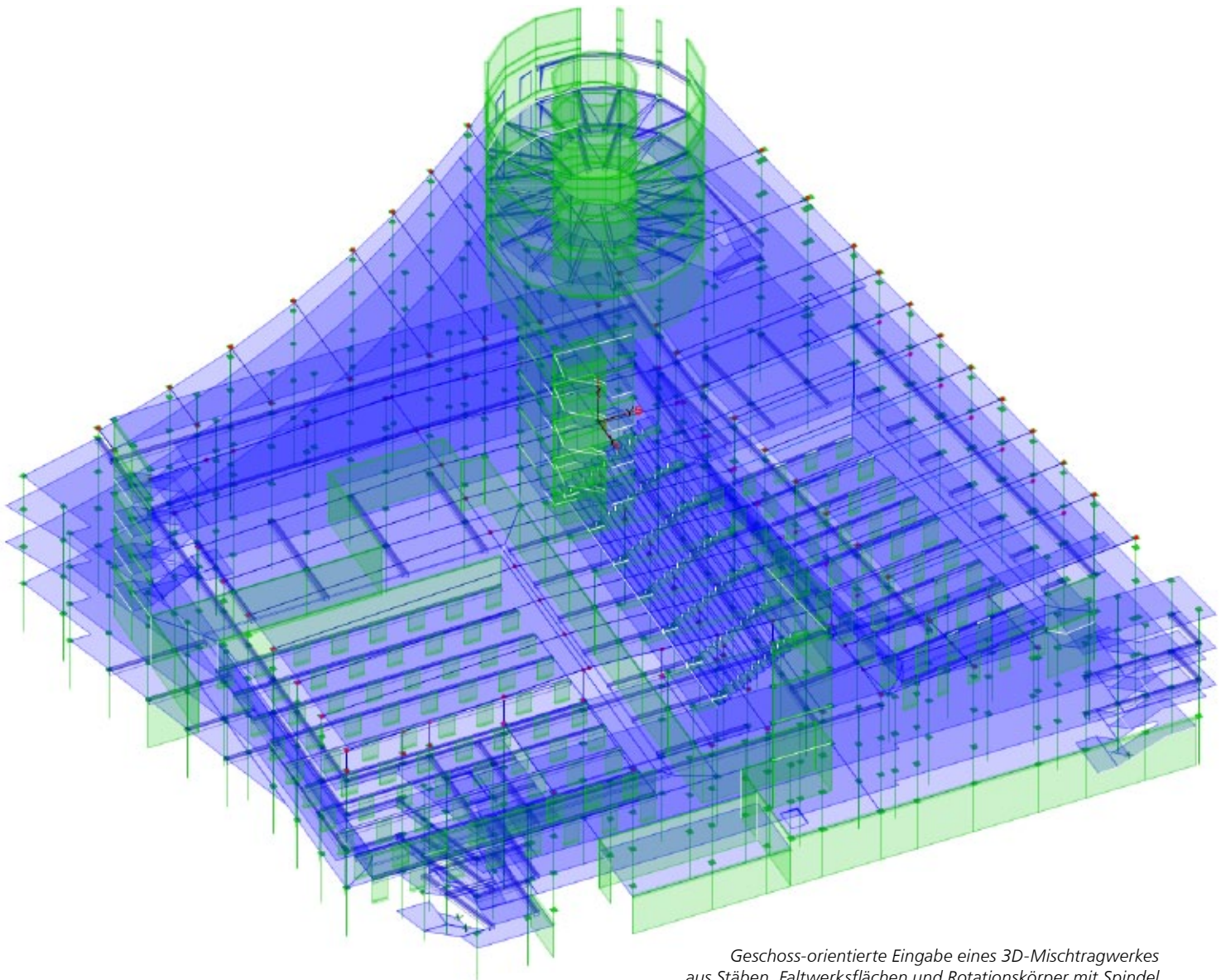


Dipl.-Ing. Johann G. Löwenstein

# MicroFe 3D

## MicroFe-Zusatzmodul „M440 Geschosstragwerke“

Platten- und Stabwerke gehören zum Standardeinsatzgebiet der FEM in der Tragwerksplanung. Komplexe faltwerke und rotationssymmetrische Körper mit beliebigen Lasten, Ein- oder Anbauten scheinen immer noch eine Herausforderung darzustellen.



*Geschoss-orientierte Eingabe eines 3D-Mischtragwerkes aus Stäben, Faltwerksflächen und Rotationskörper mit Spindel*

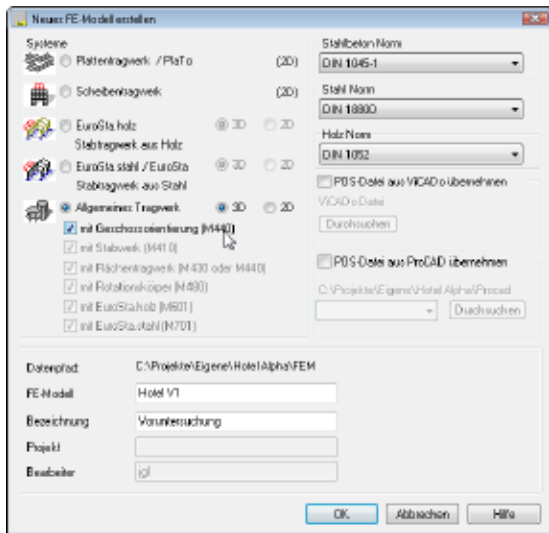
Für alle genannten Anwendungsfälle bieten die FEM-Systeme der mb AEC Software GmbH leistungsfähige und zugleich komfortable Lösungen an: **PlaTo** für die Plattenberechnung, **EuroSta.stahl** und **EuroSta.holz** für die Stabwerksberechnungen und **MicroFe** für die 3D-Berechnung von Flächen und Stabwerken.

Eine bequeme Eingabe- und Bearbeitungshilfe für Geschossbauten steht mit dem MicroFe-Zusatzmodul „M440 Geschosstragwerke“ zur Verfügung.

Der folgende Artikel gibt einen Einblick in das Modul M440 und streift dabei weitere 3D-FEM-Themen.

## Geschoss-orientierte Eingabe

Das erfolgreiche Konzept der positions-orientierten FEM-Modellierung wird mit M440 für die Bearbeitung komplexer Geschossbauten erweitert.

