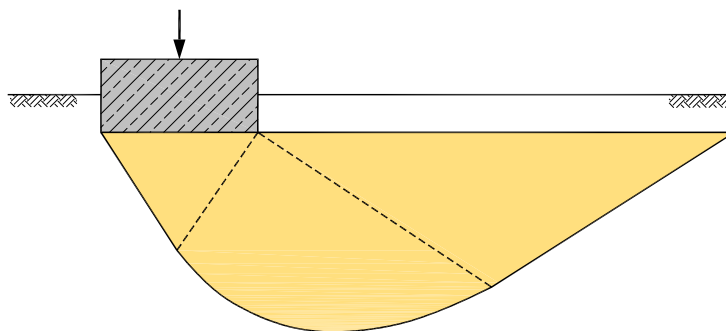


## 83P Standsicherheitsnachweise Flächengründungen

(Stand: 21.02.2011)

Das Programm 83P weist die Standsicherheit eines Fundaments (Streifen oder Rechteck) nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054:2010-12 nach. Mögliche Nachweise sind Kippsicherheitsnachweis, Gleitsicherheitsnachweis, Grundbruchnachweis oder Nachweis des zulässigen Sohlwiderstands sowie Nachweis gegen Abheben. Dabei ist eine Optimierung der Fundamentbreite möglich.



### Leistungsumfang

#### System

- Rechteck- oder Streifenfundament
- Geneigtes Gelände (in Versagensrichtung) möglich
- Ausmitte der Vertikalbelastung möglich
- Definition eines Grundwasserstands unterhalb der Sohle möglich
- Bodenschichtung bis maximal 5 Schichten möglich

#### Einwirkungen

- Komfortable Lastübernahme aus anderen Positionen
- Bei Verwendung von Einwirkungsgruppen ist die Definition von Lastfällen möglich (max. 9)
- Ansatz eines Erdwiderstands vor dem Fundament möglich

#### Nachweise

- Alle Nachweise werden unter Berücksichtigung der Kombinatorik geführt.
- Nachweis der Kippsicherheit nach DIN 1054:2010 (Nachweis der Lagesicherheit, GZ EQU)
- Nachweis der Kippsicherheit nach DIN 1054:2010 (Gebrauchsfähigkeitsnachweis)
- Nachweis der Gleitsicherheit (GZ GEO-2)
- Nachweis der Aufnahme der Vertikalkräfte:
  - entweder Nachweis der Grundbruchsicherheit (GZ GEO-2)
  - oder Nachweis des zulässigen Sohlwiderstands nach DIN 1054:2010
  - oder Nachweis des zulässigen Sohlwiderstands mit Werten aus 83T-Tragfähigkeitstabelle
  - oder Nachweis des zulässigen Sohlwiderstands mit direkter Angabe eines eigenen Wertes
- Nachweis gegen Abheben (GZ UPL) bei Vorhandensein negativer Vertikalkräfte
- Wahlweise Nachweis der End- oder der Anfangsstandsicherheit bei Gleiten und Grundbruch
- Optimierungsmöglichkeit der Fundamentbreite unter Einhaltung aller gewählten Nachweise

#### Grafiken / Ausgabe

- Darstellung des Fundaments
- Darstellung der Grundbruchfuge
- Komfortable Bestimmung des Ausgabeumfangs

#### Weitere Leistungen

- Datenübernahme aus Fundament- und Grundbauprogrammen (Lasten und Geometrie)
- Optionales Nachlaufprogramm Setzungsberechnung 83R (nicht im Leistungsumfang von 83P enthalten)

## Voreinstellungen für den Programmablauf

- Wahl der Nachweise:  
Der Nachweis der Kippsicherheit wird immer geführt, ebenso der Nachweis gegen Abheben, sofern negative Vertikallasten vorhanden sind. Die weiteren Nachweise sind optional.
- Für den Gleitsicherheitsnachweis kann der Sohlreibungswinkel mit  $\delta_k = \varphi$  oder  $\delta_k = 2/3 \cdot \varphi$  gewählt werden (letzterer für Fertigteile ohne Mörtelbett). Der Sohlreibungswinkel darf nicht größer als  $\delta_k = 35^\circ$  angesetzt werden, was im Programm berücksichtigt und dokumentiert wird.
- Wahl der Berechnung für den Endzustand oder den Anfangszustand (nur sinnvoll für unkonsolidierte bindige Böden)

## System

- Wahl Streifen- oder Rechteckfundament
- Breite  $b_x$  und Länge  $b_y$  des Fundaments in [m], s. Bild 1.  
 $b_x$  sollte kleiner als  $b_y$  sein, da die positive x-Richtung als Versagensrichtung vorgegeben ist.
- Fundamentdicke  $h$  in [m]
- Einbindetiefe  $d$  in [m] (auf der Seite der Bruchfigur)
- Geländeneigung  $\beta$  in  $^\circ$  (auf der Seite der Bruchfigur, s. Bild 1)
- Ausmitte der Vertikallasten  $e_x$  und  $e_y$  in [m] (s. Bild 1)
- Hebelarm  $e_h$  der Horizontalkräfte (i. Allg.  $e_h = h$ ).
- Wasserstand  $h_w$  in [m] unter OK Gelände ( $h_w \geq d$ )
- Bodenkennwerte (maximal 5 Schichten) mit Angabe der Schichtdicke  $d$ , der Wichten  $\gamma / \gamma'$ , des Reibungswinkels  $\varphi$  und der Kohäsion  $c$ . Ist der Nachweis der Anfangsstandsicherheit zu führen, so ist zusätzlich für bindige Böden die undrained Scherfestigkeit  $c_u$  anzugeben.

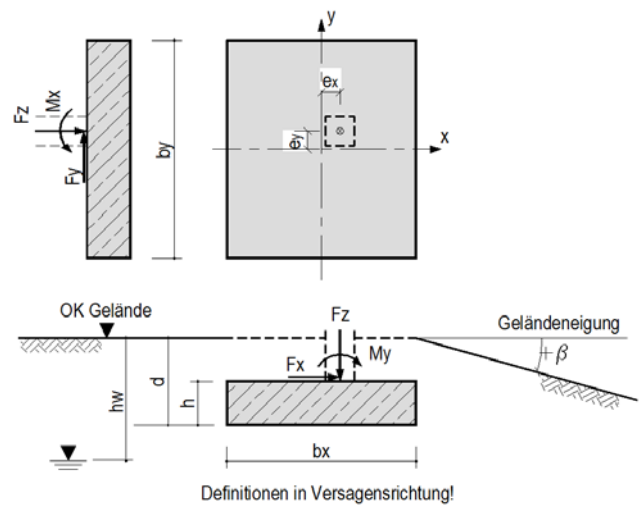


Bild 1

## Einwirkungen

### **Lasteingaben**

Als Belastung können Vertikalkräfte, Horizontalkräfte sowie Momente angegeben werden. Alle Vertikallasten erzeugen zusätzliche Momente, wenn eine Lastausmitte (s. Bild 1) angegeben wurde, die Horizontallasten erzeugen ein Moment, wenn ein Hebelarm  $e_h$  zur Sohle vorhanden ist (i. Allg.  $e_h = h$ ). Es ist zu beachten, dass eine positive Horizontalkraft  $F_y$  ein negatives Moment  $M_x$  erzeugt! Die Lasten können komfortabel auch aus anderen Positionen übernommen werden, ebenso können Lastfälle erzeugt werden, wenn mit Einwirkungsgruppen gearbeitet wird.

