

## Entwurf der Abmessungen von Flachgründung

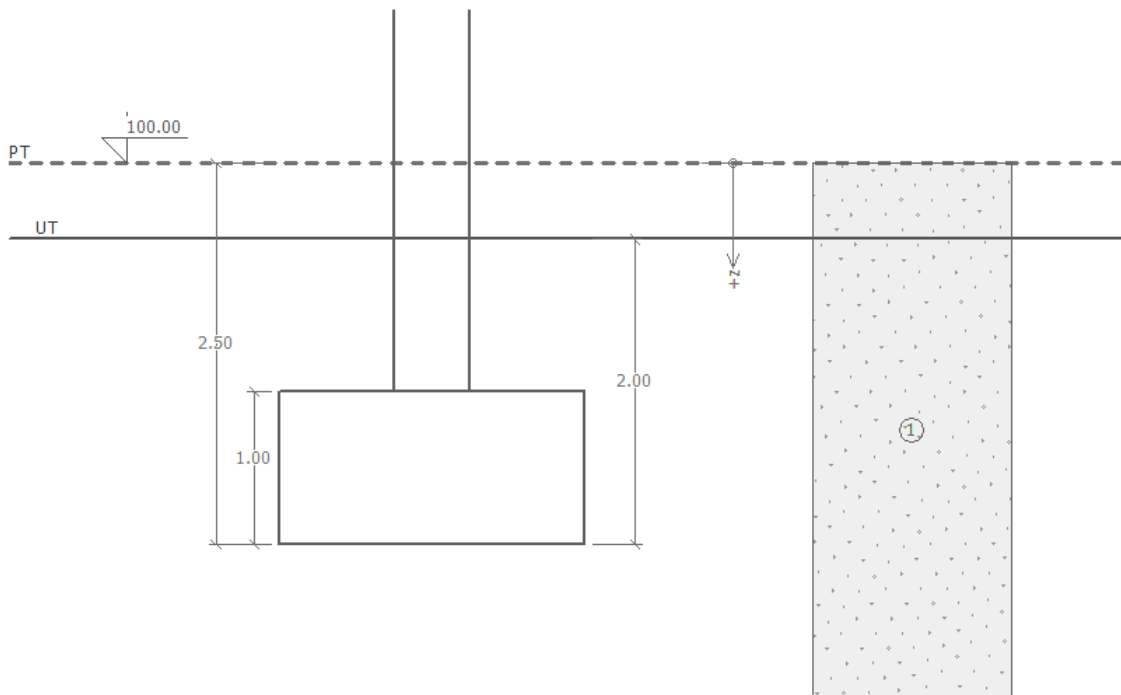
Programm: Einzelfundament

Datei: Demo\_manual\_09.gpa

In diesem technischen Handbuch zeigen wir Ihnen, wie Sie einfach und effektiv eine Flachgründung entwerfen und berechnen können.

### Eingabe der Aufgabe

Entwerfen Sie die Abmessungen des zentrischen Einzelfundaments gemäß EN 1997-1 (EC 7-1, NP1). Die Bemessungsbelastung der Stützen wirkt auf der oberen Grundfläche des Einzelfundaments. Die einzelnen einzugebenden Lasten sind:  $N, H_x, H_y, M_x, M_y$ . Die Geländeoberfläche ist horizontal, der Gründungsboden besteht aus mittel verdichtetem Sand mit einer Beimischung von feinkörnigem Boden (S3). Die Fundamenttiefe liegt 2,5 m unter dem ursprünglichen Gelände.