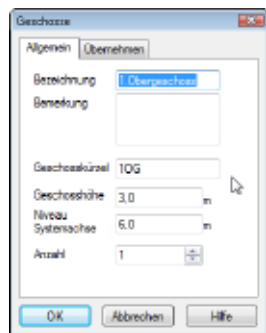


Neues Fe-Modell anlegen  
Auswahl der Option „mit Geschossorientierung (M440)“

## Neues Geschoss

Jedes Geschoss wird mit einer Geschosshöhe und dem Niveau der Systemachse beschrieben.

Nach diesen wenigen Eingaben erfolgt die gesamte Geschosseingabe analog zu einer Platteneingabe. MicroFe fügt dann während der Eingabe Geschossinformationen hinzu:

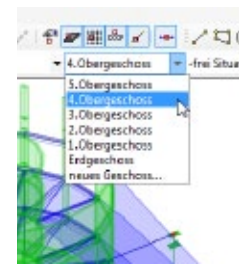


- Eine neue Deckenposition wird automatisch in das Niveau des aktuellen Geschosses gelegt.
- Neue Wände werden über die Lage des Wandkopfes beschrieben. Gemeinsam mit der Geschosshöhe entsteht eine vertikal stehende Wand.
- Bei den Stützen reicht ein Klick und die Stütze wird mit Geschosshöhe unterhalb des platzierten Stützenkopfes eingefügt.

Ein neues Geschoss kann jederzeit definiert werden. Lage und Reihenfolge der Geschossdefinition sind einerseits völlig frei, um z.B. versetzte Ebenen eingeben zu können, andererseits wird als neues Geschoss immer ein Geschoss über dem aktuellen Geschoss vorgeschlagen. Es reicht also i.d.R. den Dialog „neues Geschoss“ einfach nur zu bestätigen. Danach ist das Geschossniveau automatisch neu platziert und die Eingabe kann mühelos im nächsten Geschoss fortgesetzt werden.

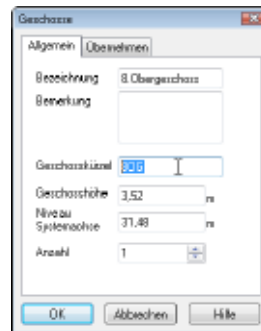
## Aktuelles Geschoss

Das jeweils aktuelle Geschoss ist in der Geschossauswahl erkennbar und kann dort ausgewählt werden. Neue Positionen werden immer dem aktuellen Geschoss zugeordnet.



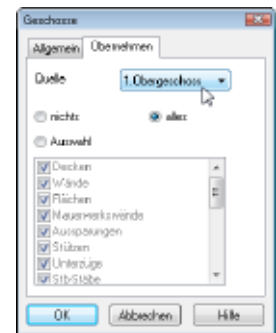
## Positionsbezeichnung

Jede neue Position erhält in der Positionsbezeichnung automatisch das eingestellte Geschoss-Präfix. Damit ist die Zugehörigkeit einer Position zu einem Geschoss sofort nachvollziehbar.



## Positionen kopieren

Im typischen Hochbau sind die meisten Geschosse weitgehend identisch, mit Ausnahme des UG, EG und des obersten OG. Um bei den identischen Geschossen den Eingabeaufwand zu reduzieren, können beim Anlegen eines neuen Geschosses alle gewünschten Positionen aus dem gerade aktuellen Geschoss kopiert werden.

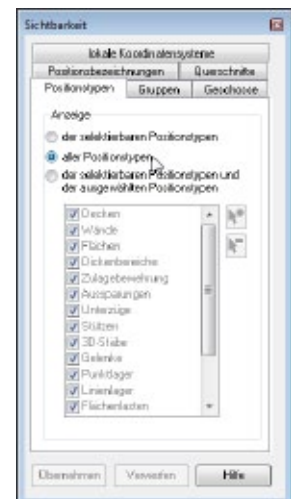


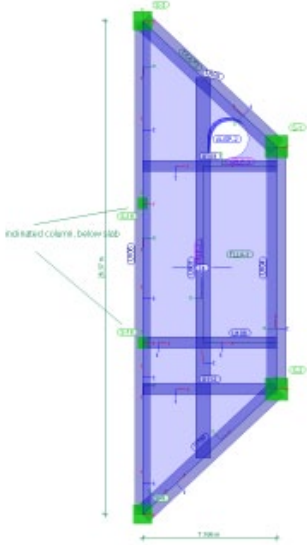
## Geschosshöhe ändern

Die Geschosshöhe und das Niveau der Systemachse werden bereits beim Anlegen eines Geschosses festgelegt. Neue Positionen nutzen diese Höhen-Angabe um eine möglichst einfache Eingabe zu ermöglichen. Abweichend von der Geschosshöhe kann in jeder Eingabe eine andere Höhe zu Grunde gelegt werden. Außerdem kann im Nachhinein die Geschosshöhe angepasst werden. Die Positionen innerhalb eines Geschosses passen sich entsprechend an, obere Geschosse werden verschoben.

