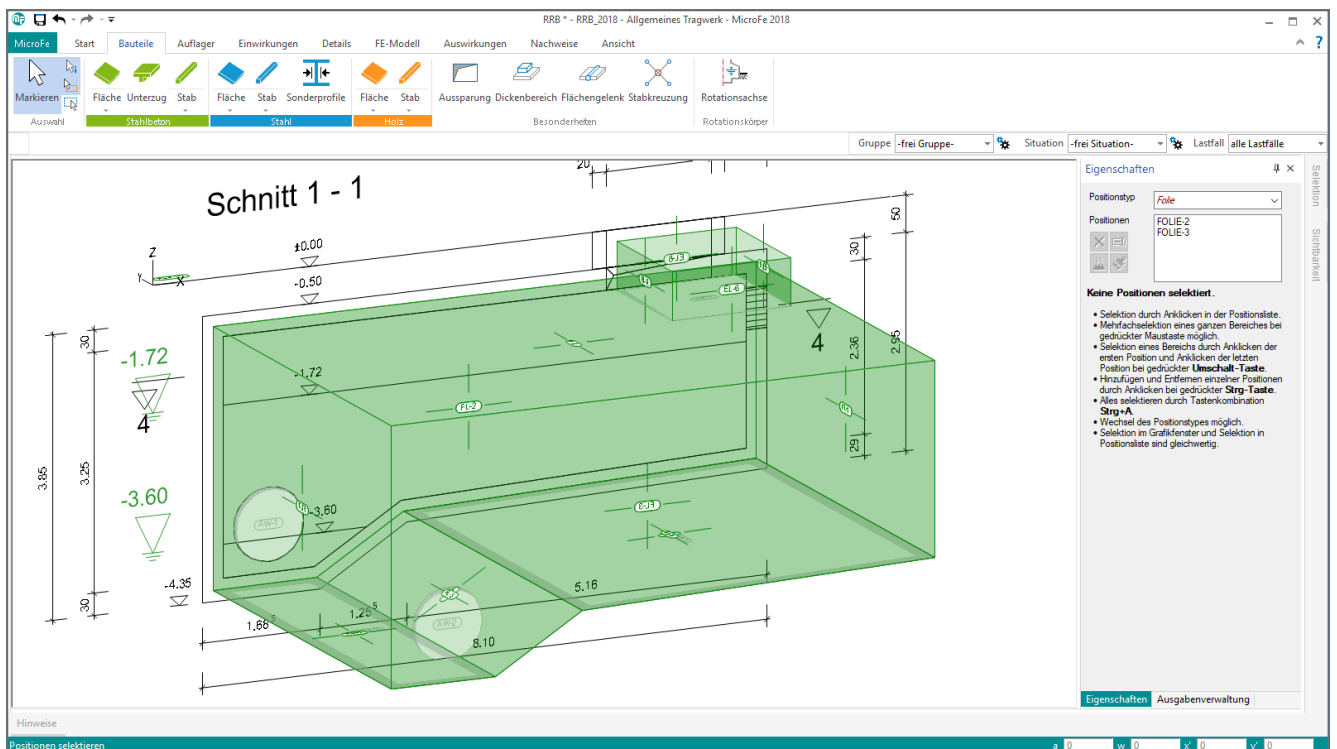


Dipl.-Ing.(FH) Markus Öhlenschläger

MicroFe – Modellieren in 3D

Modellierung von 3D-FE-Modellen

Die Modellierung der einzelnen Positionen in MicroFe erfolgt immer in einer Ebene, der Arbeitsebene. Dieses Prinzip ermöglicht auch bei komplexen Geometrien ein sicheres Vorgehen, denn innerhalb der Arbeitsebene werden einheitliche Eingabekonzepte sowohl in 3D- als auch in 2D-Modellen verwendet. Im Folgenden werden die Möglichkeiten der allgemeinen 3D-Modellierung in MicroFe an einem Beispiel erläutert.



Grundlagen

Globales Koordinatensystem

Das globale Koordinatensystem wird mit schwarzen X-, Y- und Z-Achsen im globalen Ursprung gezeichnet. Das globale Koordinatensystem ist immer erkennbar (Bild 1).

Arbeitsebene

Wesentlich für die Eingabe ist die Wahl der Arbeitsebene. Vor der Eingabe einer Position ist diese anzuwählen bzw. zu platzieren.

Mit dem ersten Start eines neuen Modells des Typs „Allgemeines Tragwerk (3D)“ wird die aktuelle Arbeitsebene im Ursprung des globalen Koordinatensystems angezeigt, (Bild 1). Das Koordinatensystem der aktuellen Arbeitsebene wird mit den roten r-, s-, und t-Achsen immer dann dargestellt, wenn es für die Eingabe einer Geometrie benötigt wird.

