



# Handbuch

Fundament und Bettung

# **Fundament und Bettung**

---



# Inhaltsverzeichnis

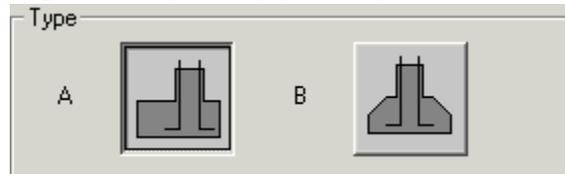
<b>Blockfundamente und Fundamentstreifen</b> .....	<b>1</b>
Blockfundament .....	1
Blockfundamente – EN 1997 .....	2
Fundamentstreifen .....	23
Oberschicht von Blockfundament und Fundamentstreifen .....	23
Definieren von neuen Blockfundamenttypen .....	24
Einfügen von Blockfundamenten ins Modell .....	24
Definieren von neuen Fundamentstreifen .....	24
<b>Bettung</b> .....	<b>24</b>
Bettung: Einführung .....	24
Definieren von neuen Bettungstypen .....	25
Definieren von Bettungsparametern .....	25
Baugrundparameter einer Stabbettung .....	26
Baugrundparameter einer Plattenbettung .....	26
Verwenden von Bettungen .....	27
<b>Geologieprofil</b> .....	<b>27</b>
Manager für geologische Profile .....	27
Definieren von neuen geologischen Profilen .....	28
Bearbeiten von geologischen Profilen .....	30
<b>Bohrlochquerschnitte</b> .....	<b>30</b>
Bohrlöcher: Einführung .....	30
Einfügen von neuen Bohrlöchern .....	31
Bearbeiten von vorhandenen Bohrlöchern .....	32
Löschen von vorhandenen Bohrlöchern .....	32
Einblenden oder Ausblenden von vorhandenen Bohrlöchern .....	32
Anzeigen der Erdoberfläche .....	32
Aktualisieren der Erdoberfläche .....	33
<b>Interaktion mit dem Baugrund (Soil-in)</b> .....	<b>33</b>
Einführung .....	33
Geometrie .....	34
Definieren von neuen Soilin-Auflagern .....	34
Flächenaufleger auf Platte .....	35
Soilin-Berechnungsparameter .....	37
Berechnete C-Parameter .....	38
Literatur .....	40
<b>Pfahl</b> .....	<b>42</b>
Pfahlentwurf .....	42
<b>Erddruck und Wasserdruck</b> .....	<b>65</b>
<b>Druckbelastung</b> .....	<b>68</b>
<b>Soilin-Berechnungsparameter</b> .....	<b>69</b>
<b>Ergebnisse auf Stäben</b> .....	<b>71</b>
Anzeigen der Gründungstabelle .....	71
Anzeigen der Intensität .....	73
<b>Ergebnisse auf Platten</b> .....	<b>75</b>
Anzeigen von Kontaktspannungen auf Platten .....	75
Berechnete C-Parameter .....	75
Anzeigen der Setzung .....	76
Anzeigen der Strukturfestigkeit des Baugrundes .....	76



## Blockfundamente und Fundamentstreifen

### Blockfundament

Sie können zwischen zwei Blockfundamentvarianten wählen:



Die Parameter sind:

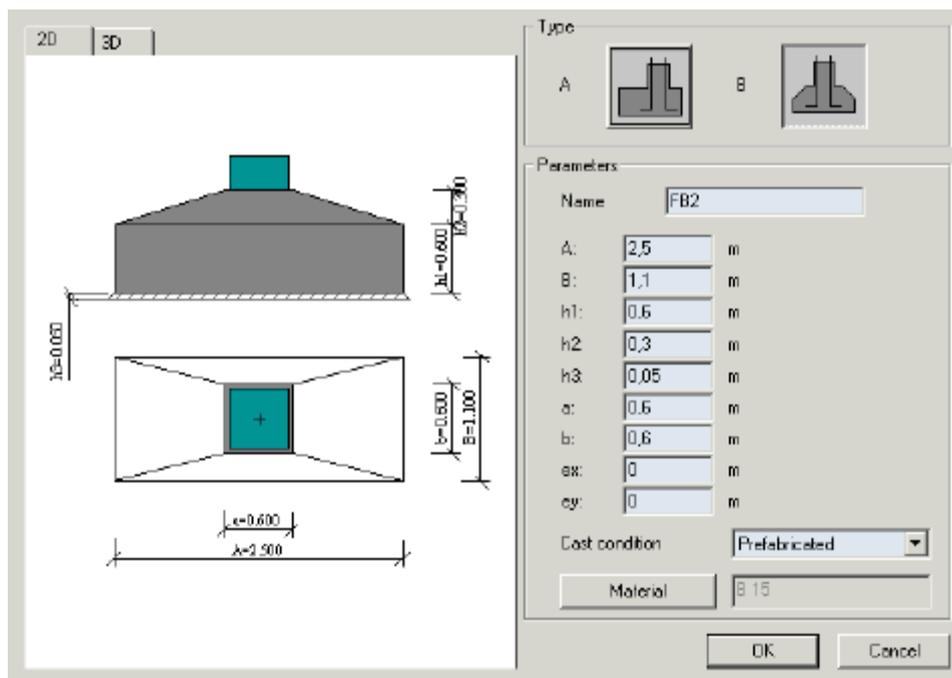
<b>Name</b>	Der Name wird zum Identifizieren des Blockfundaments benutzt.
<b>Typ</b>	legt die Form des Blockfundaments fest.
<b>Abmessungen</b>	Das Eingeben von Abmessungen erfolgt in einem Dialog mit einer selbsterklärenden interaktiven Zeichnung des Blocks. Sie können dazu auf eine Bemaßungslinie in der Zeichnung klicken, um das entsprechende Feld im Dialog zu markieren. Damit ist das Eingeben der Abmessungen für das Blockfundament ganz einfach.
<b>Exzentrizität</b>	Das Blockfundament kann symmetrisch oder in einer bzw. beiden Richtungen exzentrisch sein.
<b>Betonierbedingungen</b>	bestimmt die Herstellung des Blockfundaments.
<b>Material</b>	Dieser Punkt definiert das Material für das Blockfundament.

Der Bearbeitendialog für Blockfundamente ermöglicht das Anzeigen des Fundaments in 2-D oder 3-D.

- Der 2-D-Modus zeigt Seitenansicht, Draufsicht und Bemaßungslinien aller eingetragenen Werte.
- Der 3-D-Modus ermöglicht das einfache Visualisieren des definierten Blockfundaments.

Die genannten Eigenschaften werden im Bearbeitendialog für das Blockfundament definiert. Der Bearbeitendialog kann im **Blockfundament-Manager** geöffnet werden.

Darüber hinaus muss ein weiterer wichtiger Parameter des Blockfundamentauflagers definiert werden, nämlich der Boden [unter der Fundamentoberfläche](#). Dieser letzte Parameter wird im Eigenschaftsdialog des Auflagers definiert, d. h. in dem Moment, in dem das Auflager ins Modell eingefügt wird.



Für die Arbeit mit Blockfundamenten müssen Sie die folgende Funktionalität im Projektdatendialog einschalten:

- Baugrund,
- Baugrund > Blockfundament.

#### *Einstellung der LF-Kombination*

Die Teilsicherheitsbeiwerte für die Kombination werden in der Einstellung der LF-Kombination festgelegt:

Project data

Basic data | Functionality | Loads | Combinations | Protection

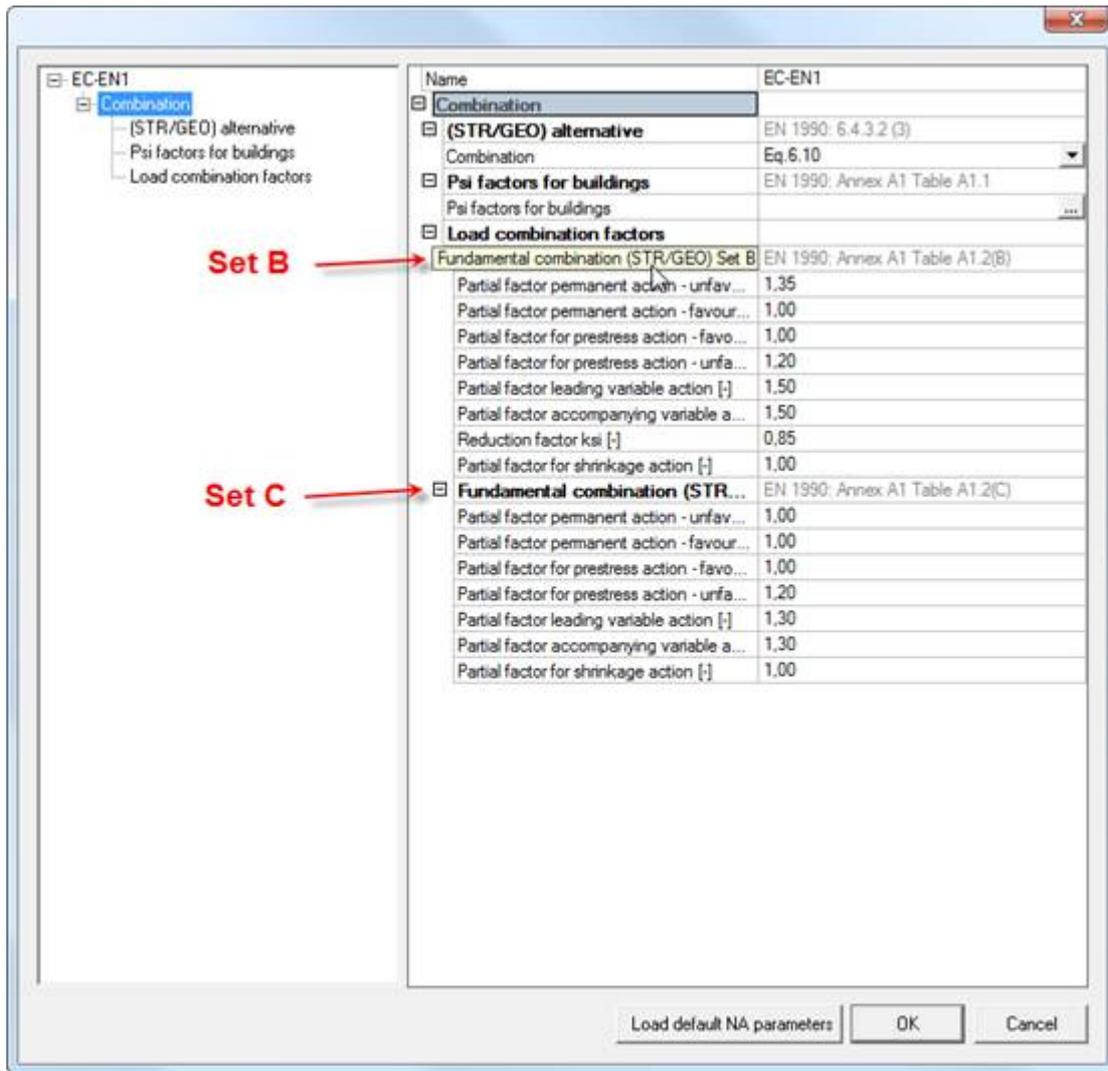
Code setup :

Load combination factors :

Fundamental combination (STR/GEO)	Set B	Set C
Partial factor permanent action - unfavourable	1.35	1.00
Partial factor permanent action - favourable	1.00	1.00
Partial factor for prestress action - favourable	1.00	1.00
Partial factor for prestress action - unfavourable	1.20	1.20
Partial factor leading variable action	1.50	1.30
Partial factor accompanying variable action	1.50	1.30
Reduction factor	0.85	
Partial factor for shrinkage action	1.00	1.00

OK Storno

Es sind Beiwerte für **Satz B** der EN-GZT-Kombination (STR/GEO) gemäß EN 1990 [Ref. 4] verfügbar. Außerdem muss für die geotechnische Analyse **Satz C** unterstützt werden. Daher wird die Einstellung der LF-Kombination wie folgt erweitert:



Satz C verwendet folgende Vorgaben:

• Sicherheitsbeiwert	• Standard (Satz C)
• Ständige Einwirkungen - ungünstig	• 1,00
• Ständige Einwirkungen - günstig	• 1,00
• Einwirkung aus Vorspannung - günstig	• 1,00
• Einwirkung aus Vorspannung - ungünstig	• 1,20
• Vorherrschende Einwirkung	• 1,30
• Andere Einwirkungen	• 1,30
• Einwirkung aus Schwinden	• 1,00

Beachten Sie, dass das Feld **Reduktionsbeiwert** für diesen Satz C NICHT zur Verfügung steht.

#### Neue Lastfall-Kombination im GZT

Eine neue Kombination wird hinzugefügt: EN-GZT (STR/GEO) Satz C

Diese Kombination folgt, bis auf folgende Unterschiede, exakt denselben Regeln wie EN-GZT (STR/GEO) Satz B:

- Die Einstellung der LF-Kombination für 6.10 oder 6.10a & 6.10b wird für diese Kombination nicht verwendet. Für diese Kombination wird stets 6.10 verwendet.
- Die Sicherheitsbeiwerte werden aus der Spalte „Satz C“ der Einstellung der LF-Kombination übernommen.

### *Automatische Klassen*

In Scia Engineer stehen die folgenden automatischen Klassen zur Verfügung:

- Alle GZT
- Alle GZG
- Alle GZT & GZG

Auch eine neue Klasse wird automatisch erzeugt: **GEO**. Diese Klasse enthält alle Kombinationen der folgenden Typen:

- **EN-GZT (STR/GEO) Satz B**
- **EN-GZT (STR/GEO) Satz C**

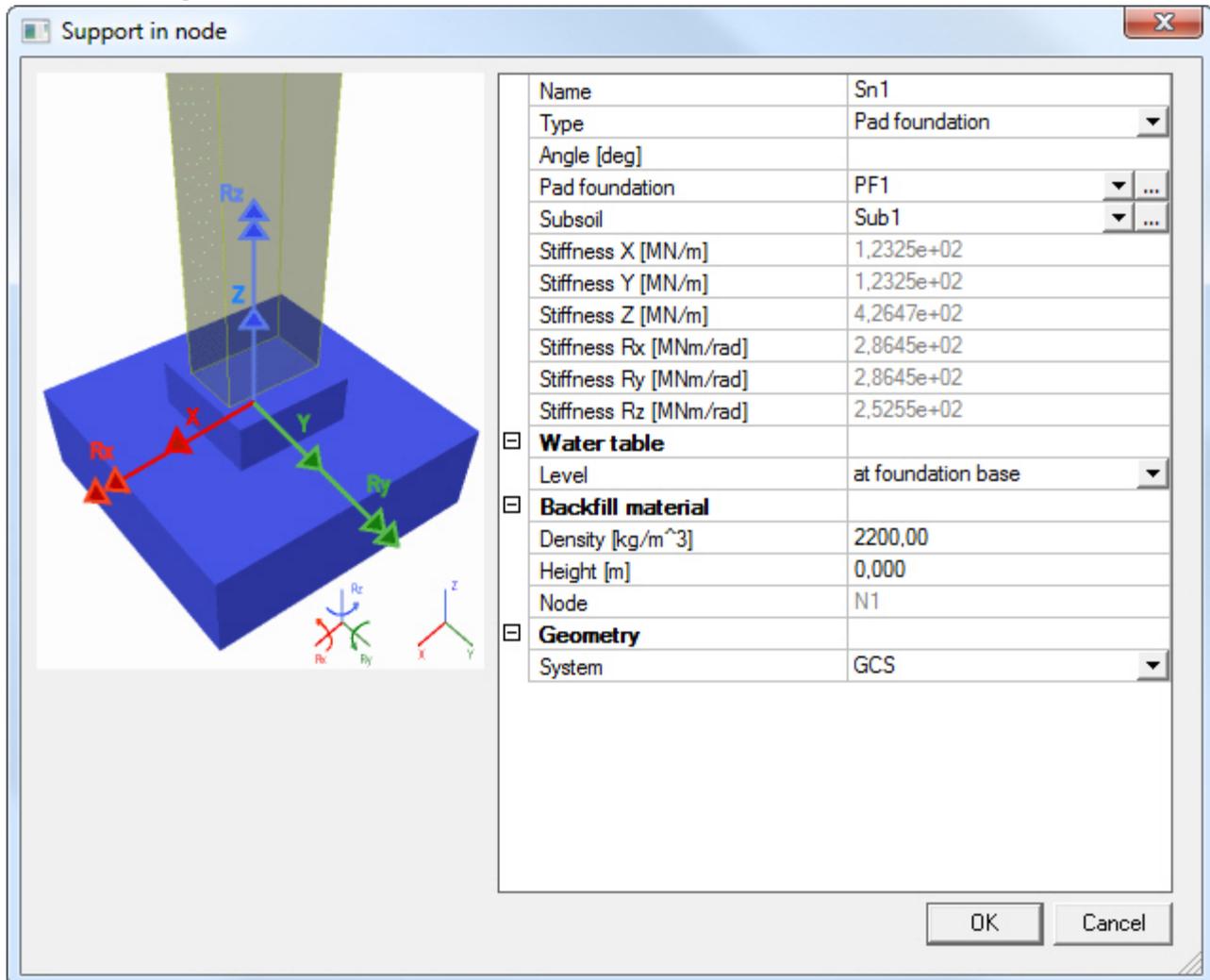
Die Klasse wird nur erzeugt, wenn die Funktionalität **Baugrund** in den Projektdaten aktiviert ist.

Falls keiner dieser Kombinationstypen vorhanden ist, wird die Klasse nicht erzeugt.

Falls nur einer dieser Kombinationstypen vorhanden ist, wird die Klasse nur mit diesen Kombinationen erzeugt.

Die Kombination für Satz C wird speziell für Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik gemäß **Ansatz 1** verwendet. Sie sollte daher nicht zu den Standardklassen für Kombinationen im GZT hinzugefügt werden, sondern nur zur Baugrundklasse.

## Eingeben von Blockfundamenten



Die Gruppe **Wassertafel** enthält den Wasserstand:

- Ohne Einfluss
- Fundamentfuge
- OK Gelände

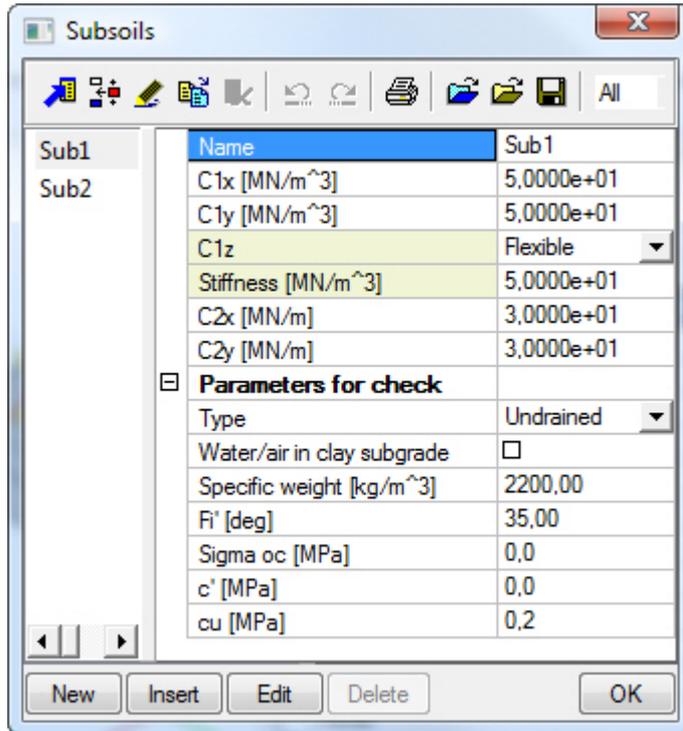
Die Vorgabe lautet **Ohne Einfluss**.

**Füllmaterial** enthält folgende Einträge:

- „Dichte“ spezifiziert die Dichte des Bodens über dem Block- oder Streifenfundament.
- „Höhe“ definiert die Höhe der deckenden Bodenschicht. Die Höhe wird von der oberen Fläche des Blockfundaments aus gemessen.

Sie können positive und negative Werte ins Feld **Höhe [m]** in der Gruppe **Füllmaterial** eingeben. Negative Werte geben an, dass der Boden unterhalb der OK des Blockfundaments liegt.

## Baugrundparameter



Einige Baugrundparameter wurden umbenannt, damit sie der EN-Konvention entsprechen:

• <b>Alter Begriff</b>	• <b>Neuer Begriff</b>
• Phi [deg]	• Phi' [deg]
• Cc[MPa]	• c'[MPa]
• Ccu [MPa]	• cu [MPa]

Außerdem wurde das neue Kontrollkästchen **Wasser/Luft in Lehmschicht** hinzugefügt.

### Dienst „Geotechnik“

Der Dienst **Geotechnik** enthält folgende Elemente:

- Einstellung Geotechnik
- Blockfundament: Stabilität des Blockfundamentes

### Einstellung Geotechnik

Die **Geotechnik-Einstellungen** nutzen dasselbe Layout wie die Einstellungsdialoge für Stahl, Aluminium usw. Einzelheiten finden Sie im Handbuch zum technischen Hintergrund.

### Eliminierungsbeiwerte der Auflagerreaktion

In der Gruppe **Eliminierungsbeiwerte der Auflagerreaktion** können Sie bestimmte Auflagerreaktionen eliminieren, indem Sie einen Multiplikator eingeben. Sie können Werte zwischen 0 und 1 eingeben.

Normalerweise werden alle Reaktionen verwendet (Beiwerte = 1,00). Über die Beiwerte können Sie beispielsweise nur ein Blockfundament modellieren und andere Fundamentelemente (Ringbalken usw.) außer Acht lassen. Sie können festlegen, dass nur 50 % der Reaktion für die Bemessung des Blockfundaments verwendet werden sollen, da die anderen 50 % vom Ringbalken getragen werden.

### Höchstwert der Ausmitte

In der Gruppe **Höchstwert der Ausmitte** geben Sie die maximal zulässige Ausmitte als Funktion der Breite an. Zur Wahl stehen 1/3, 1/6 und „Unbegrenzt“.

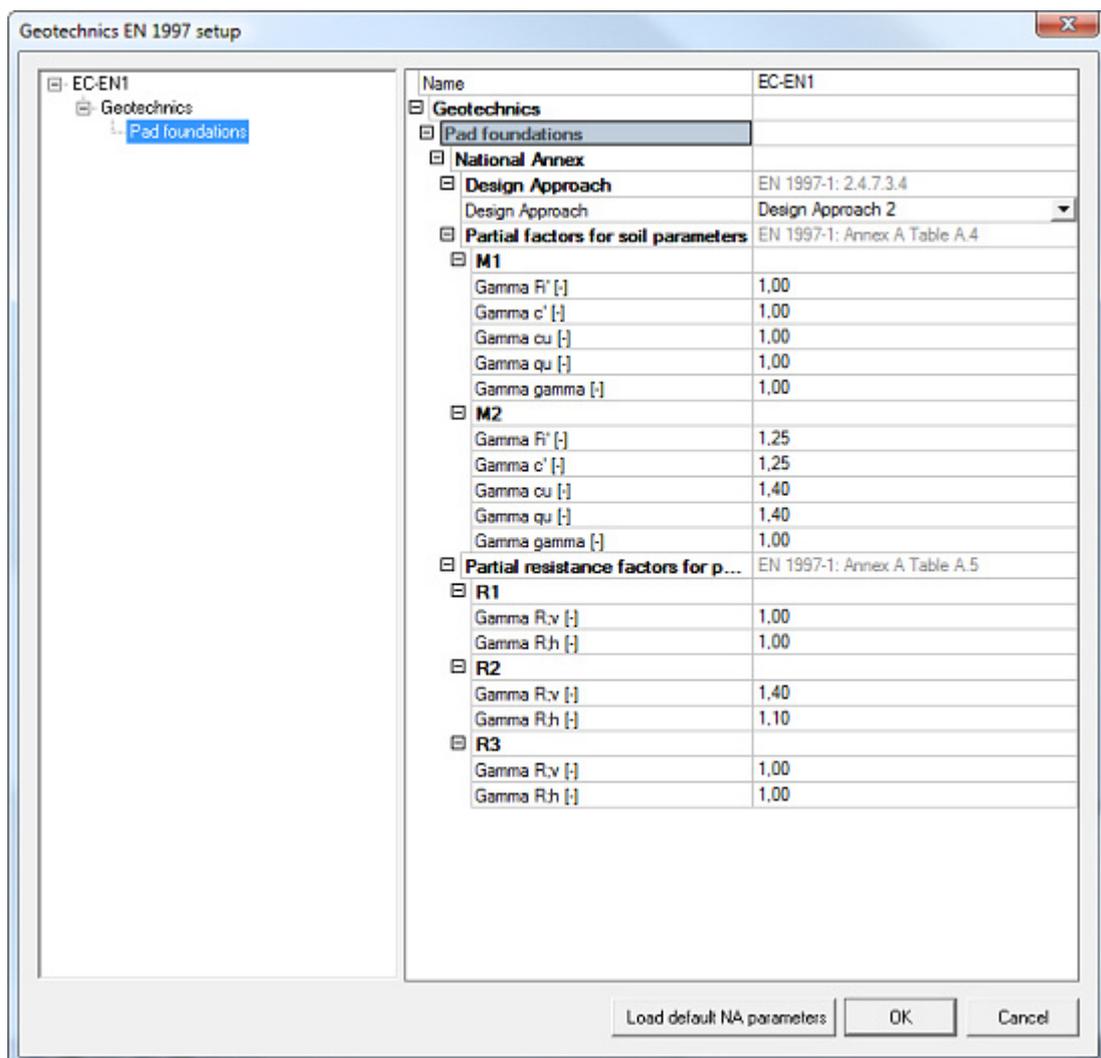
### Bekannte Tragfähigkeit des Baugrundes

Mit dem Kontrollkästchen **Bekannte Tragfähigkeit des Baugrundes, Sigma<sub>oc</sub> ansetzen** können Sie die Tragfähigkeitsberechnung der EN 1997-1 übergehen. Stattdessen wird der eingegebene Wert Sigma<sub>oc</sub> für den Baugrund verwendet.

Normalerweise ist dieses Kontrollkästchen deaktiviert.

Beachten Sie, dass diese Analyse NICHT der EN 1997-1 entspricht.

Sie können im **Projektdatendialog** über die Schaltfläche **Nationaldokument - Anhang** die Parameter für den Nationalanhang festlegen:



Die Gruppe „Entwurfsverfahren EN 1997-1: §2.4.7.3.4“ enthält drei Optionen:

Das Entwurfsverfahren legt fest, welcher Satz von LF-Kombinationen, Sicherheitsbeiwerten und Widerstandsfaktoren verwendet werden muss.

Hinweis: Das Entwurfsverfahren befindet sich hier und nicht auf dem Register „Allgemein“, da der Nationalanhang für unterschiedliche Fundamenttypen unterschiedliche Verfahren vorschreiben kann (z. B. Verfahren 1 für Blockfundamente und Ansatz 3 für Pfahlgründungen usw.).

Die Gruppe „Teilbeiwerte für Baugrundparameter“ enthält die Sicherheitsbeiwerte gemäß Tabelle A.4. Es werden zwei Sätze angezeigt: M1 & M2. Diese Sätze verwenden folgende Standardwerte:

• Sicherheitsbeiwert	• M1	• M2
• Gamma Fi'	• 1,00	• 1,25
• Gamma-c'	• 1,00	• 1,25
• Gamma cu	• 1,00	• 1,40
• Gamma qu	• 1,00	• 1,40
• Gamma gamma	• 1,00	• 1,00

Die Gruppe **Teilsicherheitsbeiwerte für Blockfundamente** enthält die Widerstandsfaktoren gemäß Tabelle A.5. Es werden drei Sätze angezeigt: **R1**, **R2** und **R3**. Diese Sätze verwenden folgende Standardwerte:

• Widerstandsfaktor	• R1	• R2	• R3
• Gamma R;v	• 1,00	• 1,40	• 1,00
• Gamma R;h	• 1,00	• 1,10	• 1,00



#### **Dienst „Stabilitätsnachweis für Blockfundamente“**

Das Eigenschaftsfenster für den Stabilitätsnachweis von Blockfundamenten führt den Nachweis NUR für Ergebnisklassen durch.

Normalerweise wird die Klasse **GEO** verwendet.

Falls das Projekt keine Klasse enthält, ist das Klassenfeld leer.

In diesem Fall bezieht sich die Auswahl auf die Blockfundamentelemente.

Über die Schaltflächen „Aktualisieren“, „Auszug“ und „Autodesign“ führen Sie die jeweiligen Funktionen aus.



Beim Führen des Nachweises entscheidet die Wahl eines der **Entwurfsverfahren** in den Einstellungen über die Sicherheits- und Widerstandsbeiwerte.

Für **Entwurfsverfahren 1** muss die Klasse, für die der Nachweis geführt wird, mindestens eine Kombination für jeden der folgenden Typen enthalten:

- **EN-GZT (STR/GEO) Satz B**
- **EN-GZT (STR/GEO) Satz C**

Falls die Klasse, für die Sie den Nachweis führen möchten, diese Anforderungen nicht erfüllt, wird der Nachweis nicht geführt und eine Warnung erscheint:

„Hinweis: Für Entwurfsverfahren 1 muss die Ergebnisklasse mindestens eine Kombination für jeden der folgenden Typen enthalten:

- EN-GZT (STR/GEO) Satz B
- EN-GZT (STR/GEO) Satz C

Die gewählte Klasse erfüllt diese Anforderungen nicht. Bitte ändern Sie den Inhalt der Klasse.“

Für **Entwurfsverfahren 2 und 3** ist kein bestimmter Klasseninhalt vorgeschrieben.