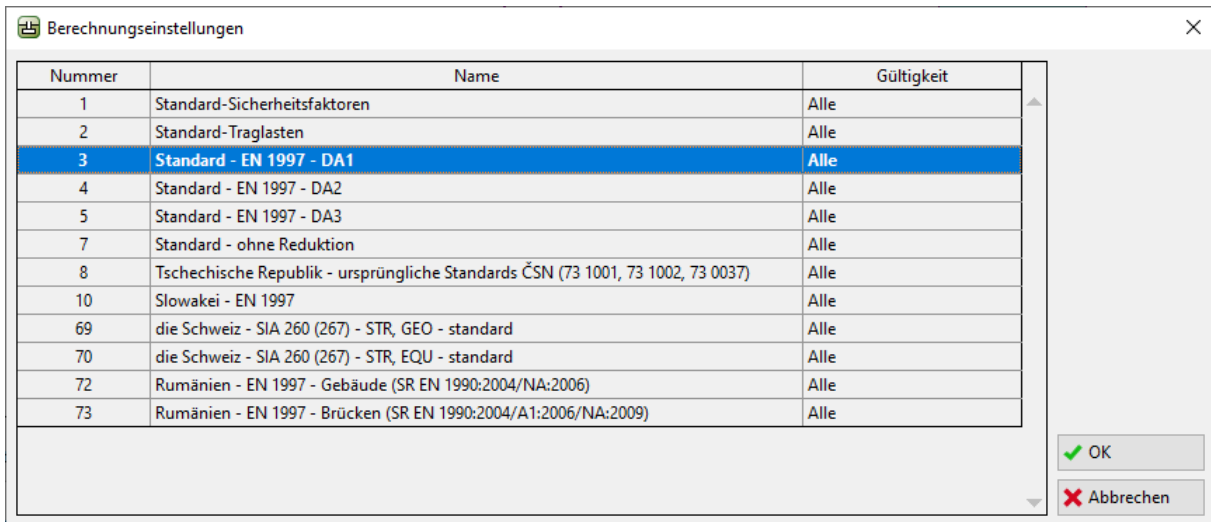
*Schemazeichnung der Eingabe der Aufgabe – Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit des Einzelfundaments*

### Lösung

Um diese Aufgabe zu berechnen, verwenden wir das Programm GEO5 - Einzelfundament. Im folgenden Text werden wir die Lösung des Problems Schritt für Schritt durchgehen. Zuerst werden wir alle Eingabedaten in die einzelnen Fenster eingeben und anschließend im Fenster "Geometrie" unseren eigenen Entwurf des Einzelfundaments durchführen.

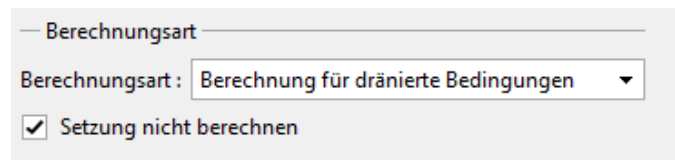
## Eingabe der Eingangsdaten

Klicken Sie zunächst im Fenster "Einstellung" auf die Schaltfläche "Einstellung auswählen" (unten links auf dem Bildschirm) und wählen Sie die Berechnungseinstellungen Nr. 3 - "Standard - EN 1997, DA1" aus.



Dialogbox „Berechnungseinstellungen“

Geben Sie in der unteren rechten Ecke die Berechnungsmethode des Einzelfundaments ein. In unserem Fall handelt es sich um eine "Berechnung für dränierte Bedingungen". **Die Setzung des Einzelfundaments ist nicht Gegenstand der Lösung dieses Handbuchs** (die Setzung des Einzelfundaments wird im folgenden technischen Handbuch Nr. 10 behandelt).



Fenster „Einstellung“

*Hinweis: Standardmäßig werden die Flachgründungen unter dränierten Bedingungen mithilfe der effektiven Parameter der Bodenscherfestigkeit überprüft ( $\varphi_{ef}, c_{ef}$ ). Die Berechnung unter undrännierten Bedingungen erfolgt bei kohäsiven Böden und kurzfristiger Belastung mithilfe der totalen Parameter der Scherfestigkeit ( $\varphi_u, c_u$ ). Gemäß EC 7-1 wird bei undrännierten Bedingungen nur der Einfluss der Kohäsion betrachtet, der totale Winkel der inneren Reibung des Bodens ist gleich Null ( $\varphi_u = 0$ ).*

Im nächsten Schritt geben wir die folgenden Bodenparameter ein und ordnen diese dem geologischen Profil zu. Zuerst öffnen wir das Fenster "Böden", in dem wir über die Schaltfläche "Hinzufügen" einen neuen Boden mit den folgenden Eigenschaften hinzufügen. Dann fügen wir diesen dem Profil im Fenster "Zuordnung" hinzu.

