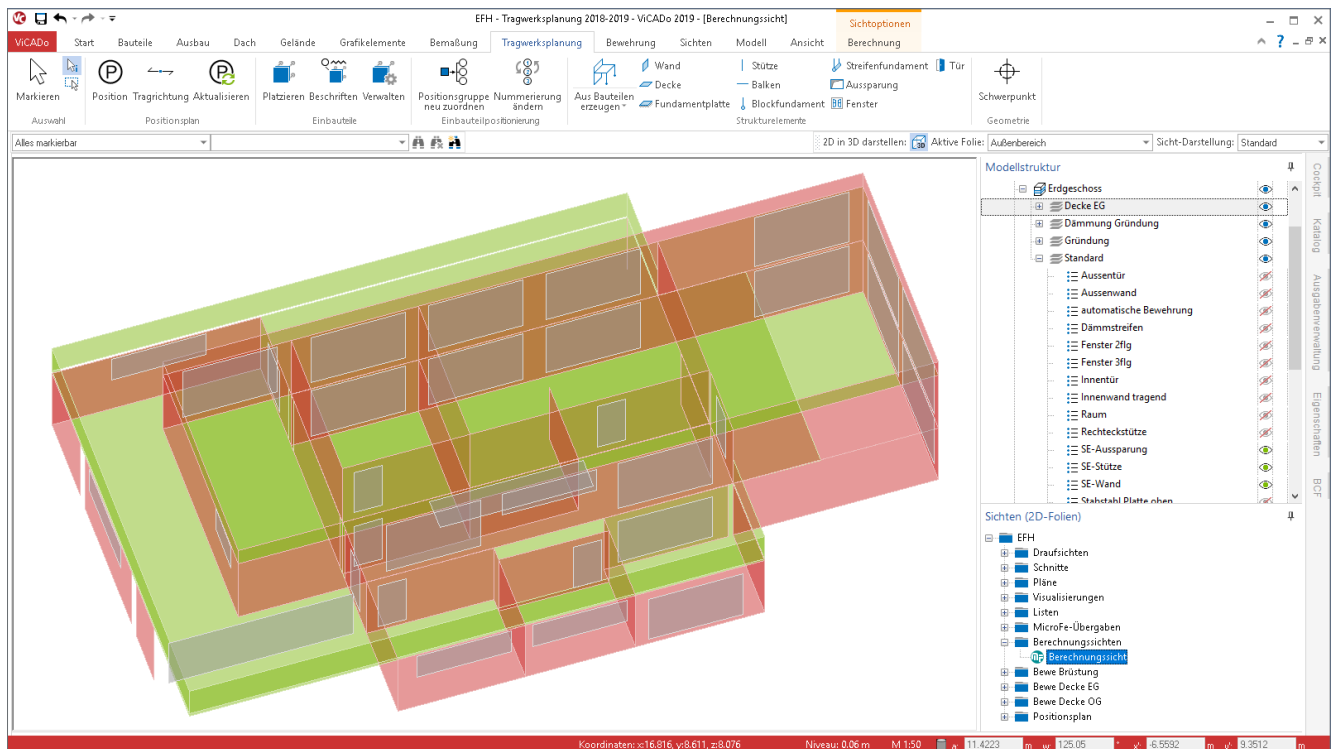


Dipl.-Ing.(FH) Markus Öhlenschläger

Arbeiten mit Strukturelementen

Die neue Basis für den bauteilbezogenen Informationsaustausch

In der mb WorkSuite 2019 stellt das Strukturmodell die neue Basis für den bauteilbezogenen Informationsaustausch zwischen ViCADO, MicroFe und der BauStatik dar. Über den in der mb WorkSuite 2019 vorhandenen Leistungsumfang hinaus bildet das Strukturmodell eine wichtige Grundlage für kommende Anforderungen, die durch das Zukunftsthema „BIM – Building Information Modeling“ an die Tragwerksplanung gestellt werden.



Architektur- oder Analysemodell

Für die statische Analyse im Rahmen der Tragwerksplanung ist ein Architekturmodell nicht unmittelbar verwendbar. Dies ist auf die unterschiedlichen Zielsetzungen der Modellierung zurückzuführen.

Das Architekturmodell hat zum Ziel, möglichst realitätsnah ein Gebäude abzubilden. Bauteile werden als Volumenkörper exakt abgebildet. Wogegen das Modell für die statische Analyse einem idealisierten Systemlinienmodell entspricht. Es werden in der Regel kleinere geometrische Unterschiede aufgelöst. Zum Beispiel werden Wände bis zum Schnittpunkt ihrer Systemlinien verlängert.

Genau an diesem Punkt setzen die Strukturelemente an und ermöglichen den Übergang vom Architekturmodell zum Analysemodell.

Begriffsbestimmung

Architektur und Rohbaumodell

Das Architekturmodell ist die digitale Abbildung des geplanten Bauwerks, mit dem Ziel einer möglichst exakten Simulation des geplanten Bauvorhabens. Das Rohbaumodell ist eine Teilmenge des Architekturmodells. Es besteht aus den wesentlichen raumbildenden Elementen wie Wände, Stützen, Balken, Decken und Treppen.

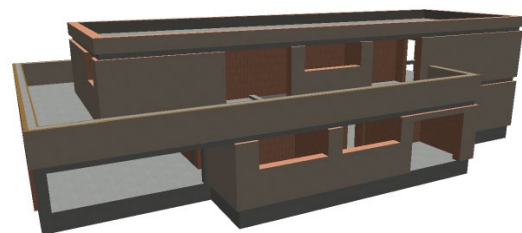


Bild 1. Rohbaumodell

Strukturmodell

Das Strukturmodell wird aus den tragenden Bauteilen erzeugt. Es bildet die Tragstruktur als Systemlinienmodell ab. Jedes am Lastabtrag beteiligte Bauteil wird als Strukturelement Teil des Strukturmodells. Ziel des Strukturmodells ist die Idealisierung des Modells, um eine statische Analyse zu ermöglichen.