Bei Angabe einer Wichte wird zusätzlich das Fundament-Eigengewicht bestimmt.

### **Ansatz eines Erdwiderstands an der Stirnseite des Fundaments**

Ein möglicher Erdwiderstand, der durch horizontale Verschiebungen aktiviert wird, sollte nur dann angesetzt werden, wenn die Standsicherheit sonst nicht gewährleistet ist. Grundsätzlich sollte kein größerer Wert als  $E_{pk,mob} = 0.5 \cdot E_{pk}$  angesetzt werden, wenn der Benutzer nicht sehr aufwendig die damit verbundene Verträglichkeit der Verschiebungen nachweisen will. Ist beim Gleitsicherheitsnachweis die Gebrauchsfähigkeit nach DIN 1054:2010 nicht gewährleistet ([s. Nachweise](#)), so darf kein Erdwiderstand angesetzt werden. Grundsätzlich wird ein Erdwiderstand maximal in der Größe angesetzt, dass sich die Bewegungsrichtung nicht umkehrt.

## Bemessungssituation

Im Gegensatz zum Hochbau kennt die Geotechnik zusätzlich die Unterscheidung von ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen:

BS-P: Ständige Bemessungssituation (früher Lastfall 1)

BS-T: Vorübergehende Bemessungssituation, z.B. Bauzustand (früher Lastfall 2)

BS-A: Außergewöhnliche Bemessungssituation, z.B. Feuer oder Anprall (früher Lastfall 3)

BS-E: Erdbeben (alle Teilsicherheitsbeiwerte = 1.00!)

Da aus der Lasteingabe ersichtlich ist, ob außergewöhnliche oder Erdbebeneinwirkungen vorhanden sind, und dementsprechend die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte verwendet werden können, ist i. Allg. für den Benutzer nur die Wahl zwischen BS-P und BS-T notwendig, es sei denn, er möchte nur außergewöhnliche bzw. Erdbeben-Situationen nachweisen.

## Nachweise

### **Nachweis der Kippsicherheit nach DIN 1054:2010 / DIN EN 1997-1 (GZ EQU)**

Als Nachweis der Lagesicherheit (EQU) wird der Nachweis der Kippsicherheit nach DIN 1054:2010, 6.5.4, geführt. Hierbei ist nachzuweisen, dass die destabilisierenden Momente geringer als die stabilisierenden sind, oder umformuliert, dass die aus destabilisierenden und stabilisierenden Momenten resultierenden Ausmitten kleiner als  $b/2$  bleiben:  $e_{xd} \leq b_x/2$  bzw.  $e_{yd} \leq b_y/2$ .

Bei zweiachsiger Belastung werden die Ausmitten getrennt in x- und y-Richtung ermittelt.

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle Kombinationen der Lagesicherheit geführt, wobei alle ständigen Lasten jeweils einmal als stabilisierend bzw. destabilisierend angesetzt werden. Das Fundament-Eigengewicht und ein evtl. angesetzter Erdwiderstand werden immer als stabilisierend angesetzt.

Bei der Beschränkung der Ausgaben ([S.U.](#)) wird jeweils die ungünstigste Kombination für  $e_x$  bzw.  $e_y$  angegeben.

### **Nachweis der Kippsicherheit nach DIN 1054:2010, 6.6.5 (Gebrauchsfähigkeit)**

Für ständige Lasten muss als *Gebrauchsfähigkeitsnachweis* die 1. Kernweite, für ständige + veränderliche Lasten die 2. Kernweite eingehalten werden. Es werden dabei repräsentative Lastkombinationen angesetzt. Hierbei sind die folgenden Begrenzungen einzuhalten:

$$\text{bez.e} = \frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} \leq \frac{1}{6} \quad (\text{ständige Lasten})$$

$$\text{bez.e} = \left( \frac{e_x}{b_x} \right)^2 + \left( \frac{e_y}{b_y} \right)^2 \leq \frac{1}{9} \quad (\text{ständige + veränderliche Lasten})$$

Zusätzlich werden die mittleren Bodenpressungen (charakteristische und Bemessungsgrößen) ermittelt. Dabei werden die Bemessungsgrößen auf die Fläche  $A'$  (mit Ausmitten aus charakteristischer Last) angesetzt:

$$\sigma_{Ek} = \frac{F_{zk}}{A'} \quad \text{mit } A' = b'_x \cdot b'_y = (b_x - 2 \cdot e_x) \cdot (b_y - 2 \cdot e_y)$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{F_{zd}}{A'} \quad \text{mit } F_{zd} = F_{zgk} \cdot \gamma_G + F_{zqk} \cdot \gamma_Q \quad (\text{Teilsicherheitsbeiwerte für GZ GEO - 2})$$

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen geführt. Bei der Beschränkung der Ausgaben ([S.U.](#)) wird jeweils die ungünstigste Kombination für ständige Lasten sowie für ständige + veränderliche Lasten angegeben.

Der Nachweis muss nur für Kombinationen der Bemessungssituation BS-P und BS-T geführt werden.

## Nachweis der Gleitsicherheit

Der Gleitsicherheitsnachweis wird für den Grenzzustand GZ GEO-2 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 charakteristischen Normalkraft  $N_k$  und dem Reibungswinkel zwischen Sohle und Baugrund  $\delta_k$  ergibt.

$$\text{Nachweis: } T_d \leq R_d + E_{pd} \quad \text{mit} \quad T_d = H_{gk} \cdot \gamma_G + H_{qk} \cdot \gamma_Q \quad \text{und} \quad E_{pd} = \frac{E_{pk, \text{mob}}}{\gamma_{Re}}$$

$$\text{Endstandsicherheit: } R_d = \frac{R_k}{\gamma_{Rh}} = \frac{N_k \cdot \tan \delta_k}{\gamma_{Rh}}$$

$$\text{Anfangsstandsicherheit: } R_d = \frac{A_c \cdot c_u}{\gamma_{Rh}} \quad \text{mit } A_c = \text{überdrückte Sohlfläche (aus char. Lasten!)}$$

Bei zweiachsiger Belastung werden die Einwirkungen und Widerstände in Richtung der resultierenden charakteristischen Horizontallasten angesetzt.