Boden, Gestein (Spezifikation, Zuordnung)	Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Winkel der inneren Reibung $\varphi_{ef}$ [°]	Kohäsion des Bodens $c_{ef}$ [kPa]	Wichte des gesättigten Bodens $\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
S3, mittel verdichtet	17,5	29,5	0,0	18,0

Tabelle mit der Bodenparametern

Bodeneigenschaften bearbeiten
✕

**Identifikation**

Name :

**Grunddaten** ?

Wichte :  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>]

Winkel der inneren Reibung :  $\varphi_{ef} =$   [°]

Kohäsion des Gesteins :  $c_{ef} =$   [kPa]

**Auftrieb** ?

Art der Auftriebsberechnung :

Wichte des gesättigten Bodens :  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

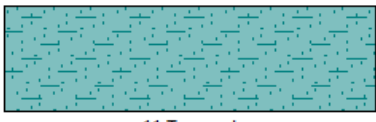
**Darstellung**

Probenkategorie :

Suchen :

Untergruppe :

Muster :



11 Tonsand

Farbe :

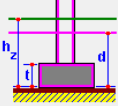
Hintergrund :

Sättigung <10 - 90> :  [%]

Klassifizieren
Löschen
OK
Abbrechen

Fenster „Böden“ – Hinzufügen des Bodens S3

Dann wechseln wir zum Fenster "Gründung", wo wird den Fundamenttyp eingegeben. Wir wählen die Option "Zentrisches Einzelfundament" und bestimmen weiter die Abmessungen des Fundaments. Die Tiefe vom ursprünglichen Gelände beträgt 2,5 m, die Tiefe der Gründungssohle 2,0 m, die Dicke des Fundaments 1,0 m und die Neigung des modifizierten Geländes und der Gründungssohle mit 0 °. Wir geben auch die Wichte der Auflagerung mit  $\gamma_1 = 20 \text{ kN/m}^3$  ein, die die Verfüllung des Einzelfundaments nach der Fertigstellung repräsentiert.

Fundamenttyp	Abmessungen	Gründung
zentrisches Einzelfundament	Tiefe vom urspr. Gelände: $h_z = 2,50$ [m] Tiefe der Gründungssohle: $d = 2,00$ [m] Fundamentdicke: $t = 1,00$ [m]	Wichte der Auflagerung: $\gamma_1 = 20,00$ [kN/m <sup>3</sup> ]
	Neigung des veränderten Geländes: $s_1 = 0,00$ [°] Neigung der Gründungssohle: $s_2 = 0,00$ [°]	

### Fenster „Gründung“

*Hinweis: Die Tiefe der Gründungssohle hängt von vielen wichtigen Faktoren ab – von natürlichen und klimatischen Einflüssen, ingenieurgeologischen und hydrogeologischen Bedingungen. Mit Rücksicht auf das Durchfrieren der Gründungssohle ist die empfohlene Tiefe in der Tschechischen Republik ebenso wie in Deutschland min. 0,8 m unter der Geländeoberfläche. Für feinkörnige kohäsive Böden wird ein noch höherer Wert von bis zu 1,6 m empfohlen. Bei der Überprüfung der Tragfähigkeit der Flachgründung wird die Fundamenttiefe als minimaler vertikaler Abstand zwischen der Gründungssohle und dem modifizierten Gelände betrachtet.*

Geben Sie im Fenster "Belastung" die Komponenten der Kräfte und Momente ein, die auf die obere Grundfläche des Fundaments wirken:  $N, H_x, H_y, M_x, M_y$ . Wir haben diese Werte von Lastkombinationen durch eine vorherige Berechnung aus einem statischen Programm erhalten und können sie daher über die Schaltfläche "Importieren" in unsere Berechnung importieren (weitere Informationen finden Sie unter dem Link zu online Help: <http://www.fine.cz/napoveda/geo5/cs/import-tabulkovych-dat-01/>). Die Datei, aus der wir die Daten importieren, ist Teil der GEO5-Installation und befindet sich in öffentlichen Dokumenten im Ordner "FINE".

