

Dipl.-Ing. (FH) Markus Öhlenschläger

Automatisches Ausrichten

Möglichkeiten zur Ausrichtung von Strukturelementen

Für die Tragwerksplanung in einem BIM-Planungsprozess werden zwei Modelle benötigt. Die Basis bildet das Architekturmodell mit einer möglichst exakten geometrischen Beschreibung. Aus diesem Modell wird das Tragwerksmodell abgeleitet, das die Brücke von der Architektur zu den statischen Analysen und Nachweisen in der Tragwerksplanung bildet. Das Strukturmodell ermöglicht es dem Tragwerksplaner die Geometrie des Tragwerks anzupassen, ohne das Architekturmodell geometrisch zu verändern. Der Artikel beschreibt die Möglichkeiten in ViCADO, die den Tragwerksplaner bei der Anpassung des Strukturmodells unterstützen.

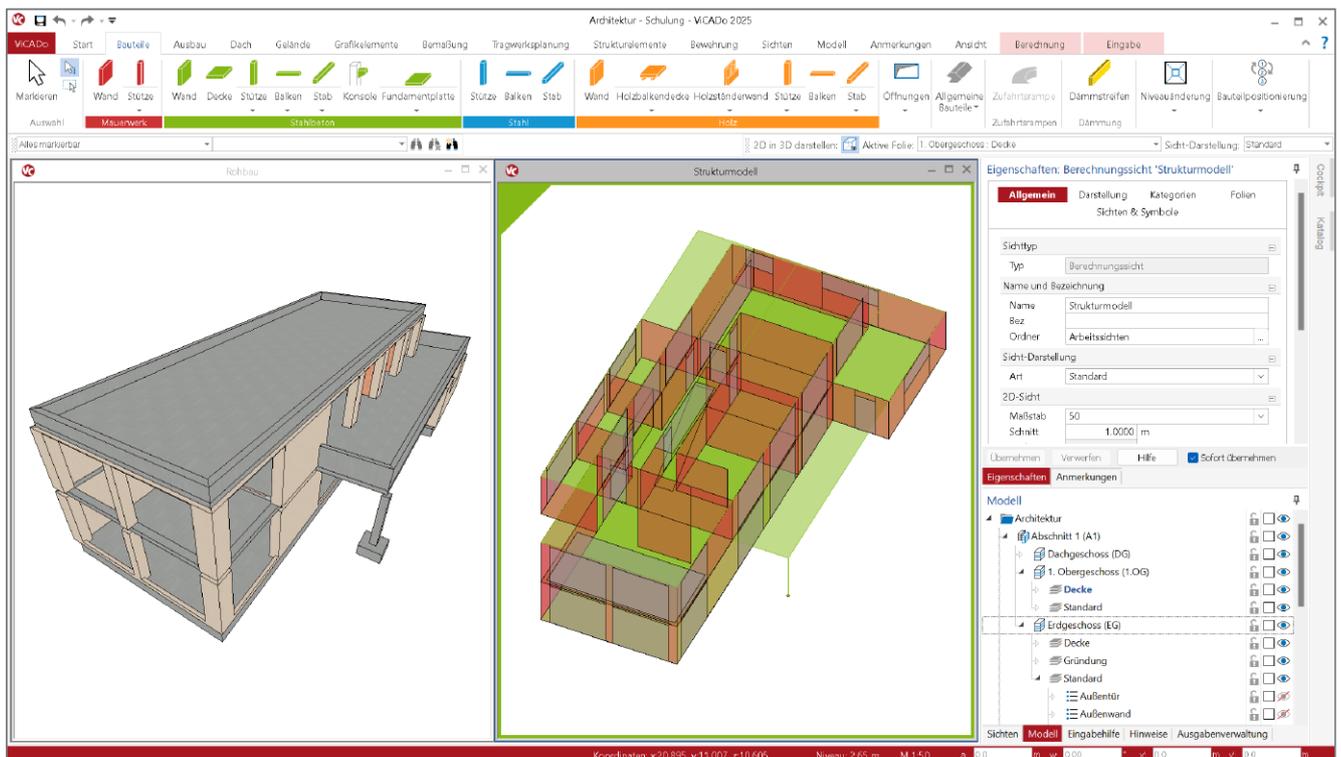


Bild 1. Architektur- und Strukturmodell als Grundlage für die Tragwerksplanung

Übergang zum Systemlinienmodell

Für die statischen Analysen und Nachweise verwendet der Tragwerksplaner zwei Arten von Modellen, das Architekturmodell und das Strukturmodell. Das Tragwerksmodell beschreibt das Tragwerk als geometrisch reduziertes Systemlinienmodell. Diese Art der Beschreibung greift die gängige und etablierte Art der statischen Modelle auf. Bauteile werden auf ihre Systemlinien und Flächen reduziert.

