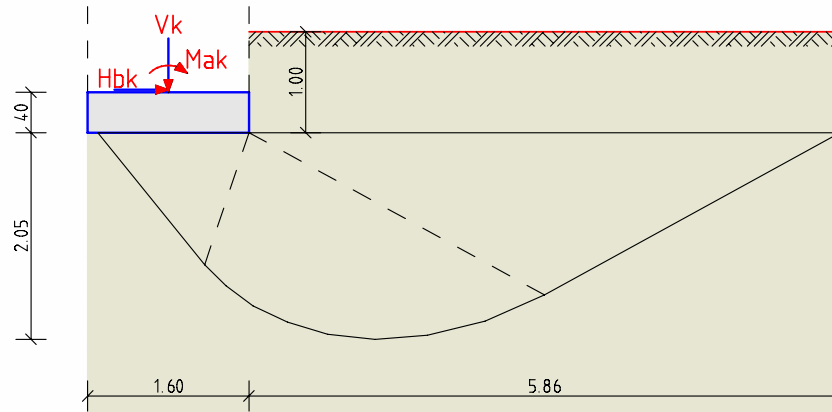
Hinweis: Eine Setzungsberechnung (053R) wird als Nachlaufprogramm angeboten.

Literatur

- DIN 1054:2005-01
- DIN 4017:2006-03
- DIN 1054 Berichtigung 3: 2008-01

POS. 031 RECHTECKFUNDAMENT

Standsicherheitsnachweise für Rechteckfundament



Geometrie

Breite des Fundaments (Bruchrichtung)

 $b = 160.0 \text{ cm}$

Länge des Fundaments

 $a = 190.0 \text{ cm}$

Fundamentdicke

 $h = 40.0 \text{ cm}$

 Eigenlast Fundament ($\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$)

 $G_k = 30.4 \text{ kN}$

Einbindetiefe des Fundaments

 $d = 100.0 \text{ cm}$

Charakteristische Bodenkenwerte

Nr.	Schicht-Dicke [m]	Raumgewicht γ [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]
1	10.00	18.00	32.50	0.00

Charakteristische Belastung ($x = R_i \cdot b$, $y = R_i \cdot a$)

Einwirkungen:

 Lasten: $F = \text{Einzellast [kN]}$, $M = \text{Moment [kNm]}$

LF 1:	Last Kat.	Wert, k	Alpha
V-Lasten ständig	Fz G	720.00	-
V-Lasten nichtständig	Fz Q, 1	160.00	-
Lasten x-Ri. ständig	Fx G	40.00	-
Lasten x-Ri. nichtständig	Fx Q, 1	15.00	-
Lasten y-Ri. ständig	Fy G	100.00	-
Lasten y-Ri. nichtständig	Fy Q, 1	25.00	-

LF 2:	Last Kat.	Wert, k	Alpha
V-Lasten ständig	Fz G	720.00	-
V-Lasten nichtständig	Fz Q, 1	160.00	-
Lasten x-Ri. ständig	Fx G	40.00	-
Lasten x-Ri. nichtständig	Fx Q, 1	15.00	-
Lasten y-Ri. ständig	Fy G	100.00	-
Lasten y-Ri. nichtständig	Fy Q, 1	25.00	-
Zusatzlast G	Fx G	50.00	-
Zusatzlast Q	Fx Q, 1	10.00	-

Lastzusammenstellung [kN, kNm]

	LF1 (g)	LF1 (g+q)	LF2 (g)	LF2 (g+q)	LF3 (g)	LF3 (g+q)
V	750.4	910.4	750.4	910.4	-	-
Hx	40.0	55.0	90.0	115.0	-	-
zug. My	16.0	22.0	36.0	46.0	-	-
Hy	100.0	125.0	100.0	125.0	-	-
zug. Mx	40.0	50.0	40.0	50.0	-	-

Ausmitten [m]

	LF1 (g)	LF1 (g+q)	LF2 (g)	LF2 (g+q)	LF3 (g)	LF3 (g+q)
ex	0.021	0.024	0.048	0.051	-	-
ey	0.053	0.055	0.053	0.055	-	-

Teilsicherheitsbeiwerte für Lastfall 1 nach DIN 1054:2005-01

gamma g = 1.35 gamma q = 1.50 gamma gr = 1.40 gamma gl = 1.10

Nachweis gegen Kippen (charakteristische Größen) LF 2

 Gebrauchstauglichkeit: bez. $e = ex/bx + ey/by \leq 1/6$ (ständige Lasten)
 Tragfähigkeit: bez. $e = (ex/bx)^2 + (ey/by)^2 \leq 1/9$