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen geführt. Bei der Beschränkung der Ausgaben ([s.u.](#)) wird für jede Bemessungssituation die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad angegeben.

### Nachweis der Verschiebungen in der Sohlfläche:

Wird ein Erdwiderstand beim Gleitsicherheitsnachweis mit angesetzt, so ist nach [2], A 6.6.6, nachzuweisen, dass "bei mindestens mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands ( $R_k$ ) in der Fundamentsohle sowie
- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands ( $E_{pk}$ ) vor der Stirnseite des Fundamentkörpers

zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind."

$$\text{Nachweis: } T_k \leq \frac{2}{3} R_k + \frac{1}{3} E_{pk}$$

Ist der Nachweis nicht eingehalten, so wird kein Erdwiderstand beim Gleitsicherheitsnachweis angesetzt.

## Nachweis der Grundbruchsicherheit

Der Grundbruchsicherheitsnachweis wird ebenfalls für den Grenzzustand GZ GEO-2 gemäß DIN 4017 geführt. Auf der Grundlage der repräsentativen Beanspruchungen wird ein charakteristischer Grundbruchwiderstand ermittelt, woraus durch Division mit dem Teilsicherheitsbeiwert für den GZ GEO-2 der Bemessungswert bestimmt wird. Diesem wird der Bemessungswert der Vertikallasten entgegengesetzt.

$$\text{Nachweis: } T_d \leq R_d \quad \text{mit} \quad T_d = V_{gk} \cdot \gamma_G + V_{qk} \cdot \gamma_Q \quad \text{und} \quad R_d = R_{nk} / \gamma_{Rv}$$

Ein anzusetzender Erdwiderstand reduziert die charakteristischen Horizontallasten, die in die Ermittlung von  $R_{nk}$  eingehen.

Ist die reduzierte Breite  $b_x' = b_x - 2 \cdot e_x$  kleiner als die reduzierte Länge  $b_y' = b_y - 2 \cdot e_y$ , so wird der Nachweis in y-Richtung geführt. In diesem Fall wird die Geländeneigung  $\beta = 0$  gesetzt.

Beim Nachweis der Anfangsstandsicherheit wird für kohäsive Schichten  $\varphi=0$  und  $c=c_u$  angesetzt.

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen geführt. Für die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad wird zusätzlich ein ausführlicher Nachweis mit allen Beiwerten ausgegeben, der jedoch später auch deaktiviert werden kann. Bei der Beschränkung der Ausgaben ([s.u.](#)) wird für jede Bemessungssituation die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad angegeben.

### Einschränkungen für den Nachweis (s. [3]):

- Die Reibungswinkel der Schichten im Bereich der Bruchfläche dürfen nicht mehr als  $5^\circ$  vom arithmetischen Mittelwert abweichen.
- Die Lastneigung  $\delta$  der Resultierenden darf nicht größer als der (mittlere) Reibungswinkel  $\varphi$  sein.

## Nachweis des Sohlwiderstands nach DIN 1054:2010 für Regelfälle

Alternativ zum Grundbruchnachweis kann die Aufnahme der Vertikalkräfte für Regelfälle auch durch die Ermittlung des zulässigen Sohlwiderstands  $\sigma_{Rd}$  nachgewiesen werden ([2], A 6.10). Die früheren (charakteristischen) Werte der zulässigen Bodenpressung wurden durch die Erhöhung um den Faktor 1.4 in Bemessungswerte des Sohlwiderstands umgewandelt, wobei die Ermittlung von Erhöhungs- bzw. Reduktionsfaktoren weitgehend gleich geblieben ist.

Nachweis:  $\sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd}$  mit der Ermittlung von  $\sigma_{Ed}$  wie beim Kippnachweis

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen geführt. Für die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad wird zusätzlich ein ausführlicher Nachweis mit allen Faktoren ausgegeben, der jedoch später auch deaktiviert werden kann. Bei der Beschränkung der Ausgaben ([S.U.](#)) wird für jede Bemessungssituation die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad angegeben.

**Hinweis:** Sollte die reduzierte Länge  $b_y'$  kleiner als die reduzierte Breite  $b_x'$  sein, wird der Nachweis in y-Richtung geführt.

## Nachweis des Sohlwiderstands mit eigener Tragfähigkeitstabelle (83T-Position)

Häufig liegen der Berechnung des Sohlwiderstands Angaben des Bodengutachters zu Grunde, oder der Benutzer hat sich Sohlwiderstände in Tabellenform zusammengestellt. Wenn er diese Werte mit dem Programm 83T ermittelt hat, kann diese Tabelle als Grundlage für die Ermittlung des zul. Sohlwiderstands dienen, der Verweis auf die entsprechende Positionsnummer genügt. Der zulässige Wert für die aktuelle Fundamentbreite  $b_x$  wird dann über Interpolation der Tabellenwerte ermittelt (s. Bild 2).

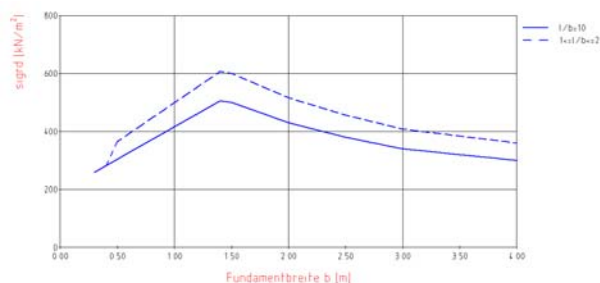


Bild 2

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen geführt. Bei der Beschränkung der Ausgaben ([S.U.](#)) wird für jede Bemessungssituation die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad angegeben.

## Nachweis des Sohlwiderstands mit direkter Angabe des Sohlwiderstands

Gilt für das Bauvorhaben ein einheitlicher Wert für den Sohlwiderstand, so kann dieser natürlich auch als zulässiger Wert angegeben werden. Alle Bemessungswerte der Einwirkungen werden dann hiermit verglichen.

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen geführt. Bei der Beschränkung der Ausgaben ([S.U.](#)) wird für jede Bemessungssituation die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad angegeben.

## Nachweis gegen Abheben

Sind negative Vertikallasten vorhanden, wird automatisch auch der Nachweis gegen Abheben geführt (GZ UPL). Analog zum Kippnachweis werden destabilisierende (nach oben wirkende) Lasten gegen stabilisierende (nach unten wirkende) Lasten gesetzt. Diese Unterscheidung wird auch dann getroffen, wenn mehrere abhängige G-Lasten vorhanden sein sollten (sichere Seite).