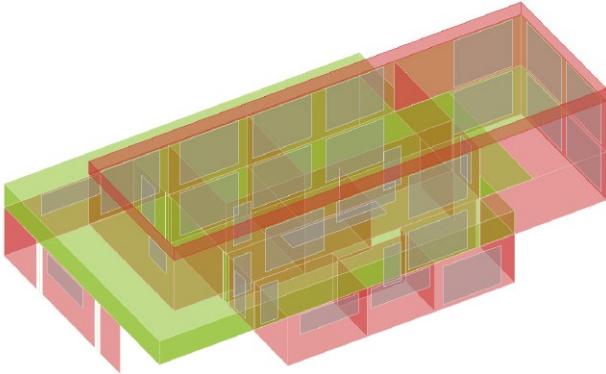


Bild 2. Strukturmodell des kompletten Tragwerks

Berechnungsmodell

Aus dem Strukturmodell können beliebig viele Berechnungsmodelle abgeleitet werden. Je nach gewünschtem Berechnungsverfahren, z.B. 2D-FE-Berechnung, werden Berechnungsmodelle für jede Geschossdecke erzeugt. Die Strukturelemente können in mehreren Berechnungsmodellen enthalten sein und somit auch parallel mehrere Ergebnisse bereitstellen.

Wie in den Bildern 2 und 3 erkennbar, sind die Strukturelemente der Decken sowohl in den Berechnungsmodellen zur Bemessung der Geschossdecken als auch im 3D-Modell (Bild 2), z.B. zur Bearbeitung und Nachweisführung der Aussteifung, enthalten

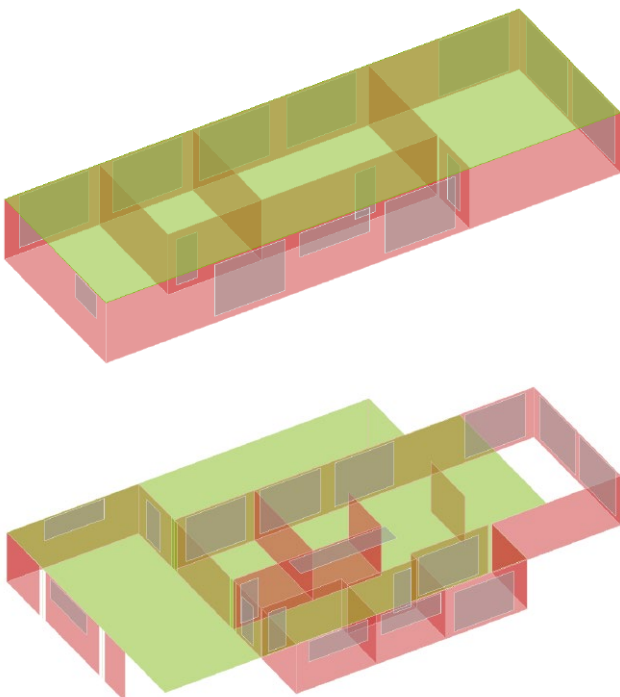


Bild 3. Berechnungsmodelle der Decken OG (oben) und EG (unten)

Bemessungsmodell

Für die statische Analyse werden die Berechnungsmodelle als Grundlage für die Bemessungsmodelle verwendet. Innerhalb dieses Übergangs werden zielorientiert für die gewählte Berechnungsmethode Umwandlungen vorgenommen. Zum Beispiel werden für eine 2D-FE-Bemessung der Decke Wandbauteile in Linienlager umgewandelt.

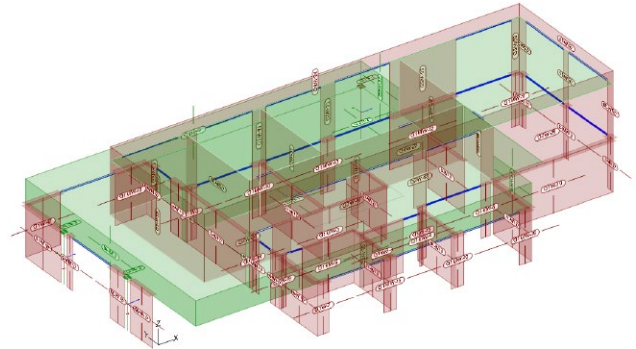


Bild 4. 3D-FE-Bemessungsmodell in MicroFe

Für die statische Analyse innerhalb der mb WorkSuite können Berechnungsmodelle für 2D- und 3D-MicroFe-Modelle, für EuroSta.stahl- und EuroSta.holz-Modelle sowie für Aussteifungsuntersuchungen mit den BauStatik-Modulen S033.de, S811.de und S820.de verwendet werden.

Arbeitsablauf im der mb WorkSuite

Im Folgenden wird der Arbeitsablauf mit den Strukturelementen innerhalb der mb WorkSuite exemplarisch aufgeführt. Es werden die einzelnen Schritte durchlaufen, die den Tragwerksplaner innerhalb der mb WorkSuite vom Architekturmodell über die Berechnungsmodelle bis zur Bewehrungsplanung führt.



Architekturmodell

Das Architekturmodell befindet sich in ViCADO. Je nach Projekt wird dieses mit ViCADO.arc oder ViCADO.ing erstellt oder aus einem IFC-Modell importiert. Für den Import wird das Zusatzmodul „ViCADO.ifc“ benötigt.