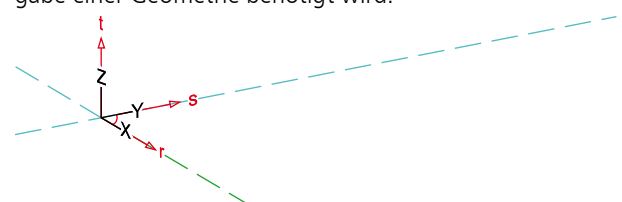


Bild 1. Lage der Arbeitsebene

Auswahl der Arbeitsebene

Mit dem Start einer Geometrieingabe erscheint am oberen Fensterrand das Kontextregister „Arbeitsebene“ (Bild 2). In zwei Gruppen, „Verwalten“ und „Bearbeiten“, werden alle Optionen angeboten, die im Laufe der Modellierung benötigt werden.

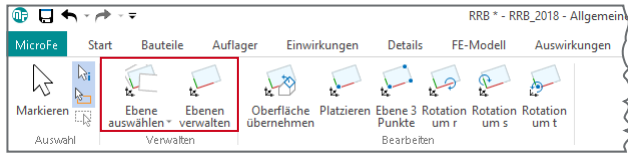


Bild 2. Kontextregister „Arbeitsebene“

Standardmäßig stehen für die Eingabe die drei Hauptebenen, die XY-, YZ- und XZ-Ebene, über die Schaltfläche „Ebene auswählen“ aus der Gruppe „Verwalten“ zur Verfügung. Zusätzlich ermöglicht die Schaltfläche „Ebenen verwalten“ das Speichern der aktuellen Arbeitsebene, um während der Modellierung direkt zu dieser zurückkehren zu können.

Weitere Optionen zur Auswahl und Editierung der Arbeitsebene sind in der Gruppe „Bearbeiten“ aufgeführt.

Bezugsfläche

Im Standardfall wird die Arbeitsebene, in der eine Position definiert wurde, als Bezugsfläche der Position übernommen. Die Geometrie dieser Bezugsfläche kann über die Positionseigenschaften eingesehen und editiert werden.

Beispiel Stahlbetonbehälter

Im Folgenden werden anhand eines kompakten Beispielprojektes die einzelnen Bearbeitungsschritte der Modellierung durchlaufen. Bearbeitet wird ein Stahlbetonbehälter, der im Erdreich unter GOK angeordnet ist.

Modell erzeugen und Arbeitsvorbereitung

Über den ProjektManager wird ein neues FE-Modell vom Typ „Allgemeines Tragwerk (3D)“ erstellt. Im Anschluss wird eine DWG-Datei als Eingabehilfe zur Modellierung der Längswand eingefügt.

Die Eingabe der DWG-Datei erfolgt über das Register „Start“. Über das Kontextregister „Arbeitsebene“ wird die Hauptebene „XZ-Ebene“ (Bild 2) gewählt. Um die Z-Koordinaten aus dem FE-Modell an die Niveaulage des Bauwerks anzupassen, wird die Datei in der Arbeitsebene so verschoben, dass die Linie der GOK bei „Z=0“ im Modell angeordnet ist (Bild 3, 1).

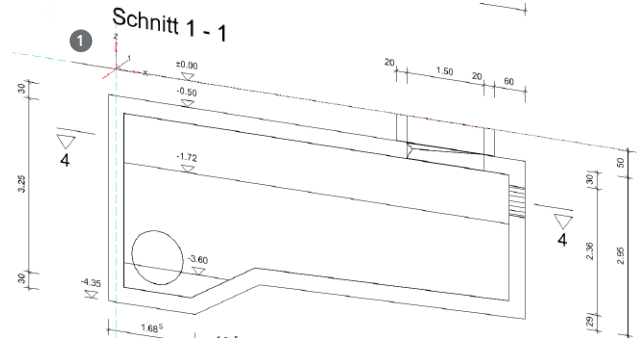


Bild 3. Platzierte DWG-Datei als Eingabehilfe

Längswände modellieren

Ein Klick auf die Schaltfläche „Fläche“ im Register „Bauteile“ startet die Eingabe. Die Arbeitsebene wird entsprechend der letzten Nutzung angezeigt (Bild 4). In der Optionenleiste wird die Eingabeoption „Polygoneingabe“ (1) gewählt. Dank der Option „Mittelpunkt konstruieren“ (2) aus dem Kontextregister „Konstruktionslinien“ kann für jeden Punkt des Polygonzugs (3) der Mittelpunkt zwischen Innen- und Außenkante gebildet werden. Die Eingabe des Polygonzugs bleibt immer in der aktuellen Arbeitsebene.