Last	N [kN/m]	My [kNm]	Mx [kNm]	ex [m]	ey [m]	bez. e
Ständige Lasten	750.4	36.0	40.0	0.05	0.05	0.002 < 1/6
Gesamtlasten	910.4	46.0	50.0	0.05	0.05	0.002 < 1/9

 Vorhandene mittlere Bodenpressung: $A' = (bx - 2 \cdot ex) \cdot (by - 2 \cdot ey) = 2.68 \text{ m}^2$
 vorh. $\sigma = 339 \text{ kN/m}^2 = 0.339 \text{ N/mm}^2$
Nachweis gegen Gleiten (GZ 1B) LF 2

 Sohlreibungswinkel δ , $k = 32.50^\circ$

Last	g	g+q	
Char. Normalkraft in der Sohle N_k	750.4	910.4	kN
Gleiwiderstand $R_t, d = N_k \cdot \tan \delta, k/\gamma_{gl}$	434.6	527.3	kN
Erdwiderstand vor Stirn $E_p, d = E_p \cdot k/\gamma_{ep}$	0.0	0.0	kN
Tangentialkräfte in Sohle T_d (Einwirkung)	181.6	234.7	kN
Nachweis $T_d/(R_t, d + E_p, d)$	0.418	0.445	-

Nachweis gegen Grundbruch nach DIN 4017 LF 2

Einwirkungen [kN]	N_k	N_d	H_{bk}	H_{ak}
	910.4	1253.0	115.0	125.0

 Rechnerische Breite $b' = b - 2 \cdot e_b$ $b' = 1.50 \text{ m}$
 Rechnerische Länge $a' = a - 2 \cdot e_a$ $a' = 1.79 \text{ m}$
 Gewichteter Reibungswinkel $\phi = 32.50^\circ$
 Gewichtetes Raumgewicht über Sohle $\gamma_1 = 18.00 \text{ kN/m}^3$
 Gewichtetes Raumgewicht unter Sohle $\gamma_2 = 18.00 \text{ kN/m}^3$
 Länge der Grundbruchfuge: $L = 5.86 \text{ m}$
 Tiefe der Grundbruchfuge: max. $d_s = 2.05 \text{ m}$

 Tragfähigkeitsbeiwerte: $N_{b0} = 15.03$ $N_{d0} = 24.58$ $N_{c0} = 37.02$
 Lastneigungsbeiwerte: $i_b = 0.597$ $i_d = 0.734$ $i_c = 0.723$
 Formbeiwerte: $\nu_e b = 0.749$ $\nu_e d = 1.450$ $\nu_e c = 1.469$

 Charakteristischer Grundbruchwiderstand $R_{n,k} = 1750.5 \text{ kN}$
 Grundbruchwiderstand $R_{n,d} = R_{n,k} / \gamma_{gr} = 1750.5 / 1.40 = 1250.4 \text{ kN}$
Nachweis $N_d = 1253.0 > R_{n,d} = 1250.4 \text{ kN}$

SETZUNGSBERECHNUNG
Abschätzung der Setzungen für starre Fundamente nach DIN 4019 / EVB

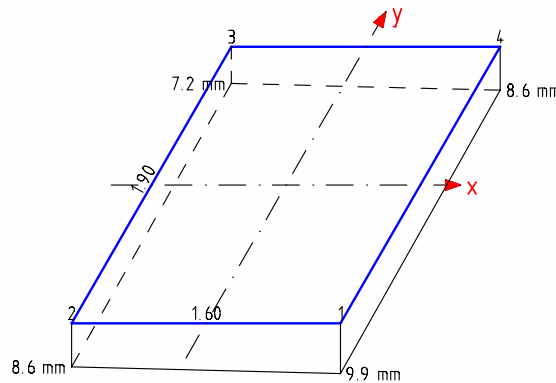
Fundamentabmessung in x-Richtung $b_x = 1.60 \text{ m}$
 Fundamentabmessung in y-Richtung $b_y = 1.90 \text{ m}$

Resultierende Belastung (charakteristische ständige Lasten)
 $V_k = 750.4 \text{ kN}$ $M_{xk} = 40.0 \text{ kNm}$ $M_{yk} = 36.0 \text{ kNm}$