Nummer	Belastung		Name	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]	Typ
	neue	Änderung							
1	Ja		Belastung	2500,00	150,00	200,00	100,00	75,00	Bemessungs
2	Ja		Belastung	1755,00	92,00	114,00	57,00	43,00	Gebrauchs
3	Ja		Belastung	2170,00	110,00	165,00	85,00	60,00	Bemessungs
4	Ja		Belastung	1523,00	77,00	116,00	59,00	42,00	Gebrauchs
5	Ja		Belastung	1850,00	105,00	120,00	65,00	30,00	Bemessungs
6	Ja		Belastung	1295,00	74,00	86,00	32,00	13,00	Gebrauchs
7	Ja		Belastung	1920,00	135,00	160,00	95,00	70,00	Bemessungs
8	Ja		Belastung	1637,00	96,00	108,00	64,00	23,00	Gebrauchs

### Fenster „Belastung“ – Ergebnis des Imports der Belastung

*Hinweis: Für die Bemessung des Fundaments ist immer nur die Bemessungslast (Berechnungslast) entscheidend, aber im Falle der Bemessungsmethode nach EN 1997-1 – DA1 müssen jedoch die Werte der Nutzlast (Verkehrslast) eingegeben werden, da das Programm zwei Bemessungskombinationen berechnet.*

Wir werden das Fenster "Geometrie" vorerst überspringen. In diesem Fenster wird der Entwurf der Abmessungen des Einzelfundaments automatisch entworfen, sodass alle anderen Daten zuerst eingegeben werden müssen.

Im Fenster „Gründungssohle“ werden wir die Standardoption belassen, Informationen aus dem geologischen Profil zu übernehmen.

Gründungssohle:

### Fenster „Gründungssohle“

Wir werden das "Kiessandpolster" nicht eingeben, da wir durchlässige nichtbindigen Boden in der Ebene der Gründungssohle betrachten.

*Hinweis: Sandkiesbetten werden nicht mehr so häufig verwendet, da es in Gebieten mit bindigen Böden viele Fälle gab, in denen der Boden des Fundaments durch den Einfluss von Grundwasser stark durchfeuchtet wurde. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Sandkiesbett ohne Drainage selbst als Drainage fungiert.*

Im Fenster "Material" geben wir die Materialeigenschaften des Einzelfundaments - die Wichte  $\gamma = 23 \text{ kN/m}^3$  und die Parameter für die Dimensionierung der Bewehrung ein - Betonklasse C 20/25 und Stahl B500.

Konstruktionswichte:  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>]

Beton	Längsbewehrung	Querbewehrung
<input type="button" value="Katalog"/> <input type="button" value="Definieren"/>	<input type="button" value="Katalog"/> <input type="button" value="Benutzerdef."/>	<input type="button" value="Katalog"/> <input type="button" value="Benutzerdef."/>
<b>C 20/25</b> $f_{ck} = 20,00$ MPa $f_{ctm} = 2,20$ MPa $E_{cm} = 30000,00$ MPa	<b>B500</b> $f_{yk} = 500,00$ MPa	<b>B500</b> $f_{yk} = 500,00$ MPa

Fenster „Material“

Das Fenster „Auflast“ werden wir überspringen, da es keine Auflast um das Fundament gibt.

*Hinweis: Die Auflast um das Einzelfundament herum hat nur Einfluss auf die Setzungsberechnung und die Drehung des Fundaments, nicht aber auf dessen Tragfähigkeit. Im Fall vertikaler Tragfähigkeit würde sich dies immer positiv auswirken und keine uns bekannte Theorie erlaubt es, diesen Effekt zu berücksichtigen.*

Anschließend wählen wir im Fenster "Phaseneinstellung" die ständige Bemessungssituation aus. Damit ist die grundlegende Eingabe der Eingangsdaten abgeschlossen.

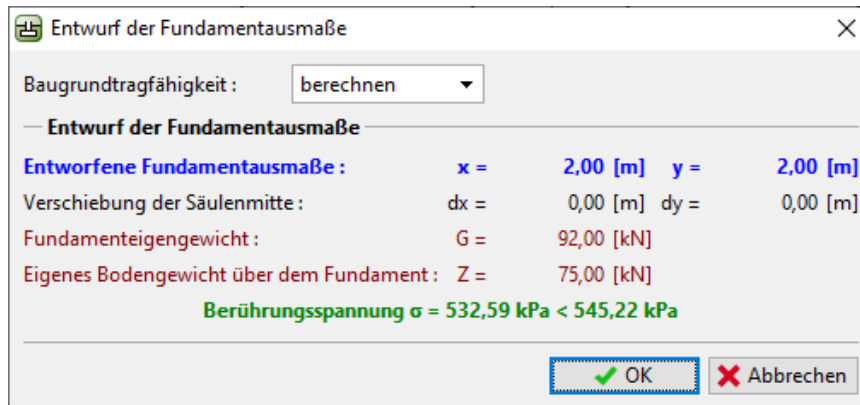
Bemessungssituation :