### *Nachweis von Blockfundamenten*

Grundsätzlich werden drei separate Nachweise geführt:

- Nachweis der Tragfähigkeit
- Gleitnachweis
- Nachweis der Ausmitte

Für einen Sonderfall wird anstelle der drei genannten Nachweise ein Auftriebsnachweis geführt. Vor dem Führen des Nachweises müssen Sie die erforderlichen Sicherheitsbeiwerte und Widerstandsfaktoren für das gewählte Entwurfsverfahren festlegen.

Außerdem müssen Sie die vertikale Entwurfsbelastung  $V_d$ , die horizontale Entwurfsbelastung  $H_d$  und die wirksame Geometrie des Blocks bestimmen.

Die folgenden Absätze erläutern die Nachweise:

#### Nachweis der Tragfähigkeit

Der Nachweis der Tragfähigkeit wird gemäß [Ref. 1] **Art. 6.5.2** und **Anhang D** geführt.

$$V_d \leq R_d$$

Der Tragwiderstand  $R_d$  richtet sich danach, ob der Baugrund drainiert oder undrainiert ist.

Sofern Sie die Tragfähigkeit des Baugrundes kennen, wird  $R_d$  direkt aus den Eingabedaten übernommen und nicht berechnet.

#### Gleitnachweis

Der Gleitnachweis wird gemäß [Ref. 1] **Art. 6.5.3** geführt.

$$H_d \leq R_d + R_{p,d}$$

Der Gleitwiderstand  $R_d$  richtet sich danach, ob der Baugrund drainiert oder undrainiert ist.

Der Wert  $R_{p,d}$  gibt die positive Wirkung des Erddrucks an den Seiten des Fundaments an. Da diese Auswirkung nicht zuverlässig ist, wird der Wert mit Null angenommen [Ref. 2].

#### Nachweis der Ausmitte

EC7 legt in **Art. 6.5.4** fest, dass bei Lasten mit großen Ausmitten besondere Vorkehrungen getroffen werden müssen.

Gemäß [Ref. 3] erfolgt dies, indem geprüft wird, ob die Lastannahme (zulässige Last) sich innerhalb der kritischen Ellipse bzw. Raute befindet.

#### Auftriebsnachweis

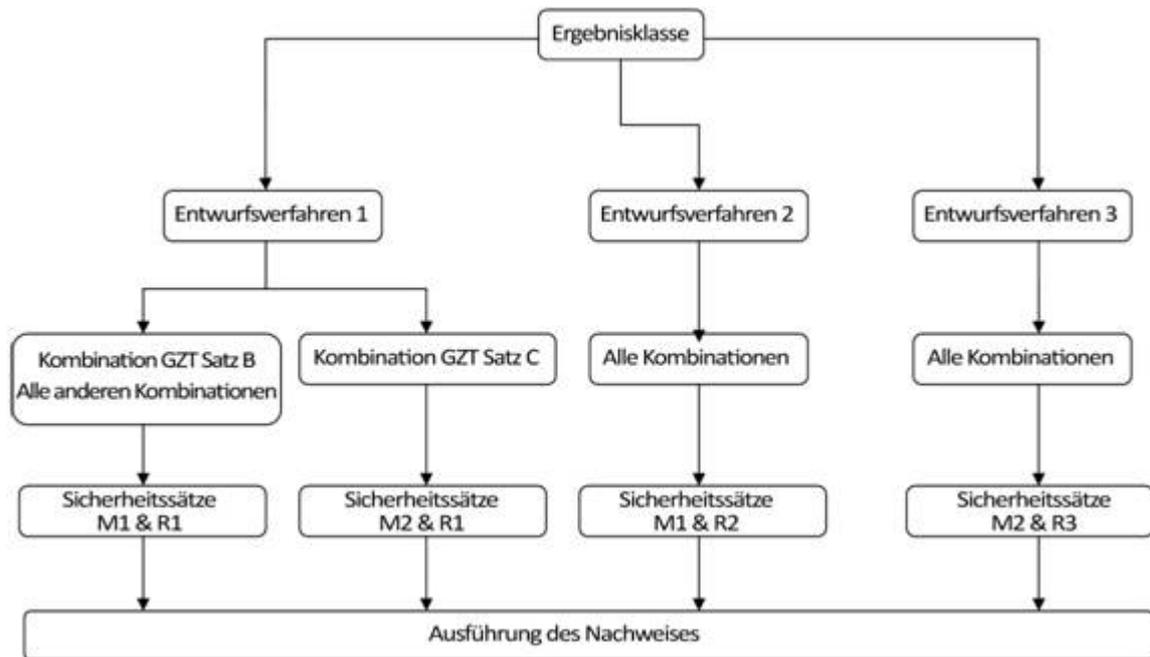
Bei negativer vertikaler Entwurfs- oder Bemessungslast  $V_d$  ist davon auszugehen, dass das Blockfundament unter Zug steht und vom Boden auftreiben kann.

Beachten Sie, dass dieser Nachweise ANSTELLE der anderen drei Nachweise geführt wird.

### Bestimmen der Bemessungswerte

Der Nachweis wird für eine Ergebnisklasse geführt.

Abhängig vom in den Geotechnikeinstellungen gewählten **Entwurfsverfahren** werden die Sätze der Sicherheitsbeiwerte folgendermaßen aus den Einstellungen übernommen:



Für **Entwurfsverfahren 1** richten sich die Sicherheitsätze nach dem Kombinationstyp.

Für LF-Kombinationen vom Typ **EN-GZT (STR/GEO) Satz B** werden die Sätze **M1** und **R1** verwendet.

Für LF-Kombinationen vom Typ **EN-GZT (STR/GEO) Satz C** werden die Sätze **M2** und **R1** verwendet.

Für alle anderen Kombinationen werden die Sätze **M1** und **R1** verwendet.

Für **Entwurfsverfahren 2** werden in jedem Fall die Sätze **M1** und **R2** verwendet.

Für **Entwurfsverfahren 3** werden in jedem Fall die Sätze **M2** und **R3** verwendet.

Hinweis 1: Eine Normkombination wird intern in mehrere lineare Kombinationen aufgeteilt. Der Nachweis wird für diese linearen Kombinationen geführt. Sie müssen daher notieren, aus welchem Normkombinationstyp eine lineare Kombination erzeugt wurde, um zu wissen, welcher Sicherheitsatz zur Anwendung kommt.

Hinweis 2: Die Ergebnisklasse kann natürlich ebenfalls Lastfälle oder nichtlineare Kombinationen enthalten. Diese werden als „Beliebige Kombination“ für den Nachweis gezeigt.

Anhand der genannten Informationen können die Sicherheitsbeiwerte aus dem Geotechnikdienst übernommen und die Bemessungswerte für die Baugrund-Eigenschaften bestimmt werden:

Bemessungswert	Formel
$\phi'_d$	$= \text{atan} \left[ \frac{\tan(\phi')}{\gamma_\phi} \right]$ <p>Dabei gilt: <math>\phi'</math> aus der Baugrundbibliothek übernommen</p>

	$\gamma_{\phi'}$ aus den Geotechnik-Einstellungen übernommen
$c'_d$	$= \frac{c'}{\gamma_c}$ <p>Dabei gilt: <math>c'</math> aus der Baugrundbibliothek übernommen</p> $\gamma_c$ aus den Geotechnik-Einstellungen übernommen
$c_{ud}$	$= \frac{c_u}{\gamma_{cu}}$ <p>Dabei gilt: <math>c_u</math> aus der Baugrundbibliothek übernommen</p> $\gamma_{cu}$ aus den Geotechnik-Einstellungen übernommen
$\gamma'_d$	$= \frac{\gamma'}{\gamma_\gamma}$ <p>Dabei gilt: <math>\gamma'</math> Wichte aus der Bibliothek übernommen</p> $\gamma_\gamma$ aus den Geotechnik-Einstellungen übernommen
$\gamma_{backfill,d}$	$= \frac{\gamma_{backfill}}{\gamma_\gamma}$ <p>Dabei gilt: Gewicht der <math>\gamma_{Hinterfüllung}</math> aus den Eingabedaten des Blockfundaments übernommen</p> $\gamma_\gamma$ aus den Geotechnik-Einstellungen übernommen

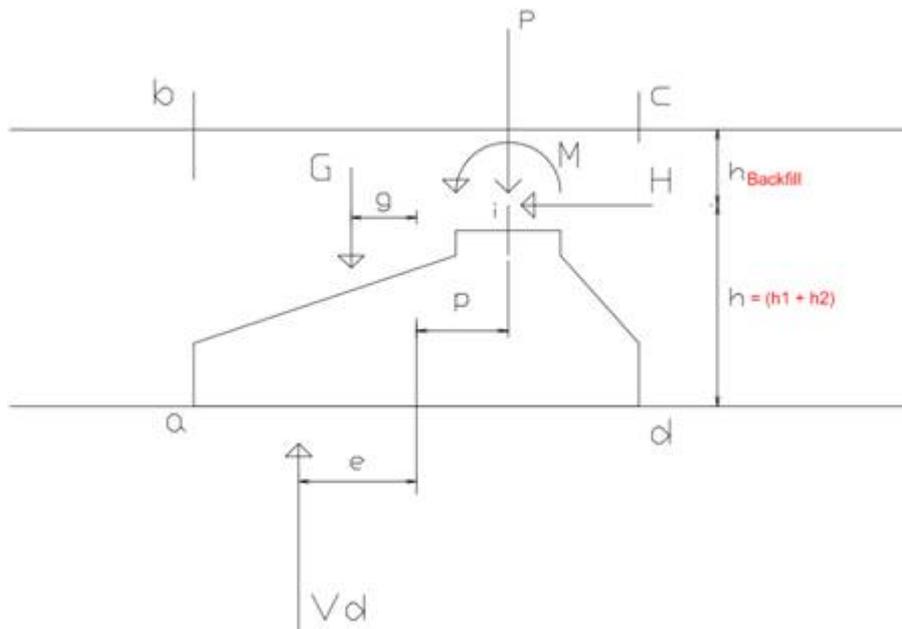
Ein endgültiger Sicherheitsbeiwert wird für den Sicherheitsbeiwert des Gewichts des Blockfundamentes und des Füllmaterials bestimmt. Dieser Sicherheitsbeiwert wird als Sicherheitsbeiwert für eine ständige Last in der betrachteten Kombination verwendet, d. h.  $\gamma_G$ . Eine ständige Last ist entweder günstig oder ungünstig. Der entsprechende Sicherheitsbeiwert wird wie folgt bestimmt:

- Der Sicherheitsbeiwert des ersten ständigen Lastfalls in einer entfalteten Kombination wird angenommen als  $\gamma_G$ . So wird der korrekte Werte für jeden Kombinationstyp ermittelt (Norm, linear, Umhüllende, nichtlinear usw.).
- Falls die entfaltete Kombination keinen ständigen Lastfall enthält, wird für  $\gamma_G$  der Wert **1,00** angenommen.

### *Ermitteln der wirksamen Geometrie*

Der nächste Schritt im Nachweis betrifft das Ermitteln der wirksamen Geometrie des Blockfundaments.

Die folgende Abbildung illustriert die verschiedenen Einwirkungen auf das Fundament.



Es werden folgende Bezeichnungen verwendet:

Wirkung	Info
G	Gewicht von Fundament und Füllmaterial im Bereich abcd.
g	Angriffspunkt der Last <b>G</b> relativ zur Mitte des Blockfundamentes
P	Vertikale Auflagerkraft <b>R<sub>z</sub></b>
p	Angriffspunkt der Last <b>P</b> relativ zur Mitte des Blockfundamentes Der Wert wird als Lastausmitten <i>e<sub>x</sub></i> und <i>e<sub>y</sub></i> aus der Blockfundament-Bibliothek gelesen.
H	Horizontale Auflagerkraft <b>R<sub>x</sub></b> oder <b>R<sub>y</sub></b>
h	= (h1 + h2) Angriffspunkt der horizontalen Last H relativ zum Blockfundament h1 und h2 werden aus der Blockfundament-Bibliothek übernommen.
M	Moment <b>M<sub>x</sub></b> oder <b>M<sub>y</sub></b> der Auflagerkraft
V <sub>d</sub>	= G + P Endgültige Last, die vertikal auf das Fundament einwirkt, einschließlich des Gewichts von Fundament und Füllmaterial.
e	Angriffspunkt der Last <b>V<sub>d</sub></b> relativ zur Mitte des Blockfundamentes

Die Auflagerkräfte **R<sub>x</sub>**, **R<sub>y</sub>**, **R<sub>z</sub>**, **M<sub>x</sub>** und **M<sub>y</sub>** müssen mit den **Eliminierungsbeiwerten der Auflagerreaktion** multipliziert werden.

Die Ausmitte **e** kann wie folgt berechnet werden:

$$e = \frac{M + G * g + H * h - P * p}{V_d}$$

Für einen allgemeinen 3D-Fall lautet die Formel:

$$e_x = \frac{M_y + G * g_x + H_x * h - P * p_x}{V_d}$$

$$e_y = \frac{M_x + G * g_y + H_y * h - P * p_y}{V_d}$$

**Gewicht G**

Das Gewicht G besteht aus drei Komponenten:

- 1) Gewicht des Blockfundamentes, **G<sub>Block</sub>**

Es richtet sich nach der Form des Blocks (prismatisch oder pyramidal), den Abmessungen und der Dichte  $\gamma_{\text{Block}}$  des Blockmaterials.

Alle Daten können aus der Blockfundament-Bibliothek übernommen werden.

Die Blockdichte richtet sich nach dem **Pegel der Wassertafel**.

• Wasserspiegel	• Blockdichte
• Ohne Einfluss	• $\gamma_{\text{Block}}$
• Fundamentfuge	• $\gamma_{\text{Block}}$
• OK Gelände	• $(\gamma_{\text{Block}} - \gamma_w)$

Die Wasserdichte  $\gamma_w$  wird mit **9,81 kN/m<sup>3</sup>** angenommen.

- 2) Das Gewicht der Hinterfüllung auf Ganzes h2, **G<sub>Hinterfüllung,auf Ganzes</sub>**

Es richtet sich nach der Form des Blocks (prismatisch oder pyramidal), den Abmessungen und der Dichte Block des Füllmaterials.

Alle Blockdaten können aus der Blockfundament-Bibliothek übernommen werden.

Die Dichte der Hinterfüllung richtet sich nach dem **Pegel der Wassertafel**.

• Wasserspiegel	• Hinterfüllungsdichte
• Ohne Einfluss	• $\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}}$
• Fundamentfuge	• $\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}}$
• OK Gelände	• $(\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}} - \gamma_w)$

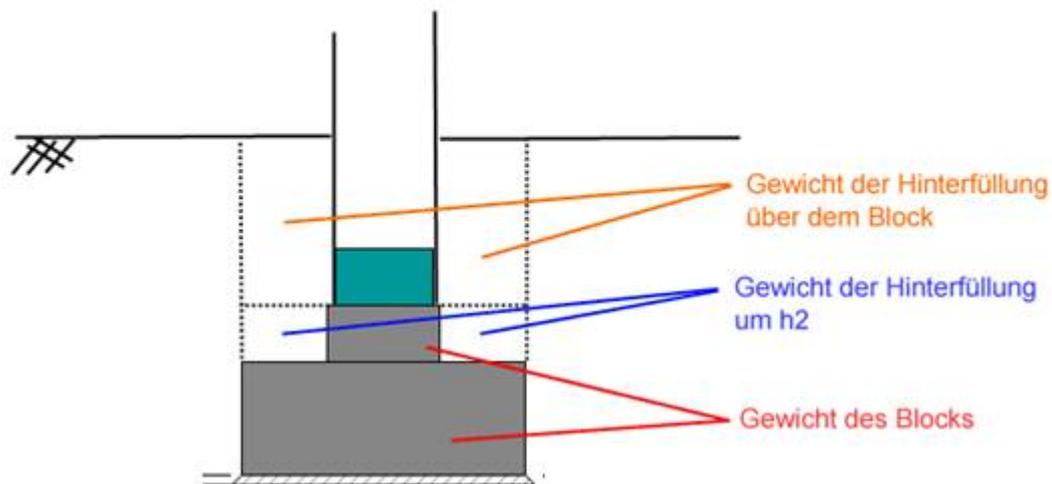
Die Wasserdichte  $\gamma_w$  wird mit **9,81 kN/m<sup>3</sup>** angenommen.

- 3) Gewicht der Hinterfüllung über dem Blockfundament, **G<sub>Hinterfüllung,über</sub>**

Es richtet sich nach Höhe und Dichte der Hinterfüllung. Diese Werte werden beim Eingeben des Blockfundaments definiert.

Beachten Sie, dass die Höhe des Füllmaterials auch negativ sein darf. Negative Werte geben an, dass der Boden unterhalb der OK des Blockfundaments liegt.

Die drei Komponenten werden in folgender Abbildung deutlich:



Der Bemessungswert des Gesamtgewichts  $G$  kann nun wie folgt berechnet werden:

$$G_d = \gamma_G \cdot [G_{\text{Block}} + G_{\text{Hinterfüllung,auf Ganzes}} + G_{\text{Hinterfüllung,über}}]$$

Dabei ist  $\gamma_G$  der Sicherheitsbeiwert der ständigen Last für die betrachtete Kombination.

#### Abstände $g_x$ & $g_y$

Mithilfe von Gewicht und Volumen kann der Schwerpunkt des Blocks und der Hinterfüllung bestimmt werden. Die Abstände  $g_x$  und  $g_y$  werden anschließend von diesem Schwerpunkt zum Mittelpunkt des Fundamentblocks ermittelt.

#### Wirksame Geometrie

Schließlich wird anhand der Ausmitten  $e_x$  und  $e_y$  die wirksame Geometrie des Fundaments folgendermaßen berechnet:

$$L1 = A - 2 \cdot |e_x|$$

$$L2 = B - 2 \cdot |e_y|$$

$A$  und  $B$  werden aus der Blockfundament-Bibliothek übernommen.

$$B' = \min(L1 ; L2)$$

$$L' = \max(L1 ; L2)$$

$$A' = B' \cdot L'$$

Für  $B' < 0$  m oder  $L' < 0$  m ist die Geometrie falsch.

In diesem Fall wird der Nachweis nicht geführt und eine Warnung erscheint:

„Warnung: Der Nachweis kann aufgrund falscher Abmessungen der wirksamen Geometrie nicht geführt werden. Bitte prüfen Sie die Basisabmessungen des Blockfundaments!“

#### **Undrainierter Tragwiderstand**

Die Formeln in diesem Abschnitt werden verwendet, wenn der **Typ** in der Baugrundbibliothek auf **Undrainiert** gesetzt ist.

Der Bemessungswert des undrainierten Tragwiderstands wird wie folgt ermittelt:

$$R_d = \frac{[(\pi + 2) \cdot c_{ud} \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q] \cdot A'}{\gamma_{R,v}}$$

Wert	Formel
$c_{ud}$	siehe oben in diesem Dokument
$b_c$	Neigung des Fundaments (in SE stets horizontale Basis) = 1,00
$s_c$	Form des Fundaments (rechteckig) $= 1 + 0,2 * \frac{B'}{L'}$
$i_c$	Neigung der Last, verursacht durch die horizontale Last $H_d$ $= \frac{1}{2} \left[ 1 + \sqrt{1 - \frac{H_d}{A' * c_{ud}}} \right]$ und $H_d \leq A' * c_{ud}$ Für den Fall $H_d > A' * c_{ud}$ kann der Wert für $i_c$ auf <b>0,5</b> gesetzt werden.
$H_d$	Resultierende horizontale Last $= \sqrt{H_x^2 + H_y^2}$
$H_x$	Horizontale Auflagerreaktion $R_x$ .
$H_y$	Horizontale Auflagerreaktion $R_y$ .
$B'$	Wirksame Breite
$L'$	Wirksame Länge
$A'$	Wirksame Fläche
$q$	Gesamtauflast in Fundamentfuge [Ref. 5] $= (h_1 + h_2 + h_{\text{Hinterfüllung}}) * \gamma_{\text{Hinterfüllung,d}}$ Dabei gilt: h1 und h2 werden aus der Blockfundament-Bibliothek übernommen. Das Gewicht der $_{\text{Hinterfüllung}}$ wird aus den Eingabedaten des Blockfundaments übernommen. $\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}}$ wie oben in diesem Dokument definiert.
$\gamma_{R,v}$	Widerstandsfaktor aus den Geotechnik-Einstellungen

### Drainierter Tragwiderstand

Die Formeln in diesem Abschnitt werden verwendet, wenn der **Typ** in der Baugrundbibliothek auf **Drainiert** gesetzt ist.

Der Bemessungswert des drainierten Tragwiderstands wird wie folgt ermittelt:

$$R_d = \frac{[c'_d * N_c * b_c * s_c * i_c + q'_d * N_q * b_q * s_q * i_q + 0,5 * \gamma'_d * B' * N_\gamma * b_\gamma * s_\gamma * i_\gamma] * A'}{\gamma_{R,v}}$$

$c'_d$	siehe oben in diesem Dokument
$N_c$	Tragwiderstandsfaktor $= (N_q - 1) * \cot(\varphi'_d)$
$N_q$	Tragwiderstandsfaktor $= e^{\pi * \tan(\varphi'_d)} * \tan^2\left(45 + \frac{\varphi'_d}{2}\right)$
$N_\gamma$	Tragwiderstandsfaktor $= 2 * (N_q - 1) * \tan(\varphi'_d)$
$b_c$	Neigung des Fundaments (in SE stets horizontale Basis) $= 1,00$
$b_q$	Neigung des Fundaments (in SE stets horizontale Basis) $= 1,00$
$b_\gamma$	Neigung des Fundaments (in SE stets horizontale Basis) $= 1,00$
$s_c$	Form des Fundaments (rechteckig) $= \frac{s_q * N_q - 1}{N_q - 1}$
$s_q$	Form des Fundaments (rechteckig) $= 1 + \left(\frac{B'}{L'}\right) * \sin(\varphi'_d)$
$s_\gamma$	Form des Fundaments (rechteckig) $= 1 - 0,3 * \frac{B'}{L'}$
$i_c$	Neigung der Last, verursacht durch die horizontale Last $H_d$ $= i_q - \frac{(1 - i_q)}{N_c * \tan(\varphi'_d)}$
$i_q$	Neigung der Last, verursacht durch die horizontale Last $H_d$ $= \left[1 - \frac{H_d}{V_d + A' * c'_d * \cot(\varphi'_d)}\right]^m$
$i_\gamma$	Neigung der Last, verursacht durch die horizontale Last $H_d$ $= \left[1 - \frac{H_d}{V_d + A' * c'_d * \cot(\varphi'_d)}\right]^{m+1}$
$m$	$= m_L * \cos^2(\theta) + m_B * \sin^2(\theta)$
$m_L$	$= \frac{\left[2 + \left(\frac{L'}{B'}\right)\right]}{\left[1 + \left(\frac{L'}{B'}\right)\right]}$

$m_B$	$= \frac{\left[2 + \left(\frac{B'}{L'}\right)\right]}{\left[1 + \left(\frac{B'}{L'}\right)\right]}$								
$\theta$	Winkel der horizontalen Last $H_d$ zur Richtung $L'$								
$\varphi'_d$	siehe oben in diesem Dokument								
$B'$	Wirksame Breite wie oben in diesem Dokument definiert.								
$L'$	Wirksame Länge wie oben in diesem Dokument definiert.								
$A'$	Wirksame Fläche wie oben in diesem Dokument definiert.								
$H_d$	Resultierende horizontale Last $= \sqrt{H_x^2 + H_y^2}$								
$H_x$	Horizontale Auflagerreaktion $R_x$ .								
$H_y$	Horizontale Auflagerreaktion $R_y$ .								
$V_d$	siehe oben in diesem Dokument								
$q'_d$	<p>Wirksame Gesamtauflast in Fundamentfuge [Ref. 5]</p> $= (h_1 + h_2 + h_{\text{backfill}}) \cdot \gamma'_t$ <p>Dabei gilt:  <math>h_1</math> und <math>h_2</math> werden aus der Blockfundament-Bibliothek übernommen.  Das Gewicht der Hinterfüllung wird aus den Eingabedaten des Blockfundaments übernommen.  <math>\gamma'_t</math> ist wie folgt vom Wasserspiegel abhängig:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>• Wasserspiegel</td> <td>• <math>\gamma'_t</math></td> </tr> <tr> <td>• Ohne Einfluss</td> <td>• <math>\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}}</math></td> </tr> <tr> <td>• Fundamentfuge</td> <td>• <math>\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}}</math></td> </tr> <tr> <td>• OK Gelände</td> <td>• <math>(\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}} - \gamma_W)</math></td> </tr> </table> <p><math>\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}}</math> wie oben in diesem Dokument definiert.  <math>\gamma_W</math> wird mit <b>9,81 kN/m<sup>3</sup></b> angenommen.</p>	• Wasserspiegel	• $\gamma'_t$	• Ohne Einfluss	• $\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}}$	• Fundamentfuge	• $\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}}$	• OK Gelände	• $(\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}} - \gamma_W)$
• Wasserspiegel	• $\gamma'_t$								
• Ohne Einfluss	• $\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}}$								
• Fundamentfuge	• $\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}}$								
• OK Gelände	• $(\gamma_{\text{Hinterfüllung,d}} - \gamma_W)$								
$\gamma'_d$	<p>Effektive Bodendichte unterhalb der Fundamentfuge ist wie folgt vom Wasserspiegel abhängig:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>• Wasserspiegel</td> <td>• <math>\gamma'_d</math></td> </tr> <tr> <td>• Ohne Einfluss</td> <td>• <math>\gamma'_d</math></td> </tr> <tr> <td>• Fundamentfuge</td> <td>• <math>(\gamma'_d - \gamma_W)</math></td> </tr> <tr> <td>• OK Gelände</td> <td>• <math>(\gamma'_d - \gamma_W)</math></td> </tr> </table> <p><math>\gamma'_d</math> wie oben in diesem Dokument definiert.  <math>\gamma_W</math> wird mit <b>9,81 kN/m<sup>3</sup></b> angenommen.</p>	• Wasserspiegel	• $\gamma'_d$	• Ohne Einfluss	• $\gamma'_d$	• Fundamentfuge	• $(\gamma'_d - \gamma_W)$	• OK Gelände	• $(\gamma'_d - \gamma_W)$
• Wasserspiegel	• $\gamma'_d$								
• Ohne Einfluss	• $\gamma'_d$								
• Fundamentfuge	• $(\gamma'_d - \gamma_W)$								
• OK Gelände	• $(\gamma'_d - \gamma_W)$								
$\gamma_{R,v}$	Widerstandsfaktor aus den Geotechnik-Einstellungen								

**Bekannte Tragfähigkeit des Baugrundes**

Wenn die Tragfähigkeit des Baugrunds bekannt ist, können Sie den Wert direkt eingeben und auf die Berechnung der Tragfähigkeit nach EC7 verzichten.

Das Verfahren wird angewandt, wenn das Kontrollkästchen **Bekannte Tragfähigkeit des Baugrundes, Sigma<sub>oc</sub> ansetzen** in den Geotechnik-Einstellungen aktiviert ist.

Der Bemessungswert des Tragwiderstands wird wie folgt ermittelt:

$$R_d = A' \cdot \sigma_{oc}$$

Wert	Formel
A'	Wirksame Fläche wie oben in diesem Dokument definiert.
$\sigma_{od}$	Bemessungswert der zulässigen Baugrundtragfähigkeit, angenommen als $\sigma_{oc}$
$\sigma_{oc}$	aus der Baugrundbibliothek übernommen

### Gleitwiderstand

Der Gleitwiderstand ist vom Zustand des Baugrunds abhängig.

- a) Wenn der **Typ** in der Baugrundbibliothek auf **Undrainiert** gesetzt ist:

$$R_d = \frac{A' \cdot c_{ud}}{\gamma_{R,h}}$$

Wert	Formel
$c_{ud}$	siehe oben in diesem Dokument
A'	Wirksame Fläche wie oben in diesem Dokument definiert.
$\gamma_{R,h}$	Widerstandsfaktor aus den Geotechnik-Einstellungen

Wenn das Kontrollkästchen **Wasser/Luft in Lehmschicht** in der Baugrundbibliothek aktiviert ist, wird der Wert  $R_d$  wie folgt begrenzt:

$$R_d \leq 0,4 \cdot V_d$$

Wert	Formel
$V_d$	siehe oben in diesem Dokument

- b) Wenn der **Typ** in der Baugrundbibliothek auf **Drainiert** gesetzt ist:

$$R_d = \frac{V_d \cdot \tan(\delta_d)}{\gamma_{R,h}}$$

Wert	Formel		
$V_d$	siehe oben in diesem Dokument		
$\delta_d$	Entwurfsreibungswinkel in der Fundamentfuge Abhängig von der <b>Art des Betonierens</b> , die in der Blockfundament-Bibliothek angegeben wurde:		
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">• Art des Betonierens</td> <td style="text-align: center;">• <math>\delta_d</math></td> </tr> </table>	• Art des Betonierens	• $\delta_d$
• Art des Betonierens	• $\delta_d$		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fertigteil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{2}{3} * \varphi'_d</math></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vor Ort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\varphi'_d</math></li> </ul>
$\varphi'_d$	siehe oben in diesem Dokument	
$\gamma_{R,h}$	Widerstandsfaktor aus den Geotechnik-Einstellungen	

**Nachweis der Ausmitte**

Damit keine Sondermaßnahmen gemäß **Art. 6.5.4** erfolgen müssen, darf die Ausmitte der Last **1/3** oder **1/6** der Breite nicht überschreiten. Der Höchstwert der Ausmitte wird in den Geotechnik-Einstellungen festgelegt.