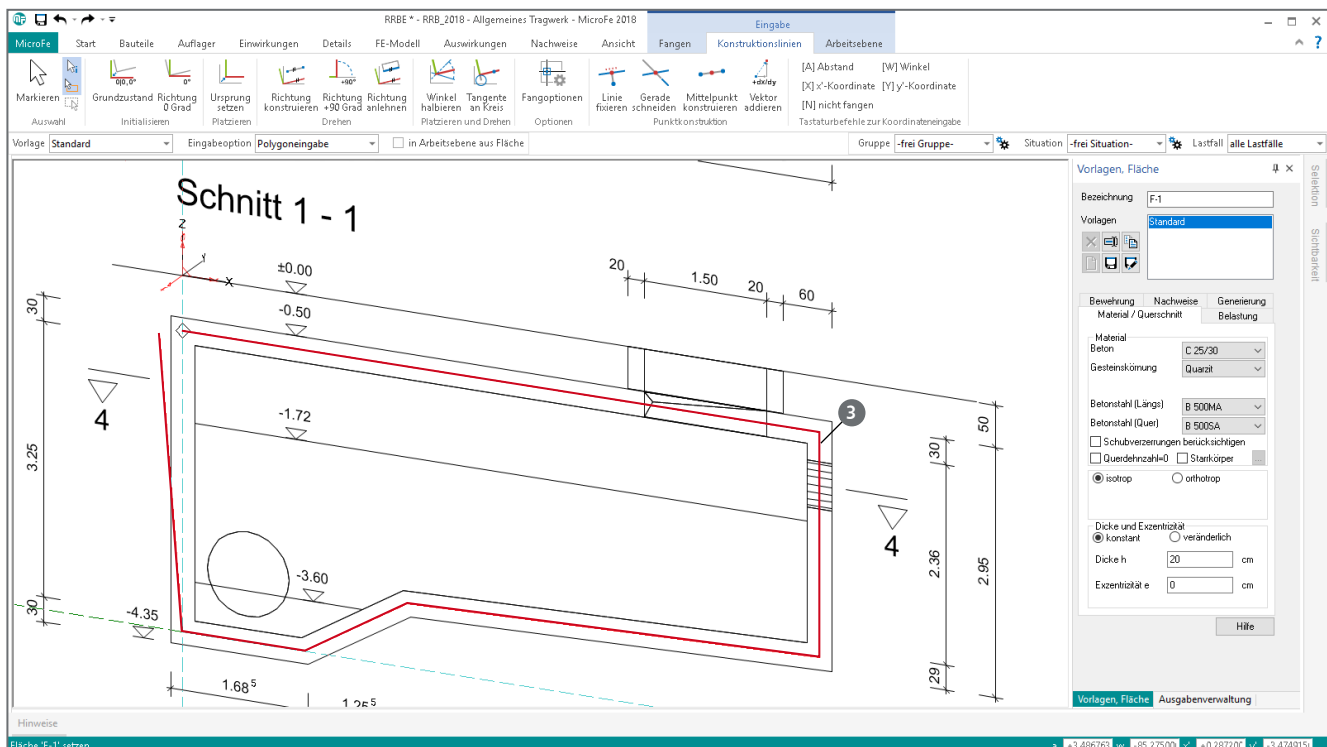


Bild 4. Eingabe der Längswand in der XZ-Ebene

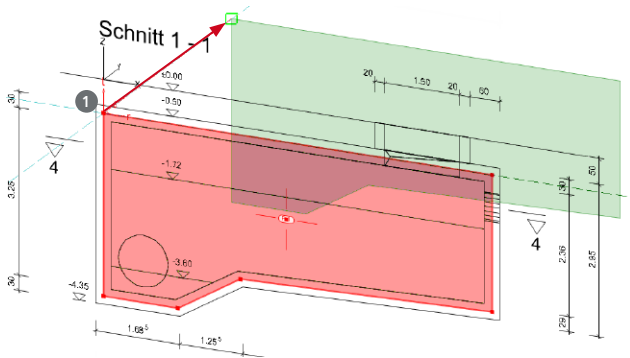


Bild 5. Verschieben und Kopieren der Längswand

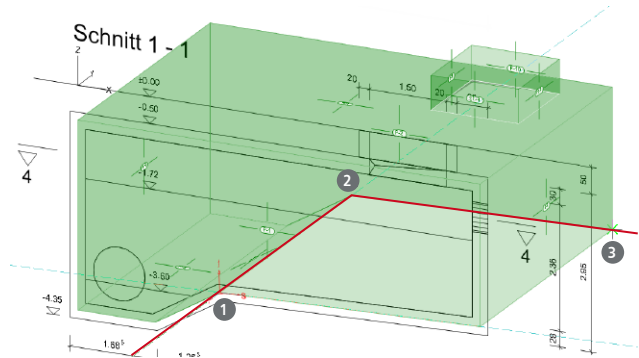


Bild 7. Ebene über drei Punkte im Raum erzeugen

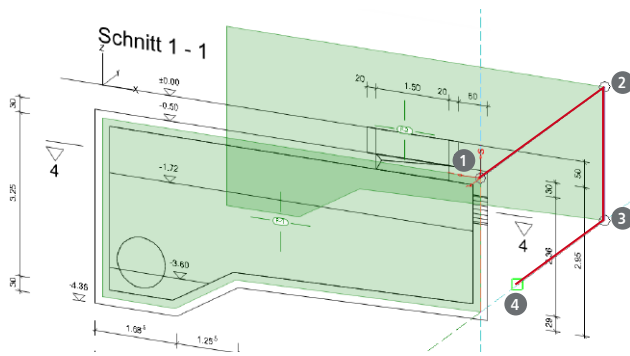


Bild 6. Eingabe der Querwand als 3D-Polygon

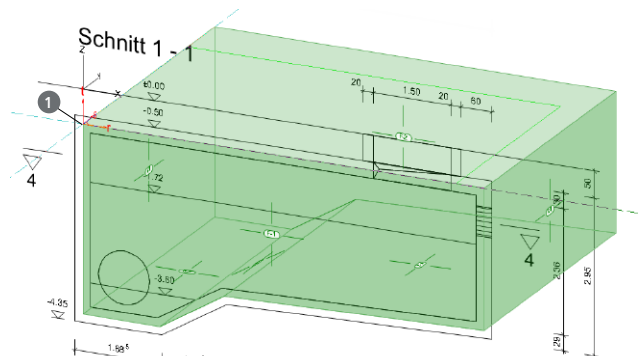


Bild 8. Eingabe der Decke als Rechteck

Längswand verschieben und kopieren

Die zweite Längswand wird am effizientesten über die Option „Verschieben mit Kopie“ aus dem Kontextregister „Bearbeiten“ erzeugt, welche bei markierter Fläche „F-1“ angezeigt wird. Für das Verschieben mit Kopie ist die Arbeitsebene anzupassen. Über das Kontextregister „Arbeitsebene“ wird die Hauptebene „XY-Ebene“ gewählt. Zusätzlich wird die Lage parallel verschoben. Hierzu wird die Schaltfläche „Platzieren“ und im Anschluss die linke obere Ecke (Bild 5, 1) der vorhandenen Fläche gewählt. Im Anschluss wird die Wand bezogen zur Konstruktionslinie, entlang der Y-Achse um das gewünschte Maß verschoben und kopiert.

Querwände und Sohle modellieren

Für die Modellierung der Querwände an den Stirnseiten wird auf die Eingabeoption „Polygoneingabe (3D)“ zurückgegriffen. Diese Eingabeoption ist ideal, um bereits vorhandene Geometrie zur Definition der neuen zu nutzen.

Die Eingabe der Fläche wird mit der Eingabeoption „Polygoneingabe (3D)“ gestartet. Es werden jetzt nacheinander alle vier Eckpunkte (Bild 6, 1 - 4) angeklickt und das Polygon mit dem fünften Klick auf den Startpunkt geschlossen.

Die Auswahl einer Arbeitsebene ist bei dieser Eingabeoption nicht erforderlich bzw. möglich, da mit den ersten drei Polygonpunkten über die Fläche auch die Arbeitsebene definiert wird. Wie in Bild 6 erkennbar, wird mit dem dritten Klick die Ebene platziert.