Diese geometrische Beschreibung gilt für den einfachen Durchlaufträger, die 2D-FE-Deckenbemessungen bis hin zu komplexen 3D-FEM-Modellanalysen. Für die Idealisierung und geometrische Überführung vom Architekturmodell in das Systemlinien- bzw. Tragwerksmodell sind z.B. manuelle, ingenieurmäßige Entscheidungen notwendig. Mit ViCADO und der mb WorkSuite stehen dem Tragwerksplaner verschiedene Leistungsmerkmale zur Verfügung, die ihn bei dieser Überführung unterstützen.

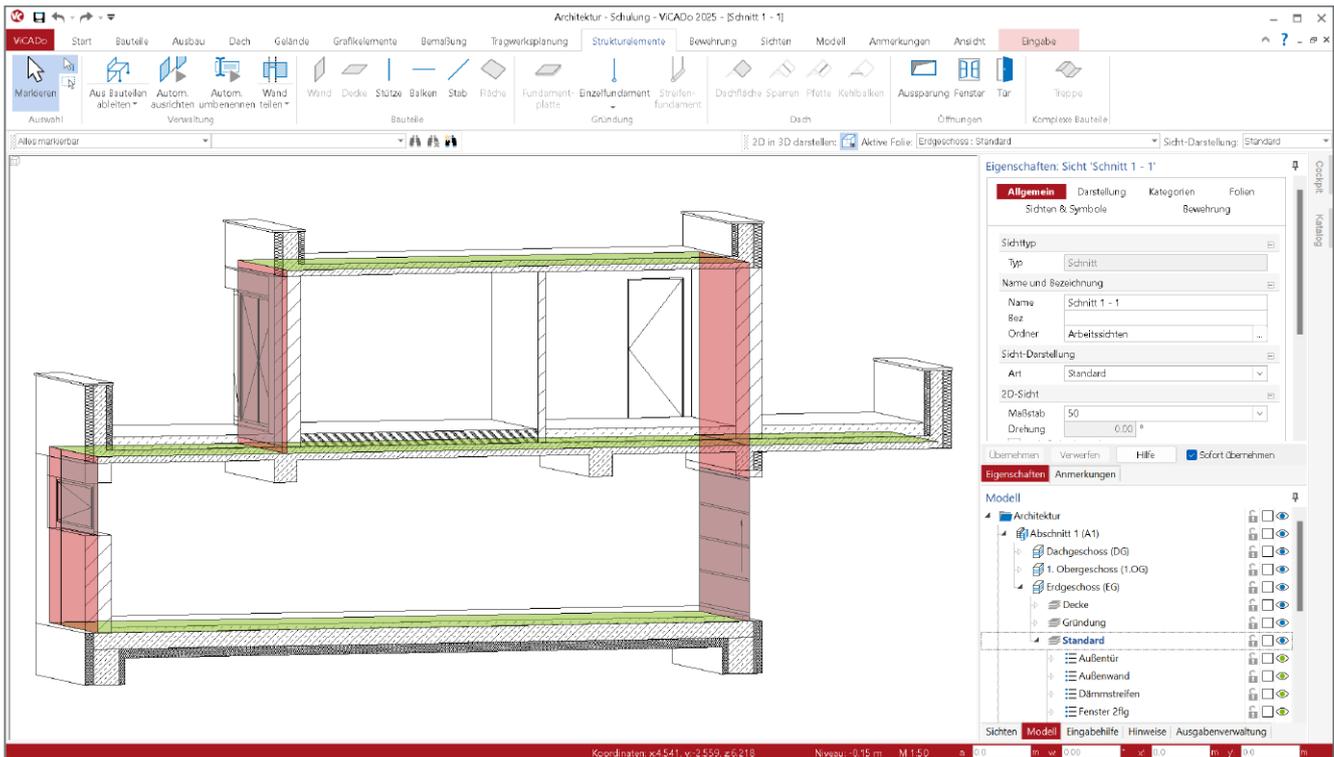


Bild 2. Strukturmodell im Architekturmodell

Strukturmodell

Die geometrisch reduzierte Formulierung der Bauteile von der 3D-Geometrie zur systemlinienbezogenen 2D-Geometrie erfordert in der Regel Idealisierungen und Vereinheitlichungen. Wesentliches Ziel des Strukturmodells ist die Vorbereitung der statischen Analysen und Bemessungen, die alle auf einem Systemlinienmodell basieren.

