

**Fassung
Oktober 2008**

Programm

RF-SOILIN

**Boden-Bauwerk-
Interaktion**

**Programm-
Beschreibung**

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der INGENIEUR-SOFTWARE DLUBAL GMBH ist es nicht gestattet, diese Programm-Beschreibung oder Teile daraus auf jedwede Art zu vervielfältigen.

© Ingenieur-Software Dlubal GmbH
Am Zellweg 2 D-93464 Tiefenbach

Tel.: +49 (0) 9673 9203-0
Fax: +49 (0) 9673 9203-51
E-Mail: info@dlubal.com
Web: www.dlubal.de

Inhalt

	Inhalt	Seite
1.	Einleitung	4
1.1	Über RF-SOILIN	4
1.2	RF-SOILIN-Team	5
1.3	Systemanforderungen	5
1.4	Installation	5
2.	Theorie	6
2.1	Boden-Bauwerk-Interaktion	6
3.	Arbeiten mit RF-SOILIN	8
3.1	RF-SOILIN starten	8
3.2	Masken	8
3.3	Eingabemasken	9
3.3.1	Maske 1.1 Basisangaben	9
3.3.2	Maske 1.2 Böden	12
3.4	Ergebnismasken	14
3.4.1	Maske 2.1 Spannungen und Setzungen	14
3.4.2	Maske 2.2 Bettungskoeffizienten	16
3.5	Menüs	18
3.5.1	Datei	18
3.5.2	Einstellungen	18
3.5.3	Hilfe	18
4.	Ergebnisse	19
4.1	Bildschirmanzeige	19
4.2	Ausdrucken	20
A:	Literatur	21

1. Einleitung

1.1 Über RF-SOILIN

In der Baupraxis wird heute immer noch häufig das WINKLERSCHE Bettungsmodell verwendet. Dieses Modell geht von einem linearen Zusammenhang zwischen Bodenpressung und Setzung aus, die Bettungszahl C wird als Konstante angenommen. Das entspricht jedoch nicht der Realität. Deshalb wird diese Berechnungsmethode in letzter Zeit immer kritischer betrachtet. Immer anspruchsvollere Bauwerke erfordern eine genauere Analyse der Interaktion zwischen Bauwerk und Baugrund, gerade auch weil die Gründung eine nicht unerhebliche Auswirkung auf die Schnittgrößen im Bauwerk selbst hat.

In RFEM ist aus diesem Grund ein verbessertes, mehrparametrisches Bettungsmodell implementiert. Damit können sehr realistische Setzungsberechnungen durchgeführt werden. Ein Problem ist es jedoch, genaue Werte für die Parameter $C_{1,z}$, $C_{2,x}$ und $C_{2,y}$ zu finden.

Hierbei unterstützt Sie das Zusatzmodul RF-SOILIN. Aus den Belastungen und den Daten des Baugrundgutachtens (Steifeziffer oder E-Modul und Querdehnzahl, Wichte, Schichtdicken) werden für jedes einzelne Finite Element mit einem nichtlinearen Verfahren die Bettungsparameter berechnet. Diese Parameter sind lastabhängig und haben ihrerseits wieder Einfluss auf das Verhalten des Bauwerks. Das führt zu einem iterativen Prozess. Das Ergebnis sind realistische Setzungen und genauere Schnittgrößen im Bauwerk.

Viel Freude bei der Arbeit mit RF-SOILIN wünscht Ihnen

Ihr Team von ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH

1.2 RF-SOILIN-Team

Folgende Personen waren an der Entwicklung von RF-SOILIN beteiligt:

Programmkoordinierung:

- Dipl.-Ing. Georg Dlubal
- Ing. Pavel Bartoš
- Ing. Jirí Buček
- Dipl.-Ing. Frank Faulstich
- Dipl.-Ing. Rafael Ceglarek

Programmierung:

- David Schweiner
- Ing. Zdenek Kosáček
- Ing. Radoslav Rusina
- Doc. Ing. Ivan Nemeč CSc.

Programmkontrolle:

- Ing. Martin Vasek
- Karel Kolár
- Dipl.-Ing. Frank Faulstich
- Dipl.-Ing. Rafael Ceglarek

Handbuch und Hilfesystem

- Dipl.-Ing. Frank Faulstich
- Dipl.-Ing. Rafael Ceglarek

1.3 Systemanforderungen

Die Systemanforderungen unterscheiden sich nicht von den allgemeinen Anforderungen von RFEM. Deshalb wird hier auf das RFEM-Handbuch verwiesen.

1.4 Installation

Das Zusatzmodul RF-SOILIN ist kein separates Programm, sondern ein in RFEM integriertes Zusatzmodul. Deshalb muss bei einem Neuerwerb dieses Zusatzmoduls die normale RFEM-Installation gestartet werden. Bei der Installation ist unbedingt darauf zu achten, dass die neue Autorisierungsdiskette verwendet wird. Durch die Datei auf dieser Diskette wird entschieden, welche Module freigeschaltet werden.

Der genaue Ablauf der Installation ist im RFEM-Handbuch beschrieben.

2. Theorie

Die Sohlpressung unter Gründungskörpern ist abhängig von der Verformbarkeit des Gründungskörpers und des Untergrundes. Es lassen sich die Grenzfälle ‚*schlaffes Lastbündel*‘ und ‚*starre Platte*‘ unterscheiden. Das schlaffe Lastbündel schmiegt sich der durch sie hervorgerufenen Setzungsmulde an. Die Sohlspannung ist konstant. Im Falle der starren Platte entstehen Spannungsspitzen an den Rändern.

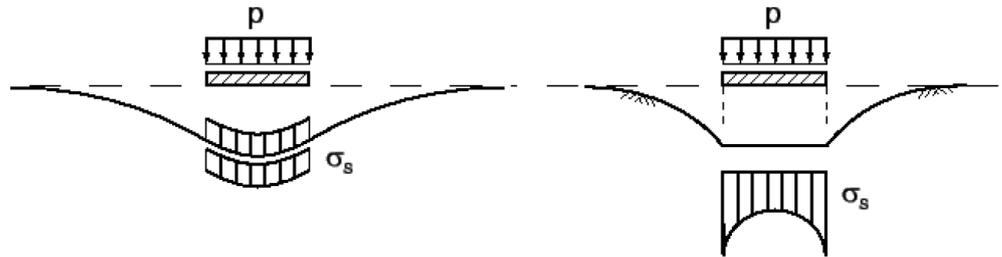


Bild 2.1: Abhängigkeit der Sohlpressung von der Steifigkeit des Gründungskörpers

Die Bettungsparameter als Eigenschaft des Bodens sind auch von der Sohlpressung abhängig, die sich unter der Fundamentplatte einstellen kann. Die Steifigkeit des Fundaments und des gesamten Bauwerks hat somit einen entscheidenden Einfluss auf die Verteilung der Bettungsparameter. Die Bettungsparameter dagegen üben einen Einfluss auf die Schnittgrößen des Bauwerks aus.

2.1 Boden-Bauwerk-Interaktion

Die Verteilung der Bettungsparameter unter der Fundamentplatte wird für die Berechnung der Sohlpressung benötigt. Gleichzeitig ist sie von dieser abhängig. Aufgrund der komplexen Erfassung der Boden-Bauwerk-Interaktion ist es nicht möglich, die Bettungsparameter mithilfe eines einfachen Rechengangs zu ermitteln.