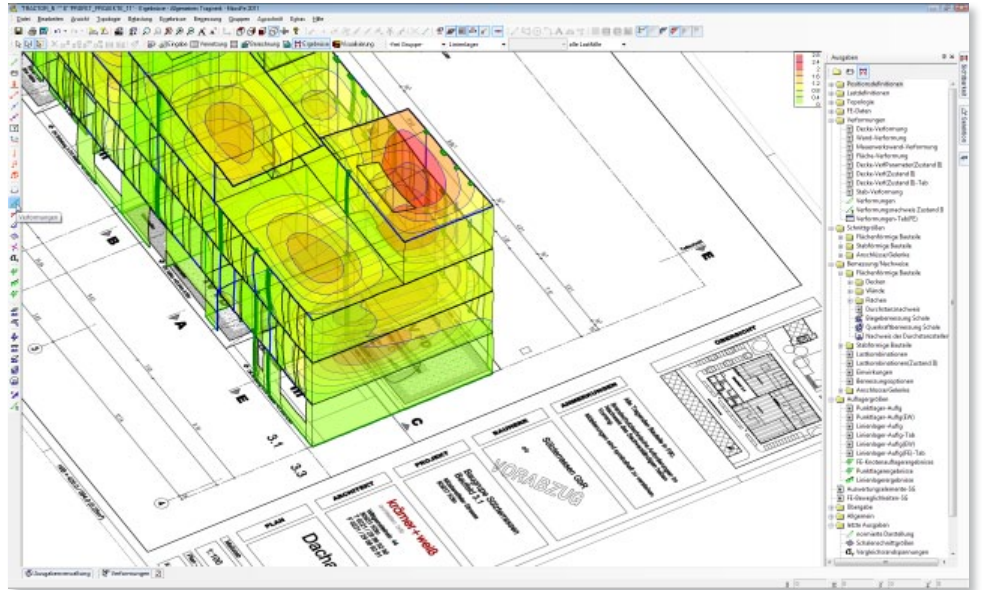
## Geschosssichtbarkeit

Um bei komplexen Tragwerken jederzeit den Überblick zu behalten, kann die Sichtbarkeit der einzelnen Eingaben den Bedürfnissen angepasst werden. Im Zusammenhang mit der geschoss-orientierten Eingabe kann die Sichtbarkeit auf „alle Geschosse“, oder z.B. nur das „aktuelle Geschoss“ eingestellt werden. Auch eine Kombination aus dem aktuellen Geschoss und „weiteren Geschossen“ ist möglich.





Hilfslinien (Bemäßung und Texte) zur Ausgestaltung von Ausgaben



PDF-Hinterlegungsgrafik zur Eingabeunterstützung

### Hinterlegungsgrafiken

Hinterlegungsgrafiken können als Eingabehilfe oder zur Ausgestaltung der Ausgaben eingesetzt werden. Dazu gehören z.B. Raster, DXF, DWG, BMP, JPG und PDF und natürlich auch ganze Zeichnungen aus Hilfslinien.

Es können beliebig viele Hinterlegungsgrafiken gleichzeitig und in verschiedenen Sichtbarkeitseinstellungen, z.B. durch die Geschoszugehörigkeit, verwendet werden. Besonders die Kombination von Grundrissen, Schnitten und Ansichten, in der jeweiligen räumlichen Ebene angeordnet, fördern eine komfortable und übersichtliche Eingabe.

### Knotenunabhängige Vernetzung

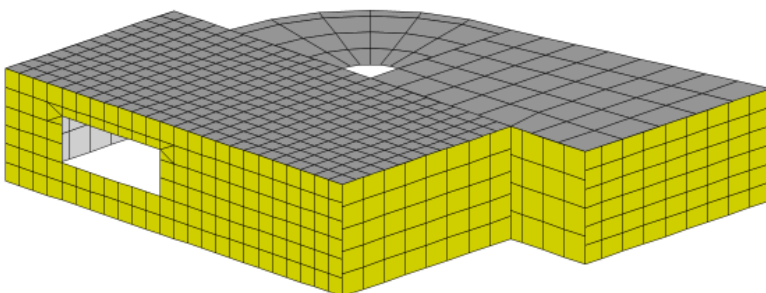
Mit der Komplexität der Tragstrukturen wachsen auch die Ansprüche an die Elementierung. Hier bietet MicroFe viele Möglichkeiten, die FE-Netze individuell anzupassen. Generell wird die Vernetzung über die Vernetzungsparameter einer Position vorgegeben. Zusätzlich können Vernetzungsbereiche definiert werden, um z.B. eine örtliche Netzverdichtung vorzunehmen. Als Vernetzungsstrategien stehen kartesische (äquidistant und isoparametrisch) oder polare Netze zur Verfügung. Die Kompatibilität untereinander sichert entweder die Randangleichung, indem Übergänge zwischen Bereichen unterschiedlicher Netzdichte so „vernäht“ werden, dass immer Knoten auf Knoten treffen, oder die „knotenunabhängige Vernetzung“, wo die Forderung „Knoten auf Knoten“ weitgehend aufgehoben ist und MicroFe die aneinandergrenzenden Elemente über deren Kanten verbindet. [5]

Unter dem Stichwort „knotenunabhängige Vernetzung“ verbirgt sich eine sensationelle Leistungsfähigkeit des MicroFe-Rechenkerns.

Die klassische FEM-Theorie kennt FE-Knoten und FE-Elemente. Den Freiheitsgraden aller FE-Knoten entsprechen Zeilen und Spalten in der Gesamtsteifigkeitsmatrix. Die Elementansätze in den Elementsteifigkeitsmatrizen bilden den Zusammenhang zwischen den Freiheitsgraden der Elementknoten und verbinden innerhalb der Gesamtsteifigkeitsmatrix die Freiheitsgrade aller FE-Knoten. Dadurch fordert das typische FE-Netz, dass sich alle Elemente untereinander an ihren Knoten berühren.

Mit der „knotenunabhängigen Vernetzung“ geht MicroFe einen Schritt weiter. FE-Knoten eines Elementes dürfen an einer beliebigen Stelle entlang einer Kante eines anderen Elementes liegen. Die dazu erforderlichen Elementansätze werden jeweils neu aufgestellt und in die Gesamtsteifigkeitsmatrix eingetragen, so dass eine vollwertige FE-Modellierung entsteht. Der Vorteil liegt in der Vermeidung der typischen Vernähungen im Übergangsbereich zwischen einer groben und feinen Vernetzung.

Auf diese Art und Weise entstehen ruhige Netze, ohne Störungen in den Übergangsbereichen. Insbesondere in der Verbindung von Wänden und Decken im Geschossbau sorgt diese FE-Formulierung zu ungestörten Netzen und deutlich besseren Ergebnissen.



Gültiges FE-Netz mit einer „knotenunabhängigen Vernetzung“

## Darstellungen

Eine weitere Eingabehilfe sind die unterschiedlichen Perspektiven, aus denen das FEM-Modell betrachtet und bearbeitet werden kann.