Für die Projektbearbeitung im BIM-Prozess stellt das Architekturmodell die Grundlage für alle benötigten Teil- und Fachmodelle, wie z.B. das Rohbaumodell, dar.



Bild 5. Architekturmodell in ViCADO.arc

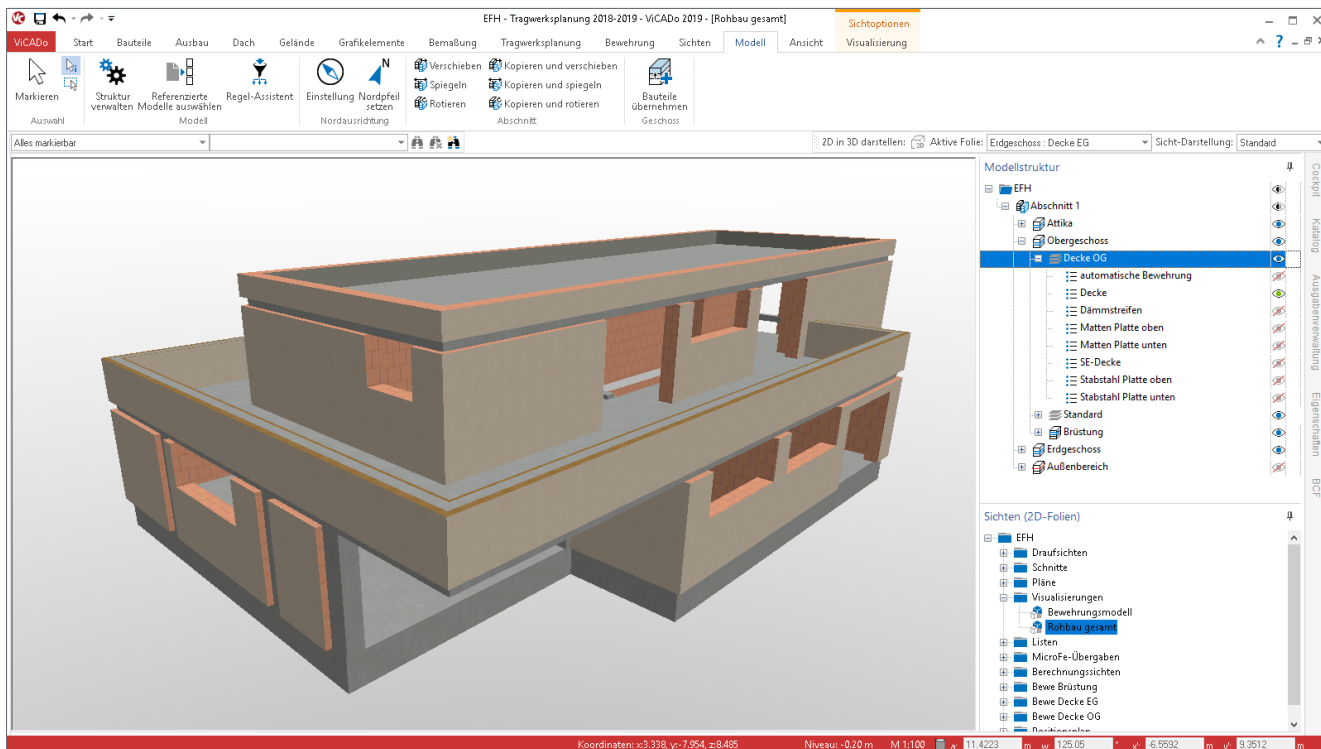


Bild 6. Darstellung des Rohbaumodells

Rohbaumodell darstellen

Durch die Steuerung der Sichtbarkeit von Geschossfolien oder Objekt-Kategorien wird das Rohbaumodell in ViCADo erzeugt. Alles, was nicht gebraucht wird, wird über das Fenster „Modellstruktur“ ausgeblendet. Idealerweise wird hierzu eine eigene Visualisierungssicht erzeugt, wodurch der IFC-Export vorbereitet wird und jederzeit aktualisierbar ist.

Durch die Gliederung des Modells in Geschossfolien wird die Steuerung der Sichtbarkeit wesentlich erleichtert. Gleiches gilt auch für die Verwendung von Kategorien für Bauteile, wodurch sehr einfach tragende und nichttragende Wände unterschieden werden können.

Wurde bei der Modellierung die Gliederung in Geschossfolien nicht vorgenommen, kann dies auch im Nachgang, z.B. durch den Regel-Assistenten oder durch manuelle Zuordnung, erreicht werden. Dies gilt ebenso für Gebäudemodelle, die aus einem IFC-Modell übernommen wurden.

Strukturmodell erzeugen

Über das Menüband-Register „Tragwerksplanung“, Gruppe „Strukturelemente“, werden alle benötigten Schaltflächen angeboten.

Die geteilte Schaltfläche „aus Bauteilen erzeugen“ bietet zwei Optionen. Zum einen das Erzeugen der Strukturelemente für alle tragenden Bauteile im Modell. Zum anderen das Erzeugen der Strukturelemente für die in der aktuellen Sicht angezeigten tragenden Bauteile.