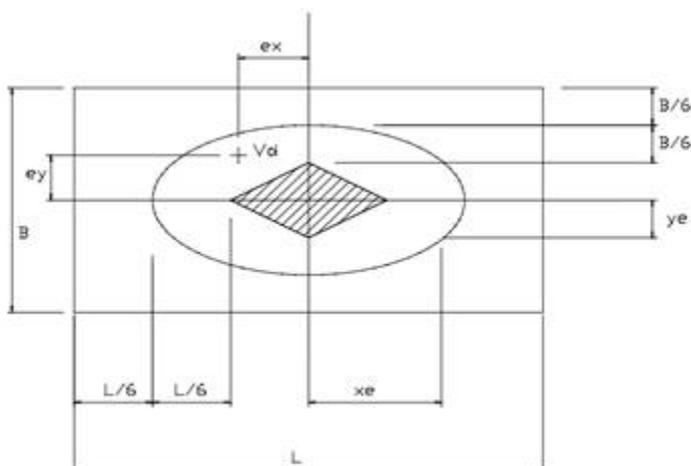
a) Wenn der Höchstwert der Ausmitte **1/3** beträgt:

$$\left(\frac{e_x}{A}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{B}\right)^2 \leq \frac{1}{9}$$

b) Wenn der Höchstwert der Ausmitte **1/6** beträgt:

$$\frac{e_x}{A} + \frac{e_y}{B} \leq \frac{1}{6}$$

$e_x$	siehe oben in diesem Dokument
$e_y$	siehe oben in diesem Dokument
A	wird aus der Blockfundament-Bibliothek übernommen
B	wird aus der Blockfundament-Bibliothek übernommen



c) Wenn der Höchstwert der Ausmitte **Unbegrenzt** ist:

In diesem Fall ist ein beliebiger Ausmittenwert erlaubt. Die Ausnutzung wird auf **0,00** gesetzt.

### Auftriebsnachweis

Bei negativer vertikaler Entwurfs- oder Bemessungslast  $V_d$  ist davon auszugehen, dass das Blockfundament unter Zug steht und vom Boden auftreiben kann. Der Auftriebsnachweis lässt sich folgendermaßen notieren:

$$|P| \leq G_d$$

Wert	Formel
P	Die vertikale Reaktion <b>Rz</b> wie oben in diesem Dokument angegeben.
$G_d$	Das Gewicht von Fundament und möglicher Hinterfüllung wie oben in diesem Dokument angegeben.

### Ausgabe

Sie können zwischen einer kurzen und einer detaillierten Ausgabe wählen. Der Tabellenassistent steht zur Verfügung.

Ausnutzungswerte über **1,00** werden fett dargestellt.

### Automatische Bemessung

Zum Optimieren des Blockfundaments werden Sensitivitätsoptimierung und Raster wie für Stahl implementiert.

Die Optimierung des Blockfundaments wird zum Dienst „Stabilitätsnachweis des Blockfundamentes“ und im Rechenkern „Gesamtoptimierung“ hinzugefügt.

Die maximale Nachweisgrenze kann für jeden der drei Hauptnachweise frei gewählt werden.

- **Ausnutzungsnachweis für die Tragfähigkeit**
- **Ausnutzungsnachweis für Gleiten**
- **Ausnutzungsnachweis für Ausmitte**

Im Normalfall beträgt der Höchstwert für jeden der drei Nachweise **1,00**. Beachten Sie, dass alle drei Eingabefelder nur positive Werte zulassen.

Für jeden der drei Nachweise zeigt das jeweilige Feld **Höchstausagebrauchsnachweis** den aktuellen Wert für den Ausnutzungsnachweis.

Die Abbildung zeigt die Geometrie des Blockfundaments; sie entstammt der Blockfundament-Bibliothek. Ebenso wie für Stahl werden während der Optimierung Änderungen der Abmessungen in der Abbildung angezeigt.

Die Schaltfläche **Blockfundament ändern** öffnet die Blockfundament-Bibliothek, in der Sie das Blockfundament ändern oder ein anderes Fundament wählen können.

Die Bedienung erfolgt analog zur Schaltfläche „Bearbeiten“ in der Stahloptimierung.

Auch die Schaltflächen **Nächstniedriger** und **Nächsthöher** funktionieren wie im Stahlmodul: Der gewählte Rasterparameter wird um einen Schritt erhöht oder verringert.

Die Schaltfläche **Optimum suchen** funktioniert ebenso wie im Stahlmodul: Die markierten Rasterparameter werden optimiert.

Auch die **Richtungsfunktionen** entsprechen denen für Stahl. Sie können „Auf und Ab“ wählen, um die automatische Bemessung in beiden Richtungen zu verwenden. Mit „Nur Auf“ kann AutoDesign die Parameter nur erhöhen. Die Voreinstellung lautet „Auf und Ab“.

Im **Parameter**-Feld können Sie wählen, welche Parameter optimiert werden sollen. Wählen Sie eine der Blockfundament-Abmessungen oder „Erweitertes Autodesign“, um mehrere Parameter gleichzeitig zu optimieren (Sensitivität).

Die Parameter sind **A, B, h1, h2, h3, a, b, ex** und **ey**.

Die Voreinstellung zeigt den Parameter **A**.

Das Optimierungsraster verwendet dasselbe Layout wie der Stahlteile. Lediglich die Spalte „Sortieren gemäß“ ist nicht vorhanden.

Auch die Rasterfunktionen entsprechen denen für Stahl.

Wie im Stahlmodul können Sie einem Parameter eine Liste der Abmessungen zuweisen. Für das AutoDesign werden nur Werte aus dieser Liste verwendet.

Die Schaltfläche **Werte einstellen** dient zum Ändern eines ausgewählten Rasterparameters.

Wie im Stahlmodul richtet sich der angezeigte Dialog danach, ob dem gewählten Parameter eine Liste zugewiesen wurde oder nicht.

Mit **Auswählen/Abwählen Alle** können Sie schnell alle Parameter im Raster wählen oder abwählen.

Wie für Stahl können Sie die Parameter zueinander in Beziehung setzen. Über **Zusammenhänge kontrollieren** prüfen Sie Ihre Angaben auf Stimmigkeit.

Wichtiger Hinweis: Im Stahlmodul werden für Autodesign mehrere Gültigkeitstests durchgeführt (automatische Prüfung der Zusammenhänge usw.). Dieselben Tests werden auch für Blockfundamente automatisch durchgeführt.

Für das erweiterte Autodesign wird der Sensitivitätsalgorithmus verwendet:

- In jeder Iteration wird jeder Parameter separat geändert und es wird geprüft, welche Änderung die größte Auswirkung auf die Ausnutzung des Blockfundaments hat. Dieser Parameter wird dann übernommen.  
Das Verfahren wird anschließend in der nächsten Iteration fortgeführt, bis der Ausnutzungsnachweis für das Blockfundament kleiner als 1,00 ist.
- Sodann (nachdem ein Wert unter 1,00 erreicht wurde), beginnt das Verfahren erneut. Dieses Mal wird versucht, so nahe wie möglich an 1,00 zu gelangen, ohne den Wert zu überschreiten. Die Parameterwerte werden dabei also reduziert.
- Schließlich kann kein Parameter weiter reduziert werden, ohne dass die Ausnutzung 1,00 überschreitet. Damit ist die optimale Lösung gefunden.

### Referenzen

[1]	EN 1997-1, <i>Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln</i> , CEN, 2004.
[2]	Frank R., Baudoin C., Driscoll R., Kavvadas M., Krebs Ovesen N., Orr T., Schuppener B., <i>Designer's Guide to EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1: General rules</i> (Leitfaden für Statiker zur EN 1997-1 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln), Thomas Telford, 2004.

[3]	Schneider K.-J., Bautabellen für Ingenieure, 13. Auflage, Werner Verlag, 1998.
[4]	EN 1990, Eurocode – Grundlagen der Tragwerksplanung, CEN, 2002.
[5]	Lambe T., Whitman R., Soil Mechanics (Baugrundmechanik), MIT, John Wiley & Sons, Inc, 1969.

## Fundamentstreifen

Ein Fundamentstreifen wird als eine Art lineares Auflager benutzt. Es wird über seine Breite und die Eigenschaften des [Bodens unter der Fundamentoberfläche](#) definiert. Alle Eigenschaften des Fundamentstreifens werden im Eigenschaftsdialog des Auflagers definiert, d. h. in dem Moment, in dem das Auflager ins Modell eingefügt wird.

Type	Foundation strip
Foundation	bank
Width [m]	0,800
Stiff - X [N/m]	40000000,00
Stiff - Y [N/m]	40000000,00
Stiff - Z [N/m]	239427400,46
Stiff - Rx [Nm/rad]	56870104,95
<b>Upper soil</b>	
Density [g/m <sup>3</sup> ]	1450,00
Height [m]	1,350
Underground wat...	0,000
Member	B22
<b>Geometry</b>	
System	LCS
Position x1	0
Position x2	1
Coord. definition	Rela
Origin	From start

## Oberschicht von Blockfundament und Fundamentstreifen

Das Auflager einer Struktur, die mittels Fundament (Block- oder Streifenfundament) definiert ist, wird nicht nur über die Abmessungen der Fundamentstruktur und die Eigenschaften des Bodens unter der Fundamentoberfläche definiert, sondern auch über die Merkmale des darüber liegenden Bodens.

<b>Dichte</b>	spezifiziert die Dichte des Bodens über dem Block- oder Streifenfundament.
<b>Höhe</b>	Definiert die Höhe der deckenden Bodenschicht. Die Höhe wird von der oberen Fläche des Fundaments aus gemessen.

Zusätzlich können Sie den Grundwasserspiegel vorgeben, der die Merkmale des Auflagers ebenfalls beeinflusst.

**Hinweis:** Die Parameter der Oberschicht werden beim Nachweis der Stabilität des Blockfundaments berücksichtigt.

## Definieren von neuen Blockfundamenttypen

*So definieren Sie einen neuen Blockfundamenttypen:*

1. Öffnen Sie den **Blockfundament-Manager** ...
  - a. entweder über die Baumenüfunktion **Bibliothek > Blockfundamente**,
  - b. oder über die Menüfunktion **Bibliotheken > Blockfundamente**.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Neu**.
3. Ein neues Blockfundament wird erstellt und zur Liste der definierten Typen zugefügt.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Bearbeiten**.
5. Der Bearbeitendialog erscheint.
6. Wählen Sie den zu definierenden Typ.
7. Tragen Sie die Abmessungen des Blocks ein.
8. Wählen oder definieren Sie das Blockmaterial.
9. Bestätigen Sie mit **OK**.
10. Schließen Sie den Blockfundament-Manager.

**Hinweis:** Wenn noch kein Blockfundament definiert ist, wird beim Aufrufen des **Blockfundament-Managers** direkt der **Bearbeitendialog für Blockfundamente** geöffnet. Sobald Sie den Bearbeitendialog schließen, erscheint der **Fundament-Manager** und Sie können das beschriebene Verfahren nutzen.

## Einfügen von Blockfundamenten ins Modell

Da das Blockfundament ein Auflagertyp ist, kann es wie ein Standardpunktlager eingefügt werden. Es kann also das Verfahren zum Einfügen eines Punktlagers benutzt werden. Der einzige Unterschied ist, dass Sie einige zusätzliche Parameter angeben müssen, die [nur für diesen Auflagertyp benötigt werden](#).

**Hinweis:** Wenn keine Bettung und kein Typ für das Blockfundament definiert wurden, verwendet das Programm beim Einfügen des Blockfundamentauflagers automatisch eine Standardbettung und einen Standard-Blockfundamenttyp. Sie können diese Element später bearbeiten und korrekte Werte für deren Merkmale eingeben.

## Definieren von neuen Fundamentstreifen

Da der Fundamentstreifen ein lineares Auflager ist, kann er wie eine Standard-Linearaufleger eingefügt werden. Es kann also das Verfahren zum Einfügen eines Linearauflegers benutzt werden. Der einzige Unterschied ist, dass Sie einige zusätzliche Parameter angeben müssen, die [nur für diesen Auflagertyp benötigt werden](#).

**Hinweis:** Wenn keine Bettung definiert wurde, verwendet das Programm beim Einfügen des Fundamentstreifenauflegers automatisch eine Standardbettung. Sie können diese Element später bearbeiten und korrekte Werte für deren Merkmale eingeben.

## Bettung

### Bettung: Einführung

Auflager des Typs Fundament (also [Blockfundament](#) und [Fundamentstreifen](#)) werden auf den Boden, der die Grundlage der Struktur bildet, gelegt. Die Parameter dieses Bodens müssen definiert werden, damit genaue Berechnungen möglich sind.

In Scia Engineer wird der Boden unter dem Fundament auch als Bettung (oder Baugrund) bezeichnet und kann über Funktionen definiert werden. Wählen Sie dazu ...

- entweder die Baumenüfunktion **Bibliothek > Bettungen**,
- oder die Menüfunktion **Bibliotheken > Bettungen**.

Wenn mindestens ein Bettungstyp definiert ist, kann er zum Definieren von [Blockfundamenten](#) oder [Fundamentstreifen](#) benutzt werden.

## Definieren von neuen Bettungstypen

Ein neuer Bettungstyp kann im **Bettungsmanager** definiert werden. Er gehört zu den vielen *Datenbankmanagern* in Scia Engineer.

*So definieren Sie einen neuen Bettungstyp:*

1. Öffnen Sie den **Bettungsmanager** ...
  - a. entweder über die Baumenüfunktion **Bibliothek > Bettungen**,
  - b. oder über die Menüfunktion **Bibliotheken > Bettungen**.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Neu**, um ein neues Bettungselement zu erstellen.
3. Der neue Bettungstyp wird zur Liste der definierten Bettungen hinzugefügt.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Bearbeiten**.
5. Der [Bearbeitendialog](#) wird geöffnet.
6. Tragen Sie die gewünschten Werte für die Einzelparameter ein.
7. Bestätigen Sie die Parameter mit **OK**.
8. Wiederholen Sie die Schritte 2 bis 7 beliebig oft.
9. Schließen Sie den **Bettungsmanager**.

## Definieren von Bettungsparametern

Das Definieren der Bettungsparameter erfolgt im Bearbeitendialog für Bettungen. Der Bearbeitendialog wird über den **Bettungsmanager** aufgerufen.

### Bettungsparameter

<b>Konstanten C1 und C2 für Richtungen X, Y, Z</b>	Die C-Parameter stellen die Bettungseigenschaften dar (siehe auch <a href="#">Baugrundparameter einer Stabbettung</a> ).
<b>Testparameter</b>	Hier werden die Parameter, die für die Prüfung/den Nachweis einer Bettung gemäß den technischen Normen erforderlich sind, definiert.

### Testparameter

Diese Daten werden nur für Stabilitätsnachweise von Blockfundamenten benutzt.

<b>Dichte</b>	Baugrunddichte
<b>Fic</b>	Winkel des Abscherwiderstandes unter effektiver Spannung
<b>Cc</b>	Bemessungswert der Kohäsion bei effektiver Spannung
<b>Ccu</b>	Undrainierte Schubfestigkeit
<b>Sigma-oc</b>	Zulässige Bodenspannung (optional)
<b>Typ</b>	Der Boden kann undrainiert oder drainiert sein.

Name	bank
C1x [N/m <sup>3</sup> ]	50000000,00
C1y [N/m <sup>3</sup> ]	50000000,00
C1z [N/m <sup>3</sup> ]	75000000
C2x [N/m]	20000000
C2y [N/m]	20000000
C2z [N/m]	30000000,00
☐ <b>Params for c...</b>	
Type	Undrained <input type="button" value="v"/>
Specific weight [g/...	1980
Fic [deg]	12
Sigma oc [Pa]	0,00
Cc [Pa]	0,00
Ccu [Pa]	0,00

## Baugrundparameter einer Stabbettung

Die Baugrundparameter einer Stabbettung sind:

<b>C1x</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $u_x$ (Verformung in lokaler x-Richtung)
<b>C1y</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $u_y$ (Verformung in lokaler x-Richtung)
<b>C1z</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $u_z$ (Verformung in lokaler z-Richtung)
<b>C2x</b>	Widerstand des Baugrundes gegen die Verdrehung $du_x/dx$
<b>C2y</b>	Widerstand des Baugrundes gegen die Schubverformung $du_y/dx$
<b>C2z</b>	Widerstand des Baugrundes gegen die Schubverformung $du_z/dx$

**Hinweis:** Aus dem Komplettsatz von 6 Parametern C sind nur 4 Parameter signifikant. Sie können z. B. mithilfe des EPW-Moduls SOILIN, falls installiert, aus den Baugrundparametern C eines äquivalenten 2-D-Modells errechnet werden:

$$\begin{aligned}
 C^*1x \quad (MN/m^2) &= b \text{ (m)} C1x \text{ (MN/m}^3) \\
 C^*1y \quad (MN/m^2) &= b \text{ (m)} C1y \text{ (MN/m}^3) \\
 C^*1z \quad (MN/m^2) &= b \text{ (m)} C1z \text{ (MN/m}^3) + 2 k \text{ (MN/m}^2) \\
 C^*2z \text{ (MN)} &= b \text{ (m)} C2x \text{ (MN/m)}
 \end{aligned}$$

wobei gilt:  $b$  = Breite des Stabes

Wir raten vom Verwenden der anderen beiden Parameter  $C2x$  und  $C2y$  ab, da für sie keine zuverlässigen experimentellen Daten vorhanden sind.

## Baugrundparameter einer Plattenbettung

Die Baugrundparameter einer Plattenbettung sind:

<b>C1z</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $w_P$ (mm) C1z in MN/m <sup>3</sup>
<b>C2x</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $w_P/x_P$ (mm/m) C2x in MN/m
<b>C2y</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $P/y_P$ (mm/m) C2y in MN/m
<b>C1x</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $u_P$ (mm) C1x in MN/m <sup>3</sup>
<b>C1y</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $v_P$ (mm) C1y in MN/m <sup>3</sup>

**Hinweis:** Im Normalfall wird C2x gleich C2y und C1x gleich C1y angenommen.

**Hinweis:** Siehe auch Kapitel [Modelldaten > Fundament > Bettung](#).

## Verwenden von Bettungen

Bettungen werden als Parameter zum Definieren der Fundamentsstruktur benutzt. Sie gehören also zu den Parametern für Blockfundamente und Fundamentstreifen. Diese beiden Fundamentstrukturen sind eine Art Punkt- oder Linearlager.

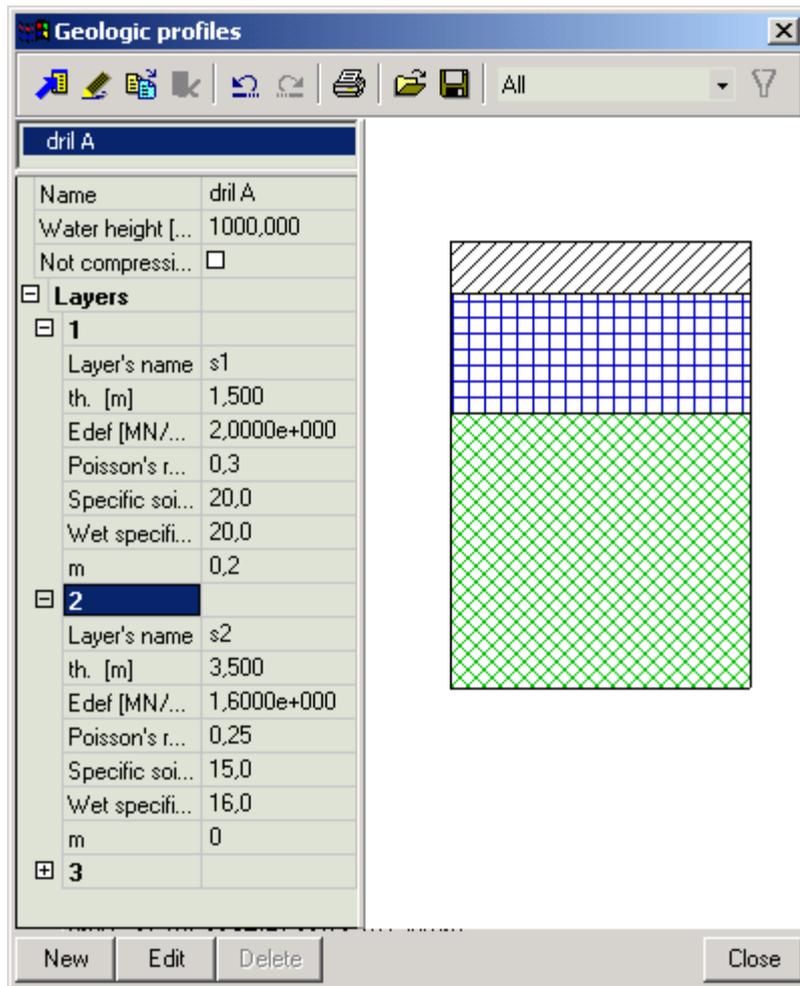
Demzufolge wird der für Blockfundament oder Fundamentstreifen benutzte Bettungstyp im Eigenschaftsdialog eines Auflagers angepasst.

## Geologieprofil

### Manager für geologische Profile

Der **Manager für geologische Profile** ist ein normaler *Datenbankmanager*. Die Bedienung ist daher ganz einfach.

Er sieht z. B. wie folgt aus:



Sie können übliche Bearbeitungen für geologische Profile darin ausführen:

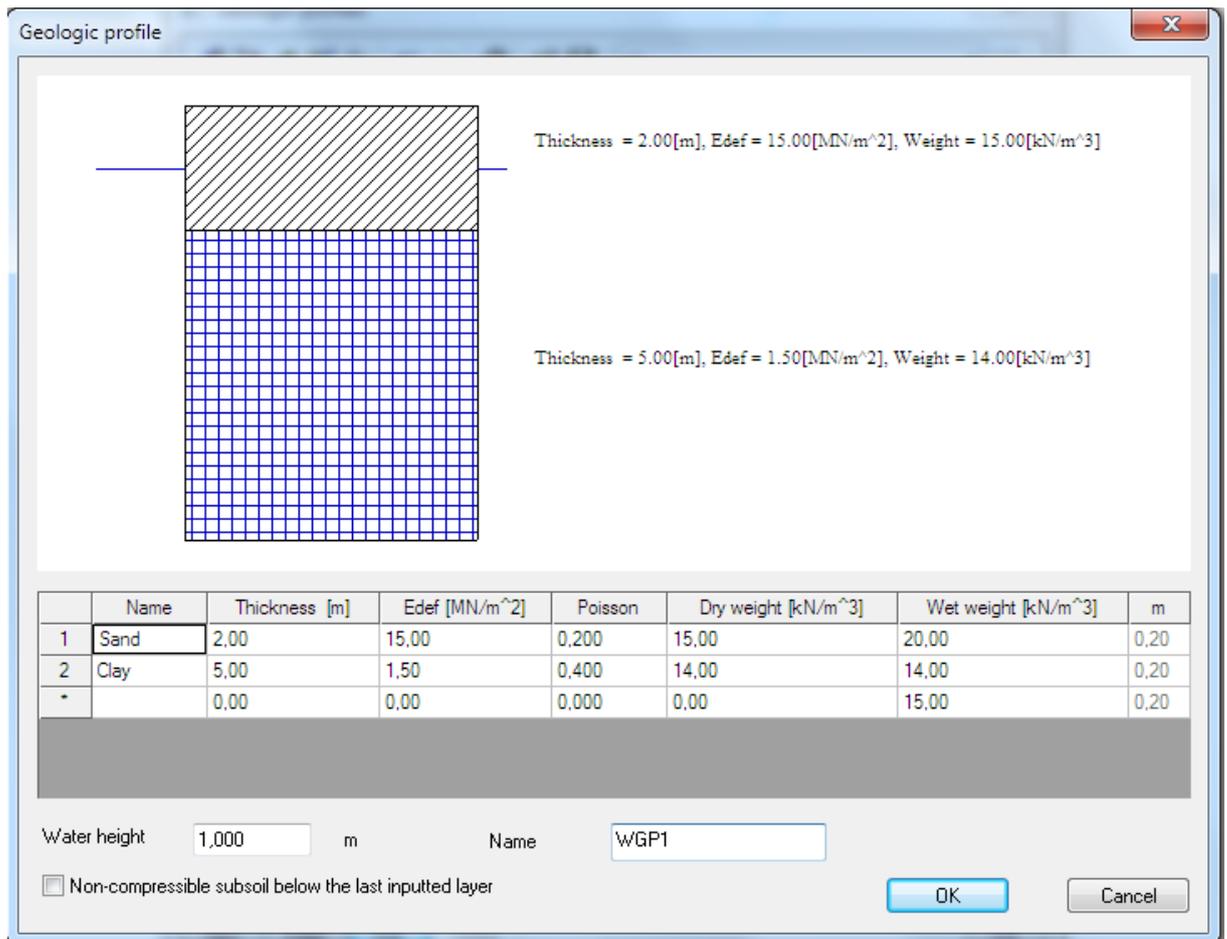
- Definieren neuer Einträge
- Bearbeiten vorhandener Einträge
- Kopieren vorhandener Einträge
- Löschen vorhandener Einträge (sofern diese nicht im Modell benutzt werden)
- Drucken oder Speichern von Daten
- Einlesen von der Festplatte (sofern die Daten gespeichert wurden)

Der **Manager für geologische Profile** kann geöffnet werden über ...

- die Baummenüfunktion **Bibliothek > Geologieprofile**.
- die Menüfunktion **Bibliotheken > Geologieprofile**.
- Er wird automatisch geöffnet, wenn ein Element eingegeben wird, für das ein geologisches Profil benötigt wird aber noch nicht definiert wurde.

## Definieren von neuen geologischen Profilen

Ein neues geologisches Profil wird im [Manager für geologische Profile](#) erstellt. Die Funktion **Neu** im Manager öffnet den Dialog **Geologieprofil**.



### Allgemeine Parameter für geologische Profile

<b>Wasserstand</b>	bestimmt den Grundwasserspiegel. Der Wasserstand beeinflusst die Bodenparameter.
<b>Name</b>	legt den Namen des Geologieprofils fest.
<b>Nicht verdichtbare Bettung</b>	Ist der Parameter AKTIVIERT, wendet das Programm den Beiwert für die Tiefenreduktion $k_2$ gemäß CSN 73 1001, Absatz 80 an. Numerisch wird dabei die Dämpfung der Spannungskomponente $s_z$ im Halbraum verlangsamt. Alle Komponenten des elastischen Halbraum-Spannungstensors werden in dieser reduzierten Tiefe berechnet. Es ist lediglich eine Annäherung, keine genaue Lösung der elastischen Schicht. Der Unterschied ist – verglichen mit anderen Ungenauigkeiten – jedoch vernachlässigbar.

### Schichtparameter

<b>Name</b>	Name der Schicht
<b>Dicke</b>	Dicke der Schicht
<b>E def</b>	Modulus der Verformung Für die geotechnischen Kategorien 1 und 2 kann beispielsweise der indikative Wert aus CSN 73 1001 verwendet werden, für Kategorie 3 sollte eine Vermessung durchgeführt werden, um den

	Wert zu ermitteln.
<b>Querdehnzahl</b>	Beiwert der Querverformung Ein indikativer oder experimentell bestimmter Wert kann verwendet werden. (Bereich: 0 – 0,5)
<b>Bodenwichte</b>	Bodenwichte für trockenen Boden normalerweise im Bereich von 18 bis 23 kN/m <sup>3</sup>
<b>Feuchtbodenwichte</b>	Bodenwichte für feuchten Boden
<b>m</b>	Koeffizient der Bodenstärke Einheitenloser Wert in der Formel für Setzungen gemäß CSN 73 1001.
	$s = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{z,i} - m_i \sigma_{or,i}}{E_{osd,i}} h_i$
	<p>Tabelle 10 der Norm nennt indikative Werte für verschiedene Böden im Bereich von 0,1 bis 0,5. Für Kategorie 3 sollten Sie den Ingenieur befragen, der die Vermessung vor Ort durchgeführt hat.</p> <p>Für andere Normen (außer CSN) ist dieser Beiwert gleich 0,2.</p>

**Hinweis:** Geologische Profile müssen bis zu einer Tiefe definiert werden, in der die Effektivspannung noch aktiv ist – ansonsten verfügt das Programm nicht über genügend Daten.

## Bearbeiten von geologischen Profilen

Ein vorhandenes geologisches Profil wird im [Manager für geologische Profile](#) bearbeitet. Die Funktion **Bearbeiten** im Manager öffnet den Dialog **Geologieprofil**. Der Dialog wird im Kapitel [Definieren von neuen geologischen Profilen](#) beschrieben.