Die Berechnung der Bettungsparameter in RF-SOILIN verläuft iterativ. Für den ersten Iterationsschritt ist es erforderlich, dass die Startwerte für die Bettungsparameter intern vom Programm gewählt werden. Mit diesen Startwerten kann eine Finite-Elemente-Analyse des FE-Modells in RFEM durchgeführt werden. Als Ergebnis steht die Verteilung der Sohlpressung zur Verfügung.

Die Sohlpressung des ersten Iterationsschrittes geht als Eingangsgröße in die RF-SOILIN-Berechnung ein. Zusammen mit den Steifemoduli der eingegebenen Bodenschichten kann für jedes finite Element die Setzung berechnet werden. Aus der Setzung und der Sohlpressung werden die Bettungsparameter berechnet. Beim nächsten Iterationsschritt ersetzen die neuen Bettungsparameter die alten und eine neue Finite-Elemente-Analyse wird in Gang gesetzt, welche wiederum eine neue Sohlpressungsverteilung liefert. Als Konvergenzkriterium wird die neue Verteilung der Sohlpressung mit der alten verglichen. Solange die Abweichung eine bestimmte Konvergenzschranke überschreitet, geht die neue Verteilung der Sohlpressung in RF-SOILIN in die Berechnung neuer Bettungsparameter ein.

Beim erstmaligen Unterschreiten der Abweichung der Verteilung der Sohlpressung zweier nacheinander folgender Iterationsschritte wird die Iteration beendet und die Bettungsparameter des letzten Iterationsschrittes werden als Ergebnis in RF-SOILIN ausgegeben.

Das folgende Bild zeigt das Schema einer Berechnung mit RF-SOILIN.

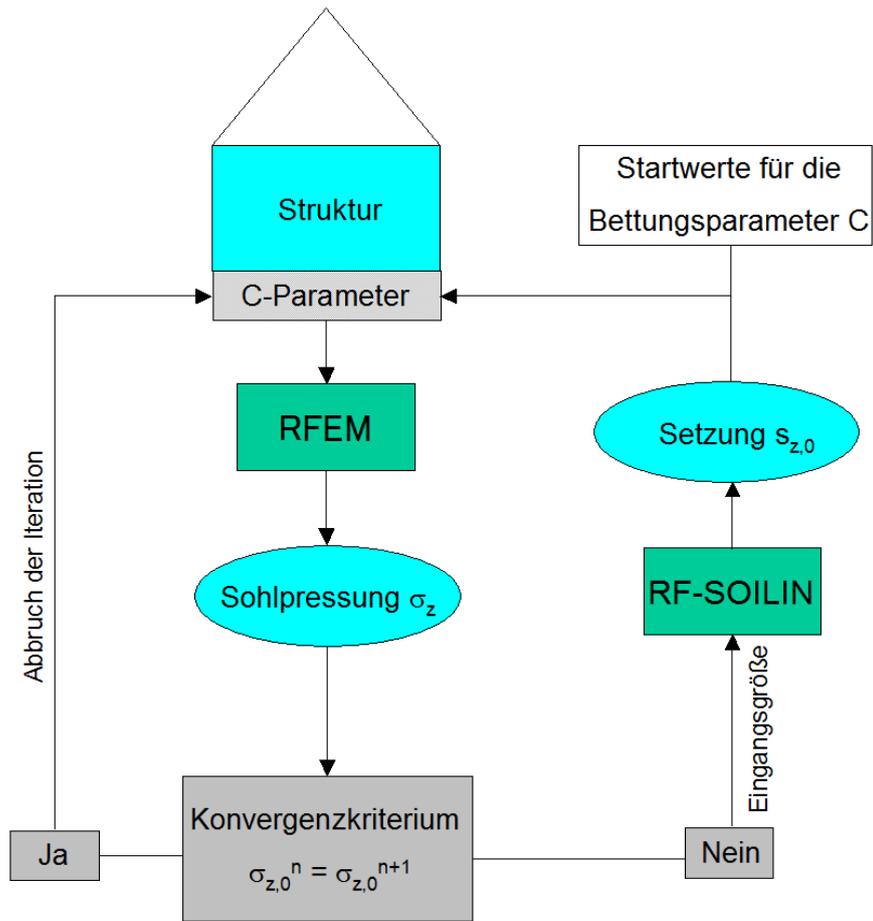


Bild 2.2: Ablauf einer Berechnung mit RF-SOILIN

Eine entscheidende Zwischengröße bei der Berechnung der Bettungsparameter sind die Setzungen. Für die Spannungsausbreitung infolge Auflast idealisiert RF-SOILIN den Baugrund als einen homogenen Halbraum mit linear-elastischem, isotropem Material gemäß dem Modell nach BOUSSINESQ.

Die Spannung wird schichtweise integriert und zusammen mit dem zugehörigen Steifemodul werden die Setzungen berechnet.

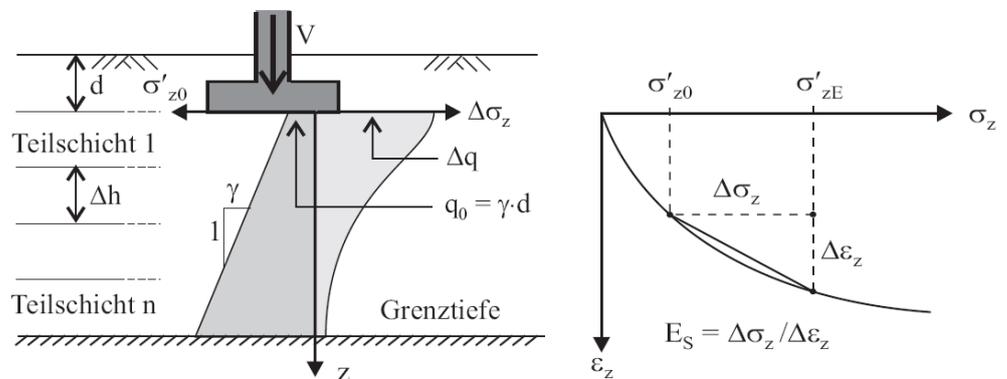


Bild 2.3: Spannungsausbreitung im elastischen Halbraum bis zu einer Grenztiefe

Mit der Sohlpressung und den Setzungen werden die Bettungsparameter berechnet.

3. Arbeiten mit RF-SOILIN

3.1 RF-SOILIN starten

Das Modul RF-SOILIN kann entweder aus dem Menü

Zusatzmodule → Sonstige → RF-SOILIN

aufgerufen werden oder über den entsprechenden Eintrag unter dem Pulldownmenü Zusatzmodule im *Daten-Navigator*.

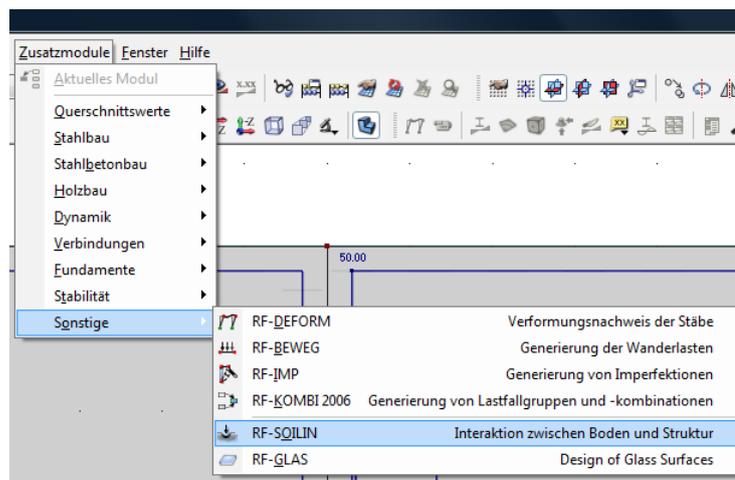


Bild 3.1: Aufruf von RF-SOILIN über das Menü *Zusatzmodule*

3.2 Masken

Sowohl die Eingaben als auch die numerischen Ergebnisausgaben erfolgen in Masken.