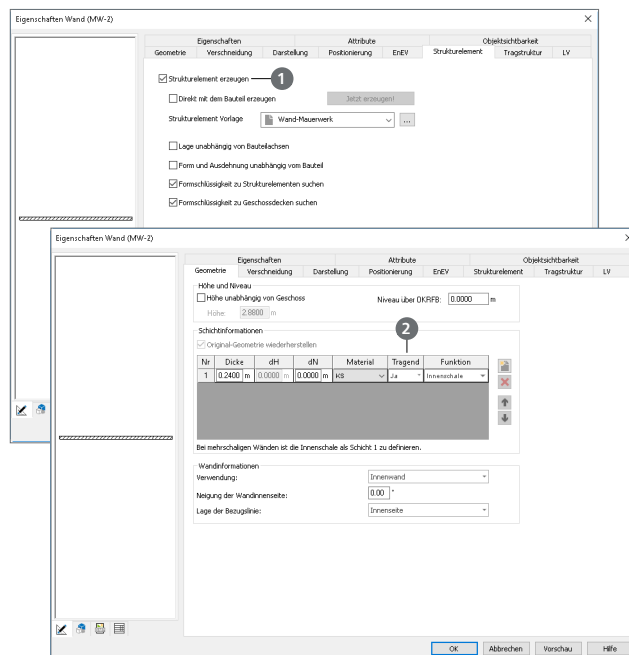


Bild 7. Positionseigenschaften der Bauteile

Über die Positionseigenschaften wird im Register „Strukturelemente“ ① die Erzeugung von Strukturelementen gesteuert. Zusätzlich spielt die Option „tragend“ ②, aus dem Register „Geometrie“ eine wichtige Rolle. Nur Bauteile, bei denen beide Optionen gewählt wurden, erhalten Strukturelemente. Bei mehrschaligen Bauteilen wie Wände und Decken ist zu beachten, dass nur die tragenden Schichten erfasst werden.

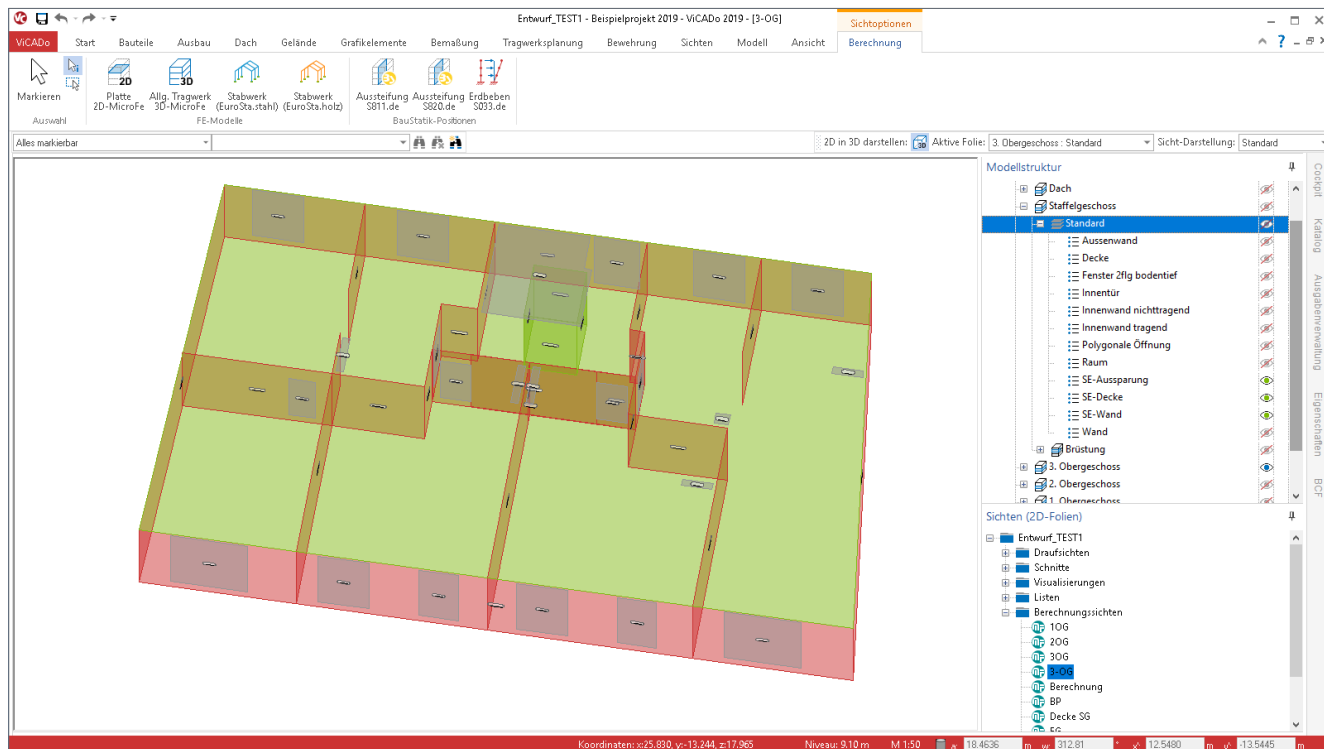


Bild 8. Auswahl der gewünschten statischen Analyse

Übergang zum Berechnungsmodell (Analysemodell)

ViCADo hilft bei dem Übergang zum Berechnungsmodell. Viele notwendigen geometrischen Anpassungen werden automatisiert durchgeführt.

Die Strukturelemente der Stützen und Wände werden in vertikaler Richtung, bis zum Strukturelement der Decken, verlängert. In horizontaler Richtung erfolgt für Wandbauteile ebenfalls eine Längenanpassung. Wände werden bis zum Schnittpunkt ihrer Systemlinien verlängert. Zusätzlich werden die Ränder der Decken horizontal an die Außenwände angepasst, um auskragende Deckenstreifen zu vermeiden.