Fenster „Phaseneinstellung“

## Entwurf der Abmessungen des Einzelfundaments

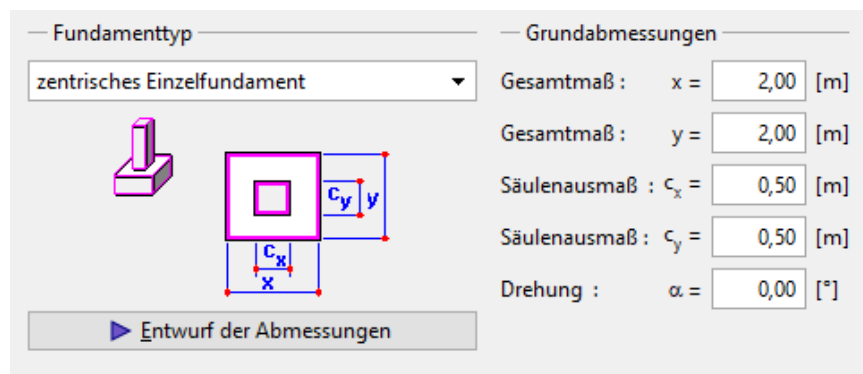
Nun gehen wir zum Fenster "Geometrie", wo wir auf die Schaltfläche "Entwurf der Abmessungen" klicken, die automatisch die minimal erforderlichen Abmessungen des Fundaments berechnet. Diese Abmessungen können später angepasst werden.

Im der neu geöffneten Dialogbox haben wir die Möglichkeit, die Baugrundtragfähigkeit  $R_d$  manuell einzugeben oder vom Programm automatisch berechnen zu lassen. Wir wählen die Möglichkeit „berechnen“. Das Programm analysiert automatisch das Fundamentgewicht und das Gewicht des Bodens zusammen mit den eingegebenen Parametern (Boden, Profil, Belastung, Einstellung usw.) unterhalb des Fundaments und bestimmt dessen Mindestabmessungen.



Dialogbox „Entwurf der Fundamentausmaße“

Anschließend bestätigen wir den Entwurf mit der Schaltfläche "OK" und die Abmessungen werden in die Eingabefelder unten links auf dem Bildschirm übertragen. Wir werden die Abmessungen beider Säulen als 0,5 m eingeben und die Drehung des Einzelfundaments werden wir nicht betrachten.



Fenster „Geometrie“

*Hinweis: Der Entwurf des zentrischen und exzentrischen Einzelfundament erfolgt immer so, dass die Abmessungen des Einzelfundaments so klein wie möglich sind und das Einzelfundament die vertikale Tragfähigkeit erfüllt. Die Option "Eingabe" ermöglicht den Entwurf der Abmessungen des Einzelfundaments für die eingegebene Baugrundtragfähigkeit festzulegen.*

*Hinweis: Für anspruchslöse Bauwerke (statisch bestimmte Konstruktionen unter einfachen Fundamentverhalten) kann im Programm ein Tabellenwert der Tragfähigkeit  $R_d$  eingegeben werden. In anderen Fällen (z. B. statisch unbestimmte Konstruktionen) wird die Baugrundtragfähigkeit  $R_d$  immer durch Berechnung nachgewiesen.*

Im Fenster „Tragfähigkeit“ werden wir eine Überprüfung der entworfenen Abmessungen des zentrischen Einzelfundaments durchführen. Wir werden den Erdwiderstand beim Nachweis nicht betrachten.