Auf der linken Seite stellt der Navigator in einer Liste alle verfügbaren Masken dar.

Die Ansteuerung aller Masken kann wahlweise durch Anklicken des entsprechenden Eintrages im Navigator oder sequentielles Durchblättern geschehen. Geblättert werden kann entweder mit den Tasten [F2] und [F3] oder durch Anklicken der Schaltflächen [<] und [>].

Mit der Schaltfläche [Berechnung] wird nach Abschluss aller Eingaben die Berechnung gestartet.

[OK] sichert vor dem Verlassen von RF-SOILIN die Eingaben und Ergebnisse, während [Abbruch] RF-SOILIN verlässt, ohne zuvor die Daten zu sichern.

[Hilfe] beziehungsweise die Taste [F1] aktivieren die Online-Hilfe.

Die Schaltfläche [Details...] öffnet einen Dialog, in dem das Raster für die Ergebniswerte und der Randabstand der Setzungsmulde definiert werden können.

Mit der Schaltfläche [Kontrolle] kann eine Plausibilitätskontrolle durchgeführt werden.

Die Schaltflächen [Berechnung] und [Details] sind nur in den Eingabemasken vorhanden.

3.3 Eingabemasken

Alle zur Berechnung erforderlichen Daten und Parameter werden in den beiden Eingabemasken festgelegt.

3.3.1 Maske 1.1 Basisangaben

Nach dem Aufruf von RF-SOILIN erscheint die Maske 1.1 *Basisangaben*.

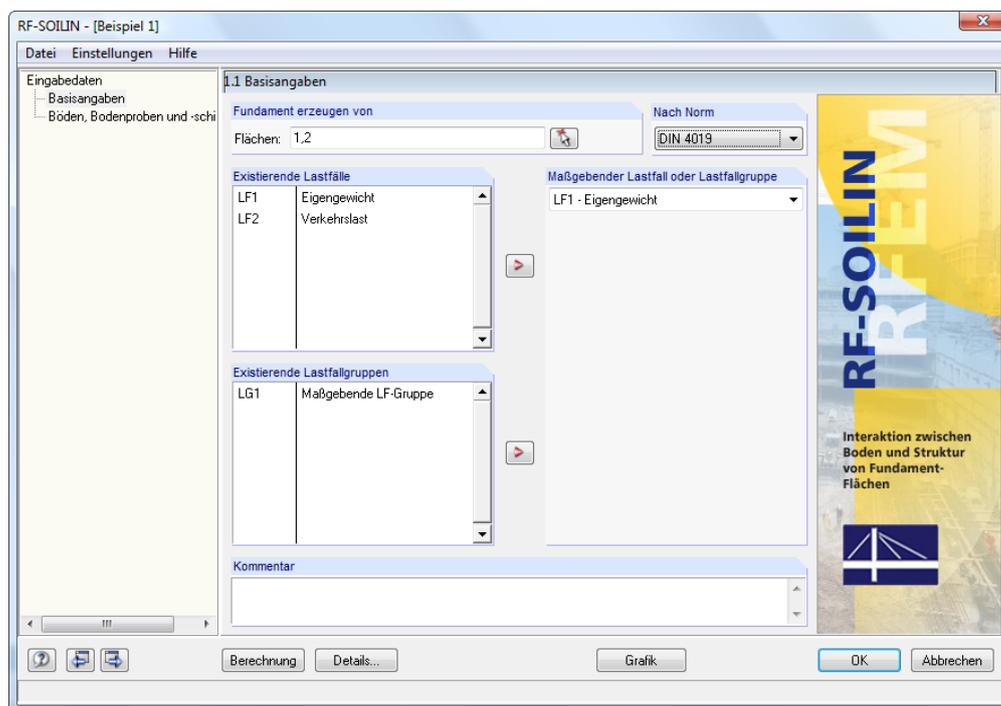
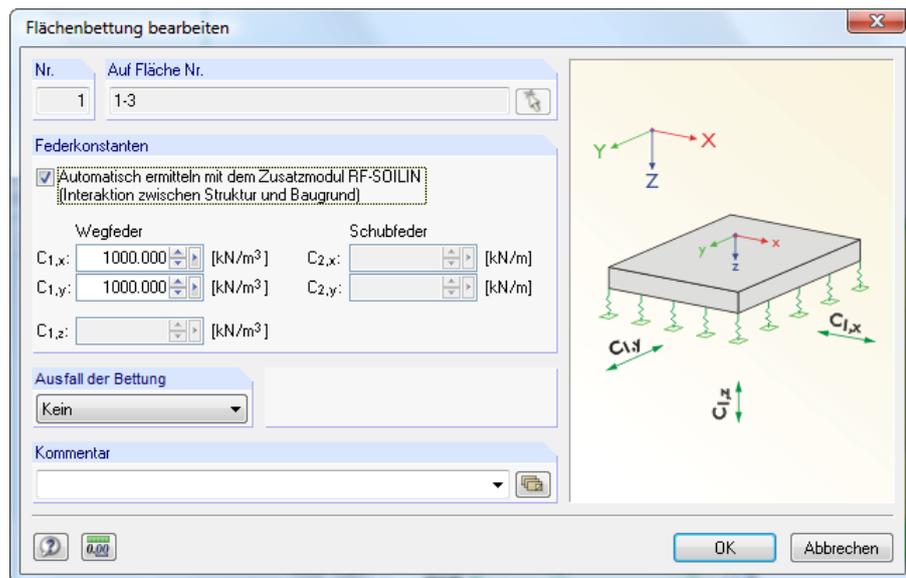


Bild 3.2: Maske 1.1 *Basisangaben*

In dieser Maske wird im Abschnitt *Fundament erzeugen von* festgelegt, für welche Flächen die Interaktion zwischen Boden und Bauwerk berechnet werden soll. Im Eingabefeld kann direkt die Flächennummer eingegeben werden oder es kann die Pick-Funktion zur grafischen Auswahl genutzt werden.

Alternativ besteht die Möglichkeit, die Flächen schon bei der Definition der elastischen Flächenbettung festzulegen (siehe folgendes Bild).

Bild 3.3: Dialog *Flächenbettung bearbeiten*

Wenn der Haken bei *Automatisch ermitteln mit dem Zusatzmodul RF-SOILIN* gesetzt wird, werden diese Flächen ohne weiteres Zutun des Anwenders übernommen.

Die Berechnung kann nach drei verschiedenen Normen durchgeführt werden. Im Abschnitt *Nach Norm* stehen zur Auswahl:

- DIN 4119
- EC 7
- CSN 731001

Die Auswahl der Belastung unterscheidet sich in RF-SOILIN von der Vorgehensweise in anderen Modulen (z. B. RF-BETON Flächen), in denen mehrere Lastfälle, Lastfallgruppen oder Lastfallkombinationen ausgewählt werden können, aus denen die maßgebenden Schnittgrößen für die Bemessung gefunden werden.