Bodenkennwerte ab UK Sohle

Schicht-Nr.	Schichtdicke z [m]	Mittl. Zusammendrückungsmodul E_m [MN/m ²]
1	5.00	35.00

Mittlere Sohlpressung $\sigma_m = 246.8 \text{ kN/m}^2$ mittlere Setzung $s_m = 8.6 \text{ mm}$
 Verkantung um die y-Achse: $\tan \alpha_y = 0.000828$ $s_x = 0.7 \text{ mm}$
 Verkantung um die x-Achse: $\tan \alpha_x = 0.000722$ $s_y = 0.7 \text{ mm}$

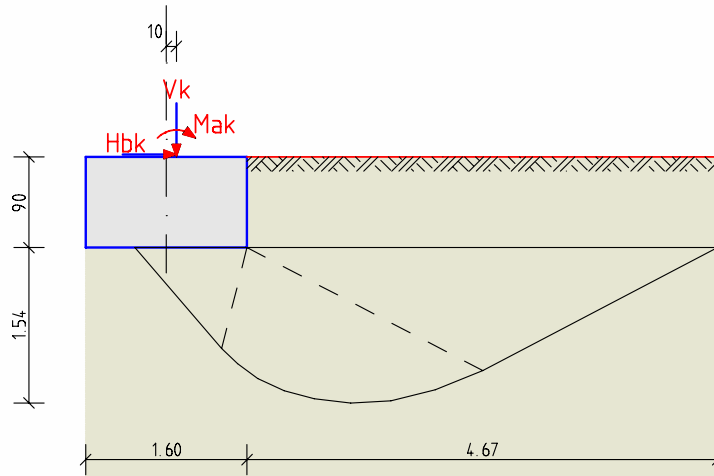


Superposition der Setzungen der Eckpunkte

Punkt	1	2	3	4
Setzung [mm]	9.9	8.6	7.2	8.6

POS. 032 STREIFENFUNDAMENT

Standsicherheitsnachweise für Streifenfundament



Geometrie

Breite des Fundaments (Bruchrichtung)	$b = 160.0 \text{ cm}$
Fundamentdicke	$h = 90.0 \text{ cm}$
Eigenlast Fundament ($\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$)	$G_k = 36.0 \text{ kN/m}$
Einbindetiefe des Fundaments	$d = 90.0 \text{ cm}$
Exzentrizität der Vertikalkräfte	$eb' = 10.0 \text{ cm}, \quad ea' = - \text{ cm}$

Charakteristische Bodenkenwerte

Nr.	Schicht-Dicke [m]	Raumgewicht $\gamma' [\text{kN/m}^3]$	Reibungswinkel $\phi' [^\circ]$	Kohäsion $c' [\text{kN/m}^2]$
1	10.00	20.00	35.00	10.00

Charakteristische Belastung ($x = R_i \cdot b, y = R_i \cdot a$)

Einwirkungen:

 Lasten: $q = \text{Linienlast} [\text{kN/m}], \quad m = \text{Linienmoment} [\text{kNm/m}]$

LF 1:	Last Kat.	Wert, k	Alpha
Ständige Lasten V	$q_z \text{ G}$	350.00	-
Nichtständige Lasten V	$q_z \text{ Q, 1}$	120.00	-
Ständige Lasten H	$q_x \text{ G}$	65.00	-
Nichtständige Lasten H	$q_x \text{ Q, 1}$	20.00	-

Lastzusammenstellung [kN/m, kNm/m]

	LF1 (g)	LF1 (g+q)	LF2 (g)	LF2 (g+q)	LF3 (g)	LF3 (g+q)
V	386.0	506.0	-	-	-	-
Hx	65.0	85.0	-	-	-	-
zug. My	93.5	123.5	-	-	-	-

Ausmitten [m]

	LF1 (g)	LF1 (g+q)	LF2 (g)	LF2 (g+q)	LF3 (g)	LF3 (g+q)
ex	0.242	0.244	-	-	-	-

Teilsicherheitsbeiwerte für Lastfall 1 nach DIN 1054: 2005-01

 $\gamma_g = 1.35 \quad \gamma_q = 1.50 \quad \gamma_{gr} = 1.40 \quad \gamma_{gl} = 1.10$

Nachweis gegen Klippen (charakteristische Größen)