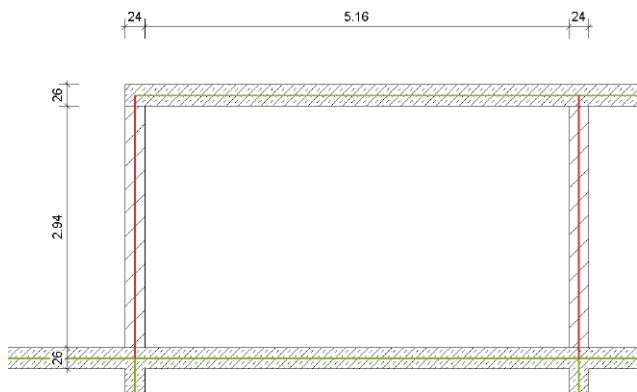


Bild 9. Darstellung des Strukturmodells im Architekturmodell

Die Anpassung der Deckenränder an die Außenwände erfolgt nur, wenn sich der Deckenrand innerhalb der Grundfläche der Außenwand befindet.

Durch diese automatischen Anpassungen, die aus dem Gebäudemodell abgeleitet werden, entsteht das Strukturmodell in ViCADo zum größten Teil automatisch. Zusätzlich können weitere Anpassungen durch den Tragwerksplaner vorgenommen werden, die die Berechnungen, z.B. mit Hilfe der Finiten Element Methode, günstig beeinflussen.

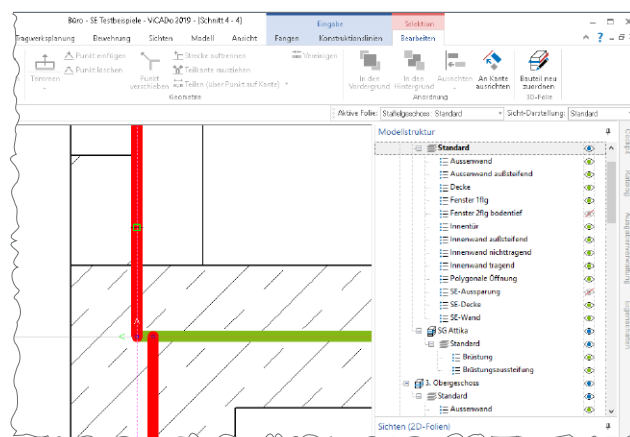


Bild 10. Ausrichten von Strukturelementen

In Bild 10 wird eine typischer Detailpunkt aufgezeigt. Die Stahlbetonwand im Keller weist eine andere Wandstärke als die Außenwand im aufsteigenden Geschoss auf. Bei einer mittigen Anordnung der Strukturelemente würde sich ein Versatz von wenigen cm ergeben. An dieser Stelle hilft die Option „An Kante ausrichten“, aus dem Kontextregister „Bearbeiten“, ingenieurgemäße Vereinfachungen vorzunehmen. Sie ermöglicht die gemeinsame Ausrichtung aller selektierter Strukturelemente.

Für die Sichtung und Bearbeitung des Strukturmodells helfen zwei grundlegende Optionen in ViCADO. Zum einen die Steuerung der Sichtbarkeit auf Ebene der Bauteil-Kategorien über das Fenster „Modellstruktur“. Zum anderen die 3D-Darstellung von 2D-Sichten wie Schnitt und Draufsichten. Die zweite Option ist mit ViCADO 2019 nutzbar und kann über die Optionenleiste (neben Auswahl aktive Folie) aktiviert und deaktiviert werden.

Vc Berechnungsmodell erzeugen und freigeben
 Das Strukturmodell bietet die einheitliche Grundlage für alle Berechnungsmodelle, die im Rahmen der Tragwerksplanung benötigt werden. In ViCADO werden die Berechnungsmodelle durch spezielle Berechnungssichten erstellt.

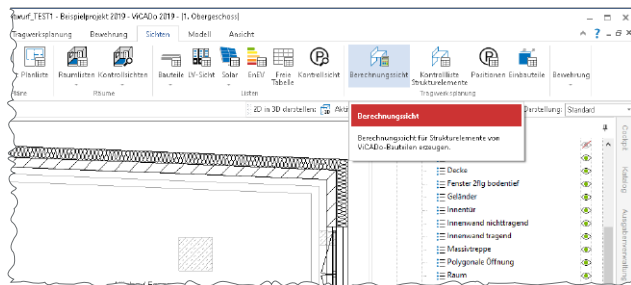


Bild 11. Schaltfläche „Berechnungssicht“ im Register „Sichten“

Erzeugt werden Berechnungssichten über das Register „Sichten“, Schaltfläche „Berechnungssicht“. Der in der Sicht dargestellte Umfang an Strukturelementen bildet das Berechnungsmodell. Direkt beim Erzeugen kann auf Ebene der Geschossfolien eine Auswahl von Strukturelementen getroffen werden. Im Anschluss kann der Umfang weiter angepasst werden. Dies geschieht wahlweise durch das Abwählen kompletter Strukturelement-Kategorien oder gezielt einzelner Strukturelemente.

Im typischen Hochbau werden in der Regel Geschossdecken mit Hilfe von 2D-FE-Berechnungen dimensioniert und nachgewiesen. Somit wird für jede Geschossdecke eine eigene Berechnungssicht erzeugt. In dieser sind alle Deckenpositionen der Deckenebene sichtbar, ebenso wie alle lastempfangenden Stützen und Wände unterhalb der Decke bzw. Decken. Ebenso können Berechnungssichten bzw. Berechnungsmodelle für die Beurteilung der räumlichen Aussteifung des Tragwerks erzeugt werden. Wurde der Umfang der benötigten Strukturelemente über Steuerung der Sichtbarkeiten festgelegt und die Geometrie der Strukturelemente geprüft und ggf. angepasst, kann der Inhalt der jeweiligen Berechnungssicht als Berechnungsmodell freigegeben werden. Dieser finale Schritt wird über das Kontextregister der Berechnungssicht angeboten.