Bei der Berechnung der Bodeninteraktion werden für jedes einzelne Finite Element Federn berechnet. Es wird also in die Strukturdaten eingegriffen. Die Größe der Federn ist abhängig von der Belastung. Das heißt, die Berechnung ist nur für einen eindeutigen Lastzustand möglich. Deshalb kann nur ein Lastfall oder eine Lastfallgruppe ausgewählt werden. Da Lastfallkombinationen an jeder Stelle immer zwei Werte (Minimum und Maximum) haben, stehen keine Lastfallkombinationen zur Auswahl.

Aus dem gleichen Grund können in RF-SOILIN auch nicht mehrere Bemessungsfälle angelegt werden, wie es in anderen Modulen möglich ist.

Gerade mit Blick auf die DIN 1055-100 ist es meist notwendig, viele unterschiedliche Lastfallüberlagerungen zu bilden. RF-SOILIN schränkt den Benutzer dabei nicht ein. Aus den verschiedenen Lastfallüberlagerungen muss nur eine ausgewählt werden, die zur Berechnung der Bettungskoeffizienten verwendet wird. Das wird in der Regel eine Überlagerung (Lastfallgruppe) mit ständigen und quasiständigen Gebrauchslasten sein. Die Stahl- oder Stahlbetonbemessung kann dann wie gewohnt mit den Kombinationen für die Tragsicherheit durchgeführt werden.

Die Auswahl der maßgebenden Belastung erfolgt dadurch, dass entweder mit der Schaltfläche [**>**] aus den Listen *Existierende Lastfälle* oder *Existierende Lastfallgruppen* ausgewählt wird oder in der Liste *Maßgebender Lastfall bzw. Lastfallgruppe* die gewünschte Belastung direkt eingestellt wird.

Über die Schaltfläche [Details] können diverse Parameter für die Bemessung festgelegt werden.

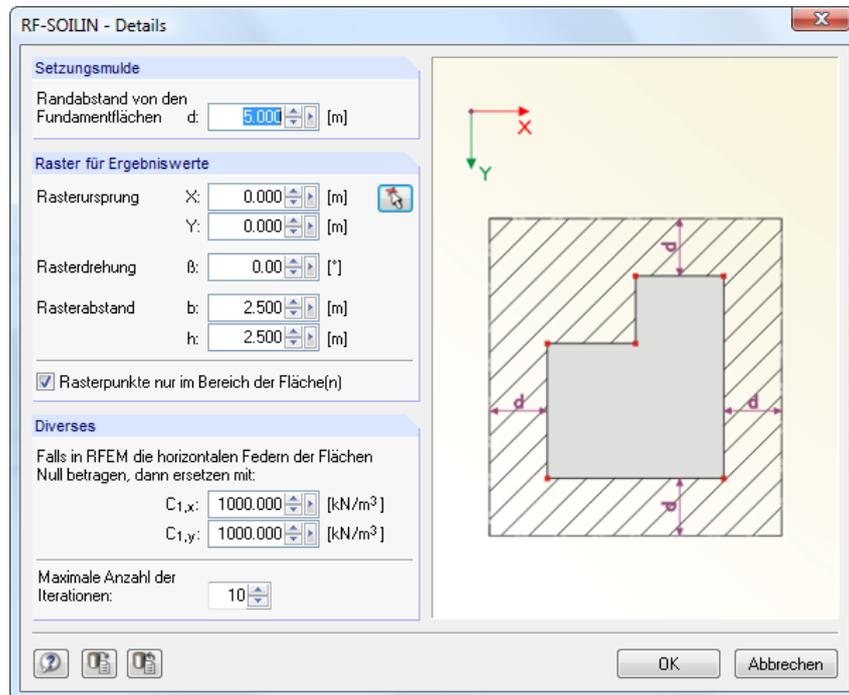


Bild 3.4: Dialog Details

Setzungsmulde

Für die Berechnung ist es notwendig, einen gewissen Bereich um die eigentliche Struktur herum mit zu berücksichtigen.

In der Grafik wird dieser Bereich durch eine Punktlinie dargestellt.

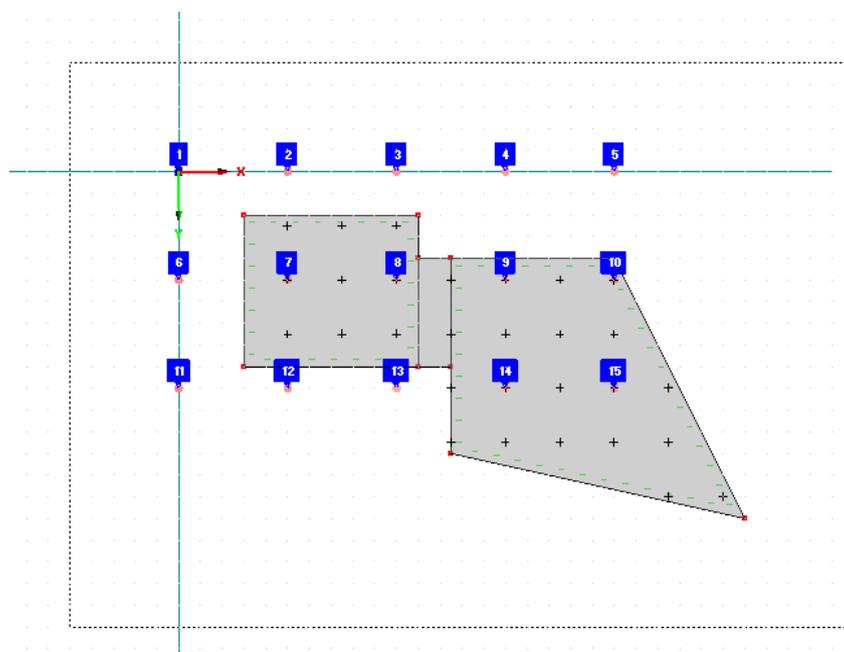


Bild 3.5: Bereich der Setzungsmulde

Wenn im Eingabefeld beispielsweise ein *Randabstand* von 5,00 m eingegeben wird, dann wird zu den Strukturteilen und zu Bodenproben mindestens dieser Abstand eingehalten.

Raster für Ergebniswerte

Hier werden die Rasterpunkte definiert, in denen in der Maske 2.1 die Spannungen und Setzungen ausgegeben werden.

Diverses

Werden bei der Definition der Bettung in RFEM keine horizontalen Federn angegeben und sind keine anderen horizontalen Lager vorhanden, so ist das System bei der Berechnung instabil. Um diesen Fall auszuschließen, können in diesem Abschnitt horizontale Federn definiert werden, die diese Instabilität unterbinden.

Die Berechnung der Bettungskoeffizienten erfolgt iterativ. Falls kein Gleichgewicht gefunden wird, wird die Berechnung abgebrochen, sobald die *Maximale Anzahl der Iterationen* erreicht ist. In diesem Fall erscheint eine Abfrage, ob die Ergebnisse trotzdem ausgegeben werden sollen.