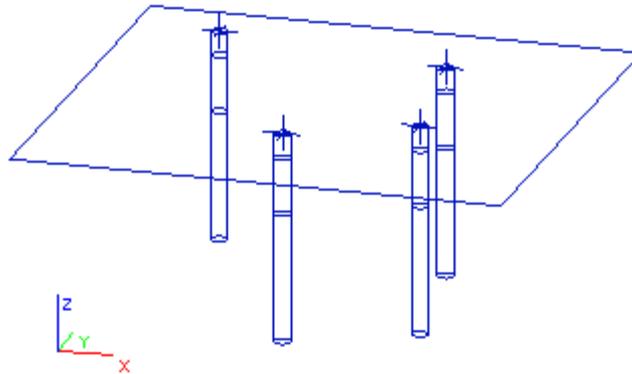
## Bohrlochquerschnitte

### Bohrlöcher: Einführung

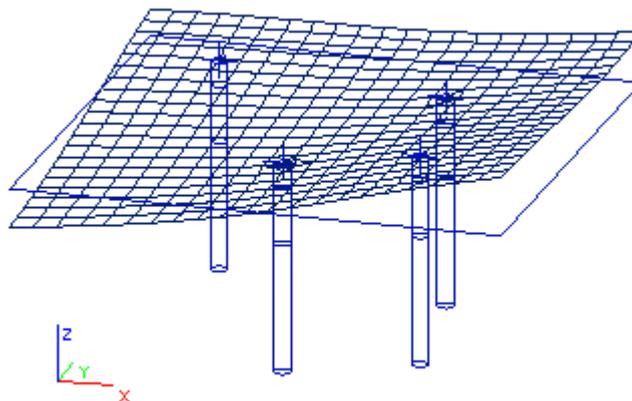
Bohrlöcher und geologische Profile stellen dem Programm gemeinsam Daten zur Bodenbeschaffenheit zur Verfügung. Beide Daten werden benötigt, um die Interaktion zwischen Struktur und Baugrund zu berechnen.

Ein Bohrloch wird vollständig definiert über (i) das entsprechende geologische Profil, (ii) die Position und (iii) die Höhe. Normalerweise werden mehrere Bohrlöcher definiert, um die Erdoberfläche im Bereich dieser Löcher zu berechnen und darzustellen. Die Oberfläche kann für eindrucksvolle Projektpräsentationen benutzt werden. Die Oberfläche selbst wird während der Berechnung nicht berücksichtigt.

Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für definierte Bohrlöcher. Das Rechteck ist das Gebiet, in dem die Bodenbeschaffenheit inter- bzw. extrapoliert werden kann.



In der folgenden Abbildung ist die berechnete Oberfläche zu sehen:



## Einfügen von neuen Bohrlochern

*So definieren Sie ein neues Bohrloch:*

1. Öffnen Sie den Dienst **Struktur**.
2. Starten Sie die Funktion **Bohrlochquerschnitt**.
3. Geben Sie die Parameter ein.
4. Bestätigen Sie mit **OK**.
5. Legen Sie die Position des neuen Bohrlochs oder der Bohrlöcher fest.

### Bohrlochparameter

<b>Name</b>	kennzeichnet den Bohrlochquerschnitt.
<b>Nur Ergebnisse</b>	Wenn die Berechnung ausgeführt ist, können Sie eine Tabelle der Setzungen anzeigen. Die Setzungswerte werden an den Bohrlochern berechnet. Das Bohrloch selbst (das entsprechende geologische Profil) wird auch als Eingabewert für das Berechnen der Interaktion zwischen Struktur

---

	und Boden benutzt. Sie können jedoch einzelne Bohrlöcher aus den Eingabedaten ausschließen und diese nur als Positionen für die Berechnung der Setzung verwenden. Ist dieser Parameter AKTIVIERT, wird das im Bohrloch definierte geologische Profil ignoriert und die Bedingungen an dieser Position werden über die umgebenden Bohrlöcher interpoliert. Trotzdem wird an dieser Stelle die endgültige Setzung berechnet.
<b>Geologieprofil</b>	legt das Geologieprofil für die Bohrlochposition fest.

---

## Bearbeiten von vorhandenen Bohrlöchern

*So bearbeiten Sie vorhandene Bohrlöcher:*

1. Wählen Sie das gewünschte Bohrloch.
2. Das **Eigenschaftsfenster** listet die Parameter des Bohrlochs auf.
3. Ändern Sie die gewünschten Parameter
4. Die Änderungen werden gleich berücksichtigt.

**Hinweis:** Nach dem Ändern (insbesondere der Position) des Bohrlochs müssen Sie möglicherweise die [Oberfläche aktualisieren](#) (sofern sie vor dem Durchführen der Änderungen angezeigt wurde).

## Löschen von vorhandenen Bohrlöchern

Ein fälschlicherweise definiertes oder nicht länger benötigtes Bohrloch kann wie jedes andere Element im Modell gelöscht werden.

*So löschen Sie ein Bohrloch:*

1. Wählen Sie das gewünschte Bohrloch.
2. Löschen Sie es ...
  - a. durch Drücken der Taste **Entf**.
  - b. über die Funktion **Löschen** im Kontextmenü.
  - c. über die Menüfunktion **Ändern > Löschen**.

## Einblenden oder Ausblenden von vorhandenen Bohrlöchern

Die Sichtbarkeit der Bohrlöcher wird über den Ansichtparameter **Baugrund > Bohrlochquerschnitte** bestimmt.

*So blenden Sie die Bohrlöcher ein oder aus:*

1. Öffnen Sie den Dialog **Ansichtparametereinstellungen ...**
  - a. über die Kontextmenüfunktion **Ansichtparameter für alles einstellen**.
  - b. über die Schaltfläche in der Symbolleiste des Grafikfensters.
2. Schalten Sie den Eintrag **Baugrund > Bohrlochquerschnitte** EIN (oder AUS).
3. Bestätigen Sie mit **OK**.

## Anzeigen der Erdoberfläche

Die Oberfläche wird für einen Bereich berechnet und angezeigt, der folgende zwei Bedingungen erfüllt:

- alle definierten Bohrlöcher liegen innerhalb des Bereichs

- die Entfernung vom Umriss der Struktur zur Bereichsgrenze beträgt in jeder Richtung mindestens 10 Meter

Die Sichtbarkeit der Oberfläche wird über den Ansichtparameter **Baugrund > Oberfläche** bestimmt.

*So blenden Sie die Oberfläche ein oder aus:*

1. Öffnen Sie den Dialog **Ansichtparametereinstellungen** ...
  - a. über die Kontextmenüfunktion **Ansichtsparmeter für alles einstellen**.
  - b. über die Schaltfläche in der Symbolleiste des Grafikfensters.
2. Schalten Sie den Eintrag **Baugrund > Oberfläche** EIN (oder AUS).
3. Bestätigen Sie mit **OK**.

## Aktualisieren der Erdoberfläche

Wenn Sie einige Änderungen an Bohrlöchern (oder am Modell) vorgenommen haben, wird die Oberfläche möglicherweise nicht mehr angezeigt. Das liegt daran, dass die Änderungen einen Neuaufbau der Oberfläche erforderlich machen und dieser (in erster Linie aus Geschwindigkeitsgründen) nicht automatisch erfolgt.

*So aktualisieren Sie Kontur und/oder Oberfläche:*

1. Falls die Kontur nicht angezeigt wird, [blenden Sie diese ein](#).
2. Wählen Sie die Kontur.
3. Das Eigenschaftenfenster zeigt einige Basisdaten sowie zwei Aktionsschaltflächen.
4. Klicken Sie auf **Kontur aktualisieren**, um die Kontur neu aufzubauen.
5. Die Kontur kann sich ändern, wenn neue Bohrlöcher nach dem letzten Neuaufbau der Oberfläche hinzugefügt oder vorhandene Bohrlöcher verschoben wurden.
6. Klicken Sie auf **Oberfläche aktualisieren**, um die Oberfläche neu aufzubauen.

## Interaktion mit dem Baugrund (Soil-in)

### Einführung

Die Analyse der Fundamentstrukturen sieht sich der Herausforderung gegenüber, die Teile des Fundaments zu modellieren, die mit dem Baugrund bzw. der Bettung in Kontakt stehen. Die beste Lösung ist das Verwenden eines 2D-Modells des Baugrunds, das die Verformungseigenschaften des zugrunde liegenden Massivs anhand eines Oberflächenmodells abbildet. Die Eigenschaften eines solchen Modells werden durch die sogenannten C-Parameter ausgedrückt. Diese Parameter werden direkt den Strukturelementen zugewiesen, die in Kontakt mit dem Baugrund stehen. Die Parameter beeinflussen die Steifigkeitsmatrix. Um die Dinge zu vereinfachen, können Sie sich C als Eigenschaften der elastischen (eigentlich pseudoelastischen) Verbindungen oder der Oberflächenfederkonstanten vorstellen, die je nach Zustand des analysierten Systems veränderlich sind. Man spricht auch von der „Stützung durch C-Parameter“ – einer Generalisierung der Winkler-Idee der Stützung durch dichte Flüssigkeit  $g = C1$  (MNm<sup>-3</sup>) oder eines unendlich dichten Systems vertikaler Federn. Die Generalisierung ist sehr wichtig und betrifft in erster Linie die signifikante Schubverteilung im Baugrund, die im Winkler-Modell vernachlässigt wird. Die Interaktionsparameter zwischen Grundplatte und Baugrund richten sich nach der Verteilung und dem Lastniveau bzw. der Kontaktspannung zwischen der Oberfläche der Struktur und der umgebenden Bettung sowie nach der Geometrie der Grundplatte und den mechanischen Eigenschaften des Bodens. Das Berechnungsmodul SOILIN berücksichtigt alle genannten Abhängigkeiten. Da die C-Parameter die Kontaktspannung beeinflussen (und umgekehrt – die Verteilung der Kontaktspannung wirkt sich auf die Setzung der Grundplatte und damit auf die C-Parameter aus), ist eine iterative Lösung nötig.

### Einfluss des Baugrunds in der Nähe der Struktur

Beim Modellieren der Wechselwirkung zwischen einer Struktur und dem Baugrund muss die Einwirkung des Baugrunds außerhalb der Struktur berücksichtigt werden. Dieser äußere Baugrund stützt die Kanten der Fundamentplatte aufgrund von Schubsteifigkeit. Bisher wurden

zum Modellieren dieses Phänomens spezielle Vorgehensweisen empfohlen. Die aktuellen Versionen von Scia Engineer ermöglichen eine ausgefeilte Lösung auf Grundlage des folgenden Prinzips.

Das Programm fügt der Kante der untersuchten Fundamentplatte automatisch Federn hinzu, die in etwa den Effekt der sogenannten Stützelemente ersetzen. (Es handelt sich um einen 1 bis 2 Meter breiten Streifen entlang der Fundamentplattenkanten, dessen Dicke beinahe 0 beträgt.) Die so erzielte Lösung berücksichtigt den Baugrund in unmittelbarer Nähe der untersuchten Fundamentplatte.

Gegenüber einer Lösung ohne Federn zeigen Ergebnisse mit Federn kleinere Verformungen der Fundamentplattenkanten an, also größere Biegemomente in der Fundamentplatte.

Die in der globalen Z-Richtung liegenden Federn werden allen Kantenknoten zugewiesen, sofern diese weder gedreht sind noch eine Feder aufweisen. Falls das doch der Fall sein sollte, geht das Programm davon aus, dass Sie bereits einen speziellen Stützentyp definiert haben und diese spezielle Konfiguration nicht automatisch geändert werden soll.

Diese Ausnahmen können verwendet werden, um das Einbringen von Kantenfedern entlang bestimmter Linien zu unterdrücken. Sie können sehr kleine Linienfedern entlang erforderlicher Linien (Kanten) definieren und so die Auswirkung des umgebenden Baugrunds eliminieren (als wäre eine Spundwand vorhanden).

## Geometrie

Wenn die Grundplatte nicht horizontal ist, sollten Sie folgende Punkte bedenken:

Die korrekte Berechnung der C-Parameter geht davon aus, dass die mit dem Baugrund in Kontakt stehende Struktur mehr oder weniger horizontal liegt. Technisch gesehen ist eine Neigung bis 5 oder 8 Grad zulässig. Das Programm kann in mehreren Z-Niveaus für die Grundfläche rechnen, jedoch sind die Ergebnisse nur annehmbar, wenn die Z-Niveaus sich innerhalb gewisser Grenzen bewegen. Weiterführende Literatur (auf Tschechisch) zu diesem Thema:

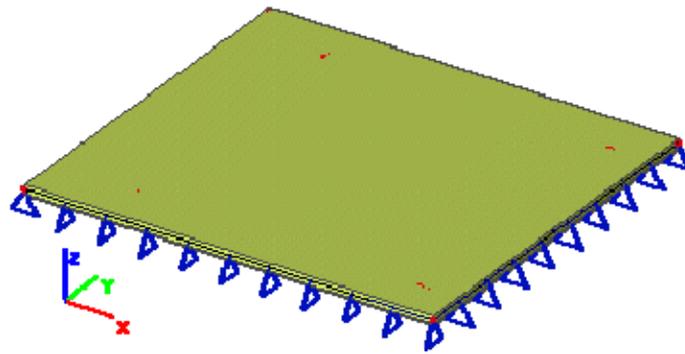
- Kolář V.: Matematické modelování geomechanických úloh. Skriptum pro postgraduální studium FAST VUT Brno, 1990, 60 str.
- Buček J., Kolář V., Obruča J: Manuál k programu SOILIN, FEM consulting Brno, 1993
- Buček J., Kolář V.: Iterační výpočet NE-XX - SOILIN, FEM consulting Brno, 1995
- Kolář V.: Statické výpočty základových konstrukcí. Knižnice Aktualit České matice technické Praha, ed. plán 1994.
- Kolář V.: Teoretický manuál FEM-Z k programům DEFOR a NE-XX, seminář FEM consulting s.r.o., 5. - 6.10.1993 v Brně.

## Definieren von neuen Soilin-Auflagern

Die Interaktion zwischen Struktur und Baugrund wird berechnet, wenn die Struktur auf ein Auflager vom Typ „Soilin“ gebettet wird.

*So definieren Sie ein neues Soilin-Auflager:*

1. Erstellen Sie die zu stützende Struktur.
2. Öffnen Sie den Dienst **Struktur**.
3. Starten Sie die Funktion **Auflager > Oberfläche (el. Fundament)**.
4. Stellen Sie die Parameter ein (siehe Kapitel [Flächenauflager auf Platte](#)).
5. Bestätigen Sie mit **OK**.
6. Wählen Sie die Platte/n (Grundplatte) für diesen Auflagertyp aus.



## Flächenaufleger auf Platte

### Parameter

<b>Name</b>	legt den Namen des Auflagers fest.
<b>Typ</b>	wählt den Typ des Auflagers (siehe unten).
<b>Bettung</b>	Falls für den gewählten Auflagertyp nötig, legt dieser Eintrag die <a href="#">Bettungsparameter</a> fest.

### Typ

<b>Individuell</b>	<p>Der Platte wird ein bestimmter <a href="#">Bettungstyp</a> zugewiesen.</p> <p>Die Bettung wird über die C-Parameter definiert. Diese benutzerdefinierten C-Parameter werden zum Berechnen benutzt (z. B. Kontaktspannung in der Fundamentfläche).</p>
<b>Soil-in</b>	<p>Für diese Art Auflager wird die Interaktion zwischen Struktur und Fundamentbettung über das Modul <a href="#">SOIL-IN</a> betrachtet.</p> <p>Die Parameter C1z, C2x und C2y werden im SOIL-IN-Modul berechnet.</p>

**Hinweis:** Die Parameter C1x und C1y können im Dialog Einstellungen > Rechenkern eingegeben werden.

<b>Beide</b>	<p>Beide oben genannten Typen werden für die Platte kombiniert.</p> <p>Der Anwender definiert, welche C-Parameter eingegeben und welche vom SOIL-IN-Modul berechnet werden.</p> <p>Die Parameter können in den Bettungseigenschaften eingegeben werden. Die in Dialog für Bettungseigenschaften als Null eingegebenen Parameter werden vom SOIL-IN-Modul berechnet. Andere Parameter werden als Eingabe gewertet.</p>
--------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Hinweis: Die Parameter C1x und C1y müssen STETS vom Benutzer definiert werden. Das SOIL-IN-Modul kann diese nicht berechnen.

### Soil-in

Das Modul Soil-in kann die Parameter C1z, C2x und C2y berechnen. Die anderen Parameter müssen eingegeben werden.

Dieser Text erhält lediglich einige kurze Erläuterungen zum folgenden Teil:

Die Formel für die Lageenergie der Schnittgrößen im 3D-Modell hat folgende Form:

$$\Pi_{3D}^i = \frac{1}{2} \int_V \underline{\sigma}^T \underline{\epsilon} dV = \frac{1}{2} \int_V \underline{\epsilon}^T \underline{D} \underline{\epsilon} dV \quad (0.0.1)$$

Unter Nichtbeachtung der Wirkung der horizontalen Verformungskomponenten ergeben sich folgende Vektoren:

$$\underline{\sigma} = [\sigma_z, \tau_{zx}, \tau_{yz}]^T = \underline{D} \underline{\epsilon} \quad (0.0.2)$$

$$\underline{\epsilon} = [\epsilon_z, \gamma_{zx}, \gamma_{yz}]^T = \left[ \frac{\partial w}{\partial z}, \frac{\partial w}{\partial x}, \frac{\partial w}{\partial y} \right]^T \quad (0.0.3)$$

Das entspricht einer Vereinfachung der Matrix der physikalischen Konstanten **D**.

$$\underline{D} = \begin{bmatrix} E_z & 0 & 0 \\ 0 & G & 0 \\ 0 & 0 & G \end{bmatrix} \quad (0.0.4)$$

Um das Problem nun von 3D auf 2D zu reduzieren, muss die Formel (0.0.1) über die z-Achse integriert werden. Daher wird eine gewisse Dämpfungsfunktion  $f(z)$  eingeführt und über das Verhältnis der Setzung in der gegebenen Tiefe zur Setzung an der Oberfläche definiert:  $w_0(x, y)$ .

$$f(z) = \frac{w(x, y, z)}{w_0(x, y)} \quad (0.0.5)$$

Durch Änderung von (0.0.3) und (0.0.5) erhalten wir

$$\underline{\epsilon} = \left[ w_0(x, y) \frac{\partial f(z)}{\partial z}, \frac{\partial w_0(x, y)}{\partial x} f(z), \frac{\partial w_0(x, y)}{\partial y} f(z) \right]^T \quad (0.0.6)$$

Durch Einsetzen von (0.0.6) in die Formel für die Lageenergie des Körpers  $V = \Omega H$ , mit  $\Omega$  als Ausmaß des 2D-Modells und  $H$  als Tiefe der Verformungszone im 3D-Modell erhalten wir folgende Formel:

$$\begin{aligned} \Pi_{2D}^i &= \Pi_{3D}^i = \frac{1}{2} \int_V [\sigma_z \epsilon_z + \tau_{zx} \gamma_{zx} + \tau_{yz} \gamma_{yz}] dV = \\ &= \frac{1}{2} \int_V [\epsilon_z^2 E_z + (\gamma_{zx}^2 + \gamma_{yz}^2) G] dV = \\ &= \frac{1}{2} \int_{\Omega} \left[ w_0^2 \int_0^H E_z \left( \frac{\partial f}{\partial z} \right)^2 dz + \left( \frac{\partial w_0}{\partial x} \right)^2 \int_0^H f^2 G dz + \left( \frac{\partial w_0}{\partial y} \right)^2 \int_0^H f^2 G dz \right] d\Omega \end{aligned} \quad (0.0.7)$$

Durch Integration über  $z$  ergibt sich die Formel für die Lageenergie der Schnittgrößen im 2D-Modell mit zwei Parametern:

$$C_{1z}^S, C_2^S$$

$$\Pi_{2D}^i = \frac{1}{2} \iint_{\Omega} \left[ C_{1z}^S w_0^2(x, y) + C_{2x}^S \left( \frac{\partial w_0(x, y)}{\partial x} \right)^2 + C_{2y}^S \left( \frac{\partial w_0(x, y)}{\partial y} \right)^2 \right] d\Omega \quad (0.0.8)$$

Im Vergleich zwischen (0.0.7) und (0.0.8) können wir die Beziehung zwischen den Parametern für das allgemeine (3D) und das Oberflächenmodell (2D) definieren:

$$C_{1z}^S = \int_0^H E_z \left( \frac{\partial f(z)}{\partial z} \right)^2 dz \quad C_{2x}^S = C_{2y}^S = \int_0^H G f^2(z) dz \quad (0.0.9)$$

Sie können die automatische Berechnung einiger C-Parameter umgehen und diese manuell festlegen. Dazu stellen Sie die Bettungsparameter ein und wählen als Typ **Beide (!)**.

Wenn ein C-Parameter im Bettungsdialog den Wert Null hat, wird dieser vom Programm berechnet.

Wenn ein C-Parameter im Bettungsdialog einen von Null verschiedenen Wert hat, wird der eingegebene Wert benutzt.

Der Typ **Beide** ist nicht sehr häufig und wurde aus zwei Gründen eingeführt:

1. Beim Verwenden des Typs **Soil-in** sollen unterschiedliche Reibungen in verschiedenen Teilen der Struktur benutzt werden. Das ist im Einrichtungsdialog für den Löser nicht möglich, denn hier kann nur ein Reibungswert eingegeben werden. Mithilfe des Typs **Beide** können Sie mehrere Bettungen definieren, für die  $C_{1x}$  und  $C_{1y}$  nicht Null sind, alle anderen Parameter aber sehr wohl. Beim Ausführen des Soilin-Moduls haben die von Null verschiedenen Konstanten  $C_{1x}$  und  $C_{1y}$  eine höhere Priorität als die vom Löser bestimmten und werden anstelle der letzteren benutzt. Andere Nullwerte zeigen an, dass diese Werte vom Löser berechnet und benutzt werden.

2. Manchmal ist es nötig, höhere Schubwerte ( $C_{2x}$ ,  $C_{2y}$ ), die vom Soil-in-Modul berechnet wurden, zu unterdrücken. Das ist z. B. der Fall, wenn eine neue Platte auf einer alten modelliert wird und die alte Platte als erste Bettungsschicht definiert wurde. Die Lösung ist richtig, aber da die E-Module von Erdreich und Beton sehr unterschiedlich sind, berechnet das Soil-in-Modul hohe  $C_2$ -Parameter. Daher ist die Steifigkeit der Fundamentplatte im Modell höher, als wären die beiden Platten verbunden und als homogener Monolith eingegeben worden. Daher können die  $C_2$ -Parameter künstlich verringert werden. Dies kann mit dem Typ **Beide** erreicht werden. Dazu definieren Sie die Bettung mit Null für  $C_{1z}$  (der Wert wird vom Soil-in-Modul bestimmt) und anderen (von Null verschiedenen) Parametern ( $C_2$  und Reibung). Das Soil-in-Modul bestimmt nur den Parameter  $C_{1z}$ .

## Soilin-Berechnungsparameter

### Löserparameter für das SOILIN-Modul

#### Bodenkombination

legt die Lastkombination fest, die zum Berechnen der C-Parameter eingesetzt wird.

Auch wenn es sich nicht um eine genaue Lösung handelt, werden die C-Parameter aus praktischen Gründen nicht für jeden Lastfall oder jede Lastfallkombination gesondert berechnet. Sie müssen eine Referenzkombination angeben, die zum Berechnen der C-Parameter benutzt wird. Die berechneten C-Parameter werden dann auch für alle anderen definierten Lastfälle und Kombinationen verwendet.

**Hinweis: Bei der Kombination muss es sich um eine lineare Kombination handeln (keine Umhüllende).**

<b>Max. Bodeninteraktionsschritte</b>		begrenzt die Größe der Iterationen.
<b>Größe des Oberflächenelements</b>	<b>des</b>	legt die Größe des FE-Elements fest, das „in Kontakt“ mit dem Baugrund erzeugt wird.
<b>C1x</b>		Widerstand des Baugrundes gegen $wP$ (mm) [C1z in MN/m <sup>3</sup> ]
<b>C1y</b>		Widerstand des Baugrundes gegen $wP/xP$ (mm/m) [C2x in MN/m]
<b>C1z</b>		Widerstand des Baugrundes gegen $P/yP$ (mm/m) [C2y in MN/m]
<b>C2x</b>		Widerstand des Baugrundes gegen $uP$ (mm) [C1x in MN/m <sup>3</sup> ]
<b>C2y</b>		Widerstand des Baugrundes gegen $vP$ (mm) [C1y in MN/m <sup>3</sup> ]

### C-Parameter

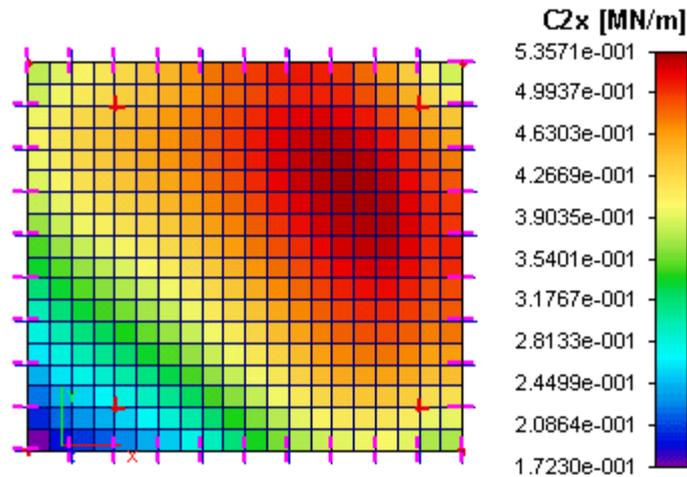
Die C-Parameter im Dialog **FE-Löser einstellen** werden als Anfangswerte für die iterative Berechnung benutzt. Die Werte können ignoriert werden, wenn das kombinierte Soilin-Baugrundauflager gewählt wurde und benutzerdefinierte C-Parameter angegeben wurden. Weitere Informationen finden Sie im Kapitel [Flächenauflager auf Platte](#).

### Berechnete C-Parameter

Die berechneten C-Parameter können im 2D-Daten-Beobachter oder im Dienst Ergebnisse betrachtet werden.

*So betrachten Sie die C-Parameter im 2D-Daten-Beobachter:*

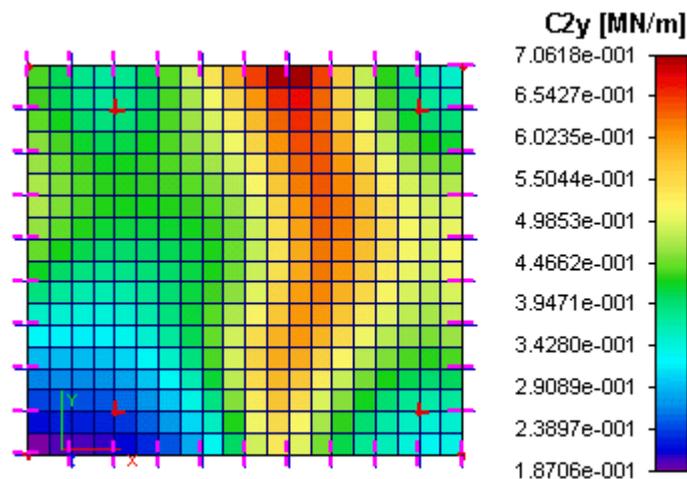
1. Führen Sie die Berechnung aus.
2. Öffnen Sie den Baumeintrag **Berechnung, FE-Netz**.
3. Rufen Sie die Funktion **2D-Daten-Beobachter** auf.
4. Wählen Sie die Funktion **Baugrund**.
5. Wählen Sie den gewünschten Parameter.
6. Passen Sie die anderen Zeichenparameter an.
7. Aktualisieren Sie den Bildschirm über die Schaltfläche **Aktualisieren** im Eigenschaftsfenster.



Hinweis: Diese Funktion bietet alle fünf C-Parameter an. Die beiden nicht berechneten (C1x und C1y) sind für die gesamte Grundplatte konstant. Die anderen können beliebig verteilt sein (je nach eingegebenen Randbedingungen).

*So betrachten Sie die C-Parameter im Dienst Ergebnisse:*

1. Führen Sie die Berechnung aus.
2. Öffnen Sie den Dienst **Ergebnisse**.
3. Rufen Sie die Funktion **Baugrund - C-Parameter** auf.
4. Wählen Sie den gewünschten Parameter.
5. Passen Sie die anderen Zeichenparameter an.
6. Aktualisieren Sie den Bildschirm über die Schaltfläche **Aktualisieren** im Eigenschaftsfenster.



Hinweis: Diese Funktion bietet nur die (wirklich) berechneten C-Parameter an. Die beiden nicht berechneten (C1x und C1y) sind für die gesamte Grundplatte konstant und werden nicht angezeigt.