Nachweis:  $V_{g,dst} + V_{q,dst} \leq V_{g,stb}$

Der Nachweis wird in Tabellenform für alle repräsentativen Kombinationen mit negativen Vertikallasten geführt. Bei der Beschränkung der Ausgaben ([S.U.](#)) wird für jede Bemessungssituation die Kombination mit dem größten Ausnutzungsgrad angegeben.

## 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. Bei Rechteckfundamenten können dabei die Breite  $b_x$ ,  $b_y$  oder beide Abmessungen bei gleichbleibendem Seitenverhältnis verändert werden.

## **Ausgabebegrenzung**

Der Umfang der Ausgabe kann vom Benutzer komfortabel begrenzt werden:

- Wahlweise Ausgabe aller oder nur der maßgebenden Ausgabezeilen der Nachweistabellen.
- Für die Berechnung der Grundbruchsicherheit bzw. des Sohlwiderstands kann die Ausgabetablelle und/oder die ausführliche Dokumentation gewählt werden.

## **Lastweiterleitung**

Alle eingegebenen Lasten und das Fundamenteigengewicht werden, nach Lastfällen und Kategorien getrennt, für weitere Positionen (z.B. Setzungsberechnung) abgelegt. Hierbei werden evtl. angegebene Ausmitten der Vertikallasten berücksichtigt.

## **Optionale Setzungsberechnung**

Das Programm Setzungsberechnung (83R) kann direkt als Nachlaufprogramm positioniert werden, so dass bei Übernahme der Geometrie und der Belastung nur noch wenige ergänzende Angaben getätigt werden müssen.

*83R ist nicht im Leistungsumfang von 83P enthalten.*

## **Literatur**

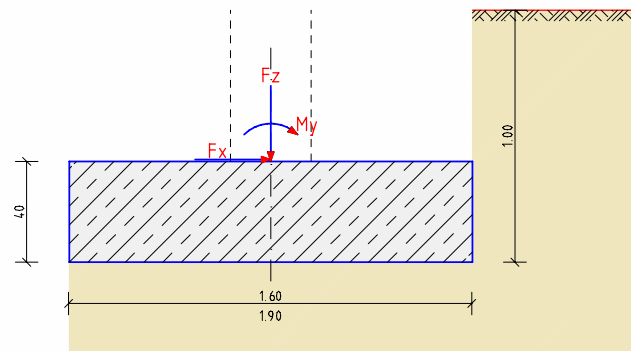
- [1] DIN EN 1997-1:2009-09
- [2] DIN 1054:2010-12
- [3] DIN 4017:2006-03



## POS. 331 Standsicherheits-NW Rechteck

Programm: 083P, Vers: 01.00.000 02/2011

Standsicherheitsnachweise für Rechteckfundament (DIN 1054:2010-12/EN 1997-1)



### Geometrie

Breite des Fundaments

 $b_x = 1.60 \text{ m}$ 

Länge des Fundaments

 $b_y = 1.90 \text{ m}$ 

Fundamentdicke

 $h = 0.40 \text{ m}$ 

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

 $G_k = 30.40 \text{ kN}$ 

Einbindetiefe des Fundaments

 $d = 1.00 \text{ m}$ 

### Charakteristische Bodenkennwerte ab OK Gelände

Nr.	Bodenart	Dicke D [m]	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi$ °	$\delta$ °	$\delta_p$ °	Koh. c kN/m <sup>2</sup>	Koh. cu kN/m <sup>2</sup>
1	Sa2 (n)	10.00	18.00	10.00	32.50	-	-	0.0	90.0

### Charakteristische Belastung (z = Richtung der Vertikalen)

#### EWG Einwirkungsgruppe

- 1 Ständige Einwirkungen
- 2 Veränderliche Lasten Endzustand
- 3 Zusatzlasten G Bauzustand
- 4 Zusatzlasten Q Bauzustand

 Das Bauteileigengewicht wird mit einer Wichte von  $25.0 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.  
 Lasten:  $F$  = Einzelast [kN],  $M$  = Moment [kNm]

Einwirkungen	Last	Kat.	EWG	Wert, k	Alpha
aaaa	Fz	G	1	720.00	-
bbbb	Fz	Q, 1	2	160.00	-
cccc	Fx	G	1	40.00	-
dddd	Fx	Q, 1	2	15.00	-
eeee	Fy	G	1	100.00	-
ffff	Fy	Q, 1	2	25.00	-
gggg	Fx	G	3	50.00	-
hhhh	Fx	Q, 1	4	10.00	-

Kategorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi 0	Psi 1	Psi 2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q, 1	Sonstige Nutz- u. Verkehrslasten	0.80	0.70	0.50	1.50	-

#### Lastfall Einwirkungsgruppen (EWG), Beschreibung

LF	1	1, 2	Ständige Einwirkungen + Veränderliche Lasten Endzustand
----	---	------	---

**Lastfall** | **Einwirkungsgruppen (EWG), Beschreibung**  
 LF 2 | 1-4  
 Ständige Einwirkungen + Veränderliche Lasten Endzustand  
 + Zusatzlaster G Bauzustand + Q Bauzustand

**Geotechnische Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 1054: 2010-12**

Bemessungssituation	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{Rh}$	$\gamma_{Rv}$
BS-P	1.35	1.50	1.40	1.10	1.40

**Nachweis der Klippsicherheits nach DIN EN 1997-1 / DIN 1054: 2010 (GZ EQU)**

Begrenzung:  $zul. ex = bx/2 = 0.80 \text{ m}$ ,  $zul. ey = by/2 = 0.95 \text{ m}$

Teilsicherheitsbeiwerte	Bemessungssit.	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Qdst}$
	BS-P/T	0.90	1.10	1.50

LF Kombination	Vd [kN]	Myd [kNm]	Mxd [kNm]	ex [m]	zul. ex [m]	ey [m]	zul. ey [m]
2 G, inf+Q, N	915.4	47.4	-51.0	0.05	< 0.80	0.06	< 0.95

**Nachweis der Klippsicherheits nach DIN 1054: 2010 (Gebrauchstauglichkeit)**

Ständige Lasten:  $bez. e = ex/bx + ey/by \leq 1/6 = 0.167$   
 Ständige + veränderliche Lasten:  $bez. e = (ex/bx)^2 + (ey/by)^2 \leq 1/9 = 0.111$

Teilsicherheitsbeiwerte (f. Ermittlung von $\sigma_{Ed}$ ): Bem.-Sit.	$\gamma_G$	$\gamma_Q$
BS-P	1.35	1.50

LF Kombination	Vk [kN]	Myk [kNm]	Mxk [kNm]	ex [m]	ey [m]	bez. e	$\sigma_{Ek}$ [kN/m²]	$\sigma_{Ed}$ [kN/m²]
2 G	750.4	36.0	-40.0	0.05	0.05	0.058	278.2	375.6
2 G+Q, N	910.4	46.0	-50.0	0.05	0.05	0.002	339.3	467.0