3.3.2 Maske 1.2 Böden

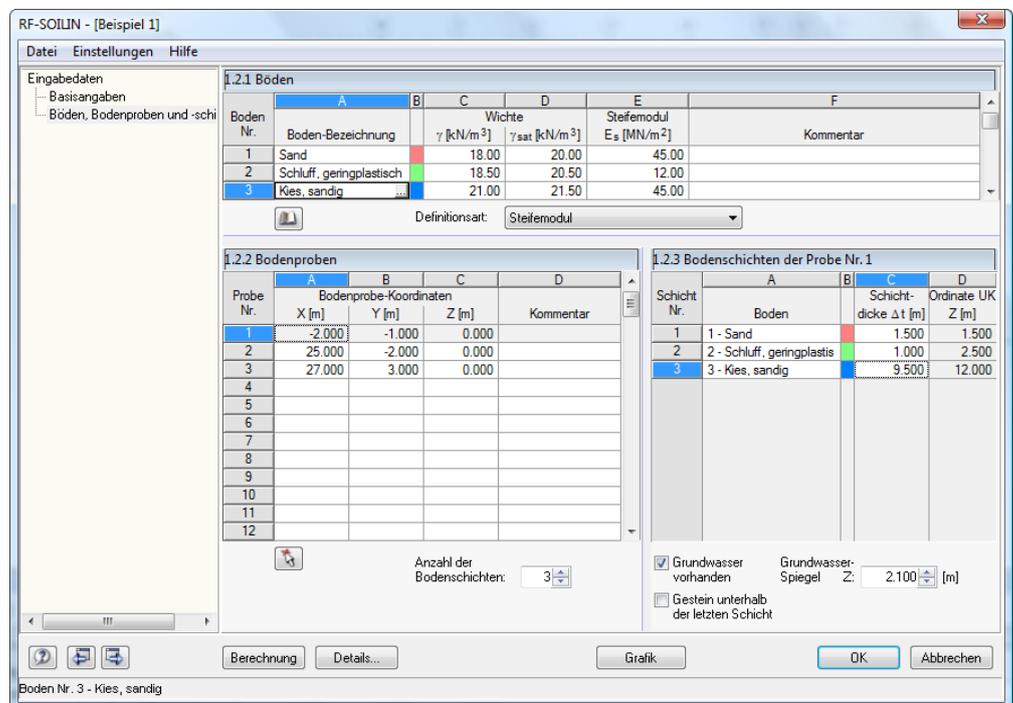


Bild 3.6: Maske 1.2 Böden

In dieser Maske werden die charakteristischen Bodenkennwerte, die Stellen der Bodenproben und das Bodenprofil definiert.

Böden

Zunächst ist es erforderlich, im Abschnitt 1.2.1 *Böden* für alle vorkommenden Böden die bodenmechanischen Kennwerte zu definieren. Eine Zeile entspricht dabei einer Bodenart. In den weiteren Eingaben wird dann immer auf die Zeilennummer Bezug genommen.

Unabhängig von der Norm und der Definitionsart sind folgende Werte einzugeben:

- γ spezifisches Gewicht
- γ_{sat} spezifisches Gewicht des mit Wasser gesättigten Bodens

Jeder Boden wird in der Spalte B der Tabelle mit einer Farbe markiert, die im Abschnitt *Bodenschichten* wiederzufinden ist.

Die weiteren Eingabemöglichkeiten hängen von der gewählten Norm (siehe Maske 1.1) ab.

DIN 4019

Es stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Definition durch den *Steifemodul* E_s
- Definition durch den *Elastizitätsmodul* und die *Querdehnzahl*

Bei der ersten Möglichkeit wird in der Tabelle nur nach dem Wert für das Steifemodul E_s verlangt, bei der zweiten müssen der Elastizitätsmodul E_{def} und die Querdehnzahl μ eingegeben werden.

Zwischen E_s und E_{def} besteht folgende Beziehung:

$$E_s = \frac{E_{\text{def}} \cdot (1 - \mu)}{(1 + \mu) \cdot (1 - 2\mu)}$$

Formel 3.1

EC 7

Wenn nach dieser Norm gerechnet wird, ist nur die Definition *Elastizitätsmodul und Querdehnzahl* möglich. Es sind der Elastizitätsmodul E_{def} und die Querdehnzahl μ anzugeben.

CSN 731001

Auch bei dieser Norm steht nur die Definition von *Elastizitätsmodul und Querdehnzahl* zur Verfügung. Neben der Eingabe des Elastizitätsmoduls E_{def} und der Querdehnzahl μ ist hier noch die Eingabe des Koeffizienten m (Korrekturfaktor für zusätzliche Lasten) erforderlich.

Bodenproben

In der Tabelle werden die Koordinaten der Bodenproben festgelegt. Zur Erleichterung der Eingabe steht die Pick-Funktion zur Verfügung. Die grafisch ausgewählten Koordinaten werden in die aktuelle Tabellenzeile übernommen.

Unterhalb der Tabelle wird im Eingabefeld die *Anzahl der Schichten* festgelegt.

Bodenschichten

Für die Eingabe der Bodenschichten ist es entscheidend, in welcher Zeile sich der Cursor im Abschnitt *Bodenproben* befindet. Für diese Probe kann dann die genaue Schichtenfolge eingegeben werden.

Es stehen so viele Eingabezeilen zur Verfügung wie Schichten im Abschnitt *Bodenproben* festgelegt wurden. Da in den Bereichen zwischen den Bodenproben der Schichtaufbau aus den eingegebenen Proben interpoliert wird, ist es zwingend notwendig, dass alle Proben den gleichen Schichtaufbau haben. Aus diesem Grund wird auch der letzte eingegebene Schichtaufbau automatisch für alle Proben übernommen. Schichten, welche bei einzelnen Bodenproben nicht vorkommen, können mit einer Dicke von 0,0 [m] eingegeben werden.

In der Spalte *Boden* können die definierten Bodenarten entweder in der Liste oder durch Eingabe der Bodennummer ausgewählt werden.

Die *Schichtdicke* wird in der Spalte C eingegeben. Die Angabe *Ordinate UK Z* dient der Kontrolle der Eingaben.

Unterhalb der Tabelle stehen noch zwei Kontrollfelder zur Verfügung. Wird die Option *Grundwasser vorhanden* aktiviert, so muss ist im Eingabefeld rechts davon die Höhe des Grundwasserspiegels festgelegt werden.

Mit dem zweiten Kontrollfeld kann *Gestein* unter der letzten Schicht definiert werden. Diese Störung des elastischen, isotropen Halbraums hat Einfluss auf den Verlauf der Spannungsverteilung infolge Auflast mit zunehmender Tiefe.