## Literatur

- 
- 1     **Altes J.**  
Die Grenztiefe bei Setzungsberechnungen; Bauingenieur **51** (1976), Nr. 3, 93-96.
  - 2     **Bažant Z.**  
Coefficients of Structural Strength (Koeffizienten der Bodenstärke); in Proc. XI th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Eng., San Francisco 1985, paper 4/A/32, S. 1469-1471.
  - 3     **Buček J., Doležal J., Kolář V.**  
Program DEFOR S. Space Structures Composed of Beams and Founded on Foots (Raumstrukturen aus Stäben, gegründet auf Fundamenten); User Manual FEM consulting Brno, 1993.
  - 4     **Cakmak A.S.** (Hrsg.)  
Soil – Structure Interaction (Interaktion zwischen Struktur und Boden); ELSEVIER, Amsterdam, Developments in geot. engng. No 43, 1987, 373 S.
  - 5     **ČSN – P – ENV 1997 – 1/731001** – Tschechische Norm für EC7-Anwendungen für Gründungen (Flach, Fläche, Platte), mit Landesvorschriften, Prag 1993, 200 S. Eine Alternative zu ČSN 731001 (vom 1.10.1988) "The Subsoil Below Shallow Foundations" (Baugrund unter Flachgründungen, 75 S. auf Tschechisch) im Verbund mit EC7.
  - 6     **Desai C.S.**  
Soil – Structure Interaction and Simulation Problems (Interaktion zwischen Struktur und Boden, Simulationsprobleme); in FEM in Geomechanics, Hrsg. G. Gudehus, Wiley, London, 1977, S. 209-250.
  - 7     **DIN 4019** Teil 1 (1979), Teil (1981), BAUGRUND Setzungsberechnungen, 80 S. und verschiedene empfohlene Texte auf Deutsch.
  - 8     **Dungar R. – Studer J.**  
Numerical Models in Geomechanical Engineering Practice (Numerische Modelle in der geomechanischen Ingenieurpraxis). A.A. Balkema, Rotterdam, 1986, 500 S.
  - 9     **EUROCODE 7** – Part 1, Geotechnical Design General Rules, Final Version, (Teil 1, Allgemeine geotechnische Planungsrichtlinien, endgültige Version); Hrsg.: CEN/TC250, EC7 Com., Berlin, 1993, 116 S.
  - 10    **Kolař V. – Němec I.**  
Energy Definition and Algorithms of a New Foundation Model (Energiedefinition und Algorithmen eines neuen Fundamentmodells). Proc. 5th Danube Conf. SMFE, September 1977, Bratislava, Anhang, S. 1-10.
  - 11    **Kolář V. – Němec I.**  
FEM Analysis of Structures (incl. Subsoil) (FEM-Analyse von Strukturen (einschließlich Baugrund); UNO, EC Europe, CAD Techniques for Bridges, Vol. I. (CAD-Techniken im Brückenbau, Band 1); Prag – Genf, Juni 1984, 284 S.
  - 12    **Kolář V. – Němec I.**  
NE-XX Program System; in Structural Analysis Systems, Hrsg. A. Niku - Lari, Bd.I., PERGAMON PRESS OXFORD 1985, S. 97-102, 141-150.
-

- 
- 13 Kolář V. – Němec I.**  
NEXX Program Package. in Software Abstracts for Engineers (Softwareabstrakte für Ingenieure), Hrsg. M. Robinson, CITIS, Dublin, Ireland, Dez. 1988, S. 1-4.
- 14 Kolář V., Němec I.**  
Modelling of Soil-Structure Interaction (Modellieren der Boden-Struktur-Interaktion), ELSEVIER, New York, Oxford, London, Amsterdam, Tokyo, 1989, 340 S.
- 15 Kolář V., Němec I.**  
Contact Stress and Settlement in the Structure - Soil Interface (Kontaktspannung und Setzung an der Schnittstelle von Struktur und Boden); Study of CSAV 16.91, Czecho slovak Academy of Sciencies, Hrsg. ACADEMIA, Prag, Oktober 1991, 160 S.
- 16 Kolář V.**  
Interaction Between Structure and a Special Nonlinear Subsoil Model (Interaktion zwischen Struktur und einem speziellen nichtlinearen Baugrundmodell); in Numerical Methods in Geomechanics, Proc. of 2nd Czech. Conf. Int. Partic. (IACMAG meeting), 2.-4. Sept. 1992, Prag, 37-40
- 17 Kolář V., Němec I.**  
Analysis of Contact Stress in the Structure Soil Interface (Analyse von Kontaktspannung an der Schnittstelle von Struktur und Boden); in Numerical Methods in Geomechanics, Proc. of 2nd Czech. Conf. Int. Partic. (IACMAG meeting), 2.-4. Sept. 1992, Prag, 41-44
- 18 Kolář V.**  
Iterative Solutions of Nonlinear Layered Sub soil Structure Interaction (Iterative Lösungen nichtlinearer Schichten bei der Baugrund-Struktur-Interaktion); in Proc. of Int. Conf. GEOMECHANICS'91, 24.-26. September 1991, Czecho slo vakia, Hrsg. A.A.BALKEMA, Rotterdam, 1992, 197-206.
- 19 Kolář V.**  
Interaction Between Motorway and Airport Pave ment Slabs and Their Subsoil (Interaktion zwischen Autobahn- und Flughafenplatten und deren Baugrund); in 2nd Int. Conf. on Traffic Effects ..., High Tatras, Czechoslovakia, Hrsg. VTS Žilina, 22.-24. April 1991, sect.F, ref No.3, 1 8
- 20 Němec I.**  
NE XX Program Package. Benutzerhandbücher für die Programme NE 10, NE 14, Neuauflage, 1997-98.
- 21 Němec I.**  
Dynamics of Foundation Plates (Dynamik von Fundamentplatten); in Proc. 1st. Conf. on Mechanics, Geomech. Section, Academy of Sciences Prague, Bd. 6, 1987, S. 90-93.
- 22 Pasternak P.L.**  
Principles of the New Foundation Calculation with Two Coefficients (Grundlagen der neuen Fundamentberechnung mit zwei Koeffizienten [Russisch]); GOS. IZD. LIT. STROJ. ARCH., Moskau, UdSSR, 1954, 56 S.
- 23 Selvadurai A.P.S.**  
Elastic Analysis of Soil – Foundation Interaction (Elastische Analyse der Boden-Fundament-Interaktion); ELSEVIER, Amsterdam,
-

---

 Developments in Geotech. Engng. Bd. 17, 1979, 543 S.
**24 Vlasov V.Z. – Leontjev N.N.**
 Beams, Plates and Shells on Elastic Foundations (Träger, Platten und Schalen bei elastischen Fundamenten [Russisch]); GOS. IZD. FIZ. MAT. LIT., Moskau, UdSSR, 1960, 491 S.
 

---

## Pfahl

---

Der Pfahlentwurf ist ein neues Werkzeug in SCIA Engineer. Damit können Benutzer Lagerpfähle in Übereinstimmung mit den Normen NEN 6740 und NEN 6743 bemessen und nachweisen.

Diese Funktionalität steht nur für die Normen NEN und EC-EN zur Verfügung.

Pfähle werden als neuer Auflagertyp definiert, der mit dem Strukturmodell und Baugrundprofilen integriert ist. Die Baugrundprofile werden aus Drucksondierungen gewonnen (kurz: CPT, Cone Penetration Test; im GEF-Format = ASCII-Daten im geotechnischen Austauschformat).

Sie können CPT-Daten über einen Link aus dem Internet importieren. Geben Sie dazu den Pfad zur GEF-Datei mit den CPT-Daten an.

Das Baugrundprofil wird dann mit einem automatischen Interpretationswerkzeug [NEN-Vorschrift] generiert. Die definierten Baugründe werden vom Interpretationswerkzeug verwendet. Pfähle werden als neuer Auflagertyp definiert und sind vollständig mit dem Modell verknüpft.

Vordefinierte Formen dienen dazu, die Pfähle zu definieren. Alle relevanten Parameter, die für den Pfahl erforderlich sind, werden nach den Vorgaben der niederländischen Norm definiert.

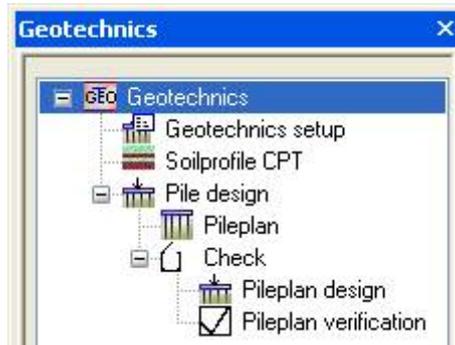
Die Baugrundprofile aus CPT werden mit dem Pfahlschema verknüpft und für Bemessung und Nachweis verwendet. Die Pfähle werden im 3D-Modell dargestellt; die Darstellung wird über die Einstellungen für Anzeigeparameter kontrolliert.

Über den Pfahlentwurf bestimmen Sie die erforderliche Pfahl-Unterkante und die Tragfähigkeit auf diesem Niveau.

Der Nachweis führt zu Last-Setzungskurven der GZT und GZG und berechnet die Pfahlsetzung. Sie können im Programm auch nichtlineare Funktionen aus Last-Setzungskurven erzeugen und die generierten Funktionen mit den Auflagern verknüpfen.

### *Dienst „Geotechnik“*

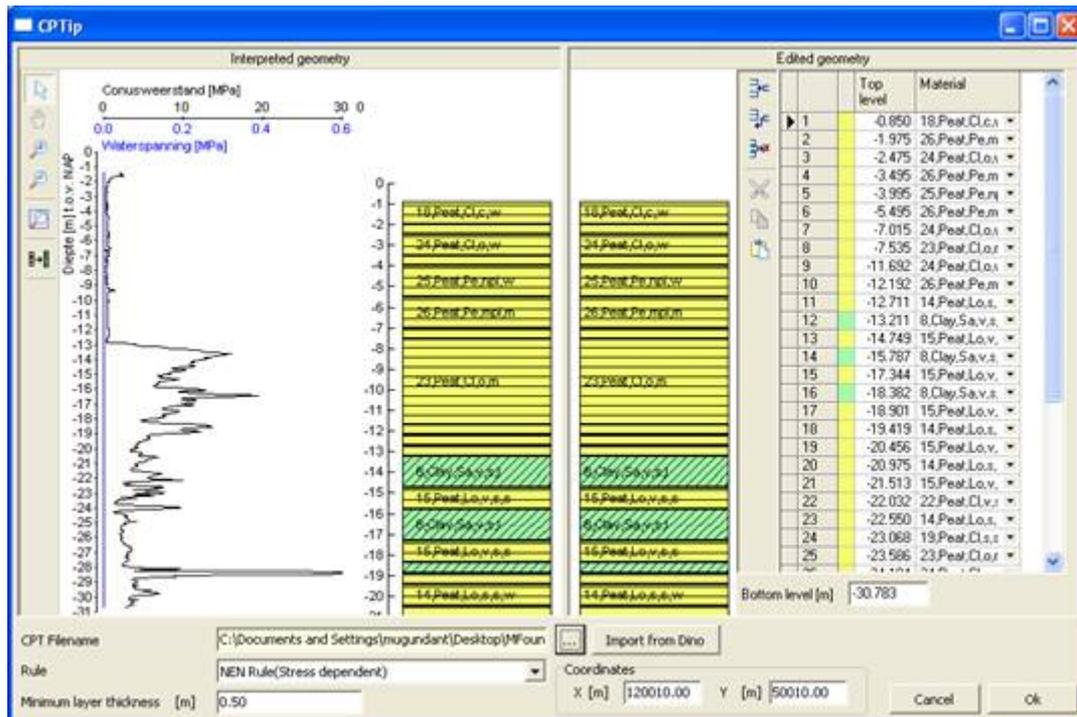
Der neue Dienst „Geotechnik“ wurde für Pfahlentwurf und Blockfundamente in SEN aufgenommen. Der Dienst steht nur zur Verfügung, wenn die Funktionalität für den Pfahlentwurf bzw. Blockfundamente aktiviert wurde.



### Baugrundprofil CPT (Drucksondierung)

Baugrundprofil CPT ist eine neue Bibliothek in SEN. Sie können damit Baugrundprofile aus Drucksondierungen (CPT-Daten) erzeugen. Diese Baugrundprofile werden für Bemessung und Nachweis des Pfahlschemas verwendet.

Der folgende Dialog erscheint:



Wählen Sie einfach die GEF-Datei über die Schaltfläche. Sie können GEF-Dateien auch über die Dino-Schnittstelle importieren.

Aus den CPT-Daten wird ein Baugrundprofil erzeugt. Der Dialog enthält zwei Baugrundprofile. Das linke Profil ist das Ergebnis der Interpretation der CPT-Daten (die CPT-Daten werden links davon angezeigt); das andere Profil zeigt die bearbeitete Geometrie.

Die Interpretation folgt dem NEN-Modell (spannungsabhängig) gemäß NEN 6740. Die kleinste Schichtstärke beträgt in der Voreinstellung 0,5 m.

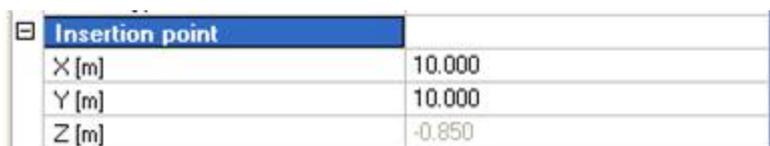
Sie können ein interpretiertes Baugrundprofil bearbeiten. Das interpretierte Baugrundprofil besteht nur aus den im NEN-Modell definierten Bodenarten. Sie können die interpretierte Geometrie aus dem Baugrundprofil mit benutzerdefinierten Bodenarten bearbeiten. Die in NEN verwendeten Bodenarten stehen in der Baugrundbibliothek zur Verfügung. Sie können außerdem eigene Bodenarten definieren.

Die interpretierte Geometrie kann jederzeit über die Option „Interpretierte Geometrie in bearbeitete Geometrie kopieren“ wiederhergestellt werden. **H**

Das Baugrundprofil wird als Eingabewert für Bemessung und Nachweis des Pfahlschemas verwendet. Sobald das Baugrundprofil erzeugt ist, wird ein Bibliotheksobjekt (CPT) zur Baugrundprofilbibliothek (CPT) hinzugefügt. Das CPT-Objekt wird im 3D-Modell von SEN als Bohrung dargestellt. Damit eine Drucksondierung im Modell angezeigt wird, müssen Sie die Option „CPT im Modellfenster zeichnen“ aktivieren.



Die Lage der Sondierung wird aus den Eingabedaten übernommen. Die XY-Koordinaten sind Benutzerwerte; die Oberkante ist das Probeniveau. Das Probeniveau wird aus den CPT-Daten gelesen.



Sie müssen Zusatzdaten für das Baugrundprofil angeben, um Bemessung und Nachweis durchführen zu können.

Additional data	
Minimum layer thickness [m]	0.500
Phreatic level [m]	0.000
Overconsolidation ratio of bearing ...	1
Top of positive skin friction zone [m]	-1.000
Bottom of negative skin friction zo...	-0.850
Expected ground level settlement ...	0.110
Excavation	
Excavation Level [m]	0.000

Die Standardwerte werden in den Eigenschaften angegeben. Sie müssen den Wert für die Oberkante der positiven Mantelreibungszone und die Unterkante der negativen Mantelreibungszone eingeben.

### OK Grundwasser

ist das Grenzniveau zwischen trockenem und feuchtem Boden.

### OCR (Überkonsolidierungsverhältnis)

Der Wert für das Überkonsolidierungsverhältnis der tragenden Schicht bestimmt, ob der höchste Pfahlspitzenwiderstand aufgrund einer Überkonsolidierung reduziert werden muss oder nicht. Eine Überkonsolidierung wird normalerweise durch Lasten verursacht, die über einen längeren Zeitraum auf die Tragschicht eingewirkt haben. Es gilt folgende Reichweite und Wirkung des OCR auf den Pfahlspitzenwiderstand:

- OCR  $\leq$  2 – keine Wirkung auf den Pfahlspitzenwiderstand
- 2 < OCR < 4 – Der maximale Pfahlspitzenwiderstand wird um 33 % verringert.
- OCR > 4 – Der maximale Pfahlspitzenwiderstand wird um 50 % verringert.

### OK PMRZ

OK positive Mantelreibungszone: Die Unterkante der Zone fällt mit dem Niveau der Pfahlspitze zusammen. Bei Fertigpfählen mit aufgeweiteter Spitze darf die Oberkante der Zone keinesfalls über der Aufweitung liegen.

### UK NMRZ

UK negative Mantelreibungszone: Die Oberkante der Zone fällt mit der Oberfläche bzw. dem Aushubniveau zusammen.

Es besteht eine starke Beziehung zwischen Mantelreibung und Baugrundsichten. Die Mantelreibungszonen bestehen aus vollständigen Schichten.

### Erwartete BG-Setzung

Erwartete Setzung an OK Baugrund: Die erwartete Baugrundsetzung gibt an, wie die negative Mantelreibung in die Berechnungen einfließt.

Wenn die erwartete Setzung 0,02 m beträgt, kann die negative Mantelreibung vernachlässigt werden und wird daher nicht berücksichtigt. Bei Werten zwischen 0,02 m und 0,10 m wird die Wirkung der negativen Mantelreibung direkt in die berechnete Pfahlsetzung einbezogen, indem die Hälfte der erwarteten Setzung an der Oberkante des Baugrundes auf die Gesamtpfahlsetzung addiert wird. Bei Werten über 0,10 m werden die maximalen Kräfte infolge der negativen Mantelreibung ermittelt. Anhand dieser Kräfte wird dann die negative Mantelreibung bei der Pfahlsetzung bestimmt.

### CPT-Daten

Das GEF-Format enthält die relevanten CPT-Daten. Dazu gehören Niveau, qc, Reibung, Wasserdruck und Reibungszahl. Die GEF-Datei enthält einige oder alle der genannten Eigenschaften. Die Eingabedaten werden untersucht und ein entsprechendes Baugrundprofil wird anhand der Daten und des NEN-Modells (Interpretationsregel) erzeugt.

**Import aus Dino:** Diese Option erlaubt den Import von GEF-Dateien von einer Karte. Die in der Region vorhandenen Sondierungen werden angezeigt – Sie müssen lediglich eine davon wählen. Aus den Daten der gewählten Drucksondierung wird ein Baugrundprofil erzeugt.



Minimale lengte sonderingen:  meter

Cancel

#### NEN-Modell (spannungsabhängig)

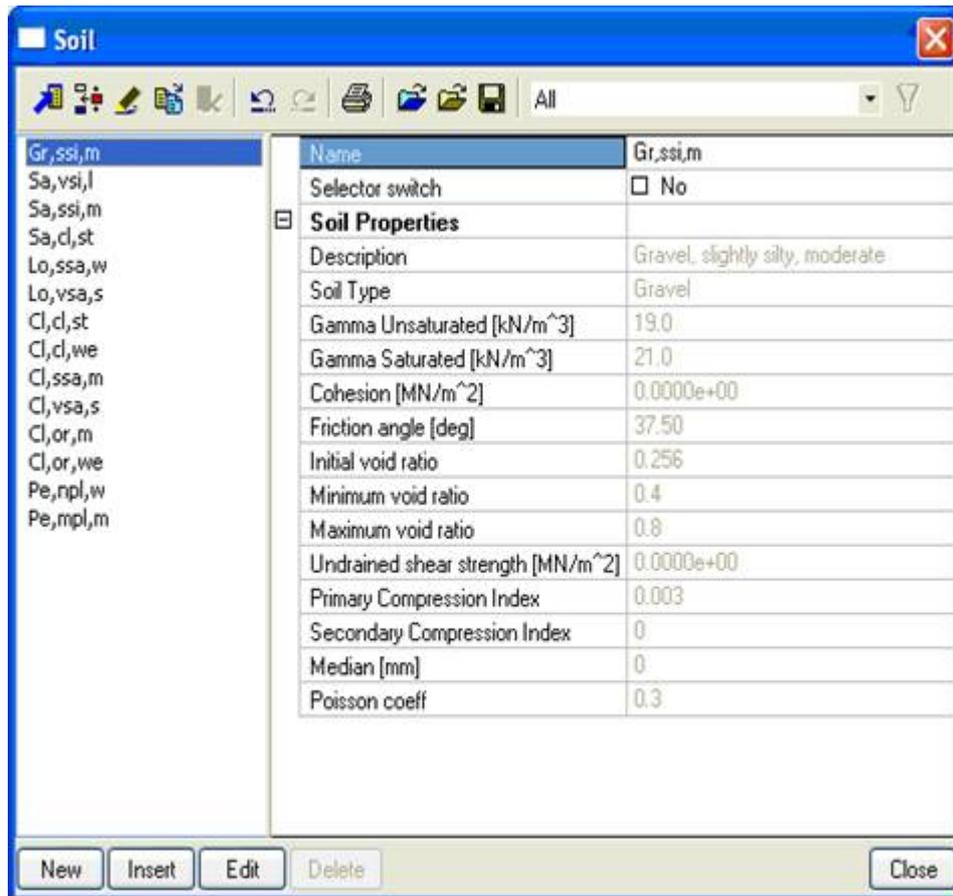
Die NEN-Vorschrift ist recht allgemein gehalten und wird zur Interpretation des Baugrundprofils verwendet. Dieses Modell enthält 14 verschiedene Regeln und basiert auf der niederländischen Norm NEN 6740. Jede Regel beschreibt bestimmte Bodenarten, indem die Beziehung zwischen CPT-Widerstand und Reibungsverhältnis definiert wird. Das Reibungsverhältnis ist als Durchstanzwiderstand in Prozent des Kegelwiderstands definiert. Die im NEN-Modell verwendeten Bodenarten und ihre Eigenschaften werden in einer Baugrundbibliothek verwaltet. Das NEN-Modell kennt folgende Baugrundtypen:

Kies, leicht schluffig, mäßig	Sand, rein, fest
Sand, leicht schluffig, mäßig	Sand, sehr schluffig, lose
Lehmerde, sehr sandig, fest	Lehmerde, leicht sandig, weich
Ton, sehr sandig, fest	Ton, leicht sandig, mäßig
Ton, rein, fest	Ton, rein, weich
Ton, organisch, mäßig	Ton, organisch, weich
Torf, mäßig vorbelastet, mäßig	Torf, nicht vorbelastet, mäßig

#### Baugrundbibliothek

Die Baugrundbibliothek ist eine neue Standardbibliothek in SEN. Darin sind Baugrundmaterialien und deren Eigenschaften spezifiziert. Die im NEN-Modell verwendete Datenbank liegt im DB4-Format vor und wird automatisch geladen.

Sie können auch eigene Baugrunddaten definieren. Diese werden verwendet, um die interpretierte Geometrie aus dem Baugrundprofil zu bearbeiten.



**Beschreibung**

ist die Beschreibung des Baugrunds.

**Baugrundtyp**

Es gibt folgende Arten von Baugrund: Kies, Sand, Lehmerde, Ton, Torf

**Gamma ungesättigt**

ist das trockene Einheitsgewicht des Baugrunds.

**Gamma gesättigt**

ist das gesättigte Einheitsgewicht des Baugrunds.

**Reibungswinkel**

ist der Winkel der Innenreibung des Baugrunds. Der Wert muss zwischen 0 und 90 Grad liegen.

**Medianwert**

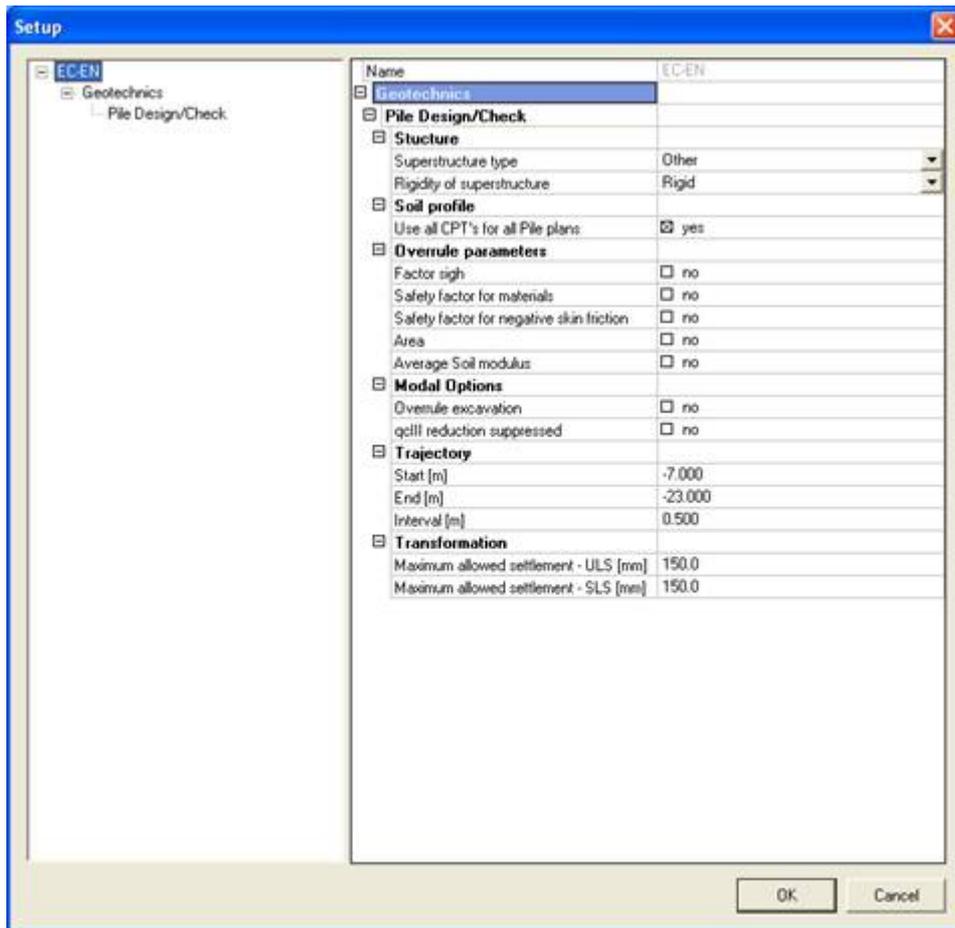
ist auf Sand und Kies anwendbar. Die Größe des Medianwerts beeinflusst den Wert  $\alpha_s$ , über den die positive Mantelreibung bestimmt wird. Bei Sand mit einem Medianwert über 0,6 mm werden die Werte von  $\alpha_s$  um 25 % reduziert. Bei Kies mit einem Medianwert über 2 mm wird  $\alpha_s$  um 50 % reduziert.

**Min./Max. Hohlraumanteil**

Die Werte für den kleinsten bzw. größten Hohlraumanteil dienen zur Berücksichtigung der Bodenverdichtung. Die Werte müssen zwischen 0 und 1 betragen. Für die Niederlande werden Werte zwischen 0,4 und 0,8 empfohlen.

**Einstellung Geotechnik**

Die neuen Einstellungen „Geotechnik“ wurden für Pfahlentwurf und Blockfundamente in SEN aufgenommen. Die Parameter für Blockfundamente werden in einem anderen Kapitel behandelt.



Die in den Einstellungen beschriebenen Parameter werden für Bemessung und Nachweis des Pfahlschemas verwendet.

### Überbautyp

ist einer der Strukturtypen „Haus“ oder „Andere“. Je nach Strukturtyp werden unterschiedliche Anforderungen für Grenzzustände und Sondierungsanzahl gewählt.

### Steifigkeit des Überbaus

Der Überbau kann steif oder nicht steif (nachgiebig) sein. Dieser Parameter beeinflusst die Berechnung. Das Beiwertvorzeichen hängt von der Steifigkeit der Struktur ab.

### Alle CPTs für alle Pfahlgruppen verwenden

verknüpft automatisch alle Baugrundprofile mit allen Pfahlgruppen (Pahlschemas). Deaktivieren Sie die Option, wenn Sie die CPTs den Pfahlgruppen manuell zuweisen möchten.

### Max. zulässige Setzung

Sie können die maximal zulässige Setzung für Grenzzustände definieren.

### Maßgebende Parameter

Die hier aufgeführten Parameter können „überstimmt“ werden. Ansonsten würden die Parameter gemäß der Norm oder Berechnung ermittelt. Sie müssen sicherstellen, dass ein Überstimmen der Parameter zulässig ist.

### Beiwertvorzeichen

Dieser Beiwert ist von der Anzahl der CPTs und Pfähle unter dem steifen Überbau abhängig. Er wird aus Tabelle 1 der NEN 6743 übernommen.

### SB für Materialien

ist der Sicherheitsbeiwert für Materialien gemäß Tabelle 3 der NEN 6740.

### SB für NMR

ist der Sicherheitsbeiwert für die negative Mantelreibung gemäß NEN 6740 11.5.1.

### Fläche

ist die Einflussfläche je Pfahl, die zum Berechnen der negativen Mantelreibung für Pfahlgruppen verwendet wird. Wird die Option nicht überstimmt, wird die Einflussfläche im Programm berechnet. Dazu wird der mittlere Pfahlabstand in der Pfahlgruppe berechnet ( $D_{avg}$ ). Fläche =  $D_{avg} * D_{avg}$ .

### Pfahlgruppe verwenden

Die Berechnung der negativen Mantelreibung richtet sich danach, ob Pfähle einzeln oder als Gruppe betrachtet werden. Pfähle innerhalb von 5 Metern bilden eine Gruppe – ansonsten handelt es sich um Einzelpfähle.

### Aushub ändern

Ist diese Option aktiviert, wird das Aushubniveau nicht berücksichtigt.