Arbeitsebene erzeugen

Alternativ zur Eingabeoption „Polygoneingabe (3D)“ kann hier die Eingabe der Sohle auch in zwei Schritten erreicht werden:

- Erzeugen der Arbeitsebene durch die Option „Ebene 3 Punkte“. Im Anschluss werden drei Punkte (Bild 7, 1 - 3) im Modell markiert, über die die Ebene erzeugt werden soll.
- Die Eingabe der Fläche in der Arbeitsebene, z.B. mit Hilfe der Eingabeoption „Rechteckeingabe (2 Punkte)“.

Hier wird deutlich, dass die Eingabeoption „Polygoneingabe (3D)“ bei der Festlegung der Geometrie sowohl Arbeitsebene als auch Fläche in einem Schritt modelliert.

Decke eingeben

Die Deckeneingabe erfolgt wieder in einer Arbeitsebene. Nach dem Start der Eingabe der Stahlbeton-Fläche wird die Arbeitsebene in zwei Schritten festgelegt:

- Auswahl der Hauptebene „XY-Ebene“ über das Kontextregister „Arbeitsebene“.
- Platzieren der Arbeitsebene auf das Niveau Oberkante der Wände (Bild 8, 1).

Mit der Eingabeoption „Rechteckeingabe (2 Punkte)“ bleibt die Eingabe immer in der gewählten Arbeitsebene. Somit wird die Decke diagonal über zwei Klicks modelliert. Die Eingabe der Sohlplatte folgt analog (Bild 4).

Arbeitsebene speichern

Um während der Modellierung direkt zu dieser Arbeitsebene zurückkehren zu können, ermöglicht die Schaltfläche „Ebenen verwalten“ das Speichern der aktuellen Arbeitsebene.

Die Schaltfläche öffnet den gleichnamigen Dialog. Durch einen Klick auf die erste Schaltfläche kann die Ebene unter einem frei wählbarem Namen im Modell gespeichert werden. Nach dem Speichern kann diese, neben den Hauptebenen, direkt ausgewählt werden (Bild 9).