3.4 Ergebnismasken

3.4.1 Maske 2.1 Spannungen und Setzungen

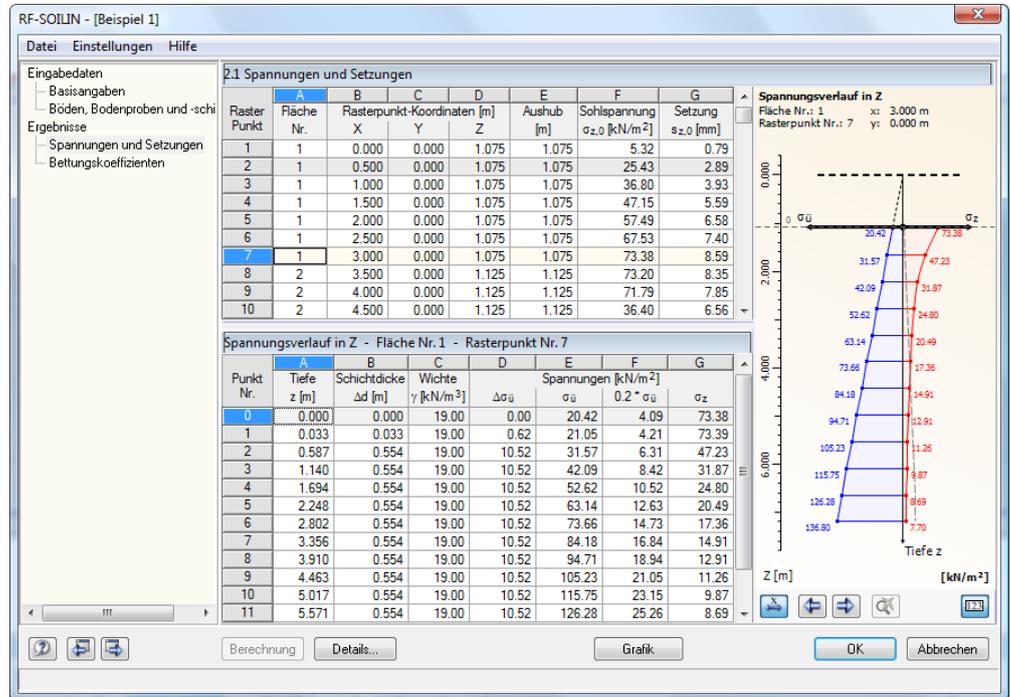


Bild 3.7: Maske 2.1 Spannungen und Setzungen

Die Maske 2.1 ist zweigeteilt. Im oberen Teil werden die Spannungen und Setzungen an der Oberfläche des Erdreichs ausgegeben. Im unteren Teil werden die Spannungen in den verschiedenen Bodenschichten aufgelistet. Diese beziehen sich auf den Rasterpunkt, der in der oberen Tabelle ausgewählt wurde.

In der oberen Tabelle werden nach den geometrischen Daten der Rasterpunkte geordnet die *Sohlspannung* $\sigma_{z,0}$ und die *Setzung* $s_{z,0}$ ausgegeben.

Die im unteren Teil der Maske ausgegebenen Spannungsdetails sind von der eingestellten Norm abhängig (siehe Tabellen auf folgender Seite).

Wenn Ergebniswerte rot ausgegeben werden, dann ist das eine Fehlermeldung: Die definierte Tiefe z ist nicht ausreichend! Nach DIN 4019/ DIN EN 1997-1 6.6.2(6) empfiehlt es sich, bis zu der Tiefe zu rechnen, in der $\sigma_z \leq 0,2 * \sigma_{\bar{u}}$ ist. In der Grafik rechts neben der Tabelle wird $0,2 * \sigma_{\bar{u}}$ als graue Linie dargestellt, die Spannung σ_z als rote Linie.

Der Schichtaufbau muss so tief definiert werden, dass sich beide Linien schneiden!

DIN 4019

In der unteren Tabelle werden folgende Werte ausgegeben:

Wert	Bedeutung
z	Tiefe der Bauwerkssohle
Δd	Schichtdicke
γ	Wichte des Bodens
$\Delta\sigma_{\ddot{u}}$	Änderung der Überlagerungsspannung aus Eigenlast des Bodens Ohne Auftrieb: $\Delta\sigma_{\ddot{u}} = \gamma \cdot \Delta d$ Mit Auftrieb: $\Delta\sigma_{\ddot{u}} = \gamma' \cdot \Delta d = (\gamma_{\text{sat}} - \gamma) \Delta d$
$\sigma_{\ddot{u}}$	Überlagerungsspannung aus Eigenlast des Bodens $\sigma_{\ddot{u},n} = \sigma_{\ddot{u},n-1} + \Delta\sigma_{\ddot{u}}$ n: Schichtnummer
$0.2 \cdot \sigma_{\ddot{u}}$	20%-Wert der Überlagerungsspannung aus Eigenlast zur Bestimmung der Grenztiefe
σ_z	Spannung infolge Bauwerkslast

Tabelle 3.1: Detailangaben DIN 4019

EC 7

In der unteren Tabelle werden folgende Werte ausgegeben:

Wert	Bedeutung
z	Tiefe der Bauwerkssohle
Δd	Schichtdicke
γ	Wichte des Bodens
$\Delta\sigma_r$	Änderung der Überlagerungsspannung aus Eigenlast des Bodens Ohne Auftrieb: $\Delta\sigma_r = \gamma \cdot \Delta d$ Mit Auftrieb: $\Delta\sigma_r = \gamma' \cdot \Delta d = (\gamma_{\text{sat}} - \gamma) \Delta d$
σ_r	Überlagerungsspannung aus Eigenlast des Bodens $\sigma_{r,n} = \sigma_{r,n-1} + \Delta\sigma_r$ n: Schichtnummer
$0.2 \cdot \sigma_r$	20%-Wert der Überlagerungsspannung aus Eigenlast zur Bestimmung der Grenztiefe
$\sigma_{z,ef}$	Effektive Spannung $\sigma_{z,ef} = \sigma_z - (0,2 \cdot \sigma_r)$

Tabelle 3.2: Detailangaben EC 7

CSN 731001

In der unteren Tabelle werden folgende Werte ausgegeben:

Wert	Bedeutung
z	Tiefe der Bauwerkssohle
Δd	Schichtdicke
γ	Wichte des Bodens
$\Delta\sigma_{Or}$	Änderung der Überlagerungsspannung aus Eigenlast des Bodens Ohne Auftrieb: $\Delta\sigma_{Or} = \gamma \cdot \Delta d$ Mit Auftrieb: $\Delta\sigma_{Or} = \gamma' \cdot \Delta d = (\gamma_{sat} - \gamma) \Delta d$
σ_{Or}	Überlagerungsspannung aus Eigenlast des Bodens $\sigma_{Or,n} = \sigma_{Or,n-1} + \Delta\sigma_{Or}$ n: Schichtnummer
$m \cdot \sigma_{Or}$	Spannung zur Bestimmung der Grenztiefe
$\sigma_{z,ef}$	Effektive Spannung $\sigma_{z,ef} = \sigma_z - (m \cdot \sigma_{Or})$