**Nachweis der Gleitsicherheits nach DIN 1054: 2010-12/DIN EN 1997-1 (GZ GEO-2)**

Ermittlung Endstandsicherheits: Gleitwiderstand  $R_d = N_k \cdot \tan(\delta_t k) / \gamma_{Rh}$   
 Erdwiderstand  $E_{pd} = \text{mob. } E_{pk} / \gamma_{Re}$   
 Ausnutzung =  $T_d / (R_d + E_{pd})$   
 Sohlreibungswinkel  $\delta_t k = 32.50^\circ$

Teilsicherheitsbeiwerte	Bemessungssit.	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_{Rh}$	$\gamma_{Re}$
	BS-P	1.35	1.50	1.10	1.40

LF Kombination	$T_d$ [kN/m]	$N_k$ [kN]	$R_d$ [kN]	$E_{pd}$ [kN]	Ausnutzung
2 G+Q, N	234.6	910.4	527.3	0.0	0.44 < 1

**Nachweis der Grundbruchsicherheits (DIN 1054: 2010 / DIN 4017: 2006, GZ GEO-2)**

Teilsicherheitsbeiwerte	Bemessungssituation	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_{Rv}$
	BS-P	1.35	1.50	1.40

LF Kombination	Ri. [-]	b' [m]	a' [m]	Nd [kN]	Rnk [kN]	Rd [kN]	Ausnutzg. = Nd/Rd [-]
2 G+Q, N	x	1.50	1.79	1253.0	1750.5	1250.4	1.00 = 1

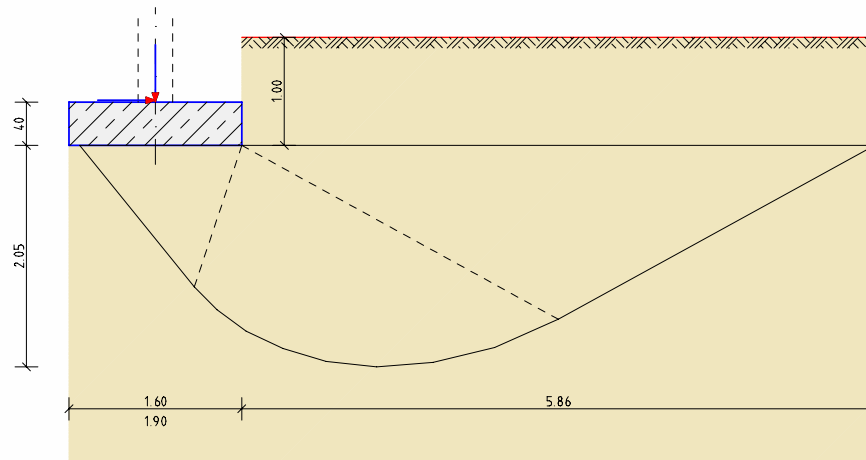
Nachweis in x-Richtung für Lastfall 2, Kombination G+Q, N  
 $N_k / Nd = 910.4 / 1253.0 \text{ kN}$   $H_{bk} / H_{ak} = 115.0 / 125.0 \text{ kN}$



Rechnerische Breite $b'$	$b' = b - 2 \cdot e_{bk}$	$b' = 1.50 \text{ m}$
Rechnerische Länge $a'$	$a' = a - 2 \cdot e_{ak}$	$a' = 1.79 \text{ m}$
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		$\max. ds = 2.05 \text{ m}$
Tragfähigkeitsbeiwerte	$N_{b0} = 15.03$	$N_{d0} = 24.58$
Lastneigungsbeiwerte	$i_b = 0.597$	$i_d = 0.734$
Formbeiwerte	$nue_b = 0.749$	$nue_d = 1.450$
		$N_{c0} = 37.02$
		$i_c = 0.723$
		$nue_c = 1.469$

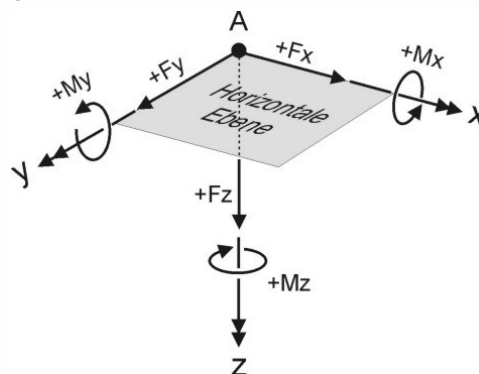
Charakteristischer Grundbruchwiderstand  $R_{nk} = 1750.5 \text{ kN}$   
 Grundbruchwiderstand  $R_d = R_{nk} / \gamma_R = 1750.5 / 1.40 = 1250.4 \text{ kN}$

**Ausnutzungsgrad**  $N_d / R_d = 1253.0 / 1250.4 = 1.00 = 1$



### Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.):

Die Kraftartenrichtungen sind auf das globale Koordinatensystem bezogen. Dabei sind die Beträge der Kraftarten  $F$  in [kN] und  $M$  in [kNm].



LF	Lager	Kraft	G	Q, 1	Summe, k
1	1	Fx	40.00	15.00	55.00
		Fy	100.00	25.00	125.00
		Fz	750.40	160.00	910.40
		Mx	-40.00	-10.00	-50.00
		My	16.00	6.00	22.00
2	1	Fx	90.00	25.00	115.00
		Fy	100.00	25.00	125.00
		Fz	750.40	160.00	910.40
		Mx	-40.00	-10.00	-50.00
		My	36.00	10.00	46.00

### SETZUNGSBERECHNUNG

Programm: 083R, Vers: 01.00.000 02/2011

Setzungsrelevante Einwirkungskategorien und Lastfälle

Einwirkungskategorien: G/Q, 1

Lastfälle: 1

Abschätzung der Setzungen für starres Rechteck-Fundament nach DIN 4019 / EVB

### Bodenkennwerte ab UK Fundament

Schicht-Nr.	Schichtdicke z [m]	Mittl. Zusammendrückungsmodul $E_m$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1	5.00	45.00

### Lastzusammenstellung (charakteristische Kombination G+Q)

LF	Vk kN	Myk kNm	Mxk kNm	exk m	eyk m
1	910.4	22.0	-50.0	0.024	0.055

### Setzungsermittlung (Fundament wird als starr angenommen)

LF	Vk [kN]	redbx [m]	redby [m]	sigkm [kN/m <sup>2</sup> ]	sm [mm]	tan ay [-]	dsx [mm]	tan ax [-]	dsy [mm]	s1	s2	s3	s4
1	910.4	1.60	1.90	299.5	8	0.000393	0	0.000702	1	9	8	7	8