### Perspektive

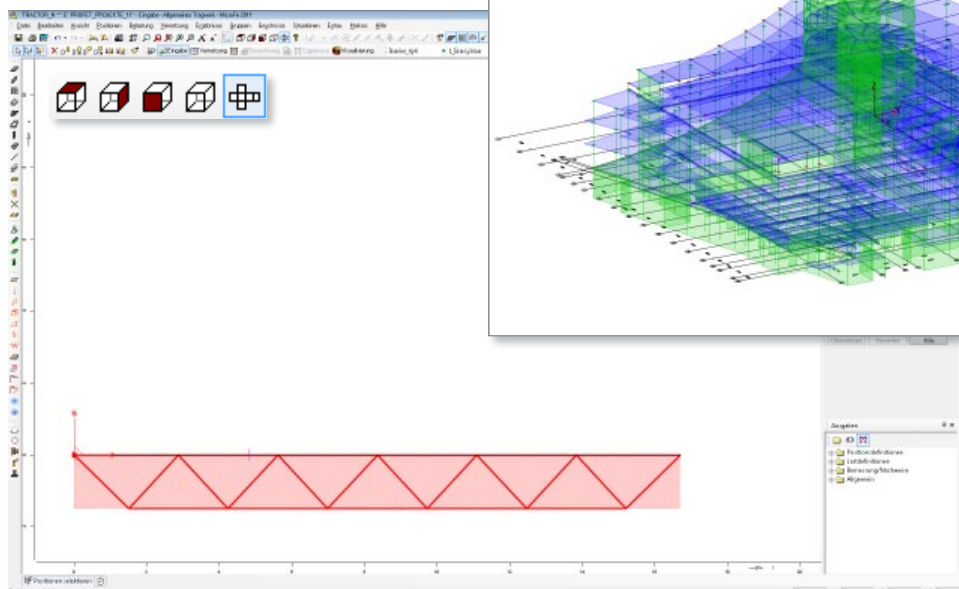
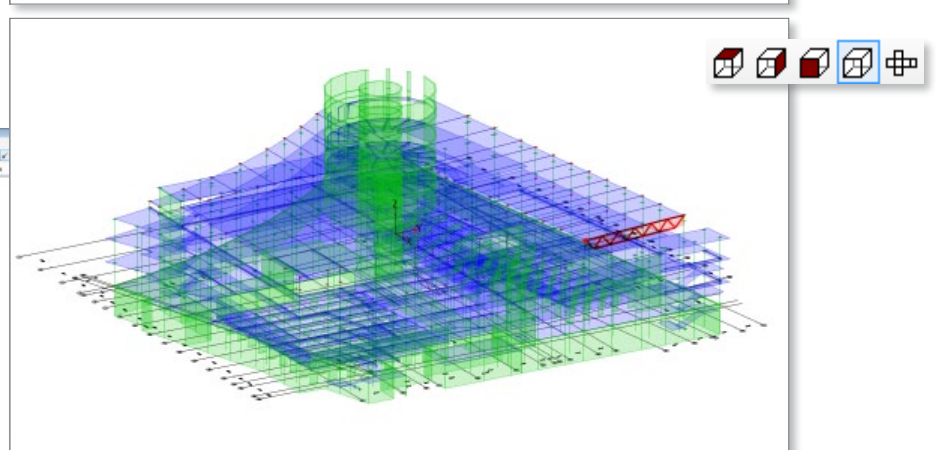
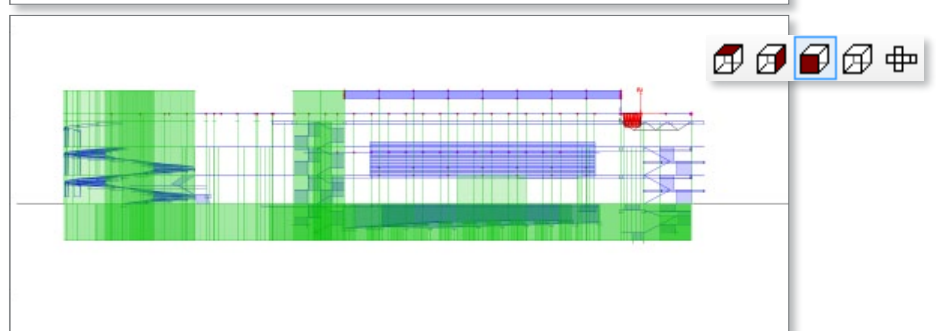
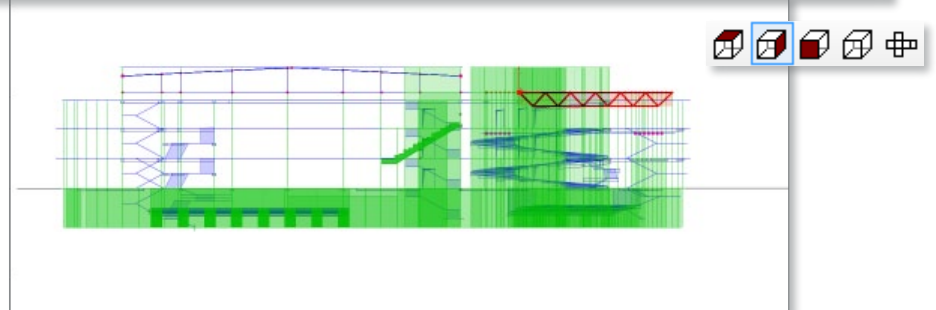
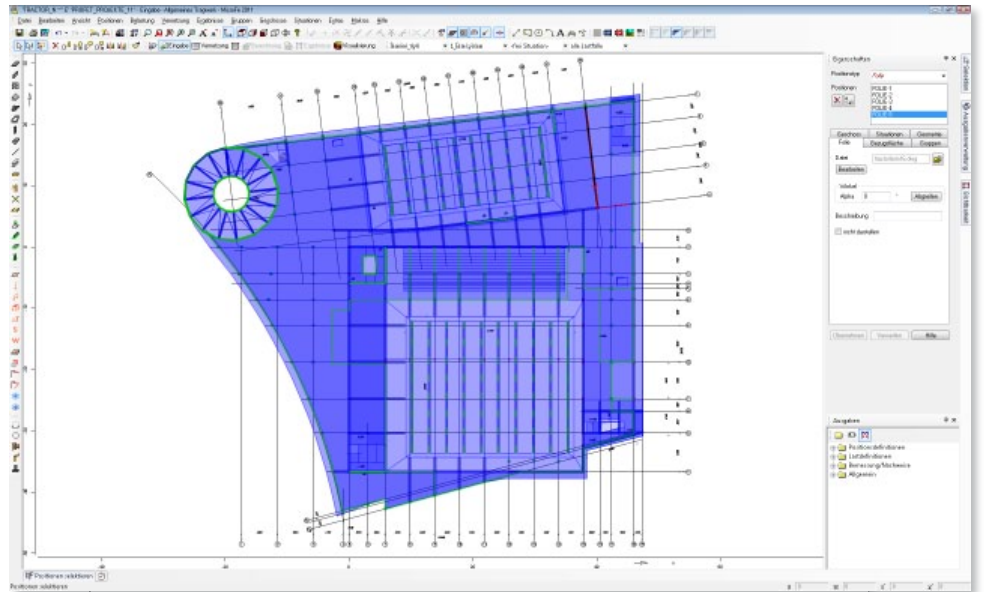
Alle Eingaben und Bearbeitungen können in der 3D-Perspektive erfolgen, wobei diese jederzeit über die Cursorfeiltasten gedreht werden kann.