### Trajektorie

Die Trajektorie wird über die Anfangs- und Endgrenze über/unter dem Bezugsniveau spezifiziert. Das Intervall der Trajektorie legt fest, wie viele Berechnungen durchgeführt werden. Ober- und Untergrenze der Trajektorie müssen folgende Bedingungen erfüllen:

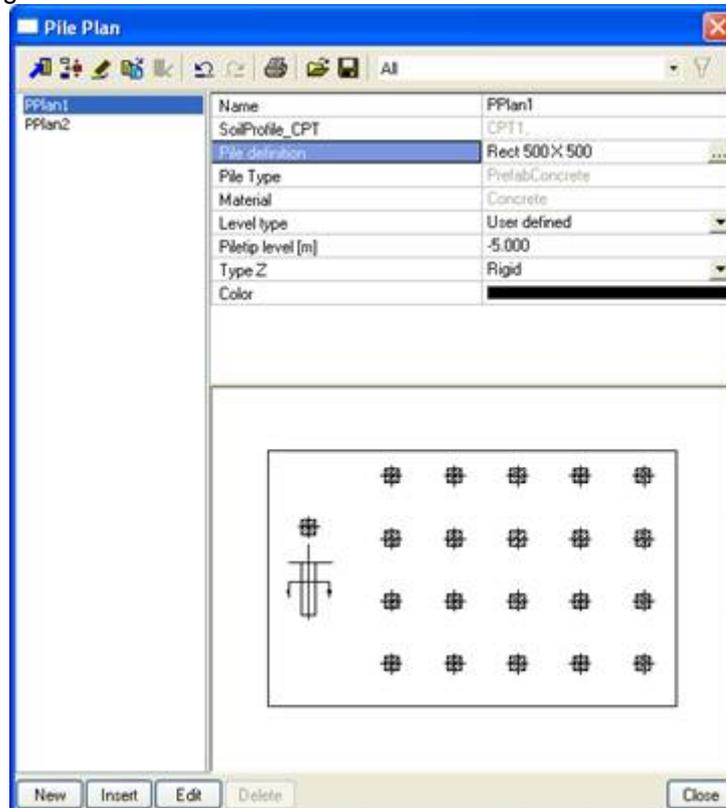
Die Anfangstrajektorie muss mindestens  $5 * d_{min}$  unter tiefster Oberflächenhöhe, OK Aushub und Pfahlkopfniveau liegen. ( $d_{min}$  ist der kleinste Querschnitt (Durchmesser) des Pfahls.)

Die Endtrajektorie muss mindestens  $4 * D_{eq}$  über dem tiefsten Niveau der flachsten CPT liegen.  $D_{eq}$  ist der gleichwertige Durchmesser.

Das Intervall muss so gewählt sein, dass nicht mehr als 151 Berechnungen erfolgen.

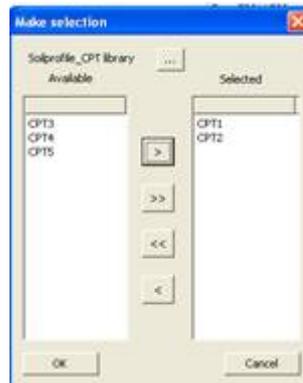
### Pfahlgruppe

Die Pfahlgruppenbibliothek ist eine neue Standardbibliothek in SEN. Darin sind Pfähle definiert und Auflagern zugewiesen.



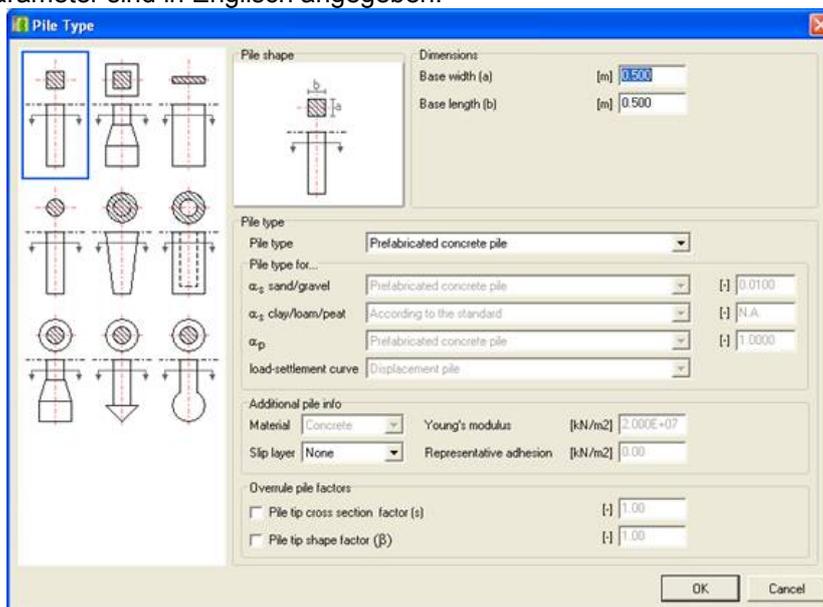
### Baugrundprofil CPT (Drucksondierung)

Das aus CPT-Daten erzeugte Baugrundprofil muss mit der Pfahlgruppe (dem Pfahlschema) verknüpft sein. Jeder Pfahlgruppe muss mindestens ein Baugrundprofil zugewiesen werden. Bemessung und Nachweis der Pfähle können auf Basis des Baugrundprofils erfolgen. Wenn in den Geotechnik-Einstellungen die Option „Alle CPTs für alle Pfahlgruppen verwenden“ aktiviert ist, werden sämtliche Baugrundprofile den Pfahlgruppen direkt zugewiesen. Deaktivieren Sie die Option, wenn Sie die Baugrundprofile manuell zuweisen möchten. Das Standardauswahlwerkzeug mit der Liste verfügbarer CPTs wird links angezeigt. Die zugehörigen CPTs werden rechts dargestellt. Im Auswahldialog befindet sich auch eine Verknüpfung zur Baugrundprofilbibliothek (CPT).



### Pfahldefinition

Die Pfahleigenschaften und relevanten Parameter werden in einem speziellen Dialog definiert. Öffnen Sie den Dialog über die Ellipsenschaltfläche . Der Dialog ist sprachunabhängig. Alle Parameter sind in Englisch angegeben.



### Shape of Pile (Pfahlform)

Wählen Sie hier eine der Pfahlformen (beachten Sie die Abbildung im linken Dialogteil). Die gewählte Form wird im Dialog angezeigt.

### Dimensions (Abmessungen)

Geben Sie die Maße für die gewählte Pfahlform ein. Alle Maße sind in Metern.

Rect Pile (Rechteckpfahl)	Basisbreite und -länge des Pfahls
Rect Pile with enl base (Rechteckpfahl mit vergrößerter Basis)	Breite, Länge und Höhe der Basis sowie Breite und Länge des Schafts
Steel Section (Stahlprofil)	Basisbreite und -länge des Pfahls
Round pile (Rundpfahl)	Pfahldurchmesser

Round tapered pile (Rundpfahl, spitz zulaufend)	Durchmesser an Spitze und Zunahme des Durchmessers
Round hollow pile (Rundrohrpfahl)	Innen- und Außendurchmesser des Pfahls
Round enlarged base (Rund mit vergrößerter Basis)	Durchmesser und Höhe der Basis sowie Pfahldurchmesser
Round lost tip (Rund mit verlorener Spitze)	Durchmesser und Höhe der Basis sowie Pfahldurchmesser
Round driven base (Rund mit Kugelbasis)	Durchmesser und Höhe der Basis sowie Pfahldurchmesser

### Pile type (Pfahltyp)

Sie können einen der vordefinierten Pfahltypen für die Pfahlform aus der Liste wählen. Sobald Sie Ihre Wahl getroffen haben, werden die entsprechenden Daten eingetragen. Sie können diese Daten nicht bearbeiten. Wählen Sie einen benutzerdefinierten Pfahltyp, um alle Daten manuell einzutragen.

#### $\alpha_s$

ist der Pfahlbeiwert für die Mantelreibung. Für bindige Böden wird der Beiwert aus NEN 6743-1:2006 abhängig vom Baugrundmaterial gewählt. Für nicht bindige Böden (Sand, Kies) richtet sich der Wert  $\alpha_s$  nach dem Pfahltyp. Der Wert ergibt sich in diesem Fall durch Wahl eines vordefinierten Pfahltyps. Er wird dabei in das Feld übernommen. Wenn Sie einen benutzerdefinierten Untertyp gewählt haben, geben Sie den Parameterwert ein – die Beziehung zwischen Untertyp und Pfahltyp geht verloren. Das bedeutet Folgendes:

Der für  $\alpha_s$  eingegebene Wert, der für Sand- und Kiesschichten gilt, wird NICHT an grobe Körnungen angepasst (NEN 6743-1:2006 Tabelle 3). Die Ausnahme zur Bestimmung des Faktors  $\beta$  für die Pfahlspitzenform kann nicht erfüllt werden, da nicht ermittelt werden kann, ob ein vor Ort gegossener Pfahl mit wiederverwendbarem Stahltriebrohr verwendet wird (NEN 6743-1:2006 5.4.2.2.3).

Der Nachweis für  $d_L$  (Länge der positiven Mantelreibungszone) bei Einsatz einer beschwerten Spitze ist nicht möglich, da nicht ermittelt werden kann, ob ein Fertigpfahl verwendet wird (NEN 6743-1:2006 5.4.2).

Für bindige Böden (Ton, Torf, Lehm) ist der Beiwert gemäß der Norm tiefenabhängig, sodass kein einzelner Wert über die gesamte Länge (Tiefe) gilt. Im Feld steht „N.A.“ (nicht anwendbar), da der Wert nicht gezeigt werden kann. Für benutzerdefinierte Untertypen wird nur der Parameterwert eingegeben. Dieser kann und wird als aktueller Wert angezeigt.

□

#### $\alpha_p$

$\alpha_p$  ist der Pfahlbeiwert für die Pfahlspitze. Wie  $\alpha_s$  ist  $\alpha_p$  für Sand oder Kies vom Pfahltyp abhängig. Der Wert ergibt sich daher durch Wahl eines Standardpfahltyps. Der tatsächliche Wert für  $\alpha_p$  wird in das Feld übernommen. Um einen anderen Wert für  $\alpha_p$  einzugeben, müssen Sie einen benutzerdefinierten Typ wählen. Ein benutzerdefinierter Pfahlbeiwert  $\alpha_p$  für die Pfahlspitze bedeutet, dass die Ausnahme für durchlaufende Spiralfähle zum Reduzieren der  $q_c$ -Werte beim Bestimmen von  $q_{c,III;mean}$  nicht berücksichtigt werden kann. Es kann nämlich nicht ermittelt werden, ob ein durchlaufender Spiralfahl eingesetzt wird oder nicht (NEN 6743-1:2006 5.4.2.2.1).

### LS Curve (LS-Kurve)

Die Last-Setzungskurven nach NEN 6743-1:2006 Abbildungen 6 und 7 enthalten nur Linien für drei Untertypen:

- Verdrängerpfahl
- Durchlaufender Spiralfahl
- Bohrfahl

### Material

ist das Material des gewählten benutzerdefinierten Pfahls.

**Young's modulus (E-Modul)**

Das zugehörige Elastizitätsmodul wird für Beton, Stahl und Holz automatisch eingetragen. Es kann nicht geändert werden. Für ein benutzerdefiniertes Material müssen Sie auch das E-Modul eingeben.

**Slip layer (Gleitschicht)**

Die Gleitschicht für den Pfahl wurde angegeben.

**Rep. Adhesion (rep. Haftung)**

Die zugehörige repräsentative Haftung wird automatisch eingetragen. Sie kann nur für benutzerdefinierte Typen bearbeitet werden und ist dann zwingend erforderlich.

**Pile tip Level (UK Pfahl)**

Beim Definieren des Pfahlschemas müssen Sie das Niveau definieren und angeben. Nach dem Pfahlentwurf wird der eingestellte Niveautyp automatisch in den berechneten Wert umgewandelt und die Pfahlunterkante wird ebenfalls eingetragen.

**Type Z (Z-Typ)**

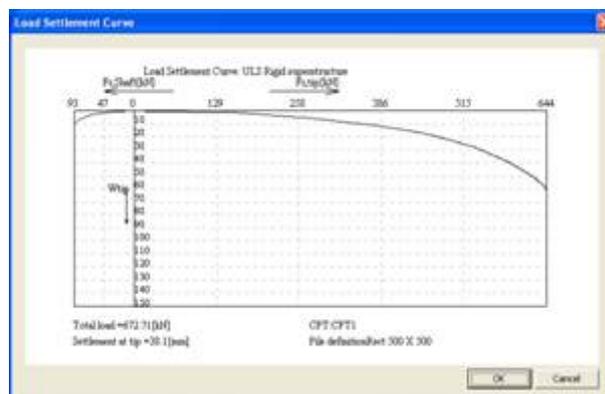
Sie müssen den Steifigkeitstyp für die Auflager in Z-Richtung angeben. Für die lineare Analyse können Sie zwischen dem starren und dem nachgiebigen Typ wählen.

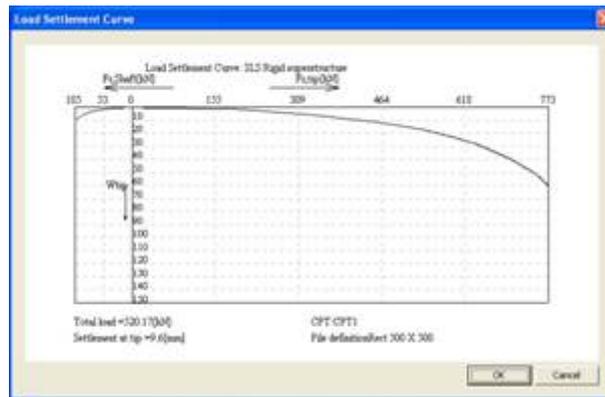


Für die nichtlineare Analyse steht neben dem starren und nachgiebigem Typ auch der nichtlineare Typ zur Verfügung. Für diesen Typ wird die nichtlineare Funktionsbibliothek mit dem Auflager verknüpft.

**LS curves (LS-Kurven)**

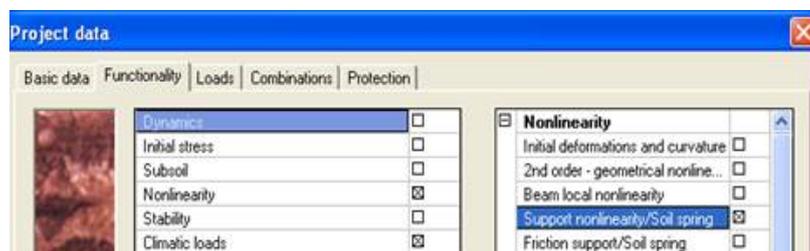
Die Last-Setzungskurven ergeben sich aus dem Pfahlnachweis. Sie können die LS-Kurven nach dem Pfahlnachweis über Schaltflächen aufrufen. GZT- und GZG-Kurven werden unabhängig voneinander dargestellt.



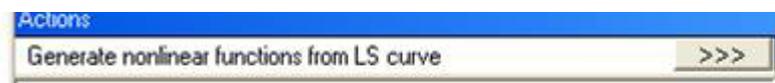


### NLF

Wenn Sie die nichtlineare Funktionalität für Auflager wählen, steht nach dem Pfahlnachweis eine neue Schaltfläche in der Pfahlgruppenbibliothek zur Verfügung.



Diese Schaltfläche erzeugt jeweils zwei nichtlineare Funktionen für die Last-Setzungskurven im GZT und GZG. Der Steifigkeitswert für die gewählte Funktion wird ebenfalls ausgegeben. Normalerweise ist die Funktion für den GZT voreingestellt.



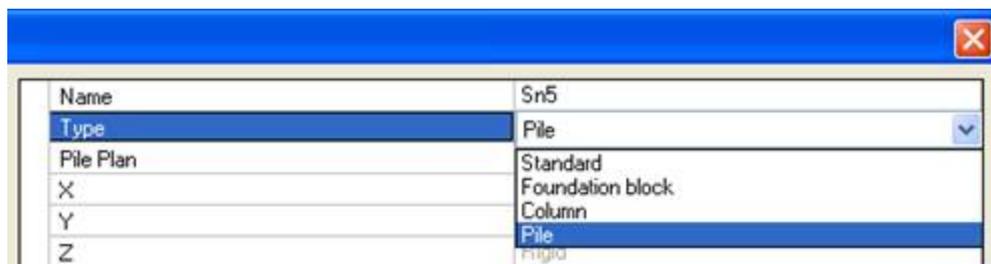
### Neues Knotenauflager

Sie können jetzt den neuen Knotenauflagertyp „Pfahl“ verwenden. Die Pfahlgruppenbibliothek ist mit dem Auflager „Pfahl“ verknüpft.

Die Standardeigenschaften des Auflagers sind definiert. Der Typ Rz wird direkt aus der Pfahlgruppenbibliothek gelesen und während der Analyse für alle Auflager verwendet. Die Auflager werden durch das Pfahlschema gruppiert.

Als Standard wird für X und Y der Wert „Frei“ eingetragen. Sie können nur diese beiden Werte ändern. Das Auflager kann beliebigen Bedingungen unterliegen. Normalerweise handelt es sich um ein gelenkiges Auflager, d. h., Rx, Ry und Rz sind starr, Mx, My und Mz sind frei.

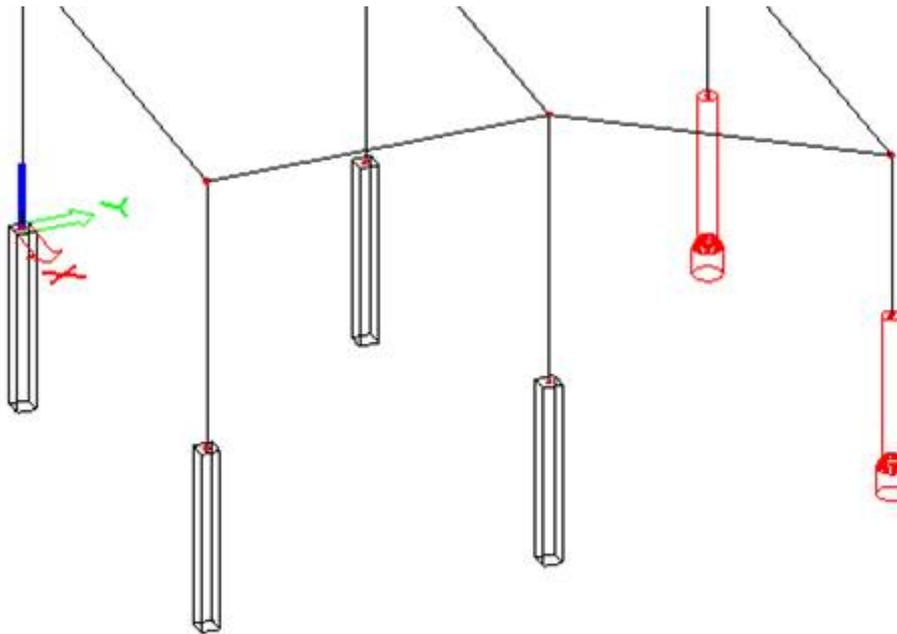
Falls Rz negativ ist, der Pfahl also zugbeansprucht ist, wird für das Pfahlschema bzw. die Gruppe kein Nachweis geführt. Stattdessen erscheint eine Warnung.



Die Eigenschaften des Auflagers sind folgende:

Name	Sn5
Type	Pile
Pile Plan	PPlan1
X	Rigid
Y	Rigid
Z	Rigid
Rx	Free
Ry	Free
Rz	Free

Die Auflager werden im Modell wie folgt dargestellt:



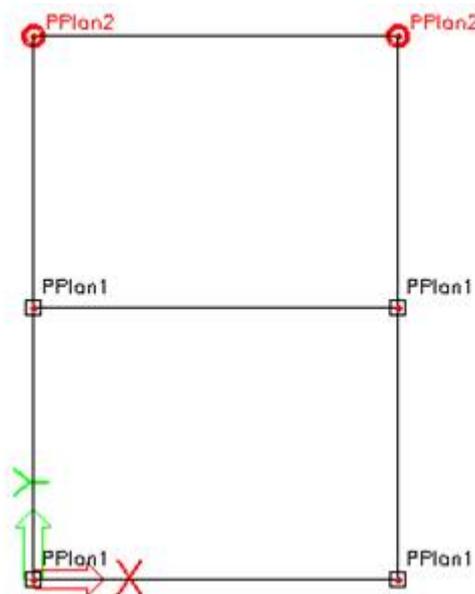
Die Pfahlfarbe wird aus der Pfahlgruppenbibliothek übernommen. Sie wird über die Ansichtsmarkierungen auf dem Register „Modell“ gesteuert.

<b>Supports</b>	
Point	<input checked="" type="checkbox"/>
Color by pile plan	<input checked="" type="checkbox"/>

Die Option „Farbe aus Pfahlgruppe“ ist als Standard gewählt. Um die Pfähle in der Auflagerfarbe darzustellen, müssen Sie diese Option deaktivieren.

Pfahlkennungen für Auflager werden ebenfalls über die Anzeigeparameter gesteuert.

<b>Supports labels</b>	
Display label	<input checked="" type="checkbox"/>

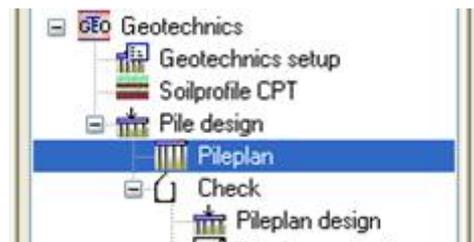


#### Nachweis: Pfahlschemaentwurf

Im Pfahlschemaentwurf können Sie die Pfahl-Unterkante berechnen. Nachweis und Bemessung von Tragpfählen werden gemäß den Vorschriften der NEN 6740 und der NEN 6743 durchgeführt. Diese Option steht nur für die Normen NEN und EC-EN zur Verfügung. Die Bemessung wird nur für Tragpfähle durchgeführt, die statischen oder quasi-statischen Lasten ausgesetzt sind, die Druckkräfte auf die Pfähle ausüben. Die Berechnung der Pfahlkräfte und Pfahlverformungen beruht auf einem CPT-Test (Drucksondierung). Mögliche Zugkräfte in Pfählen oder eine horizontale Verschiebung von Pfählen oder Pfahlgruppen werden nicht berücksichtigt.

Im Pfahlentwurf (Vorentwurf) wird stets ein Einzelpfahl angenommen; die Berechnungen werden für einen Einzelpfahl im GZT geführt. Mögliche Pfahlgruppen (Schemas) werden im Pfahlentwurf verworfen. Es wird von einem nachgiebigen Überbau ausgegangen; Pfahlgruppenwirkungen bleiben unbeachtet. – Diese Einschränkungen werden in den Ergebnissen und im Dokument explizit erwähnt.

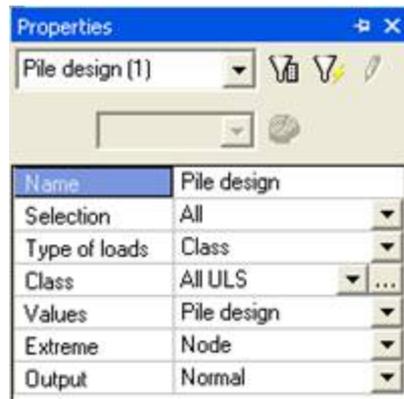
Die Pfahlunterkante wird überprüft, wenn die Nettotragfähigkeit des Pfahls der maximalen Last auf dem Pfahl entspricht oder diese übersteigt. Nach der Analyse steht im Dienst „Geotechnik“ der Befehl zum Bemessen des Pfahlschemas zur Verfügung.



Für die Bemessung des Pfahlschemas müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein:

- Das Modell der untersuchten Struktur muss korrekt definiert worden sein.
- Die Reaktionen der Auflager müssen bekannt sein.

Die Bemessung erfolgt analog zur Ergebnisbewertung. Wählen Sie im Baummenü des Dienstes „Geotechnik“ den Befehl „Pfahlgruppe bemessen“. Sobald der Befehl gewählt ist, werden die entsprechenden Parameter im Eigenschaftsfenster angezeigt.



### Auswahl

Sie können die Bemessung für alle Pfahlgruppen oder nur für markierte Pfahlgruppen durchführen. Pfahlgruppen werden ganz einfach gewählt: Markieren Sie einen beliebigen Pfahl, um alle Pfähle, die sich in dessen Pfahlgruppe befinden, intern zu wählen. Die Bemessung wird dann für alle Pfähle der Pfahlgruppe durchgeführt.

### Lasttyp

Die Pfahlgruppenbemessung erfolgt nur für die Ergebnisklassen.

### Klasse

Die Pfahlgruppenbemessung erfolgt nur für die Ergebnisklassen, in denen LF-Kombinationen im GZT definiert wurden. Der Filter wird automatisch verwendet, sodass nur Ergebnisklassen mit Kombinationen im GZT verfügbar sind. Wenn Sie keine Ergebnisklasse definiert haben und nur LF-Kombinationen definiert sind, wird automatisch eine Ergebnisklasse für LFK im GZT erzeugt. Die Bemessung erfolgt nur für die markierten Pfahlgruppen. Klicken Sie dazu auf die Schaltfläche „Aktualisieren“. Die Ergebnisse werden im Vorschauenfenster angezeigt.



### Berechnung

Zuerst wird für jeden CPT die maximale Tragfähigkeit eines Einzelpfahls aus der Summe der maximalen Tragfähigkeit der Pfahlspitze und der maximalen Mantelreibungskraft bestimmt. Der folgende Beiwert gilt für die maximale Mantelreibungskraft.

Der Ausführungsbeiwert ist kein fester Wert. Er ist von Baugrundsicht sowie der Tiefe der relevanten Schicht abhängig. Für jede Schicht wird die in dieser Schicht generierte Pfahlmantelreibung ermittelt, nachdem der korrekte Wert für  $\alpha_s$  in der Schicht definiert wurde. Die auf diese Weise ermittelte Gesamtpfahlmantelreibung einer Schicht (für von der Pfahlmantelreibung betroffene Schichten) ergibt den endgültigen Wert der maximalen Pfahlmantelreibung.

Dann wird der Umfang des Pfahlsegments berechnet, in dem die maximale Mantelreibungskraft herrscht. Wenn der Umfang nicht konstant ist (z. B. bei spitz zulaufenden Holzpfählen oder Pfählen mit verstärkter Spitze), hält die Norm (NEN 6743, Art. 5.4) keine Lösung bereit. In diesem Fall wird der mittlere Umfang des relevanten Pfahlsegments berechnet.

Zweitens wird die maximale Tragfähigkeit des Fundaments bestimmt. Dabei kommt es auf die Anzahl der Pfähle und der CPTs an sowie darauf, ob die Struktur starr oder nachgiebig ist (NEN 6743, Art. 5.2.2).

Für starre Strukturen wird – ungeachtet der Anzahl der CPTs – die maximale Tragfähigkeit des Fundaments als Produkt der mittleren Tragfähigkeit eines Einzelpfahls und der Gesamtzahl der Pfähle berechnet, da das Fundamentelement alle Pfähle umfasst.

Für nachgiebige Strukturen ist die maximale Tragfähigkeit des Fundaments von der CPT-Anzahl abhängig. Bei mehr als drei CPTs wird wiederum die mittlere Tragfähigkeit eines Einzelpfahls verwendet, bei drei oder weniger CPTs wird die kleinste Tragfähigkeit eines Einzelpfahls verwendet. In diesem Fall wird die Tragfähigkeit des Einzelpfahls nicht mit der Anzahl der Pfähle multipliziert, da das Fundamentelement nur aus einem Pfahl besteht.

### **Pfahlschemaentwurf**

Die erforderliche Pfahlunterkante wird in einer benutzerdefinierten Pfahlspitzentrajektorie ermittelt. Diese Trajektorie wird über einen Anfangs- und Endgrenzwert definiert (in den Geotechnik-Einstellungen). Das Intervall der Trajektorie legt fest, wie viele Berechnungen durchgeführt werden. Sie müssen beim Definieren der Trajektorie das Niveau der positiven und negativen Mantelreibung nicht angeben. Diese werden bei Bedarf automatisch in jedem Rechenschritt angepasst.

Der Wert  $R_z$  wird nur in der Bemessung berücksichtigt. Die horizontalen Kräfte und eventuelle Verdrehungen werden in der Bemessung nicht berücksichtigt. Die maximale Last (aus  $R_z$ ) auf dem Auflager wird anhand aller Pfähle der gewählten Pfahlgruppe bestimmt. Diese Last wird zum Ermitteln der Pfahlunterkante verwendet. Der Wert dient als Stoppkriterium der Berechnung.

Wird ein Wert ermittelt, bei dem die berechnete Nettotragfähigkeit der maximalen Last entspricht oder diese übersteigt, wird die Berechnung beendet und die ermittelte Tragfähigkeit für das Niveau wird ausgegeben.

Wenn kein Niveau innerhalb der Trajektorie ermittelt wird, bei dem die Nettotragfähigkeit der maximalen Last entspricht, wird als Pfahlunterkante der Wert Null ausgegeben. Sie werden gewarnt, dass die erforderliche Tragfähigkeit in der Trajektorie nicht erreicht wird und das Niveau daher nicht berechnet werden kann.

Falls alle Pfähle in der Gruppe zugbeansprucht sind, wird die Bemessung nicht durchgeführt und die Pfahlunterkante nicht berechnet. Sie werden gewarnt, dass alle Pfähle in der Gruppe zugbeansprucht sind und die Bemessung für Zugpfähle nicht durchgeführt werden konnte. In der Folge wird Ihr Eingabewert verwendet.

Wenn mindestens ein Pfahl der Gruppe zugbeansprucht ist, wird die maximale Last aus den anderen Pfählen (die nicht zugbeansprucht sind) bestimmt. Nachdem die Bemessung für diese maximale Last erfolgt ist, werden Sie gewarnt, dass mindestens ein Pfahl in der Gruppe zugbeansprucht ist.

Die berechnete Pfahlunterkante wird in der Pfahlgruppenbibliothek aktualisiert; die Auflager aller Pfähle der Gruppe werden mit diesem Wert aktualisiert.

Level type	Calculated Level
Piletip level [m]	-19.000

Die Zeichnung der Pfähle im 3D-Modell wird ebenfalls auf den neuen Stand gebracht.