 Gebrauchsfähigkeit: zulässige Ausmitte $e_1 = b/6 = 0.27 \text{ m}$ (ständige Last)
 Tragfähigkeit: zulässige Ausmitte $e_2 = b/3 = 0.53 \text{ m}$

Last [kN/m, kNm/m]	N	M	e [m]
Ständige Lasten (Gebrauchsfähigkeit)	386.0	93.5	0.24 < zul.e1
Gesamtlasten (Tragfähigkeit)	506.0	123.5	0.24 < zul.e2

Vorhandene mittlere Bodenpressung

 reduzierte Breite $b' = b - 2 \cdot e = 1.11 \text{ m}$, vorh. $\sigma = 455 \text{ kN/m}^2 = 0.455 \text{ N/mm}^2$
Nachweis gegen Gleiten (GZ 1B)

 Sohlreibungswinkel $\delta, k = 35.00^\circ$

Last	g	g+q
Char. Normalkraft in der Sohle N_k	386.0	506.0 kN/m
Gleiwiderstand $R_t, d = N_k \cdot \tan \delta, k/\gamma_{gl}$	245.7	322.1 kN/m
Erdwiderstand vor Stirn $E_p, d = E_p, k/\gamma_{ep}$	0.0	0.0 kN/m
Tangentialkräfte in Sohle T_d (Einwirkung)	87.8	117.8 kN/m
Nachweis $T_d / (R_t, d + E_p, d)$	0.357	0.366 -

Nachweis gegen Grundbruch nach DIN 4017

Einwirkungen [kN/m]	N_k	N_d	Hbk	Hak
	506.0	701.1	85.0	0.0

 Rechnerische Breite $b' = b - 2 \cdot e_b$
 $b' = 1.11 \text{ m}$

Gewichteter Reibungswinkel

 $\phi = 35.00^\circ$

Gewichtete Kohäsion

 $c = 10.00 \text{ kN/m}$

Gewichtetes Raumbgewicht über Sohle

 $\gamma_1 = 20.00 \text{ kN/m}^3$

Gewichtetes Raumbgewicht unter Sohle

 $\gamma_2 = 20.00 \text{ kN/m}^3$

Länge der Grundbruchfuge:

 $L = 4.67 \text{ m}$

Tiefe der Grundbruchfuge:

 max. $d_s = 1.54 \text{ m}$

Tragfähigkeitsbeiwerte:

 $N_{b0} = 22.61$
 $N_{d0} = 33.30$
 $N_{c0} = 46.12$

Lastneigungsbeiwerte:

 $i_b = 0.576$
 $i_d = 0.692$
 $i_c = 0.683$

Charakteristischer Grundbruchwiderstand

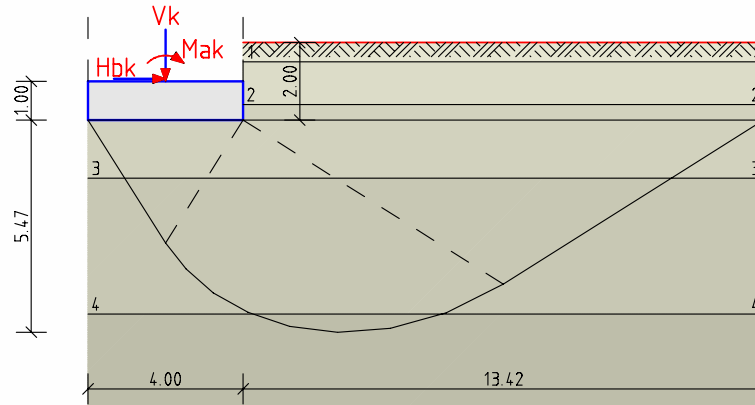
 $R_{n,k} = 1133.4 \text{ kN/m}$

Grundbruchwiderstand

 $R_{n,d} = R_{n,k} / \gamma_{Gr} = 1133.4 / 1.40 = 809.6 \text{ kN/m}$
Nachweis
 $N_d = 701.1 < R_{n,d} = 809.6 \text{ kN/m}$

POS. 033 RECHTECKFUNDAMENT

Standsicherheitsnachweise für Rechteckfundament



Geometrie

Breite des Fundaments (Bruchrichtung)
 Länge des Fundaments
 Fundamentdicke
 Einbindetiefe des Fundaments