### Ansichten und Draufsicht

Ebenso kann die Eingabe in der Ansicht oder Draufsicht erfolgen. Dabei entspricht eine Eingabe in der Draufsicht, bei der Geschoss-sichtbarkeit des jeweils aktuellen Geschosses, der bekannten Platteneingabe in Plato.

### Arbeitsebene

Eine besondere Eingabetechnik, ist die Eingabe innerhalb der Arbeitsebene einer Position. Alle Positionen in MicroFe werden über Oberflächen definiert, innerhalb derer die eigentliche Geometrie beschrieben wird. Die Perspektive „Arbeitsebene“ stellt nun eine Aufsicht auf diese Oberfläche dar, so dass alle weiteren Eingaben in genau dieser Oberfläche erfolgen. Neben geneigten Flächen stellen auch geknickte Flächen eine Oberfläche dar.



Verschiedene Darstellungen eines identischen FE-Modells in Draufsicht, Seitenansicht, Ansicht, Perspektive und Arbeitsebene

## FEM-Modellierung in MicroFe

### Abhebende Ecken

Dem Problem der abhebenden Ecken von Geschosdecken muß sich jeder Tragwerksplaner stellen. Steht nicht genügend Auflast zur Vermeidung horizontaler Abrisse der Deckenplatte von der Wand zur Verfügung, muss die abhebende Kraft durch konstruktive Maßnahmen abgeleitet werden. Attika und Zugstützen sind probate Mittel der Wahl.

MicroFe gestattet die Untersuchung der abhebenden Ecken durch eine iterative, nicht lineare Berechnung von einseitigen Lagerungsbedingungen der Decke. Im 3D-Modell werden diese Lagerungsbedingungen durch Gelenkdefinitionen erreicht. Als Ergebnis kann die Verformung der Plattenecken und das Aufreißen der Zugfedern abgeschätzt werden und als Entscheidungskriterium zur Wahl von geeigneten Gegenmaßnahmen herangezogen werden.

### Balkonanschluss mit thermischer Trennung

Einbauteile zur thermischen Trennung von Balkonplatten werden über Flächengelenken abgebildet. Zur Berücksichtigung der konkreten Steifigkeiten stehen entsprechende Gelenkvorlagen bereit. Die Auswertung der Gelenkpositionen liefert die für eine Bestellung erforderlichen Werte.[4]

### Singularitäten am Stützenkopf

FEM-Modellierungen stellen Rechenmodelle dar, welche immer von einer Vereinfachung der Realität ausgehen. In der Anwendung entstehen Probleme, wenn die Grenzen der Modellannahmen verletzt werden. MicroFe entschärft ein gängiges Singularitätsproblem am Übergang einer Stütze zu einer Platte durch die Vernetzung und Modellierung mittels Koppelfederelemente, eine Weiterentwicklung des Verfahrens nach Werkle [6]. Dadurch werden auch in Stützennähe vernetzungsunabhängige Querkräfte und selbst bei nicht eingespannten Stützen eine dem Stützenquerschnitt adäquate Flächenlagerung der Platte erreicht.

## Erweiterungsmöglichkeiten

### Durchstanznachweis in 3D

In MicroFe kann der Durchstanznachweis für Deckenplatten an allen kritischen Stellen geführt werden. Dazu wird eine Durchstanzstelle als eigenständige „Position“ platziert. MicroFe unterstützt die Nachweisführung an folgenden Stellen: Stützenkopf, -fuß, Wandende (für Wandkopf und -fuß), Punktlasteinleitung, Linienlastende, Ende eines auskragenden Unterzuges.

Die Durchstanzkraft wird durch einen Rundschnitt ermittelt. Dadurch treten die bekannten Probleme bei Verwendung z.B. der Stützenkraft oder bei einer Integration der Auflagerkräfte am Wandende, erst gar nicht auf. Innerhalb MicroFe kann direkt der Durchstanznachweis geführt werden, die Durchstanzstellen können auch komplett an BauStatik-Positionen weitergegeben werden, um dort umfangreiche Untersuchungen und Bemessungen mit Durchstanzdübeln vorzunehmen. [3]

### Rechenkernerweiterungen

Eigenformen und Eigenwerte, Stabilitätsuntersuchungen mit Knickfigur und Knicksicherheit, Erdbebenuntersuchungen und Feststellung einer Kinematik (Suche nach ungewollten Beweglichkeiten).

### Verformungsnachweis Zustand II

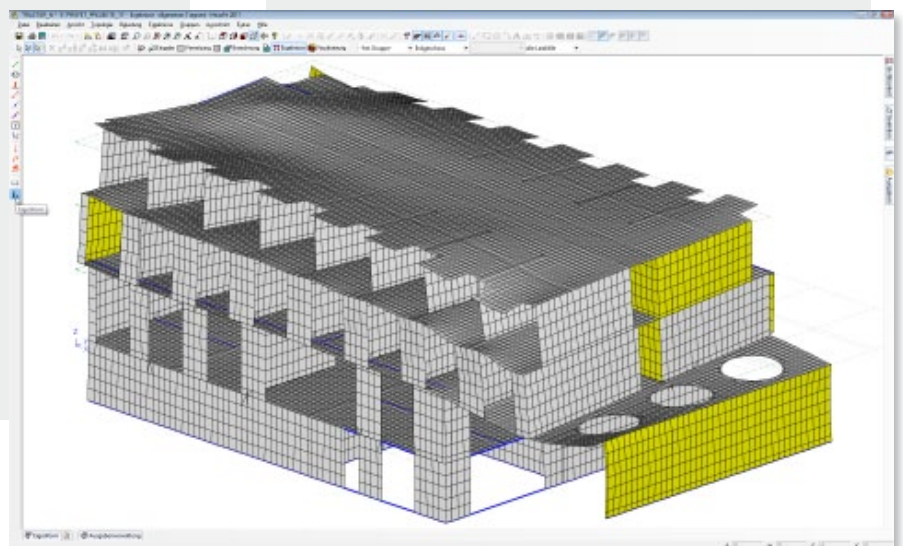
Das Modul „M440 Geschosstragwerk“ kann mit „M348 Verformungsnachweis Zustand II für Platten (räumliche Systeme)“ erweitert werden. Der Verformungsnachweis wird für alle Boden- und Deckenplatten geführt. [2]

### Rissnachweise, WU-Beton

Mit „M344 Nachweis für WU-Beton und wassergefährdende Stoffe“ werden die MicroFe-Stahlbetonnachweise um die besonderen Anforderungen der WU-Richtlinie erweitert. [1]

### Mischsysteme

Alle MicroFe-Module können durch die EuroSta.stahl- und EuroSta.holz-Lizenzen zur Stabwerkseingabe erweitert werden.