### Ermittlung der Setzung für LF 1

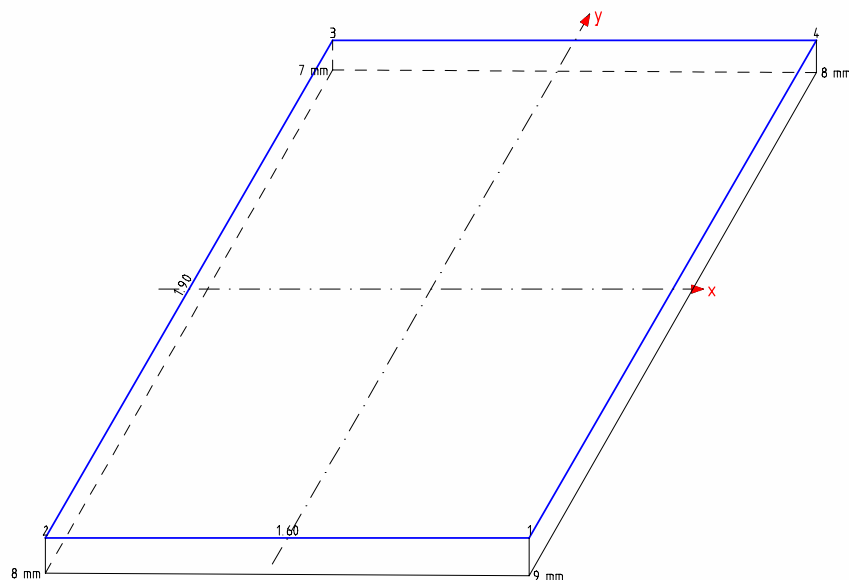
Vk = 910.4 kN, Myk/Mxk = 22.0 / -50.0 kNm, redbx/redby = 1.60 / 1.90 m

Mittlere Sohlpressung  $\sigma_m$  = 299.5 kN/m<sup>2</sup> mittlere Setzung  $s_m$  = 8 mm

Verkantung um die y-Achse: tan ay = 0.000393 delta sx = 0 mm

Verkantung um die x-Achse: tan ax = 0.000702 delta sy = 1 mm

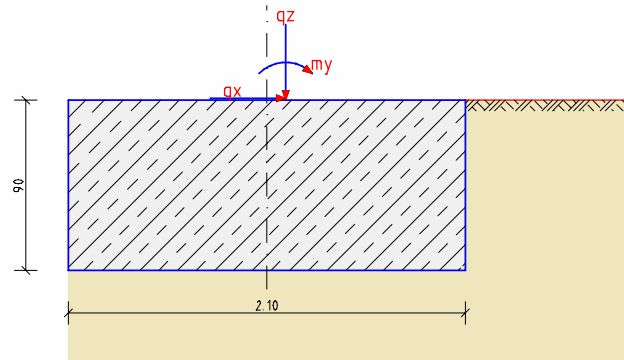
Überlagerung: Setzungen s1 = 9 mm, s2 = 8 mm, s3 = 7 mm, s4 = 8 mm



## POS. 332 Standsicherheits-NW Streifen

Programm: 083P, Vers: 01.00.000 02/2011

Standsicherheitsnachweise für Streifenfundament (DIN 1054:2010-12/EN 1997-1)



### Geometrie

Breite des Fundaments	$b_x =$	2.10	m
Fundamentdicke	$h =$	0.90	m
Eigenlast Fundament ( $\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$ )	$G_k =$	47.25	kN/m
Einbindetiefe des Fundaments	$d =$	0.90	m
Exzentri zität der Verti kal kräfte	$e_x' =$	0.10 m, $e_y' =$	- m

### Charakteri stische Bodenkennwerte ab OK Gel ände

Nr.	Bodenart	Dicke D [m]	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi$ °	$\delta$ °	$\delta_p$ °	Koh. c kN/m <sup>2</sup>	Koh. cu kN/m <sup>2</sup>
1	Sa4 (n)	10.00	20.00	12.00	35.00	-	-	10.0	0.0

### Baugrundbeschreibung für den Nachweis zulässiger Sohlwiderstände

 Baugrund: Nichtbindiger Boden Lagerungsdichte: mitteldicht  
 Bauwerk: setzungsempfindlich

### Charakteri stische Belastung (z = Richtung der Verti kal en)

 Das Bauteileigengewicht wird mit einer Wichte von  $25.0 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.  
 Lasten:  $q =$  Liniellast [kN/m],  $m =$  Liniemoment [kNm/m]

Einwirkungen	Last	Kat.	Wert, k	Al pha
Ständige Lasten V	qz	G	350.00	-
Veränderliche Lasten V	qz	Q, 1	120.00	-
Ständige Lasten H	qx	G	65.00	-
Veränderliche Lasten H	qx	Q, 1	20.00	-

Kate- gorie	Bezeichnung	Komb. -Beiwerte			Gamma	
		Psi 0	Psi 1	Psi 2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q, 1	Sonstige Nutz- u. Verkehrslasten	0.80	0.70	0.50	1.50	-

### Geotechnische Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 1054:2010-12

Bemessungssituation	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{Rh}$	$\gamma_{Rv}$
BS-P	1.35	1.50	1.40	1.10	1.40

### Nachweis der Kippstabilität nach DIN EN 1997-1 / DIN 1054:2010 (GZ EQU)

 Begrenzung:  $\text{zul. } e_x = b_x/2 = 1.05 \text{ m}$ ,  $\text{zul. } e_y = b_y/2 = - \text{ m}$ 

Teilsicherheitsbeiwerte	Bemessungssit.	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Qdst}$
	BS-P/T	0.90	1.10	1.50

LF Kombi nation	Vd	Myd	Mxd	ex	zul . ex	ey	zul . ey
-	[kN/m]	[— kNm/m —]	[— m —]	[— m —]			
1 G, sup+Q, N	607.5	147.9	-	0.24	< 1.05	-	-

**Nachweis der Klippsicherheit nach DIN 1054: 2010 (Gebrauchstauglichkeit)**

Ständige Lasten:  $\text{bez. } e = e_x/b_x + e_y/b_y \leq 1/6 = 0.167$   
 Ständige + veränderliche Lasten:  $\text{bez. } e = (e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 \leq 1/9 = 0.111$

Teilsicherheitsbeiwerte (f. Ermittlung von  $\sigma_{Ed}$ ): Bem.-Sit.  $\gamma_{G,0}$   $\gamma_{G,1}$   
 BS-P 1.35 1.50

LF Kombi nation	Vk	Myk	Mxk	ex	ey	bez. e	$\sigma_{Ek}$	$\sigma_{Ed}$
-	[kN/m]	[— kNm/m —]	[— m —]	[— m —]	[— ]		[— kN/m <sup>2</sup> —]	
1 G	397.3	93.5	-	0.24	-	0.112	243.8	329.2
1 G+Q, N	517.3	123.5	-	0.24	-	0.013	318.8	441.5