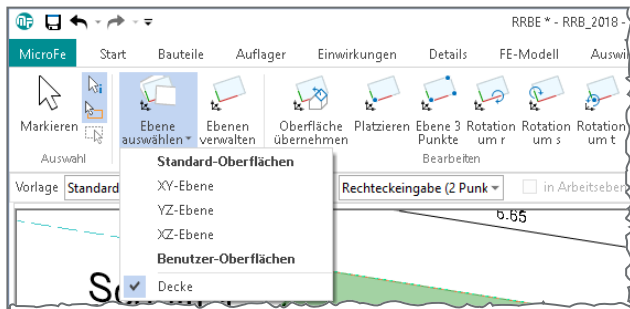


Bild 9. Auswahl der Ebene

Schachtwände für Öffnung

Die Decke des Bauwerks erhält eine quadratische Öffnung mit einer Kantenlänge von 1,50 m. Durch die Überschüttung werden zur Sicherung Wandscheiben notwendig. An dieser Stelle bietet die Eingabevariante „Fläche senkrecht setzen“ (Bild 10, 1) die schnellste Modellierung. Erreicht wird diese über den unteren Teil der geteilten Auswahl Schaltfläche „Fläche“ (Bild 10). Neben der bisher genutzten Standard-Variante „in Arbeitsebene setzen“ arbeitet diese orthogonal zur aktuellen Arbeitsebene. In der Optionenleiste wird die Wandhöhe in t-Richtung (Bild 10, 2) bezogen zur Arbeitsebene eingetragen.

Somit entstehen über die Eingabeoption „Strecke“ mit zwei Klicks Wandscheiben in gewünschter Länge (Bild 10, 3). Für dieses Beispiel wird die benötigte Arbeitsebene, in der die Grundlinie der Flächen eingetragen wird, am schnellsten über die Schaltfläche „Oberfläche übernehmen“ direkt aus dem Bauteil „Decke“ übernommen.

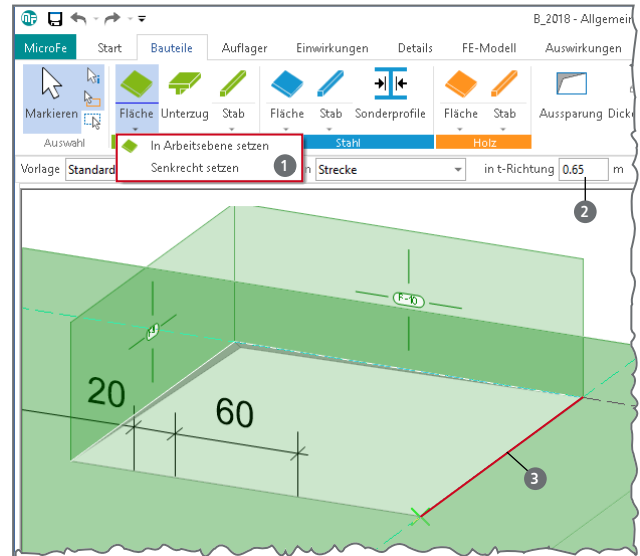


Bild 10. Fläche Senkrecht setzen über Grundlinie

Flächenlager definieren

Offen ist noch die Festlegung der Lagerungsbedingungen. Für dieses Beispiel wird eine Lagerung über das Bettungszifferverfahren gewählt (Bild 11, 1). Nach Anpassung der gewählten Vorlage bzgl. Steifigkeitswerte und Lagerwertigkeit, wird die Eingabeoption „Polygon übernehmen“ (Bild 11, 2) genutzt, um die Bezugsfläche und Abmessungen der Sohle für die Lagerung (Bild 11, 3) zu übernehmen.