Darstellung der 3. Eigenform aus einer dynamischen Untersuchung

## Mauerwerkswand

Die geschoss-orientierte Eingabe geht von einer typischen Geschossbau-Situation aus, Stahlbetonplatten mit Unterzügen und Stahlbeton-Stützen, die Wände in Stahlbeton oder Mauerwerk. Dabei stellt die Mauerwerkswand eine gewisse Herausforderung an das FEM-Modell und dessen Berechnung dar.

### Nichtlineare Materialeigenschaften

Innerhalb der Mauerwerkswand dürfen keine oder nur geringe Zugkräfte und Biegemomente auftreten. Klassischerweise kann diese Restriktion nur durch eine nichtlineare Materialdefinition und eine ebenfalls nichtlineare und damit iterative FEM-Berechnung berücksichtigt werden. Letzteres stellt zwar für MicroFe kein Problem dar, allerdings muss dann der Tragwerksplaner Voruntersuchungen über die anzusetzenden Lastkombinationen zur Bildung der relevanten Bemessungsschnittgrößen vornehmen.

### Lineare Betrachtungsweise

Deshalb geht MicroFe mit den Mauerwerkswänden in der geschoss-orientierten Eingabe einen anderen Weg. Das Ziel ist eine weiterhin lineare statische Berechnung um mit den lastfallweise superponierbaren Berechnungsergebnissen durch MicroFe automatisch kombinierte Bemessungsschnittgrößen zu erhalten. Erreicht wird das durch den besonderen Positionstyp „Mauerwerkswand“ in MicroFe.

### Realistische Lastausbreitung

Das Material der Mauerwerkswand wird orthotrop definiert, indem die Steifigkeit in horizontaler Richtung auf ca. 10% herabgesetzt wird. Dadurch wird aus dem Tragverhalten als „wandartiger Träger“ eines isotropen Materials ein vertikaler Lastabtrag mit einer Lastausbreitung in der Wand von ca. 60°.

### Deckenauflagerung auf der Wand

Die Position „Mauerwerkswand“ sieht automatisch Gelenke am Wandkopf und Wandfuß vor. Hierdurch kann eine freie Verdrehung der Platte über der Wand erfolgen, es wird keine Verdrehung in die Wand übertragen, dadurch bleibt die Wand entsprechend biegespannungsfrei.

### Orthogonale Wandbelastung

Sind dagegen horizontale Lasten, wie z.B. Erddrücke, auf die Wand angesetzt, wird der FEM-Rechenkern dennoch und korrekterweise Biegespannungen berechnen, die dann entsprechend nachzuweisen sind.

### Reststeifigkeiten vermeiden kinematische Probleme

Ein typisches, allgemein bekanntes FEM-Problem im Umgang mit Gelenken sind frei drehbare FE-Knoten, sobald alle angrenzenden FE-Elemente gelenkig angeschlossen sind. Das führt zu einer singulären Steifigkeitsmatrix oder, anders ausgedrückt, das FE-Modell ist nicht berechenbar und es beginnen aufwändige Fehlersuchen im FE-Modell.

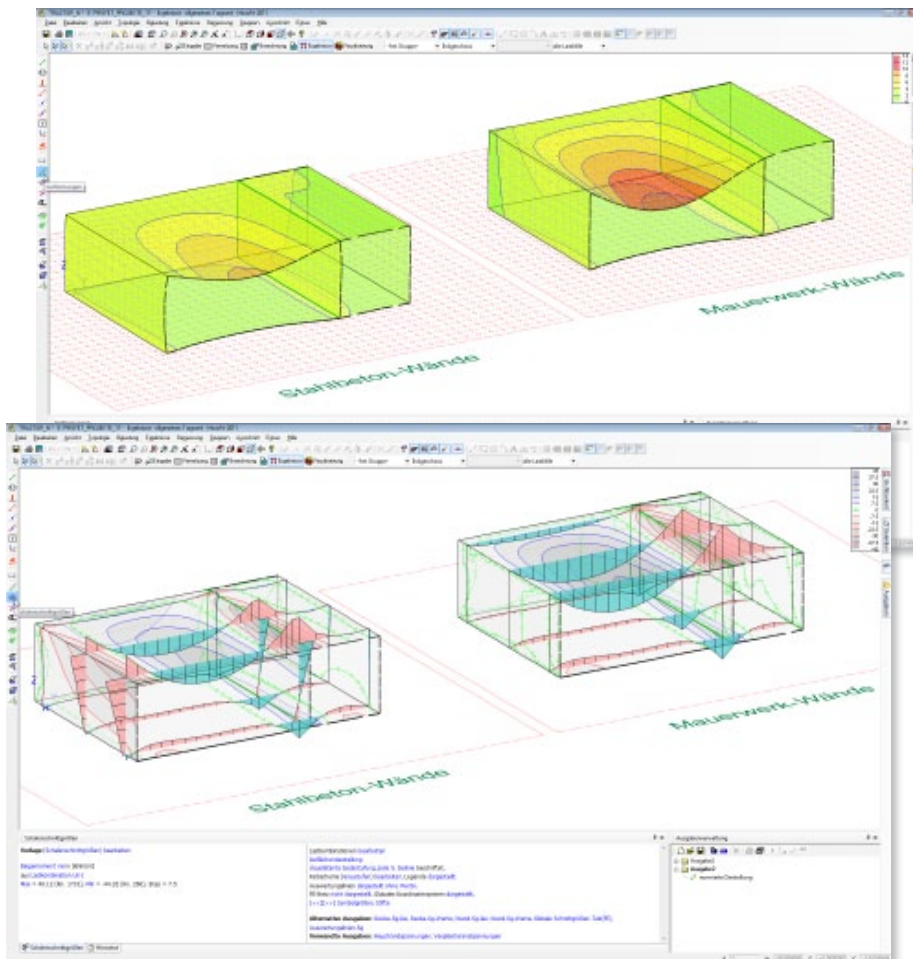
Hier geht MicroFe einen eigenen Weg. Die Gelenke am Wandkopf und -fuß werden nicht völlig frei drehbar definiert, sondern besitzen eine „Reststeifigkeit“. Damit ist ein kleiner Steifigkeitswert gemeint, der einerseits baupraktisch nicht ins Gewicht fällt, andererseits aber die frei drehbaren Knoten wirksam verhindert.