**Nachweis der Gleitsicherheit nach DIN 1054: 2010-12/DIN EN 1997-1 (GZ GE0-2)**

Ermittlung Endstandsicherheit: Gleitwiderstand  $R_d = N_k \cdot \tan(\delta_k) / \gamma_{Rh}$   
 Erdwiderstand  $E_{pd} = \text{mob. } E_{pk} / \gamma_{Re}$  Ausnutzung =  $T_d / (R_d + E_{pd})$   
 Sohlreibungswinkel  $\delta_k = 35.00^\circ$

Teilsicherheitsbeiwerte Bemessungssit.  $\gamma_{G,0}$   $\gamma_{G,1}$   $\gamma_{Rh}$   $\gamma_{Re}$   
 BS-P 1.35 1.50 1.10 1.40

LF Kombi nation	Td	Nk	Rd	Epd	Ausnutzung
-	[— kN/m —]	[— kN/m —]	[— kN/m —]	[— ]	[— ]
1 G+Q, N	117.8	517.3	329.3	0.0	0.36 < 1

**Nachweis des zulässigen Sohlwiderstands für Regelfälle (DIN 1054: 2010/A6.10)**

Teilsicherheitsbeiwerte (f. Ermittlung von  $\sigma_{ged}$ ): Bem.Sit.  $\gamma_{G,0}$   $\gamma_{G,1}$   
 BS-P 1.35 1.50

LF Kombi nation	Ri.	Vk	Vd	Myk	Mxk	bx'	by'	$\sigma_{ged}$	$\sigma_{grd}$
-		[— kN/m —]	[— kN/m —]	[— kNm/m —]	[— m —]	[— m —]	[— ]	[— kN/m <sup>2</sup> —]	
1 G+Q, N	x	517.3	716.3	123.5	-	1.62	1.00	441	< 471

Nachweis in x-Richtung für Lastfall 1, Kombination G+Q, N  
 $V_k / V_d = 517.3 / 716.3 \text{ kN/m}$   $M_{yk} / M_{xk} = 123.5 / - \text{ kNm/m}$   
 Rechnerische Breite  $b' = b - 2 \cdot e_{bk}$   $b' = 1.62 \text{ m}$   
 Rechnerische Länge  $a' = a - 2 \cdot e_{ak}$   $a' = 1.00 \text{ m}$   
 Vorhandene Sohlpressung  $\sigma_{ged} = V_d / (b' \cdot a') = 716.3 / 1.62 = 441 \text{ kN/m}^2$

Grundwert aus Tabelle A 6.1 (Grundbruch)  $\sigma_{grd10} = 674 \text{ kN/m}^2$   
 Abminderungsfaktor wegen Horizontal last  $f_h = 0.698$   
 Zulässiger Sohlwiderstand  $\sigma_{grd1} = 471 \text{ kN/m}^2$

Grundwert aus Tabelle A 6.2 (Grundbruch/Setzung)  $\sigma_{grd20} = 475 \text{ kN/m}^2$   
 Zulässiger Sohlwiderstand  $\sigma_{grd2} = 475 \text{ kN/m}^2$

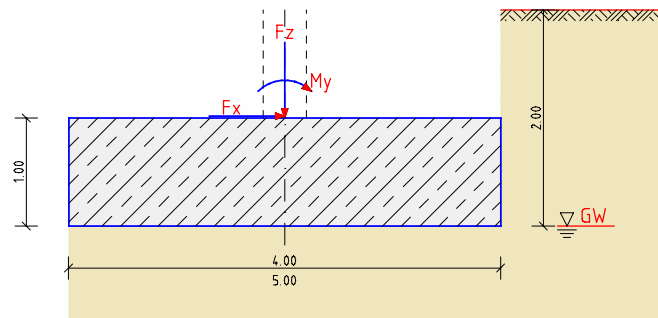
**Nachweis:** **Ausnutzungsgrad =  $\sigma_{ged} / \sigma_{grd} = 441 / 471 = 0.94 < 1$**

Zu erwartende Setzung für mittige Belastung und volle Ausnutzung ca. 2.0 cm  
 Bei außermittiger Belastung ist u.U. die Verdrehung zusätzlich zu ermitteln.

## POS. 333 Standsicherheits-NW Rechteck

Programm: 083P, Vers: 01.00.000 02/2011

Standisicherheitsnachweise für Rechteckfundament (DIN 1054: 2010-12/EN 1997-1)



### Geometrie

Breite des Fundaments	$b_x = 4.00$ m
Länge des Fundaments	$b_y = 5.00$ m
Fundamentdicke	$h = 1.00$ m
Einbindetiefe des Fundaments	$d = 2.00$ m
Grundwasserstand unter OK Gelände	$h_w = 2.00$ m

### Charakteristische Bodenkennwerte ab OK Gelände

Nr.	Bodenart	Dicke D [m]	gamma kN/m <sup>3</sup>	gamma' kN/m <sup>3</sup>	phi °	delta a °	delta p °	Koh. c kN/m <sup>2</sup>	Koh. cu kN/m <sup>2</sup>
1	Sa1 (n)	3.50	18.00	11.00	30.00	-	-	0.0	0.0
2	Ton1 (b)	3.50	20.00	12.00	25.00	-	-	5.0	0.0
3	Ton2 (b)	4.00	18.00	10.00	22.50	-	-	2.0	0.0

### Charakteristische Belastung (z = Richtung der Vertikalen)

Lasten:  $F$  = Einzellast [kN],  $M$  = Moment [kNm]

Einwirkungen	Last Kat.	Wert, k	Alpha
aus Stütze G	Fz G	5100.00	-
aus Stütze Q	Fz Q, 1	1810.00	-

Kategorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi 0	Psi 1	Psi 2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q, 1	Sonstige Nutz- u. Verkehrslasten	0.80	0.70	0.50	1.50	-

### Geotechnische Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 1054: 2010-12

Bemessungssituation	gamma, G	gamma, Q	gamma, Re	gamma, Rh	gamma, Rv
BS-P	1.35	1.50	1.40	1.10	1.40

### Nachweis der Kippstabilität nach DIN EN 1997-1 / DIN 1054: 2010 (GZ EQU)

Begrenzung:  $zul. ex = b_x/2 = 2.00$  m,  $zul. ey = b_y/2 = 2.50$  m

Teilsicherheitsbeiwerte	Bemessungssit.	gamma, Gstb	gamma, Gdst	gamma, Qdst
	BS-P/T	0.90	1.10	1.50

LF Kombination	Vd [kN]	Myd [kNm]	Mxd [kNm]	ex [m]	zul. ex [m]	ey [m]	zul. ey [m]
1 G, sup+Q, N	8325.0	0.0	0.0	0.00 <	2.00	0.00 <	2.50