**Nachweis der Tragfähigkeit des Einzelfundamentes - 1.GZ**  
**Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit**  
 Form der Berührungsspannung: Rechteck  
 Der ungünstigste Lastfall Nummer 2. (Belastung)

Bemessungstragfähigkeit des Baugrunbes  $R_d = 545,22$  kPa  
 Extreme Berührungsspannung  $\sigma = 532,59$  kPa  
 Vertikale Tragfähigkeit **GENÜGT**

**Nachweis der Belastungsexzentrizität**  
 Max. Exzentrizität in Richtung der Länge des Einzelfundamentes  $e_x = 0,019 < 0,333$   
 Max. Exzentrizität in Richtung der Breite des Einzelfundamentes  $e_y = 0,049 < 0,333$   
 Max. räumliche Exzentrizität  $e_z = 0,052 < 0,333$   
 Exzentrizität der Fundamentbelastung **GENÜGT**

**Nachweis der horizontalen Tragfähigkeit**  
 Der ungünstigste Lastfall Nummer 7. (Belastung)

Horizontale Fundamenttragfähigkeit  $R_{dH} = 1180,77$  kN  
 Extreme Horizontalkraft  $H = 118,00$  kN  
 Horizontale Tragfähigkeit **GENÜGT**  
 Fundamenttragfähigkeit **GENÜGT**

**Berechnung:**  
 Maxima automatisch auswählen  
 Vertikale Tragfähigkeit  
 Horizontale Tragfähigkeit  
 Erdwiderstand: nicht betrachtet  
 Form der Kontaktspannung: Rechteck

**Nachweis**  
 VERTIKALE TRAGFÄHIGKEIT: **GENÜGT** (97,7%)  
 HORIZONT. TRAGFÄHIGKEIT: **GENÜGT** (10,0%)

## Fenster „Tragfähigkeit“

Aus den Ergebnissen der Berechnung geht hervor, dass das entworfene zentrische Einzelfundament mit Abmessungen von 2,0 × 2,0 m unter dem Gesichtspunkt des Grenzzustands entspricht.

- Vertikale Tragfähigkeit: **97,7 %**  $R_d = 545,22 > \sigma = 532,59$  [kPa] **GENÜGT**

## Dimensionierung der Flachgründung

Nach der Überprüfung des Entwurfs der Abmessungen des Einzelfundaments, wechseln wir nun zum Fenster "Dimensionierung", wo wir die Längsbewehrung entwerfen. Weil es sich um ein zentrisch belastetes Einzelfundament handelt, werden wir die Bewehrung in beiden Richtungen als gleich betrachten. Wir werden 18 Stück der Einlagen mit einem Durchmesser von 14 mm und einer Bewehrungsdeckung von 60 mm entwerfen. Wir werden dann die Bewehrung unter den ungünstigsten Lastbedingungen bewerten (Option "Maxima automatisch auswählen").



**Dimensionierung:**

Maxima automatisch auswählen

Längsbewehrung in Richtung X       Längsbewehrung in Richtung Y

Anzahl der Einlagen:  [St.]      Anzahl der Einlagen:  [St.]

Bewehrungsdeckung:  [mm]      Bewehrungsdeckung:  [mm]

Einlageprofil:  [mm]      Einlageprofil:  [mm]

$A_{\text{eff}} = 2425,8 \text{ mm}^2 < A_{\text{erf}} = 2770,9 \text{ mm}^2$        $A_{\text{eff}} = 2425,8 \text{ mm}^2 < A_{\text{erf}} = 2770,9 \text{ mm}^2$

Schubbewehrung des kritischen Querschnitts

Anzahl der Einlagen:  [St.]      Neigungswinkel:  [°]

Einlageprofil:  [mm]

**Nachweis**

LÄNGS IN X-RICHTUNG: **GENÜGT (87,5%)**

LÄNGS IN Y-RICHTUNG: **GENÜGT (87,5%)**

DURCHSTANZEN: **GENÜGT (58,0%)**

Fenster „Dimensionierung“

## Schlussfolgerung:

Aus den durchgeführten Berechnungen geht hervor, dass dieser Entwurf alle Sicherheitskriterien erfüllt: Ausnutzung der tragenden Längsbewehrung – **87,5 %**, Beurteilung des kritischen Querschnitts des Einzelfundaments – **58,0 %**. Das vorgeschlagene Einzelfundament genügt daher in jeder Hinsicht den gestellten Anforderungen.