Der Idealisierungsbedarf des Tragwerksmodells ergibt sich aus der Ableitung aus dem Architekturmodell. Die Strukturelemente werden zunächst im Schwerpunkt bzw. in der Systemachse generiert. Dadurch kann es z.B. zu Unterschieden in der Lage der Strukturelemente von Wänden kommen, wenn sich die Wandstärken zwischen den Geschossen unterscheiden, siehe Bild 5 ①. Dieser Versatz von wenigen cm ist baupraktisch nicht relevant, kann aber die numerischen Auswertungen in einem FE-System unerwünscht beeinflussen.

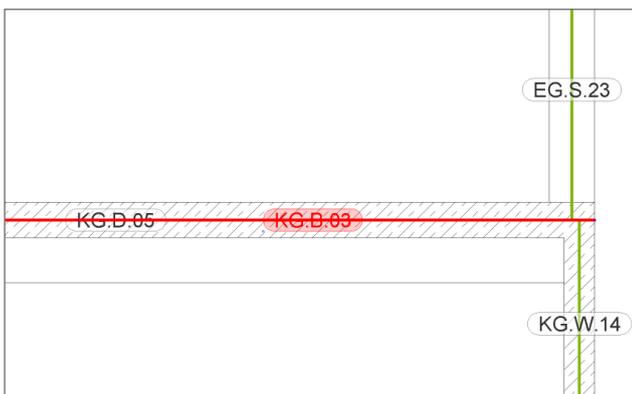


Bild 3. Systemlinienmodell mit Balken

Bild 3 zeigt als weiteren Idealisierungsbedarf ein Strukturelement für einen Unterzug (KG.B.03). Ohne Idealisierung würden bei einer Bemessung, z.B. im BauStatik-Modul S340.de, zwei unerwünschte Effekte auftreten. Zum einen das große Versatzmoment zwischen der Einzellast (Stütze EG.S.23) und der Lagerung (KG.W.14) und zum anderen die Länge des Elementes, die zunächst gleich der Länge des Bauteils ist. In diesem Fall würde das Modul ein zu kurzes Feld und eine erforderliche Bemessung als Konsole anzeigen.

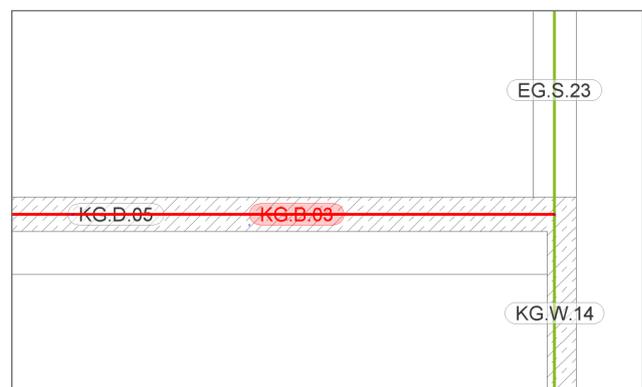


Bild 4. Idealisiertes Strukturmodell

Eine Idealisierung wie in Bild 4 ist hier aus ingenieurpraktischer Sicht anzustreben. Natürlich ist immer abzuwägen, wie die geometrische Idealisierung durchgeführt wird. Eine Verschiebung der Wand „KG.W.14“ um wenige cm nach innen reduziert die Stützweite in diesem System um 0,4%. Es ist davon auszugehen, dass diese Veränderung keinen signifikanten Einfluss auf das Bemessungsergebnis hat.

Dieser Inhalt ist online nicht verfügbar.