Das Ergebnis ist im Vorschauenfenster und im Dokument zu sehen.

Änderungen an Geotechnik-Einstellungen, Baugrundprofilen und Baugrund beeinflussen die Analyseergebnisse nicht. Die Ergebnisse des Pfahlentwurfs sind davon aber sehr wohl betroffen. In diesem Fall müssen Sie die Pfahlgruppenbemessung erneut durchführen, um die neuen Ergebnisse zu erhalten.

Bei Änderungen an Modell oder Last, durch die die Analyseergebnisse ungültig werden, sind auch die Ergebnisse des Pfahlentwurfs ungültig. In diesem Fall wird für die Pfahlspitze automatisch die eingegebene Höhe verwendet. Sie müssen die Analyse und Bemessung durchführen, um die neuen Ergebnisse zu erhalten.

### **Nachweis: Pfahlgruppennachweis**

Der Nachweis von Tragpfählen wird gemäß den Vorschriften der NEN 6740 und der NEN 6743 durchgeführt. Diese Option steht nur für die Normen NEN und EC-EN zur Verfügung.

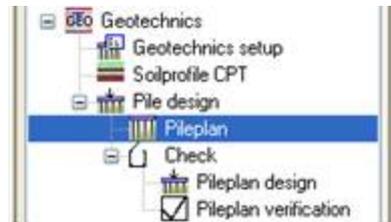
Der Nachweis wird nur für Tragpfähle durchgeführt, die statischen oder quasi-statischen Lasten ausgesetzt sind, die Druckkräfte auf die Pfähle ausüben. Die Berechnung der Pfahlkräfte und Pfahlverformungen beruht auf einem CPT-Test (Drucksondierung). Mögliche Zugkräfte in

Pfählen oder eine horizontale Verschiebung von Pfählen oder Pfahlgruppen werden nicht berücksichtigt.

Die gesamte Pfahlgruppe und Gruppenwirkungen werden im Nachweis berücksichtigt.

Es werden Last-Setzungskurven für GZT und GZG bestimmt.

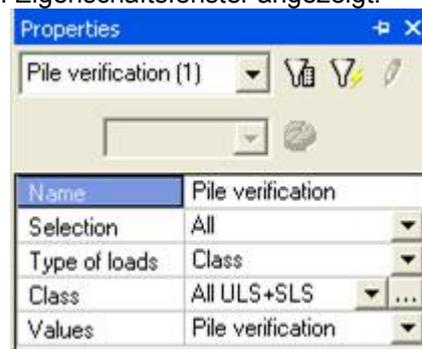
Diese Option führt alle erforderlichen Berechnungen durch, z. B. Tragfähigkeit, Setzung und negative Mantelreibung. Nach der Analyse steht im Dienst „Geotechnik“ der Befehl zum Nachweisen des Pfahlschemas zur Verfügung.



Für die Bemessung des Pfahlschemas müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein:

- Das Modell der untersuchten Struktur muss korrekt definiert worden sein.
- Die Reaktionen der Auflager müssen bekannt sein.

Der Nachweis erfolgt analog zur Ergebnisbewertung. Wählen Sie im Baummenü des Dienstes „Geotechnik“ den Befehl „Pfahlgruppennachweis“. Sobald der Befehl gewählt ist, werden die entsprechenden Parameter im Eigenschaftsfenster angezeigt.



### Auswahl

Sie können den Nachweis für alle Pfahlgruppen oder nur für markierte Pfahlgruppen führen.

Pfahlgruppen werden ganz einfach gewählt: Markieren Sie einen beliebigen Pfahl, um alle Pfähle, die sich in dessen Pfahlgruppe befinden, intern zu wählen. Der Nachweis wird dann für alle Pfähle der Pfahlgruppe geführt.

### Lasttyp

Der Pfahlgruppennachweis erfolgt nur für die Ergebnisklassen.

### Klasse

Der Pfahlgruppennachweis erfolgt nur für die Ergebnisklassen, in denen LF-Kombinationen im GZT und GZG definiert wurden. Der Filter wird automatisch verwendet, sodass nur Ergebnisklassen mit Kombinationen im GZT und GZG verfügbar sind. Wenn Sie keine Ergebnisklasse definiert haben und nur LF-Kombinationen definiert sind, wird automatisch eine Ergebnisklasse für LFK im GZT und GZG erzeugt.

Der Nachweis erfolgt nur für die markierten Pfahlgruppen. Klicken Sie dazu auf die Schaltfläche „Aktualisieren“. Die Ergebnisse werden im Vorschaufenster angezeigt.



Im Nachweis werden die zulässigen Lasten (GZT und GZG) auf allen Pfählen der Gruppe berücksichtigt. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind die Last-Setzungskurve und die Setzung an der Spitze.

### Mantelreibungszonen

Die grundsätzlichen Anforderungen an die Berechnung des positiven und negativen Mantelreibungswiderstands sind in NEN 6743 genannt.

Für die positive Mantelreibungszone fällt die Unterkante der Zone mit der Pfahlspitze zusammen; bei Fertigpfählen mit aufgeweiteter Spitze darf die Oberkante der Zone keinesfalls über der Aufweitung liegen (NEN 6743 Art. 5.4). Für die negative Mantelreibungszone fällt die Oberkante der Zone mit der Oberfläche bzw. dem Aushubniveau zusammen.

Es besteht eine starke Beziehung zwischen Mantelreibung und Baugrundsichten. Die Mantelreibungszonen bestehen aus vollständigen Schichten. Das bedeutet, dass die Oberkante der positiven Mantelreibungszone und die Unterkante der negativen Mantelreibungszone stets mit einer Schichtgrenze des zugehörigen Baugrundprofils zusammenfallen sollten.

Um diese Anforderungen im Tragpfahlmodell zu erfüllen, werden die Mantelreibungszonen wie unten gezeigt definiert.

Die Unterkante der positiven Mantelreibungszone fällt automatisch mit der Pfahlunterkante zusammen und muss daher nicht eingegeben werden.

Sie müssen die Oberkante der positiven Mantelreibungszone relativ zur Bezugshöhe eingeben.

Die Unterkante der negativen Mantelreibungszone fällt automatisch mit der Geländeoberfläche oder dem Aushubniveau (OK) zusammen und muss daher nicht eingegeben werden.

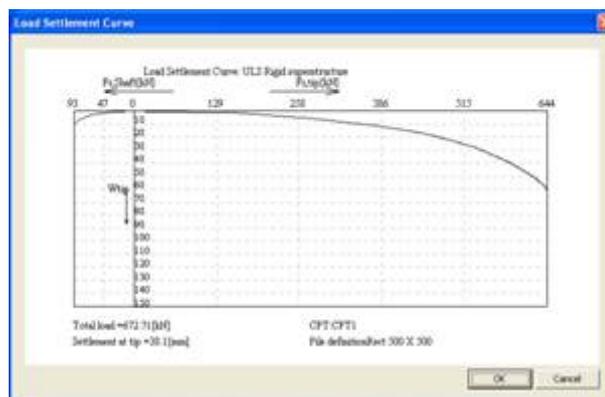
Sie müssen die Unterkante der negativen Mantelreibungszone relativ zur Bezugshöhe eingeben.

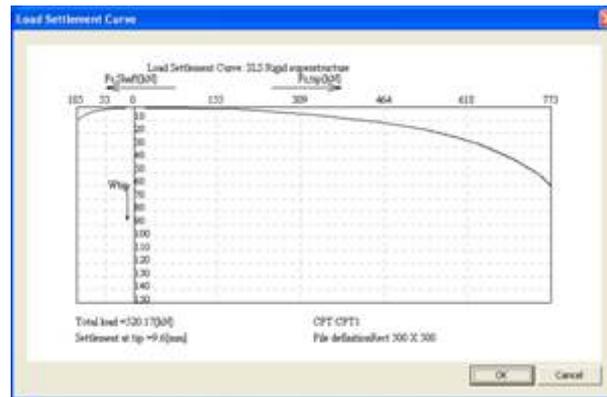
### Ergebnisse im Pfahlnachweis:

Das Ergebnis ist im Vorschaufenster und im Dokument zu sehen. Die Last-Setzungskurven in der Pfahlgruppenbibliothek werden aktualisiert.



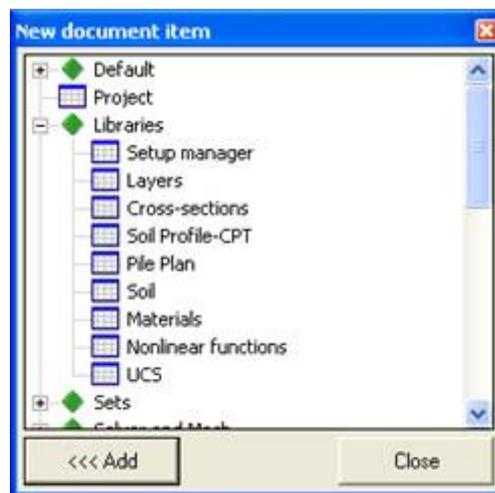
Last-Setzungskurven: Wenn die Nachweisforderungen vollständig erfüllt sind, werden beide Last-Setzungskurven erzeugt. Andernfalls werden die Kurven eventuell nicht erzeugt und eine Warnung erscheint.





### Ausgabetablellen

Alle Ausgabetablellen für den Pfahlentwurf stehen im normalen Dokumentdienst von SEN zur Verfügung. Die Ausgabetablellen enthalten die Bibliotheken (Baugrund, Baugrundprofil, Pfahlgruppe) sowie die Ergebnisse von Bemessung und Nachweis.



### Baugrundprofil CPT (Drucksondierung)

Eingabedaten

#### 1. Baugrundprofil CPT (Drucksondierung)

Name	CPT1
Profiltyp	CPT-Import
Interpretationswerkzeug	Interpretationswerkzeug
Minstdicke des Layers [m]	2
OK Grundwasser [m]	0
Überkonsolidierungs-Verhältnis des tragenden Layers	1
OK positive Mantelreibungszone [m]	-1
UK negative Mantelreibungszone [m]	-0.85
Erwartete Setzung an OK Baugrund [m]	0.11

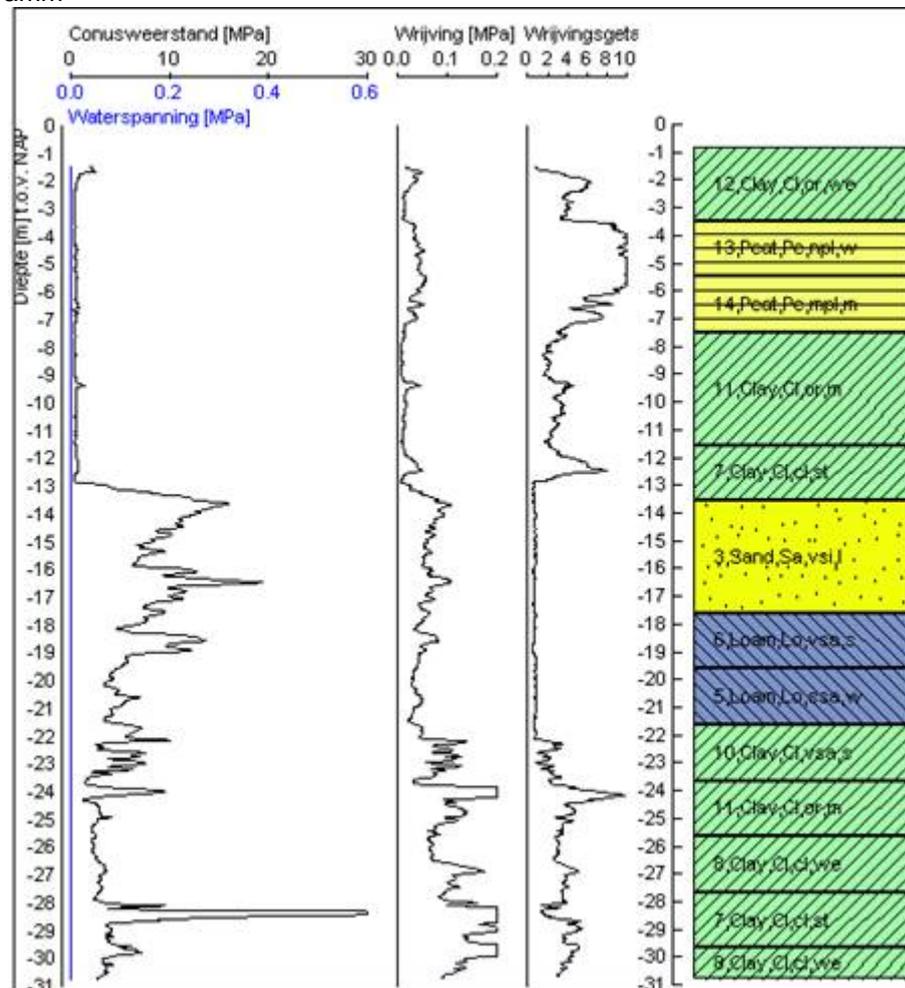
Profildaten

#### 1. Baugrundprofil CPT (Drucksondierung)

Oberste Kante [m]	Baugrundname	Beschreibung
-0.85	Cl,or,we	Ton, organisch, weich

-3.475	Pe,npl,w	Torf, nicht vorbelastet, mäßig
-5.495	Pe,mpl,m	Torf, mäßig vorbelastet, mäßig
-7.515	Cl,or,m	Ton, organisch, mäßig
-11.552	Cl,cl,st	Ton, rein, fest
-13.57	Sa,vsi,l	Sand, sehr schluffig, lose
-17.604	Lo,vsa,s	Lehmerde, sehr sandig, fest
-19.619	Lo,ssa,w	Lehm, leicht sandig, weich
-21.633	Cl,vsa,s	Ton, sehr sandig, fest
-23.646	Cl,or,m	Ton, organisch, mäßig
-25.657	Cl,cl,we	Ton, rein, weich
-27.666	Cl,cl,st	Ton, rein, fest
-29.672	Cl,cl,we	Ton, rein, weich

Profildiagramm



**Baugrund**

Die im Baugrundprofil verwendeten Bodenarten und ihre Eigenschaften werden gefiltert und angezeigt.

2.

**Baugrund**

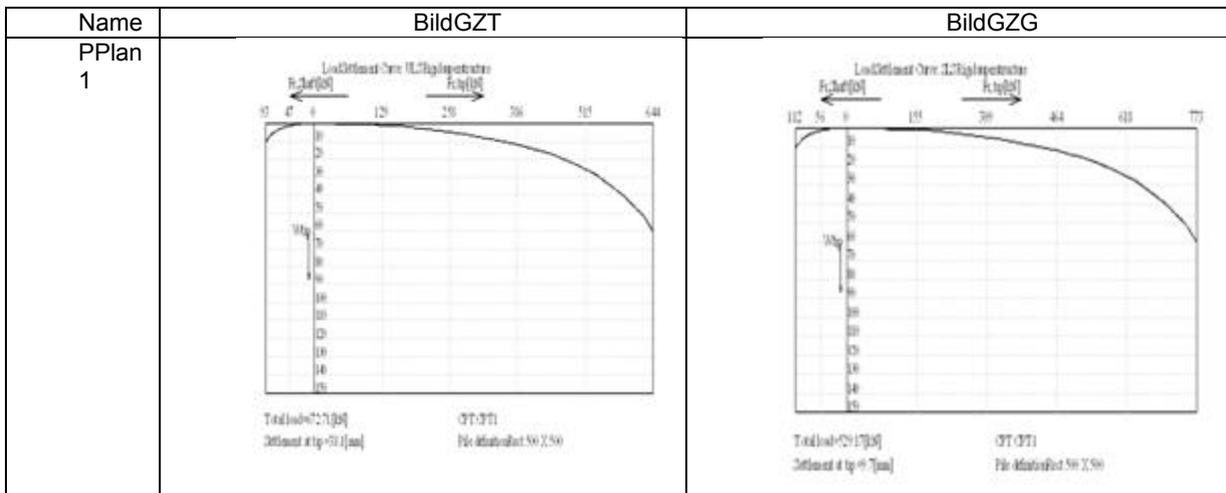
Name	Beschreibung	Baugrundtyp	Gamma ungesättigt [kN/m <sup>3</sup> ]	Gamma gesättigt [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel [deg]	
Gr,ssi,m	Kies, leicht schluffig, mäßig	Kies	19	21	37.5	

Sa,ssi,m	Sand, leicht schluffig, mäßig	Sand	19	21	32.5
Sa,vs,i,l	Sand, sehr schluffig, lose	Sand	19	21	30
Sa,cl,st	Sand, rein fest	Sand	20	22	40
Lo,ssa,w	Lehm, leicht sandig, weich	Lehm	20	20	30
Lo,vsa,s	Lehmerde, sehr sandig, fest	Lehm	20	20	35
Cl,cl,st	Ton, rein, fest	Ton	20	20	25
Cl,cl,we	Ton, rein, weich	Ton	17	17	17.5
Cl,ssa,m	Ton, leicht sandig, mäßig	Ton	20	20	22.5
Cl,vsa,s	Ton, sehr sandig, fest	Ton	20	20	32.5
Cl,or,m	Ton, organisch, mäßig	Ton	16	16	15
Cl,or,we	Ton, organisch, weich	Ton	15	15	15
Pe,npl,w	Torf, nicht vorbelastet, mäßig	Torf	12	12	15
Pe,mpl,m	Torf, mäßig vorbelastet, mäßig	Torf	13	13	15

**Pfahlgruppe**  
Pfahldaten

**1. Pfahlgruppe**

Name	SoilProfile_CPT	Pfahldefinition	Pfahltyp	Material	Niveau	UK Pfahl [m]
PPlan1	CPT1,	Recht. 500 X 500	PrefabConcrete	Beton	Berechnetes Niveau	- 13.000
PPlan2	CPT1,	Rund 500	DrivenCastPlaceDriving	Beton	Benutzerdefiniert	- 5.000



Last-Setzungskurven

**Pfahlschemaentwurf**

Lineare Berechnung, Extremwert: Knoten

Auswahl: Alle

Klasse: Alle GZT

Anmerkung 1: Bemessung bzw. Nachweis werden nur für Tragpfähle durchgeführt, die statischen oder quasi-statischen Lasten ausgesetzt sind, die Druckkräfte auf die Pfähle

ausüben. Die Berechnung der Pfahlkräfte und Pfahlverformungen beruht auf einem CPT-Test (Drucksondierung). Mögliche Zugkräfte in Pfählen oder eine horizontale Verschiebung von Pfählen oder Pfahlgruppen werden nicht berücksichtigt.

Anmerkung 2: Im Pfahlentwurf (Vorentwurf) wird stets ein Einzelpfahl angenommen; die Berechnungen werden für einen Einzelpfahl im GZT geführt. Mögliche Pfahlgruppen (Schemas) werden im Pfahlentwurf verworfen. Es wird von einem nachgiebigen Überbau ausgegangen; Pfahlgruppenwirkungen bleiben unbeachtet.

Pfahlgruppenkennung	Lastfall	Pfahldefinition	Empfohlene UK Pfahl [m]	Netto-Tragwiderstand am empfohlenen Niveau [kN]	Rz [kN]
PPlan1	CO1/1	Recht. 500 X 500	-13.000	696.61	662.89

Pfahlnachweis

### Pfahlschemanachweis

Lineare Berechnung

Auswahl: Alle

Klasse: Alle GZT+GZG

Anmerkung 1: Bemessung bzw. Nachweis werden nur für Tragpfähle durchgeführt, die statischen oder quasi-statischen Lasten ausgesetzt sind, die Druckkräfte auf die Pfähle ausüben. Die Berechnung der Pfahlkräfte und Pfahlverformungen beruht auf einem CPT-Test (Drucksondierung). Mögliche Zugkräfte in Pfählen oder eine horizontale Verschiebung von Pfählen oder Pfahlgruppen werden nicht berücksichtigt.

GZT

Pfahlgruppenkennung	Lastfall	CP T	Gesamtlast [kN]	Name der Pfahlgruppe	Empfohlene UK Pfahl [m]	Setzung an UK Pfahl(spitze) [mm]
PPlan1	CO1 /2	CP T1	662.89	Recht. 500 X 500	-5.000	47.9

GZG

Pfahlgruppenkennung	Lastfall	CP T	Gesamtlast [kN]	Name der Pfahlgruppe	Empfohlene UK Pfahl [m]	Setzung an UK Pfahl(spitze) [mm]
PPlan1	CO1 /2	CP T1	513.41	Recht. 500 X 500	-5.000	9.6

### Einschränkungen

Im Pfahlentwurf (NEN-Verfahren) gelten viele Einschränkungen. Diese Funktionalität beruht auf den Vorschriften der niederländischen Normen NEN 6740 und NEN 6743.

### Funktionalität

Diese Funktionalität steht nur für die Normen EC-EN und NEN zur Verfügung.

### Baugrundprofil

Die Baugrundprofile können nur mit gültigen CPT-Daten erzeugt werden, die im GEF-Format vorliegen (Geotechnisches Austauschformat). Andere Formate werden nicht unterstützt.

Die Oberfläche zum Erzeugen der Baugrundprofile steht nur in englischer Sprache zur Verfügung. Andere Sprachen werden in diesem Dialog nicht unterstützt.

Die Lage der Drucksondierungen (Baugrundprofile) kann nur in lokalen Projektkoordinaten definiert werden. Globale Koordinaten können nicht verwendet werden.

#### **Interpretationswerkzeug**

Das zum Erzeugen der Baugrundprofile verwendete Interpretationswerkzeug ist die NEN-Vorschrift. Andere Werkzeuge außer NEN können nicht gewählt oder verwendet werden. Nur die im NEN-Verfahren definierten Baugrundtypen werden vom Interpretationswerkzeug verwendet; benutzerdefinierte Bodenarten werden nicht unterstützt. Sie können das interpretierte Baugrundprofil mit benutzerdefinierten Bodenarten bearbeiten.

#### **Pfahlgruppe**

Der Dialog zum Definieren von Pfahlgruppen (Schemas) steht nur in Englisch zur Verfügung. Alle erforderlichen Parameter in diesem Dialog beruhen auf der NEN.

#### **Bemessung/Nachweis**

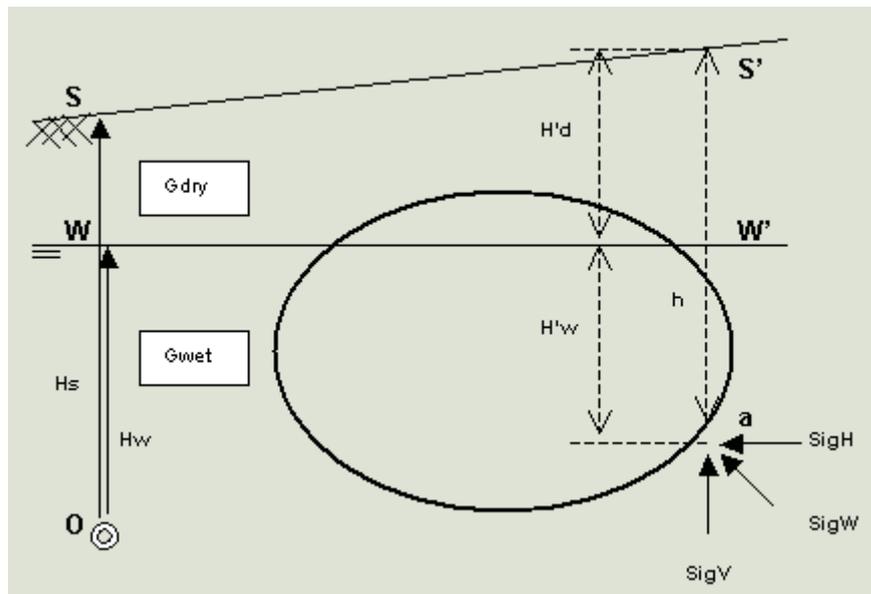
Bemessung bzw. Nachweis werden nur für Tragpfähle durchgeführt, die statischen oder quasi-statischen Lasten ausgesetzt sind, die Druckkräfte auf die Pfähle ausüben. Die Berechnung der Pfahlkräfte und Pfahlverformungen beruht auf einem CPT-Test (Drucksondierung). Mögliche Zugkräfte in Pfählen oder eine horizontale Verschiebung von Pfählen oder Pfahlgruppen werden nicht berücksichtigt.



## Erddruck und Wasserdruck

Mehrere Lasttypen (Punktlast, Linienlast und Flächenlast) können als so genannter Erddruck oder Wasserdruck definiert werden. Beide Lasten sind miteinander verwoben und werden daher gemeinsam erklärt.

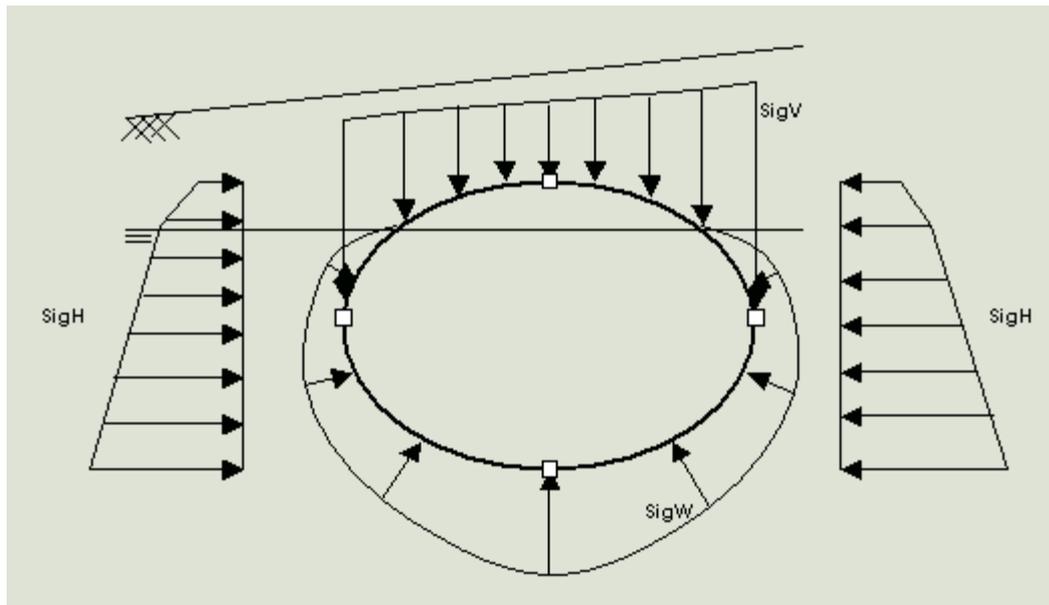
Diese Lasttypen treten nur bei unterirdischen Strukturen auf. Abhängig vom anstehenden Erdreich, dem Grundwasserspiegel und der Tiefe werden Erd- und Wasserdruck automatisch berechnet.



In Tiefe h (Punkt a) stellen sich die Druckhöhen der erzeugten Lasten wie folgt dar:

<b>SigV,a</b>	Wenn a über dem Wasserspiegel liegt ( $h \leq H'd$ ), dann ( $h * G_{dry}$ ) Wenn a unter dem Wasserspiegel liegt ( $h > H'd$ ), dann ( $H'd * G_{dry} + H'w * G_{wet}$ ) Dies gilt NUR in negativer Richtung der globalen Z-Achse!
<b>SigH,a</b>	$SigH,a = SigV,a * k_0$
<b>SigW,a</b>	Wenn a über dem Wasserspiegel liegt ( $h \leq H'd$ ), dann ( 0 ) Wenn a unter dem Wasserspiegel liegt ( $h > H'd$ ), dann ( $H'w * G_{water}$ )

Daraus ergibt sich die verteilte oder Streckenlast gemäß folgender Abbildung:



Wasser- und Erdlasten könne für folgende Lastfälle eingegeben werden:

- **Einwirkungstyp** = Ständige Last und **Lasttyp** = Standard
- **Einwirkungstyp** = Verkehrslast und **Lasttyp** = Statisch

So definieren Sie Erd- und Wasserdruck:

1. Öffnen Sie den Dienst **Last**.
2. Rufen Sie die Funktion für den gewünschten Lasttyp (Punkt, Linie, Fläche) auf.
3. Legen Sie die Parameter fest (siehe unten).
4. Bestätigen Sie mit **OK**.
5. Wenden Sie die Last auf die gewünschten Objekte an.

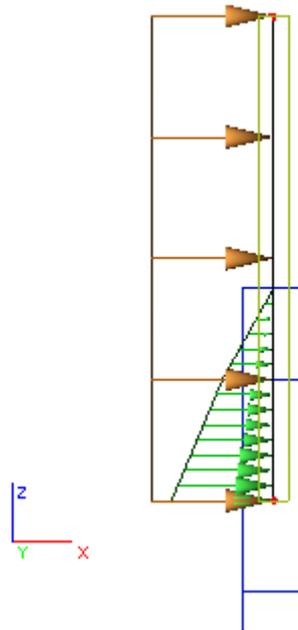
#### Parameter für Erd- und Wasserlasten

Neben den allgemeinen Parametern für Punkt-, Linien- und Plattenlasten müssen Sie für diesen Lasttyp noch folgende Daten eingeben:

<b>Typ</b>	Entweder <b>Erddruck</b> oder <b>Wasserdruck</b> .
<b>Verteilung</b>	Nur für Linienlasten. Die Linienlast kann gleichförmig oder trapezförmig sein.
<b>Aktive Fläche</b>	Nur für Punktlasten. Legt die aktive Fläche für die Last fest.
<b>Aktive Breite</b>	Nur für Linienlasten. Legt die aktive Breite für die Last fest.
<b>Beiwert</b>	Nur für Erddruck. Dieser Beiwert muss für den horizontalen Erddruck festgelegt werden. Er gibt das Verhältnis zwischen vertikalem und horizontalem Erddruck an (bei vertikalem Druck sollte der Wert gleich 1 sein).
<b>Bohrlochquerschnitt</b>	Legt das Bohrloch fest, das zum Erzeugen des Drucks benutzt wird.