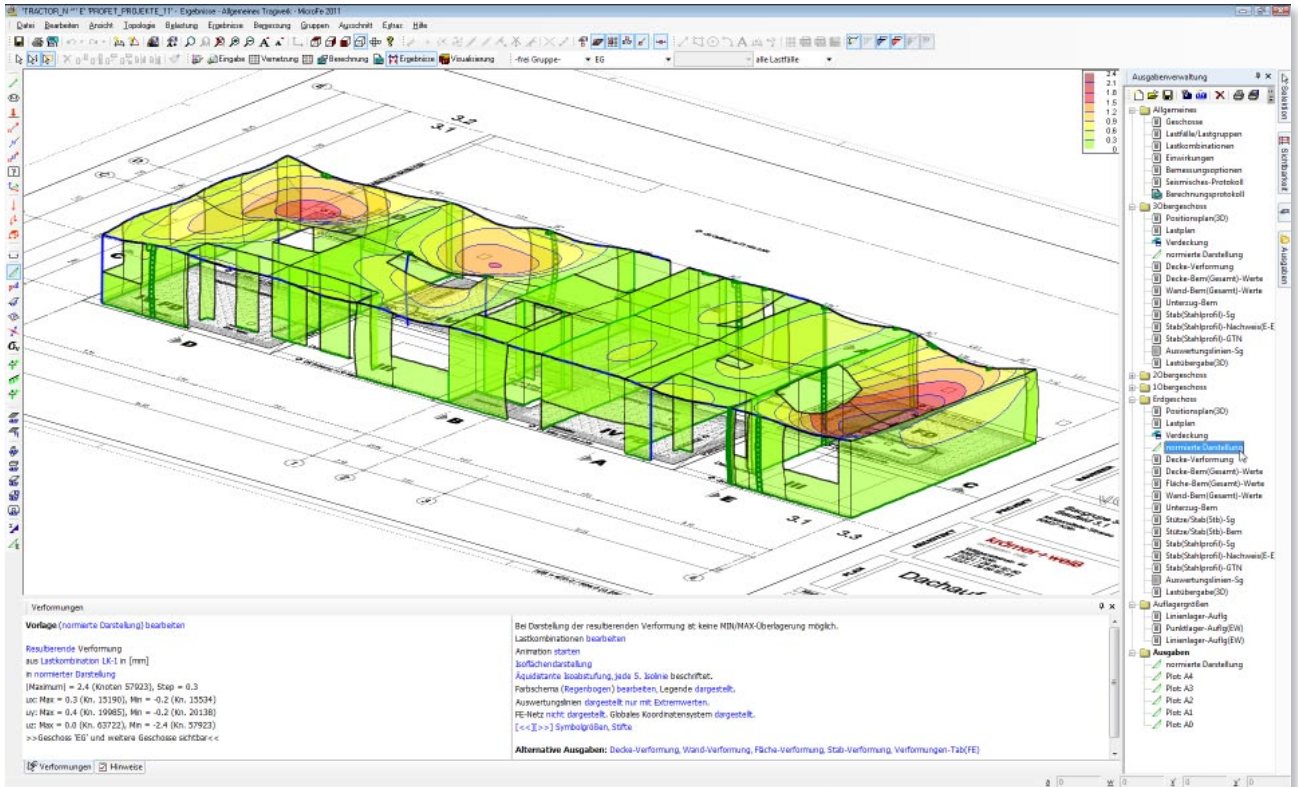
Es können aber auch baupraktisch relevante Steifigkeitswerte eingetragen werden, wenn Teileinspannungen zwischen der Mauerwerkswand und der Stahlbetonplatte berücksichtigt werden sollen.

*Gegenüberstellung zweier Modelle:  
links StB-Wände, rechts MW-Wände*

*Oben: Verformungsdarstellung, die Verdrehung der Decke über den Auflagern wird nicht in die MW-Wände eingetragen, dadurch entsprechend größere Verformungen.*

*Unten: Biegemomente  $M_x$ , entsprechend der Verformung ebenfalls keine Biegemomente in den MW-Wänden, Darstellung mittels individueller Auswertungslinien.*





Verformung in der grafisch-interaktiven Ergebnisdiskussion: Sichtbarkeit Geschoss EG, Hintergrundgrafik, Perspektive, Bildausschnitt

## Ausgabe

MicroFe unterscheidet zwischen grafisch-interaktiver Ergebnisdiskussion im Arbeitsbildschirm und der grafischen und tabellarischen DIN-A4-Ausgabe. Außerdem erfolgen die meisten Ausgaben auf Basis der FE-Ergebnisse, also FE-Knoten- und FE-Elementorientiert, oder positionsorientiert, indem alle FE-Ergebnisse innerhalb einer Position baupraktisch ausgewertet werden.

### Grafisch-interaktive Ergebnisdiskussion

Verformungen, Schnittgrößen, Spannungen, Auflagerreaktionen, Bemessungsergebnisse und Nachweise, aus jeder Perspektive, auch im Ausschnitt und in vielfältigen Darstellungsvarianten: Ziel ist die interaktive Beschäftigung mit den Ergebnissen. Jede Darstellung kann als Plot in beliebigen Formaten ausgegeben werden.

### Grafische und tabellarische Ausgabe

Die Ausgabe erfolgt als papierorientierte Ausgabe. Im mb-Viewer werden die Ausgaben zunächst angezeigt und können dort kontrolliert und kommentiert werden. Dazu eignet



DIN-A3-Plotausgabe eines konkreten Ergebnisses aus der grafisch-interaktiven Ergebnisdiskussion

sich besonders die Zoom-Funktion und bei längeren Ausgaben die Textsuche und die Kapitelübersicht.

### Geschoss-orientierte Ausgabe

Alle Ausgaben der FEM-Berechnung, der Bemessung und Nachweise erfolgen positionsorientiert wie in PläTo, EuroSta oder MicroFe üblich. Zusätzlich werden die Ausgaben je nach Geschoss zusammengefasst und strukturiert.