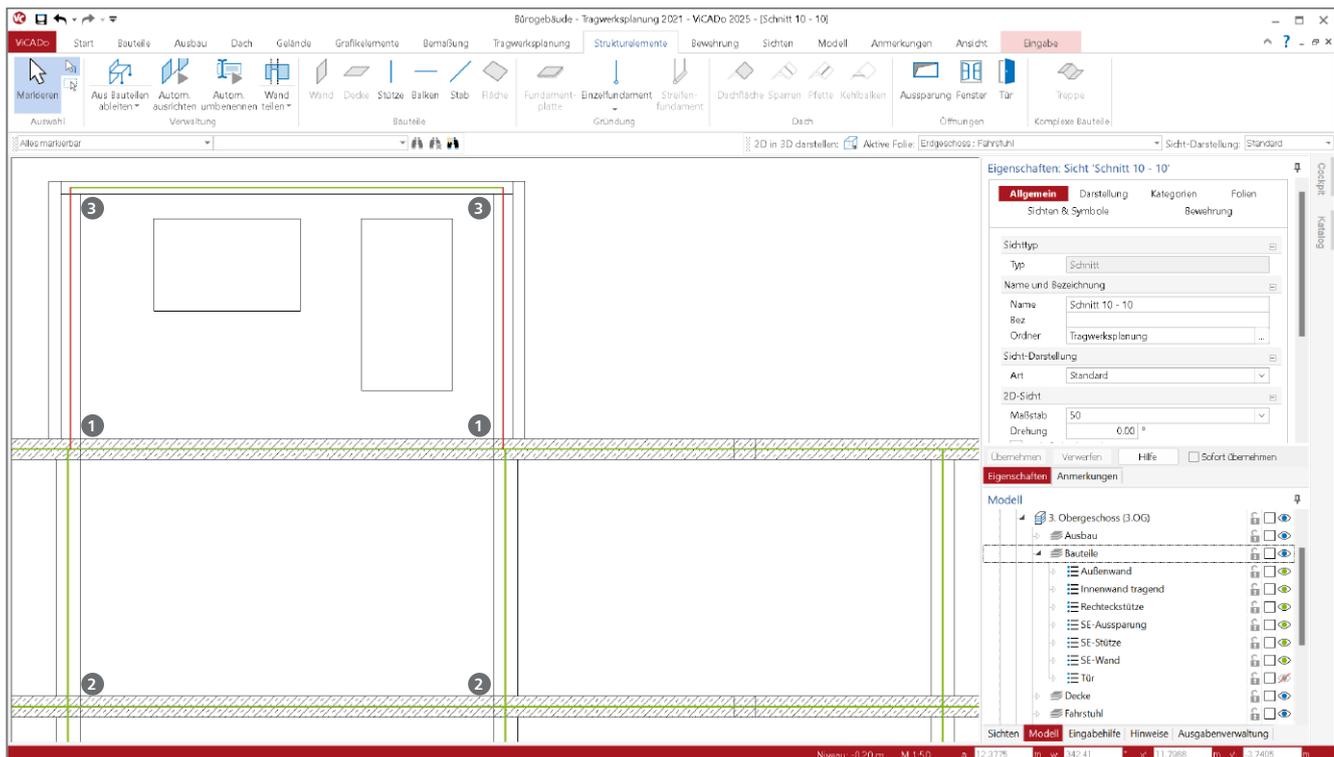


Bild 5. Strukturmodell mit geometrischen Unterschieden nach der Ableitung aus der Architektur

Ausrichtung des Strukturmodells

Der Übergang vom Architekturmodell zum Strukturmodell erzeugt, wie bereits beschrieben, einen Idealisierungs- und Anpassungsaufwand. Vieles ist dabei eindeutig und kann automatisch durchgeführt werden. Einiges erfordert eine ingenieurmäßige Entscheidung und kann daher nur teilweise automatisiert werden. Und es verbleiben Punkte im Strukturmodell, die vom Tragwerksplaner manuell bearbeitet werden müssen.

Automatische Anpassung

Grundsätzlich steht bei der Ableitung des Strukturelements für ein Architekturbauteil nur die Geometrie des Architekturbauteils zur Verfügung. So kann ein Strukturelement für eine Wand (SE-Wand) die Länge und Höhe als Projektion auf die Systemebene übernehmen. Das Strukturmodell sollte jedoch keine geometrischen Lücken aufweisen, um universell in allen möglichen statischen Analysen verwendet werden zu können. Daher müssen die SE-Wände an Kopf und Fuß bis zur Systemebene der SE-Decken verlängert werden. Dies geschieht in ViCADO automatisch, siehe Bild 5 ②. Ebenso müssen die SE-Decken geometrisch an die Außenwände angepasst bzw. verkürzt werden (Bild 5 ③). Diese Anpassung ist zwar mechanisch und numerisch nicht zwingend erforderlich, führt aber zu baupraktisch gewünschten Ergebnissen und vermeidet z.B. unerwünschte Stützmomente, die bei einem Kragarm mit halber Wandstärke als Kragarmlänge unweigerlich auftreten würden. Dank dieser automatischen Anpassungen ist in der Regel eine grundsätzliche Nutzbarkeit des Strukturmodells erreicht. Die weiteren Ausrichtungen und Anpassungen erhöhen somit die Qualität der Ergebnisse.