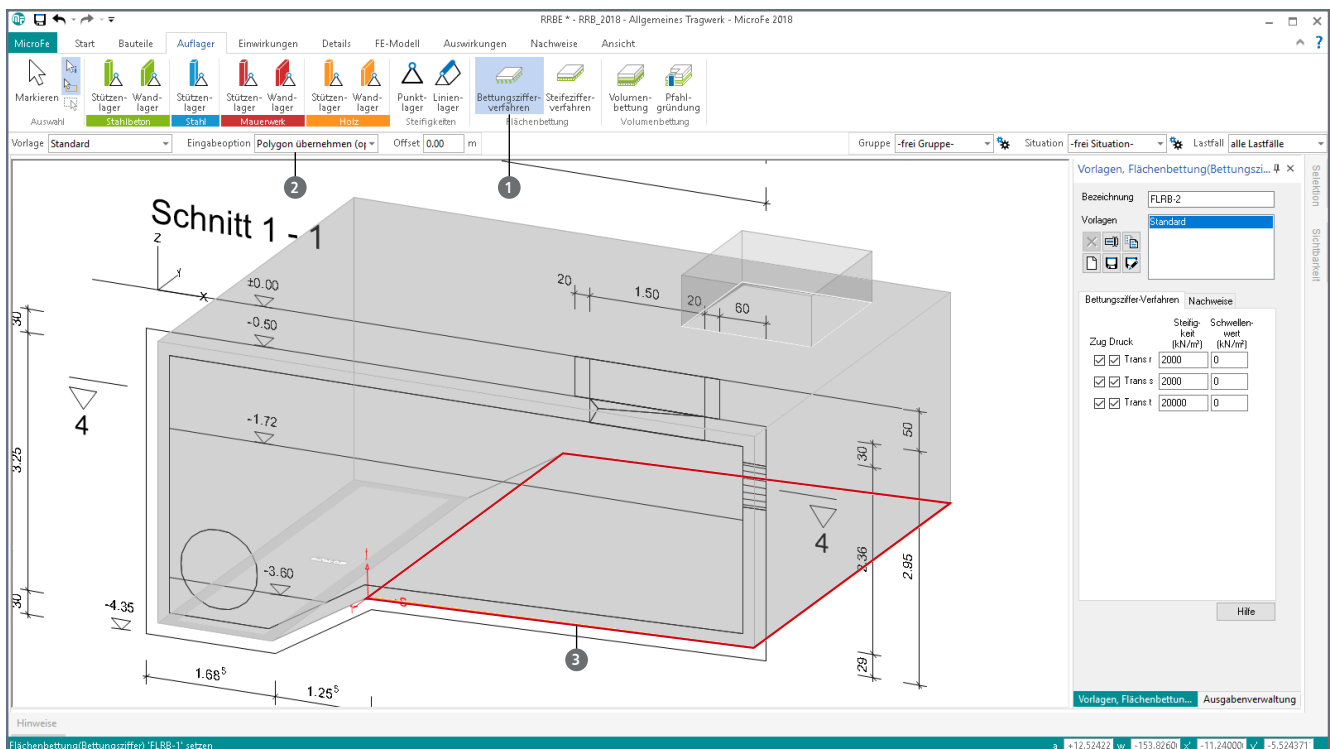


Bild 11. Eingabe der Bettung für die Sohlplatten

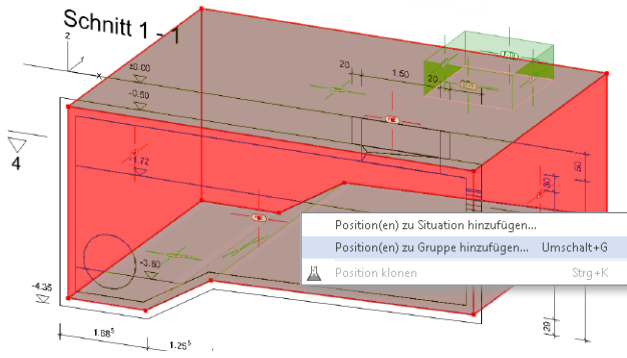


Bild 12. Bauteile einer Gruppe zuordnen

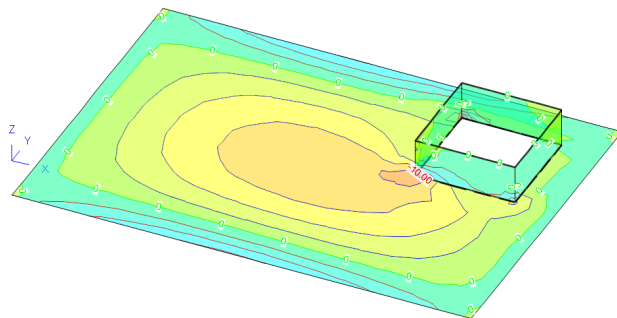


Bild 13. Biegemoment m_s infolge Eigengewicht für die Gruppe „Decke“

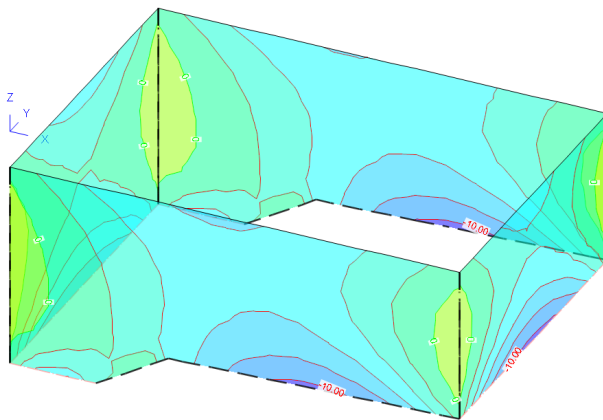


Bild 14. Biegemoment m_s infolge Eigengewicht für die Gruppe „Wände“

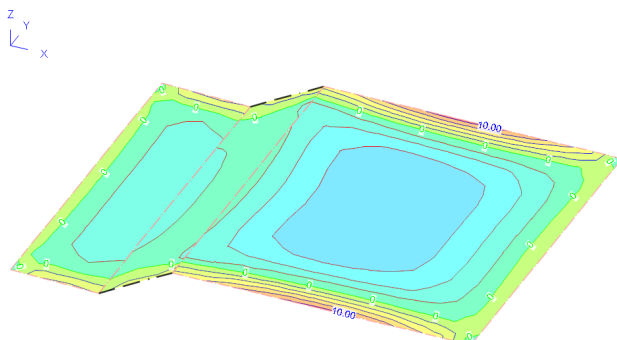


Bild 15. Biegemoment m_s infolge Eigengewicht für die Gruppe „Sohle“

Erste Vernetzung und Berechnung

Nachdem die Modellierung der Geometrie abgeschlossen wurde, bietet es sich an, das Modell in dieser Bearbeitungsphase zu vernetzen und zu berechnen. Dieser Schritt gibt die Sicherheit, ein korrekt arbeitendes FE-Modell erstellt zu haben.

Gruppierung des Modells

Dank der Gruppierungsmöglichkeiten kann das Modell, z.B. für die Ergebnisdokumentation, sinnvoll gegliedert werden. Werden mehrere Positionen im Modell markiert, können diese direkt über das Kontextmenü einer Gruppe zugeordnet werden (Bild 12).