$b = 400.0 \text{ cm}$
 $a = 500.0 \text{ cm}$
 $h = 100.0 \text{ cm}$
 $d = 200.0 \text{ cm}$

Charakteristische Bodenkenwerte

Nr.	Schicht-Dicke [m]	Raumgewicht $\gamma' [\text{kN/m}^3]$	Reibungswinkel $\phi' [^\circ]$	Kohäsion $c' [\text{kN/m}^2]$
1	0.50	18.00	30.00	0.00
2	1.10	18.50	30.00	0.00
3	1.90	11.00	30.00	0.00
4	3.50	12.00	25.00	5.00
5	4.00	10.00	22.50	2.00

Charakteristische Belastung ($x = R_i \cdot b$, $y = R_i \cdot a$)

Einwirkungen:

Lasten: $F = \text{Einzellast} [\text{kN}]$, $M = \text{Moment} [\text{kNm}]$

LF 1:	Last Kat.	Wert, k	Alpha
aus Stütze	Fz G	5100.0	-
aus Stütze	Fz Q, 1	1810.0	-

Lastzusammenstellung [kN, kNm]

	LF1 (g)	LF1 (g+q)	LF2 (g)	LF2 (g+q)	LF3 (g)	LF3 (g+q)
V	5100.0	6910.0	-	-	-	-
Hx	0.0	0.0	-	-	-	-
zug. My	0.0	0.0	-	-	-	-
Hy	0.0	0.0	-	-	-	-
zug. Mx	0.0	0.0	-	-	-	-

Ausmitten [m]

	LF1 (g)	LF1 (g+q)	LF2 (g)	LF2 (g+q)	LF3 (g)	LF3 (g+q)
ex	0.000	0.000	-	-	-	-
ey	0.000	0.000	-	-	-	-

Teil sicherheitsbeiwerte für Lastfall 1 nach DIN 1054:2005-01
 $\gamma_g = 1.35$ $\gamma_q = 1.50$ $\gamma_{gr} = 1.40$ $\gamma_{gl} = 1.10$
Nachweis gegen Kippen (charakteristische Größen)

 Gebrauchstauglichkeit: bez. $e = e_x/b_x + e_y/b_y \leq 1/6$ (ständige Lasten)
 Tragfähigkeit: bez. $e = (e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 \leq 1/9$

Last	N [kN/m]	My [kNm]	Mx [kNm]	e_x [m]	e_y [m]	bez. e
Ständige Lasten	5100.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.000 < 1/6
Gesamtlasten	6910.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.000 < 1/9

 Vorhandene mittlere Bodenpressung: $A' = (b_x - 2 \cdot e_x) \cdot (b_y - 2 \cdot e_y) = 20.00 \text{ m}^2$
 vorh. $\sigma = 346 \text{ kN/m}^2 = 0.346 \text{ N/mm}^2$
Nachweis gegen Grundbruch nach DIN 4017

Einwirkungen [kN]	N_k	N_d	H_{bk}	H_{ak}
	6910.0	9600.0	0.0	0.0

Rechnerische Breite $b' = b - 2 \cdot e_b$	$b' = 4.00 \text{ m}$
Rechnerische Länge $a' = a - 2 \cdot e_a$	$a' = 5.00 \text{ m}$
Gewichteter Reibungswinkel	$\phi = 25.52^\circ$
Gewichtete Kohäsion	$c = 3.23 \text{ kN/m}$
Gewichtetes Raumbgewicht über Sohle	$\gamma_1 = 16.88 \text{ kN/m}^3$
Gewichtetes Raumbgewicht unter Sohle	$\gamma_2 = 11.56 \text{ kN/m}^3$
Länge der Grundbruchfuge:	$L = 13.42 \text{ m}$
Tiefe der Grundbruchfuge:	max. $d_s = 5.47 \text{ m}$

Tragfähigkeitsbeiwerte:	$N_{b0} = 4.90$	$N_{d0} = 11.26$	$N_{c0} = 21.49$
Formbeiwerte:	$\eta_b = 0.760$	$\eta_d = 1.345$	$\eta_c = 1.378$

Charakteristischer Grundbruchwiderstand	$R_{n,k} = 15571 \text{ kN}$
Grundbruchwiderstand	$R_{n,d} = R_{n,k} / \gamma_{gr} = 15571 / 1.40 = 11122 \text{ kN}$
Nachweis	$N_d = 9600.0 < R_{n,d} = 11122 \text{ kN}$