Automatisches Ausrichten

Die neue automatische Ausrichtung in der mb WorkSuite 2025 ist eine leistungsfähige Funktion, die zwischen der automatischen und der manuellen Ausrichtung angesiedelt werden kann. Die Option kann vom Anwender gezielt auf das Modell oder eine wählbare Teilmenge des Modells angewendet werden und richtet die Strukturelemente automatisch aneinander aus.

Manuelle Anpassung

Einige geometrische Anpassungen sind durch den Tragwerksplaner vorzunehmen. Typische manuelle Anpassungen finden sich z.B. im Bereich der Träger und Stützen. Im folgenden Bild 6 ist zu erkennen, dass die Situation zwischen Balken und Deckenrand angepasst werden muss. Diese Anpassung ist vom Anwender manuell vorzunehmen.

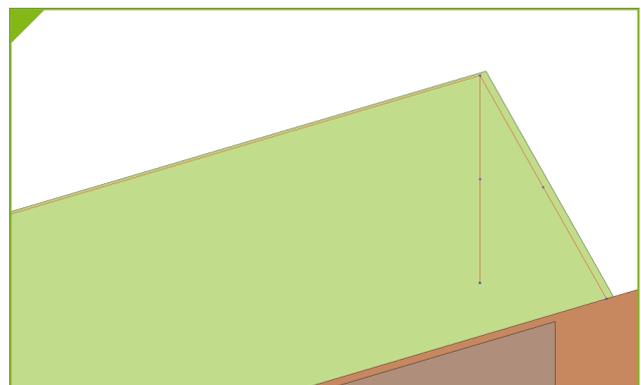


Bild 6. SE-Balken und SE-Stützen unter der Decke

Automatisches Ausrichten

Die automatische Ausrichtung von Bauteilen bezieht sich im Wesentlichen auf aufgehende Bauteile wie SE-Wände und SE-Stützen. Es werden aber auch SE-Balken berücksichtigt.

Über den Schalter „Automatisch ausrichten“ im Register „Strukturelemente“ (Bild 7a ④) wird die Aktion gestartet. Im zugehörigen Dialog kann die Ausrichtung gesteuert werden.

Wahlweise kann auf Ebene der Modellstruktur sowie auf Ebene der Objekttypen eine Auswahl über den auszurichtenden Modellumfang getroffen werden.

Entscheidend für eine erfolgreiche automatische Ausrichtung ist die Wahl eines Basisgeschosses (Bild 8 ⑨). Insbesondere bei großen geometrischen Unterschieden zwischen den Geschossen ist die Entscheidung, welche Wand in welchem Geschoss verschoben oder belassen wird, keine Frage von