Für das Beispiel werden die Flächen den Gruppen „Wände“, „Decke“ und „Sohle“ zugeordnet. Somit können die Ergebnisse getrennt eingesehen und dokumentiert werden, sofern die Sichtbarkeit über das Flyoutfenster auf der rechten Seite auf die „Aktuelle Gruppe“ begrenzt wird (Bild 13-15). Welches die aktuelle Gruppe ist, wird direkt im Menüband ausgewählt.

Kontrolle der Elementkoordinatensysteme

Um eine harmonische Ergebnisdarstellung z.B. zwischen Wand- und Deckenflächen zu erreichen, können die lokalen r-, s- und t-Koordinaten der einzelnen FE-Elemente positionsbezogen angepasst werden.

Wird eine Fläche markiert, kann die Option „Richtung“ zum Anpassen der Richtung der t-Achse aus dem Kontextregister „Bearbeiten“ gestartet werden.

Bemessungszeit optimieren

Je nach Komplexität des FE-Modells kann die Stahlbetonbemessung mehrere Sekunden bis Minuten einnehmen. Auch hier können Gruppen die Ergebnisdiskussion beschleunigen, denn die Bemessungen und Nachweisführungen in MicroFe erstrecken sich immer auf den aktuell sichtbaren Teil des Modells.

Wird durch Auswahl der entsprechenden Gruppe nur die Decke dargestellt, wird auch nur dieser Teil bemessen, wodurch die Bemessungszeit gesteuert und reduziert werden kann.