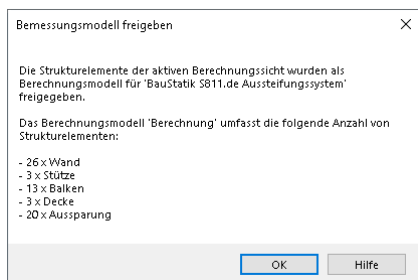


Bild 12. Protokoll zur Freigabe

Die Freigabe des Modells legt auch das Ziel der statischen Analyse, also der Bemessung, fest. Diese Entscheidung bleibt dauerhaft für die Berechnungssicht erhalten.

Als Ziele der Berechnungsmodelle können die folgenden Systeme oder Module der mb WorkSuite bestimmt werden:

- MicroFe 2D: ebene FE-Berechnung
- MicroFe 3D: räumliche FE-Berechnung
- EuroSta.stahl: räumliche Stabwerksberechnung
- EuroSta.holz: räumliche Stabwerksberechnung
- BauStatik: S033.de Erdbeben-Ersatzlastermittlung
- BauStatik: S811.de Aussteifungssystem mit Windlastverteilung
- BauStatik: S820.de Holz-Aussteifungssystem mit Windlastverteilung

Der Umfang der freigegebenen Strukturelemente wird in einem Hinweisdialog aufgeführt. Falls Strukturelemente für die gewählte Berechnung nicht berücksichtigt werden können, werden diese hier explizit aufgeführt.

mf und EuroSta verwenden

Die Verwendung der Berechnungsmodelle in MicroFe und EuroSta wird über den ProjektManager gestartet. Über die Auswahl Schaltfläche „Importieren“ wird die Option „Berechnungsmodell aus ViCADO verwenden“ gestartet.

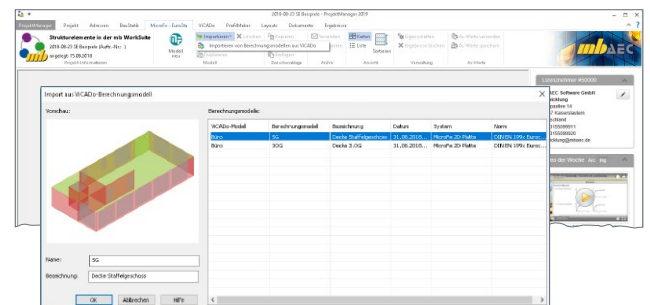


Bild 13. Verwendung von Berechnungsmodellen in MicroFe

Der vorangestellte Dialog zeigt alle Berechnungsmodelle aus dem aktuellen Projekt, bzw. aus allen ViCADO-Modellen des Projektes. Neben den wichtigen textlichen Angaben, die tabellarisch aufgeführt werden, erscheint zusätzlich eine Vorschau auf das Berechnungsmodell.

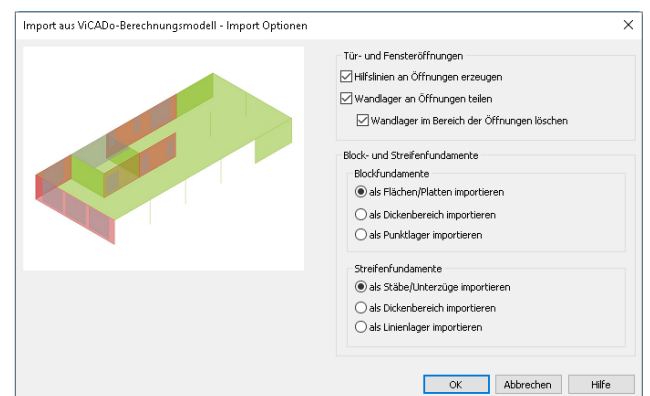


Bild 14. Anpassungen im Übergang von ViCADO zu MicroFe

Für den weiteren Import-Vorgang in MicroFe werden für eine 2D-Plattenberechnung z.B. die Wände als Wandlager interpretiert. Weitere Import-Optionen führt der in der Folge angezeigte Dialog auf. So können z.B. Wandlager an Fenster- oder Türöffnungen automatisch geteilt und wahlweise direkt gelöscht werden.

Nach dem Import stehen die 2D- bzw. 3D-Modelle als Bemessungsmodelle in MicroFe zur weiteren Bearbeitung, z.B. Eingabe der Belastungen, bereit. An Stelle der gelöschten Wandabschnitte erscheinen blau eingefärbte Hilfslinien, die die gelöschten Wandabschnitte dokumentieren.

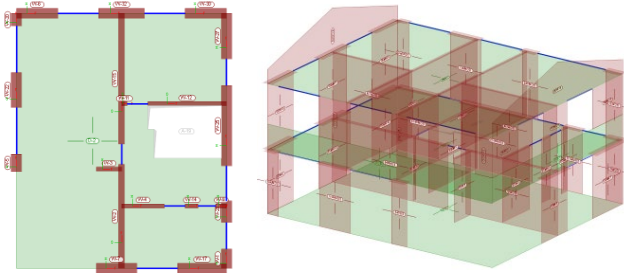


Bild 15. Bemessungsmodelle in MicroFe

35 Berechnungsmodelle in der BauStatik verwenden

Auch für die Berechnungen in der BauStatik können Berechnungsmodelle bereitgestellt werden. Möglich ist dies für die BauStatik-Module zur Bearbeitung der räumlichen Aussteifung. Dies sind die Module S033.de, S811.de und S820.de.