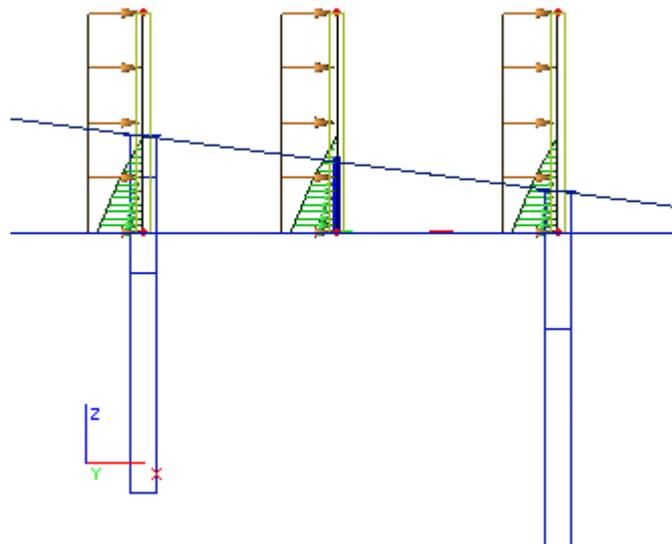
Der Erd-/Wasserdruck wird wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Die braunen Linien stellen die definierte Last dar. Sie wurde entlang der gesamten Stütze definiert.

Die grünen Linien stellen den erzeugten Bereich dar. Der erzeugte Erddruck reicht gerade bis zur Oberkante des Bohrlochs, das als Bezugsbohrloch verwendet wurde. In der Berechnung wird die grüne, also die erzeugte, Last berücksichtigt.



**Hinweis:** Wasserdruck wird nur unterhalb des Wasserspiegels erzeugt. Wenn das gesamte Modell sich oberhalb des Wasserspiegels befindet, wird kein Druck erzeugt.

**Hinweis:** Beachten Sie, dass der Druck auf Basis der im Dialog eingetragenen Daten erzeugt wird. Die geologischen Informationen werden also ausschließlich dem bereitgestellten Bohrlochquerschnitt entnommen. Der erzeugte Erddruck berücksichtigt eine möglicherweise dargestellte Erdoberfläche nicht. Auch wenn die Oberfläche berechnet wurde und angezeigt wird, wird der Schnitt der Oberfläche mit dem Stab, der dem Erddruck ausgesetzt ist, nicht berechnet. Der unterirdische Teil des Stabes wird einzig aus dem bereitgestellten Bohrlochprofil bestimmt. Beachten Sie die Abbildung unten.



Die Abbildung erläutert den obigen Hinweis. Es wurden drei Stützen definiert: Es sind verschiedene Bohrlöcher definiert. Die Oberfläche wurde wie dargestellt berechnet – es handelt sich um die schräge Linie, die die Oberkanten von zwei Bohrlochern verbindet. Der Erddruck wurde für alle Stützen eingegeben. Das Bohrloch ganz links dient als Bezug für die Definition der drei Lasten. Daher ist die Verteilung des an den Stützen erzeugten Erddrucks überall gleich. Die

beiden rechten Stützen sind also dem Erddruck ausgesetzt, obwohl sie sich über der Erdoberfläche befinden. Die berechnete Oberfläche wirkt sich nicht auf das Erzeugen des Erddrucks aus.

## Druckbelastung

### Parameter

---

<b>Name</b>	zum Identifizieren der Last.
<b>Typ</b>	<p><b>Außen</b> Das Rohr ist Druck von außen ausgesetzt.</p> <p><b>Innen</b> Das Rohr ist Druck von innen ausgesetzt.</p>
<b>Verteilung</b>	<p><b>Gleichmäßig</b> Die Last auf dem Rohr wirkt gleichmäßig.</p> <p><b>Trapezlast</b> Der Druck ist trapezförmig verteilt.</p>
<b>Wert – P</b>	(nur für die gleichmäßige Verteilung) gibt die Größenordnung des Drucks an.
<b>Wer – P1, P2</b>	(nur für die trapezförmige Verteilung) gibt die Größenordnung des Drucks an.
<b>Anfang schließen</b>	EIN: Das Rohr wird am Anfangspunkt geschlossen. Die Option wirkt sich auf den Berechnungsalgorithmus aus.
<b>Ende schließen</b>	EIN: Das Rohr wird am Endpunkt geschlossen. Die Option wirkt sich auf den Berechnungsalgorithmus aus.

---

## Soilin-Berechnungsparameter

### Löserparameter für das SOILIN-Modul

<b>Bodenkombination</b>	legt die Lastkombination fest, die zum Berechnen der C-Parameter eingesetzt wird.  Auch wenn es sich nicht um eine genaue Lösung handelt, werden die C-Parameter aus praktischen Gründen nicht für jeden Lastfall oder jede Lastfallkombination gesondert berechnet. Sie müssen eine Referenzkombination angeben, die zum Berechnen der C-Parameter benutzt wird. Die berechneten C-Parameter werden dann auch für alle anderen definierten Lastfälle und Kombinationen verwendet.
-------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Hinweis: Bei der Kombination muss es sich um eine lineare Kombination handeln (keine Umhüllende).**

<b>Max. Bodeninteraktionsschritte</b>	begrenzt die Größe der Iterationen.
<b>Größe des Oberflächenelements</b>	legt die Größe des FE-Elements fest, das „in Kontakt“ mit dem Baugrund erzeugt wird.
<b>C1x</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $wP$ (mm) [C1z in MN/m <sup>3</sup> ]
<b>C1y</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $wP/xP$ (mm/m) [C2x in MN/m]
<b>C1z</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $P/yP$ (mm/m) [C2y in MN/m]
<b>C2x</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $uP$ (mm) [C1x in MN/m <sup>3</sup> ]
<b>C2y</b>	Widerstand des Baugrundes gegen $vP$ (mm) [C1y in MN/m <sup>3</sup> ]

### C-Parameter

Die C-Parameter im Dialog **FE-Löser einstellen** werden als Anfangswerte für die iterative Berechnung benutzt. Die Werte können ignoriert werden, wenn das kombinierte Soilin-Baugrundaufleger gewählt wurde und benutzerdefinierte C-Parameter angegeben wurden. Weitere Informationen finden Sie im Kapitel [Flächenaufleger auf Platte](#).



### Ergebnisse auf Stäben

#### Anzeigen der Gründungstabelle

Im Dienst **Auflagerkräfte** können Sie u. a. eine Tabelle der Reaktionskräfte in Gründungen generieren.

**Hinweis: Diese Option ist ausschließlich für Lastfälle verfügbar.**

Jedem Lastfall kann ein Beiwert zugeordnet werden. Die Auflagerkräfte in der Tabelle werden mit diesem Beiwert multipliziert. Das ist z. B. von Vorteil, wenn den Auflagerkräften Sicherheitsbeiwerte zugeordnet werden sollen.

Die im **Vorschau**fenster generierte Tabelle besteht im Allgemeinen aus vier Hauptteilen:

<b>Ständige Lasten</b>	Alle ständigen Lastfälle werden betrachtet. Nur die Gesamtauflagerkraft (Summe aller ständigen Lastfälle) wird angegeben.
<b>Veränderliche Lastfälle</b> - nicht exklusiv	Verkehrslastfälle, die nicht zu einer exklusiven Gruppe gehören. Sie können gleichzeitig mit allen anderen variablen Lasten (Verkehrslasten) auftreten.
<b>Veränderliche Lastfälle</b> - exklusiv	Diese Lastfälle können nicht gleichzeitig mit anderen Lastfällen derselben exklusiven Gruppe auftreten.
<b>Extreme</b>	Dieser Abschnitt enthält Extremwerte aller ständigen und variablen Lastfälle.

#### So erzeugen Sie eine Gründungstabelle:

1. Öffnen Sie den Dienst Ergebnisse.
2. Wählen Sie die Funktion **Gründungstabelle** aus (kein Doppelklick!).
3. Stellen Sie die Parameter der Funktion ein (siehe unten).
4. Legen Sie über **Daten drucken / Datenvorschau** eine Tabelle im *Vorschau*fenster an ...
  - a. entweder über die Menüfunktion **Datei > Daten drucken > Daten drucken / Datenvorschau**,
  - b. oder über die Funktion **Daten ausgeben > Daten ausgeben / Datenvorschau** in der Symbolleiste **Projekt**.
5. Betrachten Sie die Ergebnisse.

#### Parameter der Funktion Gründungstabelle

<b>Auswahl</b>	Die Ergebnisse können entweder für <b>alle</b> oder <b>anwenderdefinierte</b> Elemente angezeigt werden.
<b>Filter</b>	Sie können die Auswahl auf bestimmte Elemente begrenzen.
<b>Beiwert</b>	Dieser Parameter ermöglicht es, einen Satz von Beiwerten für einzelne Lastfälle auszuwählen und/oder zu definieren. Die Auflagerkräfte in der Gründungstabelle werden mit diesen Beiwerten multipliziert.
<b>Verdrehte Auflager</b>	Diese Option bewirkt nur dann etwas, wenn im Projekt aus den Hauptrichtungen verdrehte Auflager existieren.  Wenn die Option nicht markiert ist, werden die Auflagerkräfte in den Globalachsen gezeichnet.

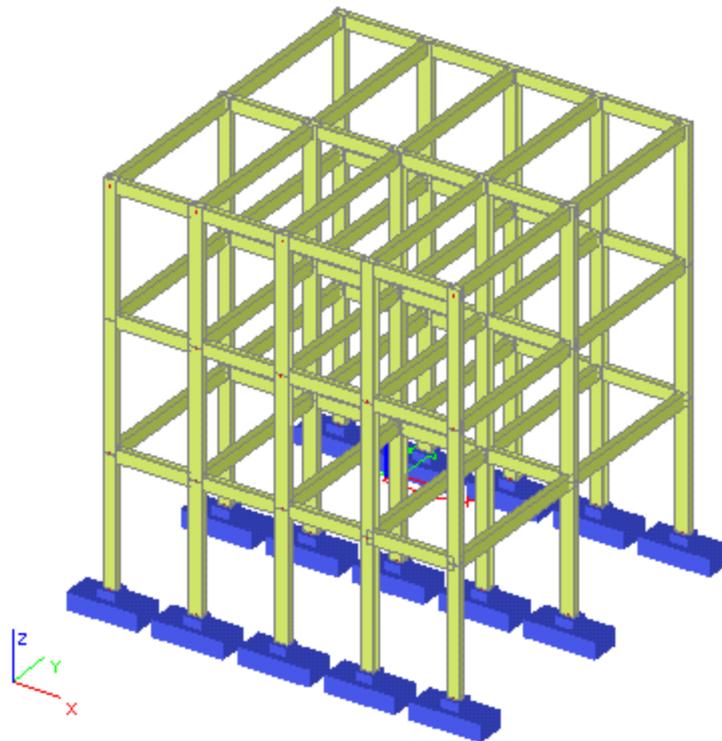
---

Ist die Option markiert, werden die Auflagerkräfte in den Lokalachsen des Auflagers dargestellt.

---

Hinweis: Weitere Informationen zu Bildeinstellungen für die Ergebnisanzeige finden Sie im Kapitel Öffnen des Dienstes Ergebnisse und im Kapitel Anzeigen von Schnittgrößen.

Beispiel für eine Gründungstabelle



Loadcase/Node		1	13	25	37	41
<b>Permanent loads</b>						
LC: 1,2	Rx [kN]	-1.74	-3.35	-3.49	-1.13	15.18
LC: 1,2	Ry [kN]	2.08	2.10	2.18	3.13	0.03
LC: 1,2	Rz [kN]	219.66	270.48	274.28	318.43	624.30
LC: 1,2	Mx [kNm]	-2.90	-2.93	-3.03	-4.37	-0.09
LC: 1,2	My [kNm]	-6.67	-8.85	-9.03	-5.83	19.64
LC: 1,2	Mz [kNm]	-0.14	-0.07	-0.09	-0.05	0.01
<b>Variable loads - not exclusive</b>						
LC3: LC3	Rx [kN]	7.38	8.81	8.77	8.84	-0.40
LC3: LC3	Ry [kN]	-6.06	-2.18	0.49	3.39	4.17
LC3: LC3	Rz [kN]	11.62	-2.49	0.36	3.82	0.12
LC3: LC3	Mx [kNm]	14.82	5.44	-1.22	-8.42	-9.48
LC3: LC3	My [kNm]	19.18	21.11	21.06	21.18	-0.94
LC3: LC3	Mz [kNm]	14.38	13.11	12.97	13.38	12.84
<b>Variable loads - not exclusive</b>						
LC4: LC4	Rx [kN]	0.12	0.07	-0.02	0.00	0.03
LC4: LC4	Ry [kN]	-0.00	-0.03	-0.03	0.00	0.05
LC4: LC4	Rz [kN]	15.79	27.86	29.61	29.84	2.43
LC4: LC4	Mx [kNm]	-0.05	-0.01	-0.02	-0.08	-0.15
LC4: LC4	My [kNm]	0.13	0.05	-0.07	-0.04	0.00
LC4: LC4	Mz [kNm]	-0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
<b>Extremes</b>						
	Max Rz [kN]	247.08	298.33	304.26	352.09	626.84
	Min Rz [kN]	219.66	267.98	274.28	318.43	624.30
	Max Rx [kN]	5.76	5.52	5.28	7.72	15.21
	Min Rx [kN]	-1.74	-3.35	-3.51	-1.13	14.78
	Max Ry [kN]	2.08	2.10	2.67	6.53	4.26
	Min Ry [kN]	-3.99	-0.11	2.15	3.13	0.03
	Max Mx [kNm]	11.92	2.52	-3.03	-4.37	-0.09
	Min Mx [kNm]	-2.95	-2.94	-4.28	-12.87	-9.73
	Max My [kNm]	12.64	12.31	12.04	15.35	19.65
	Min My [kNm]	-6.67	-8.85	-9.10	-5.86	18.70
	Max Mz [kNm]	14.24	13.04	12.88	13.35	12.86
	Min Mz [kNm]	-0.14	-0.07	-0.09	-0.05	0.01

Foundation table

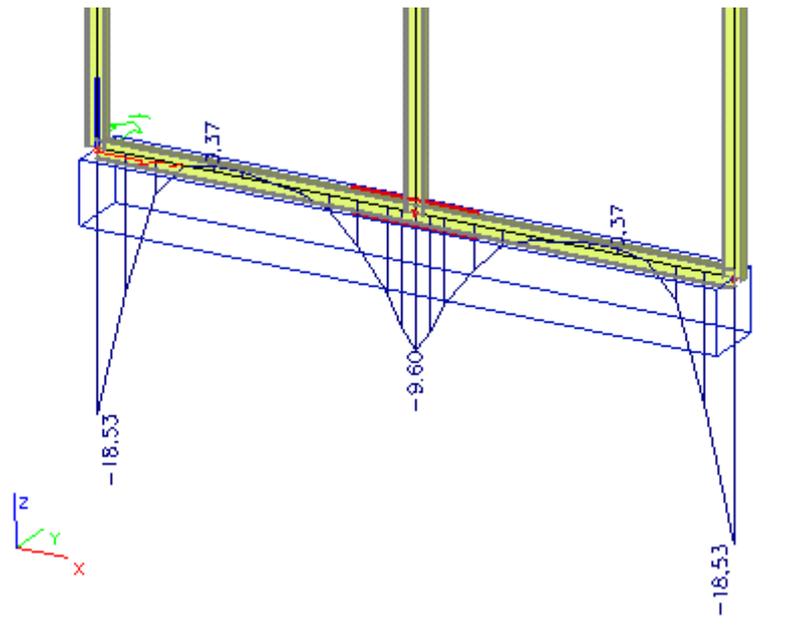
## Anzeigen der Intensität

Wenn ein Strukturglied auf einem Untergrund (Fundament) gelagert ist, kann die Intensität (Auflagerkraft je Längenmeter) in der Kontaktfläche dargestellt werden.

*So zeigen Sie die Intensität an:*

1. Öffnen Sie den Dienst Ergebnisse.
2. Wählen Sie die Funktion **Intensität** aus (kein Doppelklick!).
3. Stellen Sie die Parameter der Funktion ein.
4. Wenn erforderlich, aktualisieren Sie den Bildschirm über die Schaltfläche **Aktualisieren** im Eigenschaftsfenster.
5. Betrachten Sie die Ergebnisse.

Beispiel



So zeigen Sie die Intensität im Vorschaufenster an:

1. Öffnen Sie den Dienst Ergebnisse.
2. Wählen Sie die Funktion **Intensität** aus (kein Doppelklick!).
3. Stellen Sie die Parameter der Funktion ein.
4. Legen Sie über **Daten drucken / Datenvorschau** eine Tabelle im *Vorschaufenster* an ...
  - a. entweder über die Menüfunktion **Datei > Daten drucken > Daten drucken / Datenvorschau**,
  - b. oder über die Funktion **Daten ausgeben > Daten ausgeben / Datenvorschau** in der Symbolleiste **Projekt**.
5. Betrachten Sie die Ergebnisse.

Beispiel

Case	Line supports	dx [m]	Rx [kN/m]	Ry [kN/m]	Rz [kN/m]	Mx [kNm/m]	My [kNm/m]	Mz [kNm/m]
LC1	LS1	0,000	<b>0,03</b>	0,00	<b>-18,53</b>	0,00	0,00	0,00
LC1	LS1	1,818	0,01	0,00	<b>0,37</b>	0,00	0,00	0,00
LC1	LS1	5,000	0,00	0,00	<b>-9,60</b>	0,00	0,00	0,00
LC1	LS1	8,182	-0,01	0,00	<b>0,37</b>	0,00	0,00	0,00
LC1	LS1	10,000	<b>-0,03</b>	0,00	<b>-18,53</b>	0,00	0,00	0,00

**Hinweis:** Weitere Informationen zu Bildeinstellungen für die Ergebnisanzeige finden Sie im Kapitel Öffnen des Dienstes Ergebnisse und im Kapitel Anzeigen von Schnittgrößen.

## Ergebnisse auf Platten

### Anzeigen von Kontaktspannungen auf Platten

*So zeigen Sie die Kontaktspannungen an:*

1. Öffnen Sie den Dienst Ergebnisse.
2. Wählen Sie die Funktion **2D-Teile > Kontaktspannungen**.
3. Wählen Sie die Platten zum Anzeigen der Ergebnisse.
4. Wählen Sie den gewünschten Lasttyp.
5. Wählen Sie die anzuzeigende Größe.
6. Wählen Sie den Zeichenstil.
7. Ändern Sie bei Bedarf die Zeichnungseinstellung.
8. Stellen Sie bei Bedarf andere Parameter ein.
9. Bei Bedarf können Sie die Diagramme regenerieren.

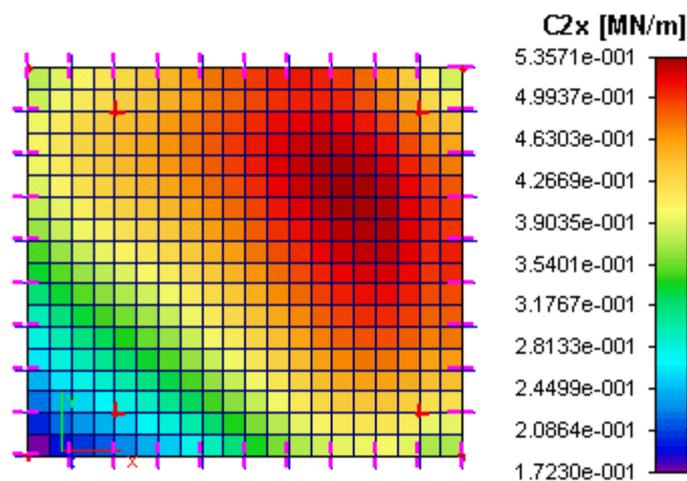
Siehe auch Isolinienstil.

### Berechnete C-Parameter

Die berechneten C-Parameter können im 2D-Daten-Beobachter oder im Dienst Ergebnisse betrachtet werden.

*So betrachten Sie die C-Parameter im 2D-Daten-Beobachter:*

1. Führen Sie die Berechnung aus.
2. Öffnen Sie den Baueintrag **Berechnung, FE-Netz**.
3. Rufen Sie die Funktion **2D-Daten-Beobachter** auf.
4. Wählen Sie die Funktion **Baugrund**.
5. Wählen Sie den gewünschten Parameter.
6. Passen Sie die anderen Zeichenparameter an.
7. Aktualisieren Sie den Bildschirm über die Schaltfläche **Aktualisieren** im Eigenschaftsfenster.

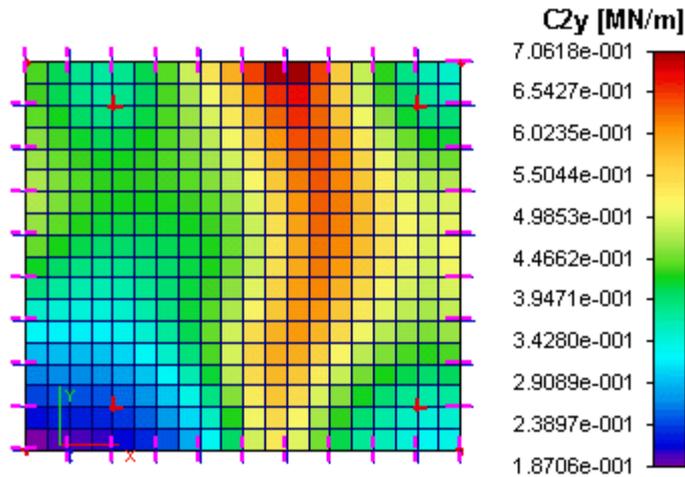


**Hinweis:** Diese Funktion bietet alle fünf C-Parameter an. Die beiden nicht berechneten (C1x und C1y) sind für die gesamte Grundplatte konstant. Die anderen können beliebig verteilt sein (je nach eingegebenen Randbedingungen).

*So betrachten Sie die C-Parameter im Dienst Ergebnisse:*

1. Führen Sie die Berechnung aus.

2. Öffnen Sie den Dienst **Ergebnisse**.
3. Rufen Sie die Funktion **Baugrund - C-Parameter** auf.
4. Wählen Sie den gewünschten Parameter.
5. Passen Sie die anderen Zeichenparameter an.
6. Aktualisieren Sie den Bildschirm über die Schaltfläche **Aktualisieren** im Eigenschaftsfenster.



Hinweis: Diese Funktion bietet nur die (wirklich) berechneten C-Parameter an. Die beiden nicht berechneten (C1x und C1y) sind für die gesamte Grundplatte konstant und werden nicht angezeigt.

## Anzeigen der Setzung

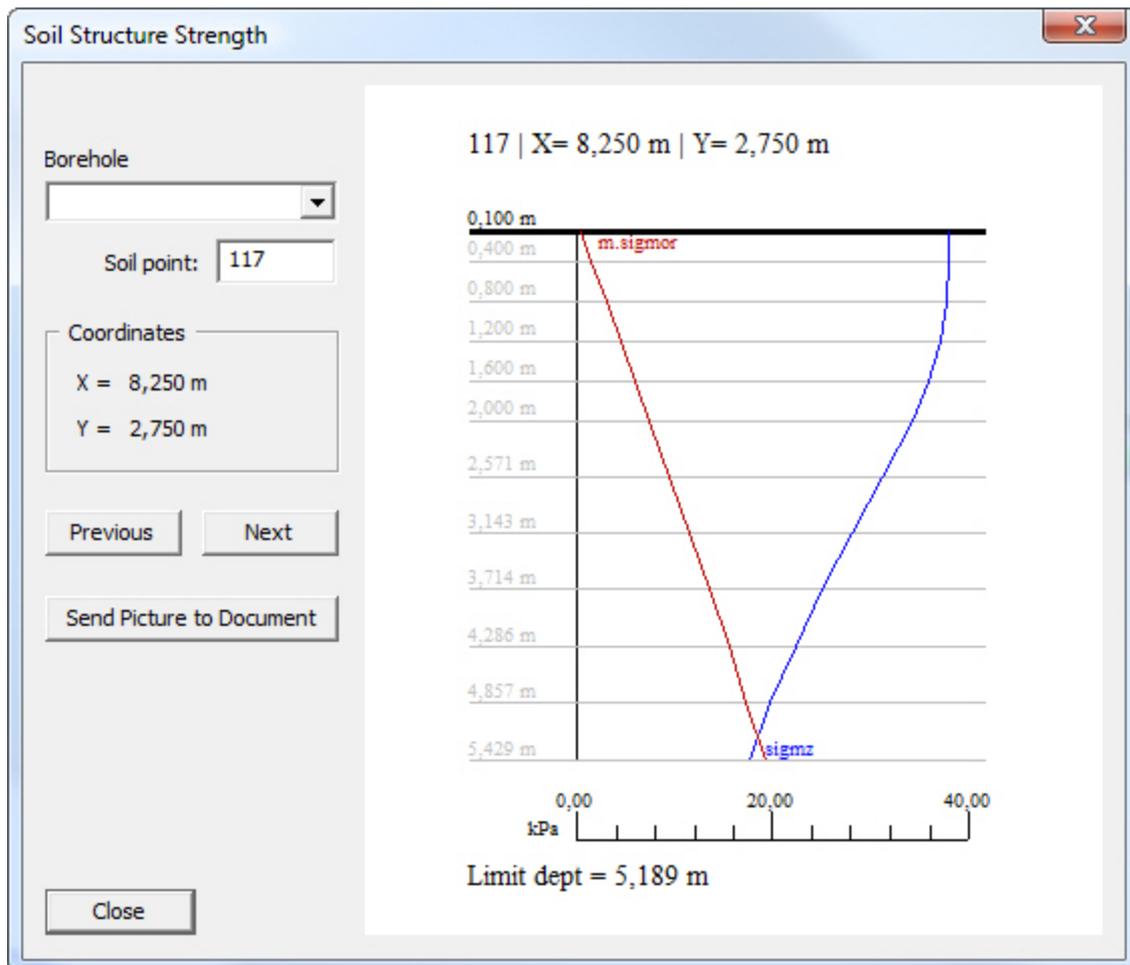
*So zeigen Sie die Setzungen an:*

1. Öffnen Sie den Dienst Ergebnisse.
2. Wählen Sie die Funktion **Baugrund - andere Daten**.
3. Markieren Sie die Platten zum Anzeigen der Ergebnisse.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Vorschau“, um eine Tabelle mit den Setzungsergebnissen anzuzeigen.

## Anzeigen der Strukturfestigkeit des Baugrundes

*So zeigen Sie die Strukturfestigkeit des Baugrundes an:*

1. Öffnen Sie den Dienst Ergebnisse.
2. Wählen Sie die Funktion **Baugrund - andere Daten**.
3. Markieren Sie die Platten zum Anzeigen der Ergebnisse.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Baugrund-Spannungsdiagramm“.
5. Die Schwerpunkte der 2D-FE-Netz-Elemente werden erzeugt. (Eckpunkte werden nur für 2D-Elemente mit definierten Soilin-Daten erzeugt.)
6. Markieren Sie den Punkt, an dem das Diagramm angezeigt werden soll.
7. Ein Dialog mit dem Diagramm erscheint.
8. Sie können über **Zurück** und **Weiter** den vorhergehenden oder den nächsten Punkt markieren.
9. Sie können auch eine Bohrung im Kombofeld markieren, um die Ergebnisse für die erforderliche Bohrung anzuzeigen.



Im Soilin-Modul werden zwei Arten von Spannungen bestimmt: die Überspannung  $\sigma_{m,z}$  und die Original-Bodenspannung  $\sigma_{m,or}$ . Theoretisch kommt es zu Setzungen, wenn  $\sigma_{m,z}$  größer als  $m \cdot \sigma_{m,or}$  ist.

Der m-Wert ist normabhängig: (i) In der CSN-Norm ist er variable, in EC und DIN beträgt sein Wert immer 0,2. Letzteres bedeutet, dass es zu Setzungen kommt, wenn die Überspannung die Original-Bodenspannung um mehr als 20 Prozent übersteigt.

Die Abbildung enthält zwei Linien.  $\sigma_{m,z}$  (blau) und  $m \cdot \sigma_{m,or}$  (braun). Der Schnittpunkt der beiden Linien wird bestimmt: Alle Schichten oberhalb weisen einen Wert von  $\sigma_{m,z}$  auf, der größer als  $m \cdot \sigma_{m,or}$  ist, sodass es hier zu Setzungen kommt. Für alle Schichten darunter ist  $\sigma_{m,z}$  kleiner als  $m \cdot \sigma_{m,or}$ , sodass keine Setzungen auftreten. Die Tiefe, in der die Linien einander schneiden, wird als Grenztiefe bezeichnet.

Wenn das eingegebene geologische Profil nicht tief genug reicht, kann der Schnittpunkt nicht bestimmt werden. Der berechnete Setzungswert ist in diesem Fall zu klein, da es tieferliegende Schichten gibt, die ebenfalls komprimiert werden, was zu Setzungen führt. Sie werden in diesem Fall gewarnt, dass das geologische Profil „ungenügend“ ist.