Tabelle 3.3: Detailangaben CSN 731001

3.4.2 Maske 2.2 Bettungskoeffizienten

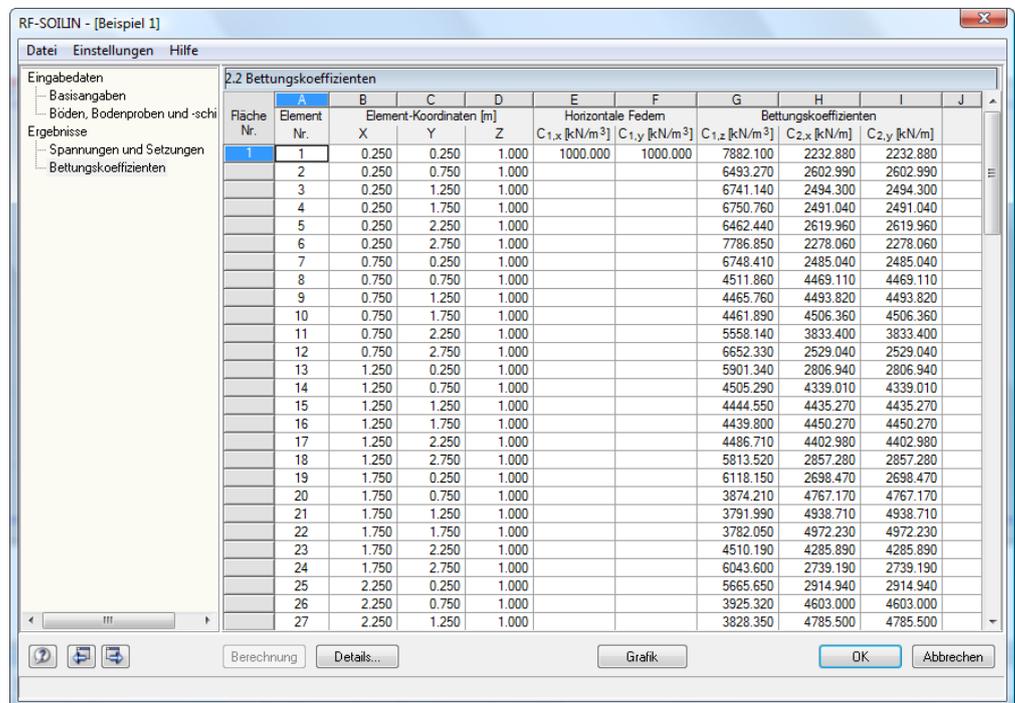


Bild 3.8: Maske 2.2 Bettungskoeffizienten

In dieser Maske werden für jedes gebettete Finite Element die ermittelten Bettungskoeffizienten ausgegeben.

Nach der Elementnummer und den Geometriedaten folgen die *Horizontalen Federn*. Es wird zunächst versucht, die im RFEM-Dialog *Flächenbettung* definierten Federn zu übernehmen.

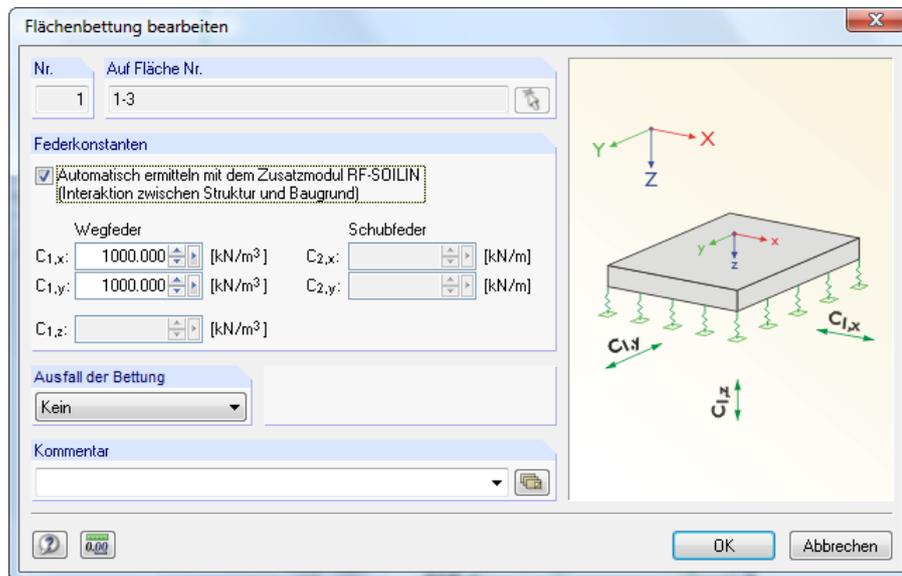


Bild 3.9: RFEM-Dialog *Flächenbettung bearbeiten*

Sind diese Null, so wird der Wert des RF-SOILIN-Dialogs *Details* verwendet.

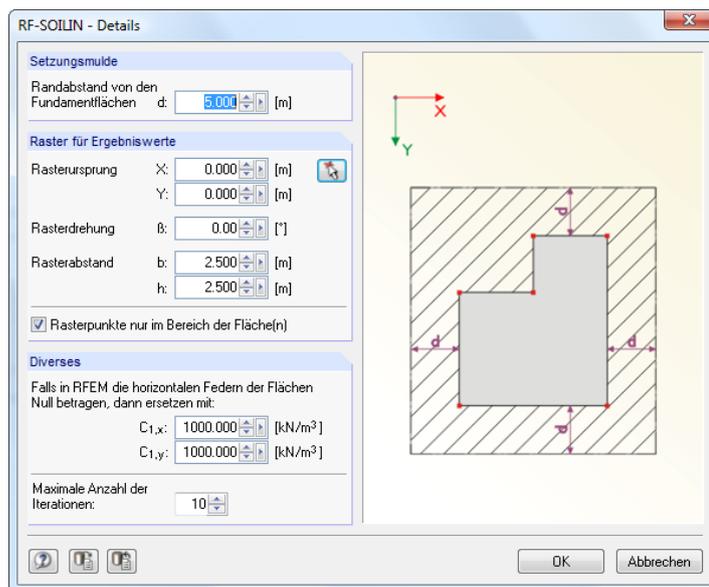


Bild 3.10: Dialog *Details*

Nach den horizontalen Federn folgen die von RF-SOILIN ermittelten *Bettungskoeffizienten* $C_{1,z}$, $C_{2,x}$ und $C_{2,y}$. Das Bettungsmodell von RFEM und die Bedeutung der drei Koeffizienten sind ausführlich im RFEM-Handbuch ([1], Kapitel 5.9) erläutert.

Diese drei Bettungskoeffizienten sind das wichtigste Ergebnis des Moduls. Sie gestatten eine realistische Setzungsberechnung.

Die Bettungskoeffizienten werden stets konstant für ein Finites Element angesetzt.

3.5 Menüs

Die Menüs enthalten alle notwendigen Steuerungsfunktionen. Sie aktivieren ein Menü durch Anklicken des Menünamens oder Drücken von [Alt] gefolgt von der Taste des im Menütitel unterstrichenen Buchstabens, z. B. [Alt+D] für das Menü *Datei*.

Die im Menü enthaltenen Funktionen rufen Sie analog dazu auf, indem Sie wiederum die Taste des im Funktionsnamen unterstrichenen Buchstaben drücken.

3.5.1 Datei

Da die mit RF-SOILIN berechneten Bettungskoeffizienten Teil der Struktureingaben sind, können in RF-SOILIN nicht (wie in allen anderen Modulen) mehrere Bemessungsfälle eingegeben werden.

Löschen

Mit dieser Funktion kann der RF-SOILIN-Berechnungsfall gelöscht werden.



Bild 3.11: RF-SOILIN-Fall löschen

Nach Wahl dieser Funktion erscheint die Warnung, dass diese das Löschen aller Ergebnisse nach sich zieht.

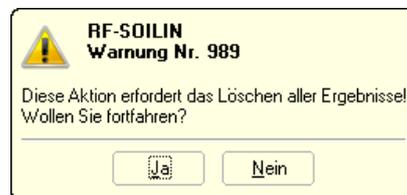


Bild 3.12: RF-SOILIN-Warnung

3.5.2 Einstellungen

Einheiten und Dezimalstellen

Hier können alle im Modul verwendeten Einheiten geändert werden.

3.5.3 Hilfe

Dieser Menüpunkt öffnet die Online-Hilfe.