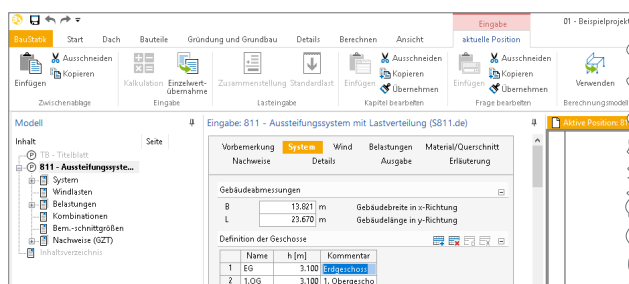


Bild 16. Verwendung eines Berechnungsmodells in der BauStatik

Für die Verwendung ist zuerst eine Position der drei aufgeführten BauStatik-Module zu erzeugen. Das Kontextregister „aktuelle Position“ ermöglicht die Verwendung über die gleichnamige Schaltfläche.

Alle Strukturelemente aus der Berechnungssicht beeinflussen die Eingabewerte der Module. Zum Beispiel werden für die Eingaben des Moduls S811.de alle vorhandenen Strukturelemente zur Bestimmung der Gebäudeabmessungen herangezogen. In die Eingabetabelle der Wände werden jedoch nur die als aussteifend wirksamen Wände übertragen.

MF Bemessungsmodell bearbeiten

Nach der Verwendung eines Berechnungsmodells z.B. in MicroFe, wird dieses zu einem Bemessungsmodell. Die einzelnen Positionen des Bemessungsmodells bleiben über die Berechnungsmodelle in dauerhafter Beziehung mit den Strukturelementen im ViCADO-Modell.

Selbst individuelle Änderungen wie Umbenennen, Änderung des Querschnitts oder der Festigkeitsklasse sogar Teilungen von Positionen im Rahmen der Nachweisführung, können diese Beziehung nicht aufheben. Lediglich das Löschen von z.B. Positionen in einem MicroFe- oder ViCADO-Modell hebt Verbindungen auf.

MF Ergebnisse freigeben

Nach erfolgreicher Stahlbetonbemessung von Platten- und Scheibentragwerken können die Ergebnisse in MicroFe für die Verwendung in ViCADO freigegeben werden. Die Freigabe erfolgt über das Systemmenü von MicroFe, Rubrik „Export“.

Struktur-Datenbank

Zentral im Projekt erfolgt die Verwaltung aller Informationen und Beziehungen rund um die Strukturelemente und Berechnungsmodelle über die Struktur-Datenbank. Über das Register „Tragstruktur“ in den Positionseigenschaften von MicroFe-Positionen und ViCADO-Bauteilen werden die Beziehungen im Projekt nachvollziehbar aufgeführt.

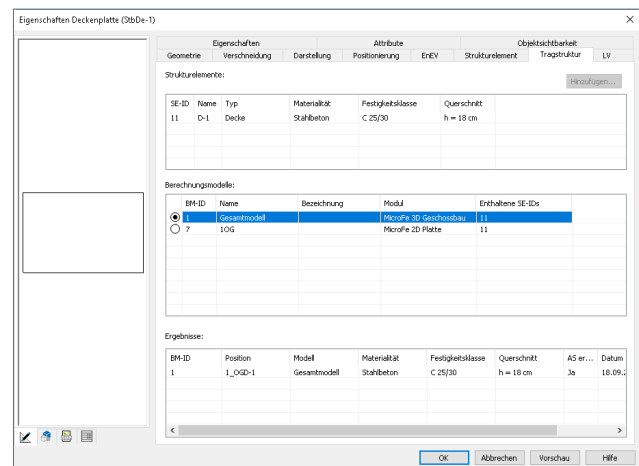


Bild 17. Register „Tragwerk“ eines ViCADO-Bauteils

Das Register „Tragwerk“ zeigt im oberen Teil, alle Strukturelemente, die dem Bauteil zugeordnet sind. Im mittleren Teil sind die Berechnungsmodelle aufgeführt, in denen die Strukturelemente des Bauteils enthalten sind. Zuletzt enthält die untere Tabelle die Ergebnisse aus den Bemessungsmodellen.

Die Tabellen des Registers „Tragwerk“ zeigen auch die aktuell verwendeten Querschnitts- und Festigkeitsangaben. Somit werden z.B. Änderungen, die im Rahmen der Nachweisführung notwendig wurden, sofort erkennbar.

IFC Berechnungsmodell exportieren

Für eine statische Analyse mit einer Anwendung außerhalb der mb WorkSuite können Berechnungsmodelle im IFC-Export Berücksichtigung finden. Wahlweise können Strukturelemente bzw. Berechnungsmodelle als „Struktur-Analyse-Modell“ im IFC2x3 oder IFC4 Format, inklusive oder exklusive der zugehörigen Bauteile, exportiert werden.

Ermöglicht wird dieser spezielle Austausch von Modellinformationen im IFC-Format über das ViCADO-Zusatzmodul „ViCADO.ifc“.