**Nachweis der Klippsicherheits nach DIN 1054: 2010**
**(Gebrauchstauglichkeit)**

Ständige Lasten:

$$\text{bez. } e = e_x/b_x + e_y/b_y \leq 1/6 = 0.167$$

Ständige + veränderliche Lasten:

$$\text{bez. } e = (e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 \leq 1/9 = 0.111$$

 Teilsicherheitsbeiwerte (f. Ermittlung von  $\sigma_{Ed}$ ): Bem.-Sitt.  $\gamma_{G,0}$   $\gamma_{G,0}$ 

BS-P 1.35 1.50

LF Kombination	Vk [kN]	Myk [kNm]	Mxk [kNm]	$e_x$ [m]	$e_y$ [m]	bez. e [-]	$\sigma_{Ek}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{Ed}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1 G	5100.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.000	255.0	344.3
1 G+Q, N	6910.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.000	345.5	480.0

**Nachweis der Grundbruchsicherheit (DIN 1054: 2010 / DIN 4017: 2006, GZ GEO-2)**

 Teilsicherheitsbeiwerte Bemessungssituation  $\gamma_{G,0}$   $\gamma_{G,0}$   $\gamma_{Rv}$ 

BS-P 1.35 1.50 1.40

LF Kombination	Ri. [-]	b' [m]	a' [m]	Nd [kN]	Rnk [kN]	Rd [kN]	Ausnutzg. = Nd/Rd [-]
1 G+Q, N	x	4.00	5.00	9600.0	16252.3	11608.8	0.83 < 1

Nachweis in x-Richtung für Lastfall 1, Kombination G+Q, N

$$N_k / N_d = 6910.0 / 9600.0 \text{ kN}$$

$$H_{bk} / H_{ak} = 0.0 / 0.0 \text{ kN}$$

$$\text{Rechnerische Breite } b' = b - 2 \cdot e_{bk}$$

$$b' = 4.00 \text{ m}$$

$$\text{Rechnerische Länge } a' = a - 2 \cdot e_{ak}$$

$$a' = 5.00 \text{ m}$$

Gewichteter Reibungswinkel

$$\phi = 25.52^\circ$$

Gewichtete Kohäsion

$$c = 3.23 \text{ kN/m}$$

Gewichtetes Raumgewicht über Sohle

$$\gamma_1 = 18.00 \text{ kN/m}^3$$

Gewichtetes Raumgewicht unter Sohle

$$\gamma_2 = 11.56 \text{ kN/m}^3$$

Länge der Grundbruchfuge

$$L = 13.42 \text{ m}$$

Tiefe der Grundbruchfuge

$$\text{max. } d_s = 5.47 \text{ m}$$

Tragfähigkeitsbeiwerte

$$N_{b0} = 4.90$$

$$N_{d0} = 11.26$$

$$N_{c0} = 21.49$$

Formbeiwerte

$$\eta_{b0} = 0.760$$

$$\eta_{d0} = 1.345$$

$$\eta_{c0} = 1.378$$

Charakteristischer Grundbruchwiderstand

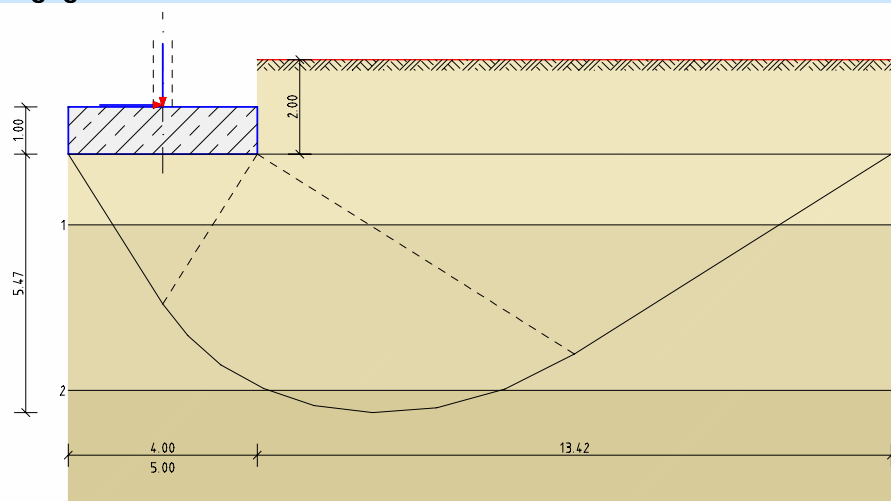
$$R_{nk} = 16252 \text{ kN}$$

Grundbruchwiderstand

$$R_d = R_{nk} / \gamma_{Rv} = 16252 / 1.40 = 11609 \text{ kN}$$

**Ausnutzungsgrad**

$$N_d / R_d = 9600.0 / 11609 = 0.83 < 1$$





### W e i t e r l e i t u n g d e r E i n w i r k u n g e n ( c h a r a k t . ) :

Die Kraftarttrichtungen sind auf das globale Koordinatensystem bezogen. Dabei sind die Beträge der Kraftarten  $F$  in [kN] und  $M$  in [kNm].

Lager	Kraft	G	Q, 1	Summe, k
1	Fz	5100.0	1810.0	6910.0

### SETZUNGSBERECHNUNG

Programm: 083R, Vers: 01.00.000 02/2011

Setzungsrelevante Einwirkungskategorien und Lastfälle

Einwirkungskategorien: G/Q, 1

Lastfälle: 1

Abschätzung der Setzungen für starres Rechteck-Fundament nach DIN 4019 / EVB

### Bodenkennwerte ab UK Fundament

Schicht-Nr.	Schichtdicke $z$ [m]	Mittl. Zusammendrückungsmodul $E_m$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1	1.50	37.50
2	3.50	30.00
3	4.00	50.00

### Lastzusammenstellung (charakteristische Kombination G+Q)

LF	Vk	Myk	Mxk	exk	eyk
—	kN	kNm	kNm	m	m
1	6910.0	0.0	0.0	0.000	0.000

### Setzungsermittlung (Fundament wird als starr angenommen)

LF	Vk	redbx	redby	sigkm	sm	tan ay	dsx	tan ax	dsy	s1	s2	s3	s4
[kN]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[mm]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	mm	mm	mm	mm
1	6910.0	4.00	5.00	345.5	28	0.000000	0	0.000000	0	28	28	28	28

### Ermittlung der Setzung für LF 1

Vk = 6910.0 kN, Myk/Mxk = 0.0/ 0.0 kNm, redbx/redby = 4.00/ 5.00 m  
Mittlere Sohlpressung  $\sigma_m = 345.5$  kN/m<sup>2</sup> mittlere Setzung  $s_m = 28$  mm