4. Ergebnisse

4.1 Bildschirmanzeige

Nach erfolgter Berechnung können Sie mit der Schaltfläche [Grafik] in die grafische Ergebnisanzeige wechseln.

Es wird ein veränderter *Ergebnisse*-Navigator angezeigt.

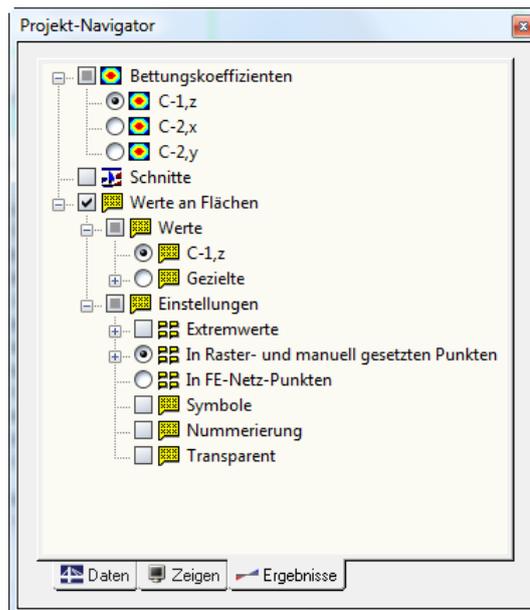


Bild 4.1: *Ergebnisse*-Navigator für RF-SOILIN

Die Ergebnisse können hier grafisch ausgewertet werden. Nähere Hinweise finden sich im Kapitel 10 des RFEM-Handbuchs [1].

4.2 Ausdrucken

Um die numerischen Ergebnisse auszudrucken, muss zuerst zu RFEM zurückgekehrt werden, um dort das Ausdruckprotokoll aufzurufen. Dort sind sämtliche Bearbeitungs- und Gestaltungsmöglichkeiten, wie bereits ausführlich im RFEM-Handbuch beschrieben, vorhanden.

In der Selektion stehen zusätzliche Selektionsregister zur Verfügung. Um die Register anzuzeigen, muss in der linken Liste *Programm / Modul* der Eintrag RF-SOILIN aktiviert werden. Im Abschnitt *Anzeigen von* kann dann ausgewählt werden, ob Eingabedaten und/oder Ergebnisse ausgegeben werden sollen.

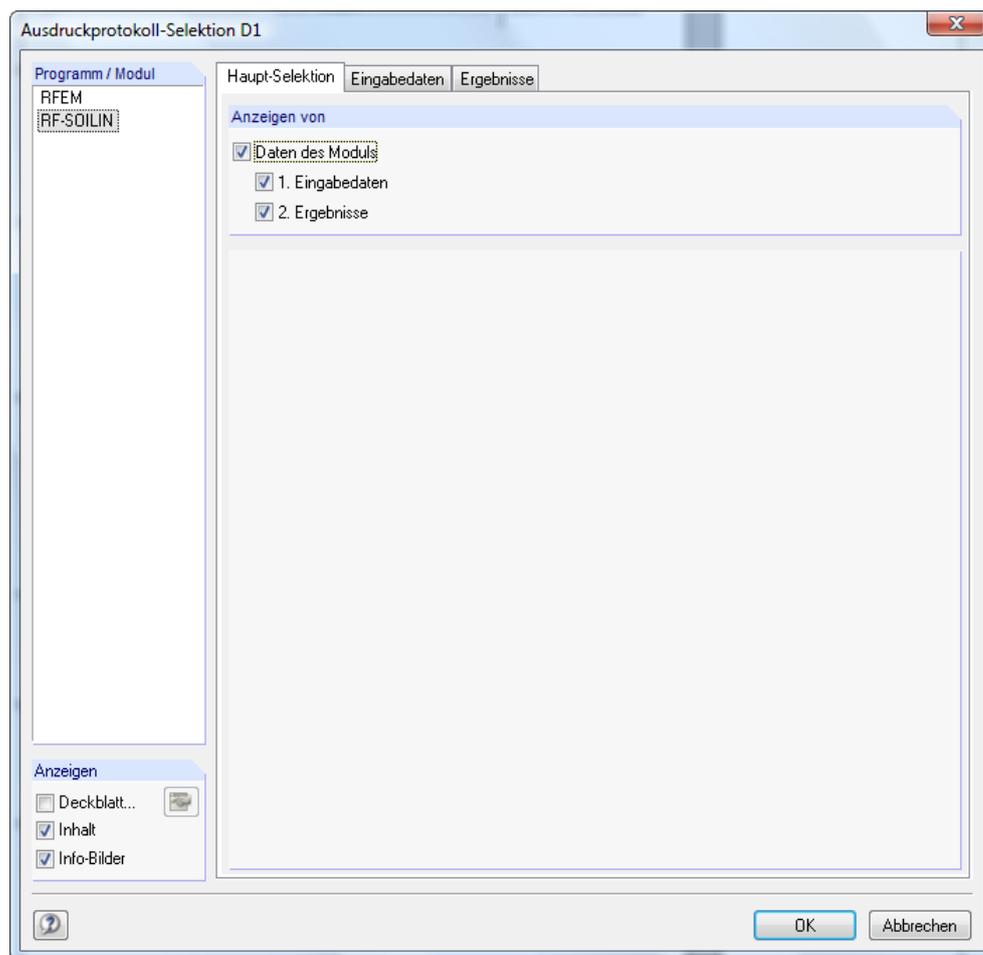


Bild 4.2: Ausdruckprotokoll-Selektion

Die Selektion der Zusatzmoduldaten ist im Kapitel 11.1.3.4 des RFEM-Handbuchs [1] ausführlich beschrieben.

Die grafischen Ergebnisse des RFEM-Arbeitsfensters können mit der Schaltfläche [Drucken] entweder direkt ausgedruckt oder in das Ausdruckprotokoll integriert werden.

A: Literatur

- [1] RFEM-Handbuch, Ing.-Software Dlubal GmbH
- [2] KOLÁR, V. et al.: Berechnung von Flächen- und Raumtragwerken nach den Methode der finiten Elemente (tschechisch), SMTL Prag, 1972
- [3] KOLÁR, V. et al.: Berechnung von Flächen- und Raumtragwerken nach den Methode der finiten Elemente, Springer-Verlag Wien, New York, 1975
- [4] KOLÁR, V., NEMEC, I.: Modeling of Soil-Structure Interaction, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, co-published with Academica Prague, 1989, second revised edition
- [5] PASTERNAK, P.L.: Grundlagen einer neuen Methode der Berechnung von Fundamenten mittels zwei Bettungskoeffizienten, Gos. Isd. Stroj. i Arch., Moskau, 1954 (russisch)
- [6] KOLÁR, V. et al.: Kurs für Statiker von Gründungsbauwerken und Erdkörpern, S.146 ff. Haus der Technik, Ostrau, 1983 (tschechisch)
- [7] KOLÁR, V. - NEMEC, I.: Contact Stress and Settlement in the Structure-Soil Interface. Studie der tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften Nr. 16. Academia Prag 1991, 160 Seiten (englisch)
- [8] KOLÁR, NEMEC, KANICKÝ: FEM – Principy a praxe
- [9] KOLÁR, V. et al.: Kurs für Statiker von Gründungsbauwerken und Erdkörpern, Haus der Technik, Ostrau, 1983 (tschechisch)