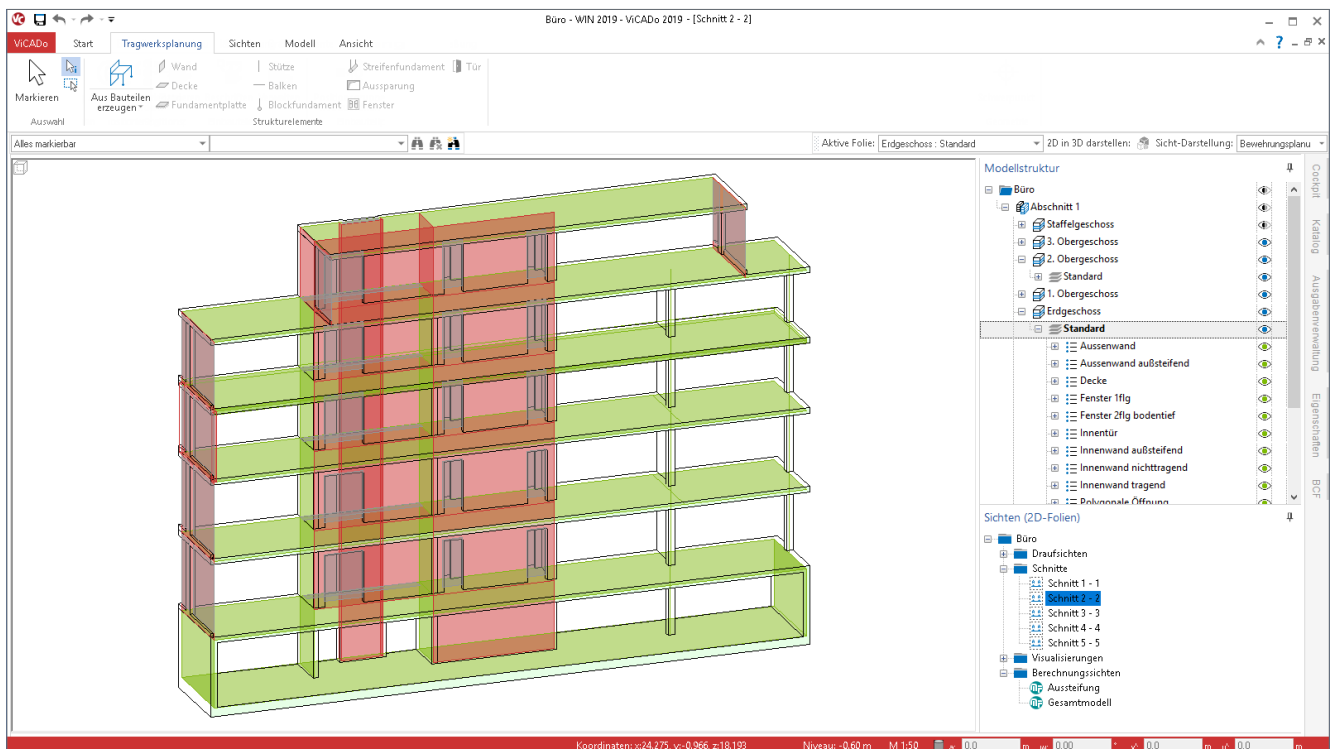


Bild 18. Oberfläche von ViCADO.struktur

Kontrollansichten verwenden

Im Rahmen der Bemessung und Nachweisführung von Bauteilen werden die Abmessungen und Festigkeitsklassen der gewählten Werkstoffe festgelegt. Somit werden z.B. Deckenstärken entsprechend der Erfordernisse angepasst.

Kontrollansichten					
Position	Material	Festigkeitsklasse	Querschnitt	Einheit	Status
2. Obergeschoss					
200	Decke	Stahlbeton	C 25/30	h = 22 cm	Ja
200-01	Decke	Stahlbeton	C 25/30	h = 22 cm	Ja
200-01	Decke	Stahlbeton	C 25/30	h = 15 cm	Ja
200-02	Decke	Stahlbeton	C 25/30	h = 15 cm	Ja
200-02	Decke	Stahlbeton	C 25/30	h = 15 cm	Ja
200-03	Decke	Stahlbeton	C 25/30	h = 15 cm	Ja
200-03	Decke	Stahlbeton	C 25/30	h = 15 cm	Ja
3. Obergeschoss					
300	Decke	Stahlbeton	C 25/30	h = 22 cm	Ja
300	Decke	Stahlbeton	C 25/30	h = 22 cm	Ja
Staffelgeschoss					
50	Decke	Stahlbeton	C 25/30	h = 22 cm	Ja
50	Decke	Stahlbeton	C 25/30	h = 22 cm	Ja

Bild 19. Kontrollansichten in ViCADO

Die Kontrollansichten zu den Strukturelementen helfen alle Anpassungen im Blick zu behalten. Tabellarisch werden in den Kontrollansichten die Angaben zu Festigkeit und Querschnitt in den Strukturelementen und den Bemessungsmodellen aufgeführt.

Tauchen bei Strukturelementen Unterschiede auf, wird die entsprechende Zeile inkl. des abweichenden Wertes markiert. Somit können Anpassungen sehr leicht und sicher in das Architekturmodell nachgeführt werden.

ViCADO.struktur

Die Überführung des Architekturmodells in ein statisches Analysemodell für 2D- und 3D-Berechnungen wird mit ViCADO.ing 2019 möglich. Mit der Ausprägung ViCADO.struktur 2019 steht für die Tragwerksplanung die Leistungsfähigkeit aus ViCADO.ing, rund um die Strukturelemente, als eigenständiges ViCADO-Derivat zur Verfügung. ViCADO.struktur ermöglicht die Erstellung und Bearbeitung des Strukturmodells und der Berechnungsmodelle für bestehende ViCADO-Modelle, die z.B. vom Entwurfsverfasser an den Tragwerksplaner übergeben wurden.

IFC-Datenaustausch

Im Zusammenspiel mit dem Zusatzmodul „ViCADO.ifc“ wird ViCADO.struktur darüber hinaus eine wichtige Ergänzung im BIM-Prozess. Es ermöglicht den Import eines IFC-Gebäudemodells und die darauf aufbauende Erstellung des Strukturmodells. Zusätzlich zum Import ist der Tragwerksplaner mit ViCADO.struktur inkl. ViCADO.ifc in der Lage, das erstellte Strukturmodell auch im IFC-Format weiterzugeben.

Fazit

Auf der Grundlage der Strukturelemente bietet die mb WorkSuite 2019 neue Möglichkeiten des bauteilbezogenen Informationsaustausches. Neben der neuen Übergabe für 3D-FE-Modelle oder für BauStatik-Berechnungen bieten die Kontrollansichten in ViCADO ein neues Maß an Transparenz und Sicherheit bei der Anwendung.

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