## S019 FEM-Modell einfügen

Die BauStatik stellt mit ihrer „Dokument-orientierten Statik“ ein sehr vielseitiges und flexibel einsetzbares Werkzeug zur Verfügung, um ein komplettes Statik-Dokument am Bildschirm zu erarbeiten. Über das kostenlose BauStatik-Modul S019 können FEM-Modelle in das Statik-Dokument eingefügt werden. Was mit PlaTo für Plattenberechnungen schon in vielen Ingenieurbüros zum Standard geworden ist, steht genauso auch für MicroFe und die Modelle aus der geschoss-orientierten Eingabe zur Verfügung.

### Ausgabezusammenstellung

In MicroFe können alle Ausgaben in Ausgabezusammenstellungen beliebig zusammengestellt werden. Das betrifft alle Grafiken aus der grafisch-interaktiven Ausgabe, die dann als großformatiger Plot oder als DIN-A4-Ausgabe eingefügt werden, genauso wie die positionsorientierten Ausgaben oder die FE-basierenden Ausgaben. Alle Ausgaben in einer Zusammenstellung können jederzeit reproduziert werden.

Dadurch wird aus den früher einmal mühsam einzeln zusammengestellten Statik-Unterlagen heute ein einfacher Klick, und MicroFe erzeugt alle Ausgaben auf dem aktuellen Eingabe- und Ergebnisstand.

Sobald ein FE-Modell mit einer seiner Ausgabezusammenstellungen über S019 in das Statik-Dokument eingefügt wird, ist der Work-Flow weiter vereinfacht, gerade wenn Berechnungsgrundlagen angepasst werden.

### Lastübernahme

Innerhalb eines FE-Modells können Lastwerte aus anderen FE-Modellen oder BauStatik-Positionen übernommen werden. Ist ein FE-Modell mit S019 in das Statik-Dokument integriert, überwacht die BauStatik die Abhängigkeiten des FE-Modells von den übernommenen Werten. Ändert sich ein Wert, veranlasst die BauStatik automatisch die Generierung, Berechnung und Bemessung und eine neue Ausgabe, um diese dann im Statik-Dokument zu aktualisieren.

### Lastweiterleitung

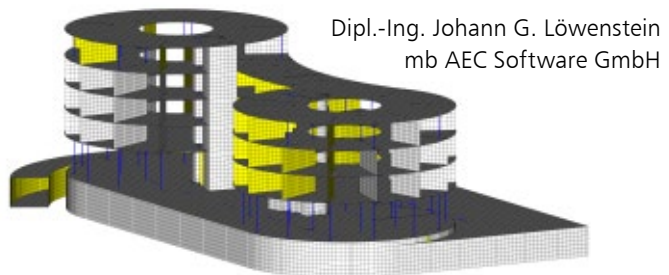
Auch die Lastweiterleitung aus dem FE-Modell heraus wird unterstützt. Andere FE-Modelle oder BauStatik-Positionen können Auflagerreaktionen aus dem FE-Modell übernehmen genauso wie Schnittkräfte zur Detailbemessung von z.B. Anschlüssen. Auch hier wacht die BauStatik über die Aktualität aller abhängigen BauStatik-Positionen oder FE-Modelle.

### Bearbeitung

Eingefügte FE-Modelle können direkt aus der BauStatik-Oberfläche geöffnet und bearbeitet werden. Nach erfolgter Änderung kommuniziert die Baustatik mit MicroFe, damit das FE-Modell ggf. neu vernetzt, berechnet, bemessen und die Ausgabezusammenstellung neu ausgegeben wird.

## Fazit

Die geschoss-orientierte Eingabe ist eine wesentliche Eingabehilfe für Geschossbauten. Eingabekomfort und Übersichtlichkeit werden erheblich gesteigert. Dazu gehört auch der besondere Positionstyp „Mauerwerkswand“. Die Geschosszugehörigkeit strukturiert die Ausgabe, sowohl in der Sichtbarkeitssteuerung in der Ergebnisdiskussion, als auch in der geschossweisen Ausgabe aller Ergebnisse. Das Zusatzmodul „M440 Geschosstragwerke“ erweitert MicroFe und ist beliebig kombinierbar mit sonstigen Erweiterungsmodulen, wie z.B. die Rotationskörper oder die Stabwerkseingabe EuroSta.stahl und EuroSta.holz.



## Literaturverzeichnis

- [1] Prof. Dr.-Ing. habil. Weitendorf, D: Dichte Betonbauwerke unter Beachtung wassergefährdender Stoffe. Fachaufsatz in: mb-news Nr. 6/2004. Ausgabe Dezember 2004
- [2] Kretz, J.: Grundlagen zu Verformungsberechnungen für überwiegend auf Biegung beanspruchte Stahlbetonquerschnitte unter Berücksichtigung des Reißens des Betons. Fachaufsatz in: mb-news Nr. 4/2009, Ausgabe Juni 2009
- [3] Ben Hamida, K: Durchstanznachweis nach DIN 1045-1 für Platten- und Faltwerk-Modelle, Modulbeschreibung zu M355 und M356 in: mb-news 7/2009 Oktober 2009
- [4] MicroFe-Datenblatt: Balkonanschluss-Fertigelemente  
Link: <http://www.mbaec.de/fileadmin/Datenblaetter/fem022-2008.pdf>
- [5] MicroFe-Datenblatt: Knotenunabhängige Vernetzung  
Link: <http://www.mbaec.de/fileadmin/Datenblaetter/fem023-2008.pdf>
- [6] MicroFe-Datenblatt: Stützenmodell  
Link: [http://www.mbaec.de/fileadmin/Datenblaetter/fem001\\_2006.pdf](http://www.mbaec.de/fileadmin/Datenblaetter/fem001_2006.pdf)

## mbAEC Angebote MicroFe 2011

### M440 Geschosstragwerke

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

**590,- EUR**

### MicroFe 2011 comfort

MicroFe-Paket „Platte + räumliche Systeme“

**3.990,- EUR**

### PlaTo 2011

MicroFe-Paket „Platten“

**1.490,- EUR**

Es gelten unsere Allg. Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.  
Alle Preise zzgl. Versandkosten (7,50 EUR) und ges. MwSt. Hardlock für Einzelplatzlizenz, je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Handbücher auf DVD. Betriebssystem Windows XP (32) / Windows Vista (32/64) / Windows 7 (32/64) – Stand: Mai 2011

Preisliste siehe [www.mbaec.de](http://www.mbaec.de)