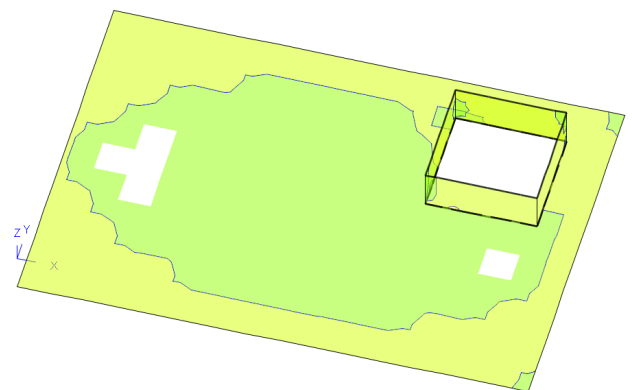


Bild 16. Biegebemessung der Decke

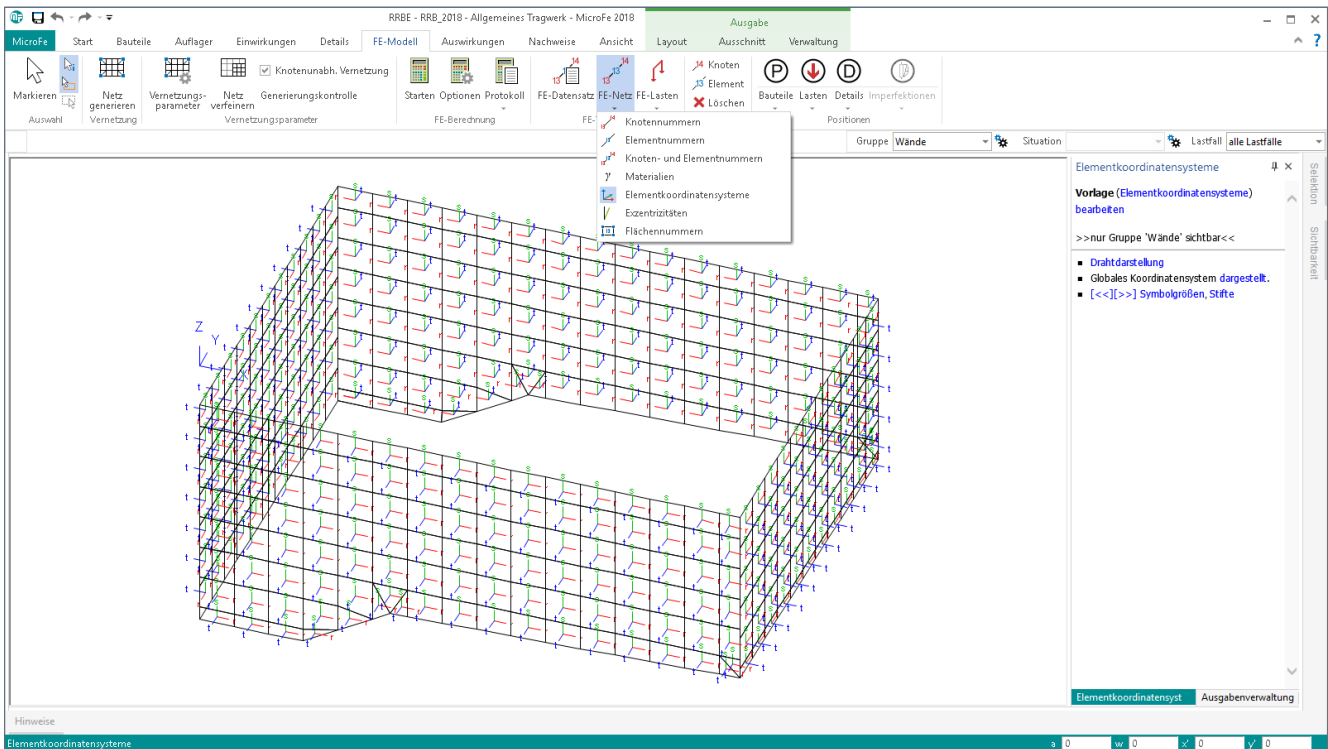


Bild 17. Kontrolle der lokalen Elementkoordinatensysteme

Tastaturkürzel

Alle Funktionen aus dem Menüband können auch über Tastaturkürzel gestartet werden. Dadurch werden Registerwechsel und Mauswege ins Menü gespart. Die Wichtigsten für die Wahl der Arbeitsebenen werden in der folgenden Übersicht zusammengestellt.

Arbeitsebene

- Ebene auswählen F3
- Ebene verwalten Shift + F3
- Ebene aus Oberfläche übernehmen F4
- Ebene platzieren F5
- Ebene über drei Punkte F6

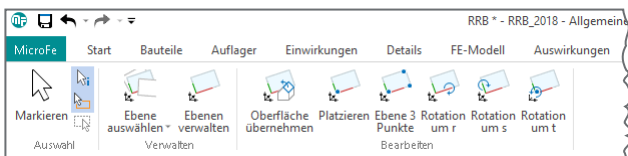


Bild 18. Arbeitsebene verwalten und bearbeiten

Ansicht wechseln

Grundsätzlich wird die Ansicht auf das 3D-Modell über das Register „Ansicht“, Gruppe „Ansichten“ gewählt. Die Gruppe „Ansichten“ kann zusätzlich über das Tastaturkürzel „F8“ direkt, ohne das Menüband-Register zu wechseln, geöffnet und verwendet werden.

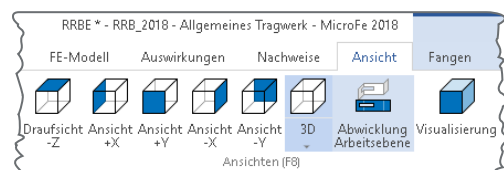


Bild 19. Ansicht auf das Modell wählen

Fazit

3D-FE-Berechnungen gehören für viele Tragwerksplaner nicht zu den alltäglichen Aufgaben. Die Berechnung und Bemessung von Decken- und Bodenplatten hingegen sind an der Tagesordnung. Dank der konsequenten Modellierung von 3D-Modellen bezogen zu einer Arbeitsebene ist die Modellierung eines 3D-Modells stark mit der eines 2D-Modells vergleichbar. Auch muss vor der Eingabe einer Position zunächst die Arbeitsebene ausgewählt werden. Somit ist das Vorgehen in MicroFe klar strukturiert und ermöglicht dem Anwender auch bei besonderen Aufgaben eine leichte Handhabung.

Dipl.-Ing.(FH) Markus Öhlenschläger
 mb AEC Software GmbH
 mb-news@mbaec.de

Preise und Angebote

MicroFe comfort **3.999,- EUR**
 MicroFe-Paket „Platten + räumliche Systeme“

PlaTo **1.499,- EUR**
 MicroFe-Paket „Platten“

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: August 2018

Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (64)

Preisliste: www.mbaec.de