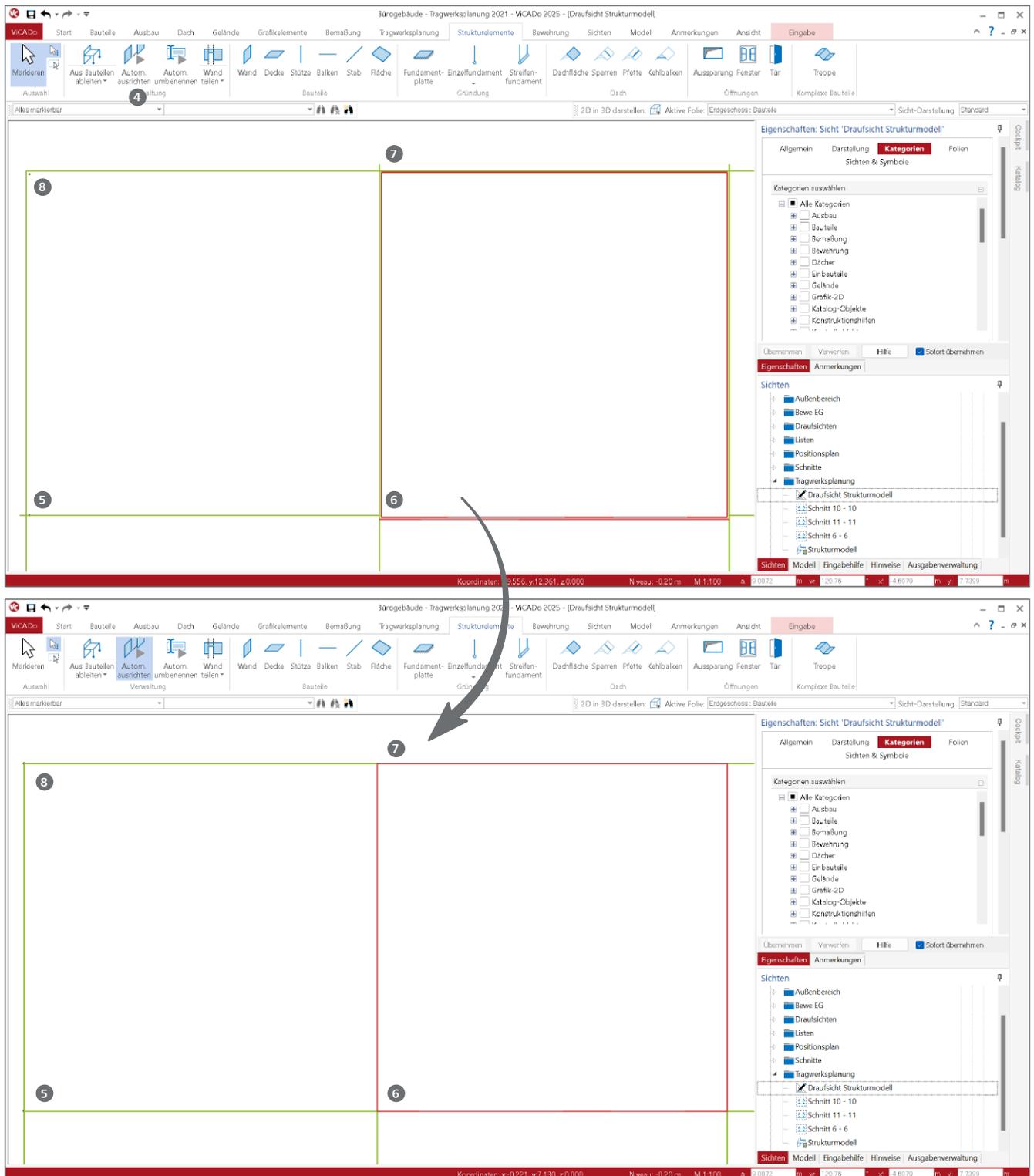


Bild 7. a) Draufsicht auf abgeleitete Strukturelemente (SE-Wand) mit Bedarf zur Ausrichtung
b) Ausgerichtete Geometrie im Strukturmodell

„richtig“ oder „falsch“. Daher ist es für den Tragwerksplaner wichtig, hier eine Grundlage zu wählen, die ViCADO dann automatisch umsetzt.

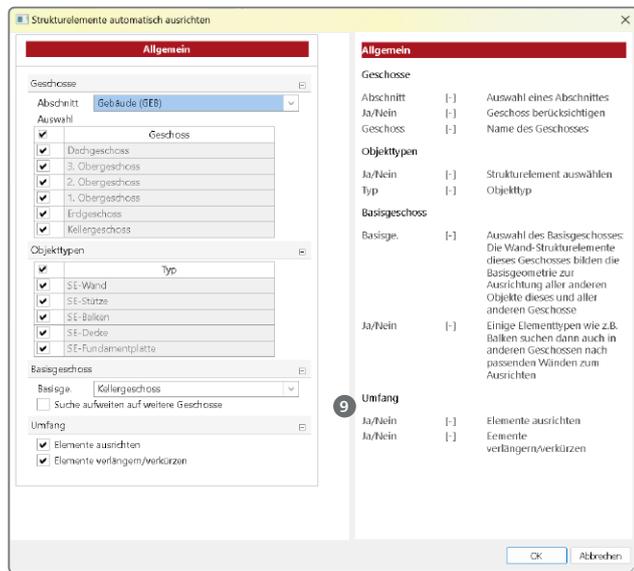


Bild 8. Steuerung der automatischen Ausrichtung

Bei sehr inhomogenen Gebäudestrukturen sollte auch die Eindeutigkeit des geplanten Basisgeschosses überprüft werden. Bild 9 zeigt einen Grundriss, bei dem die markierten Wände im Erdgeschoss nicht fluchten, sondern leicht versetzt angeordnet sind. Hier sollte für ein qualitativ hochwertiges Ergebnis zunächst das Basisgeschoss vorbereitet und anschließend diese vorbereitete Geometrie mit der automatischen Ausrichtung auf alle Geschosse übertragen werden.

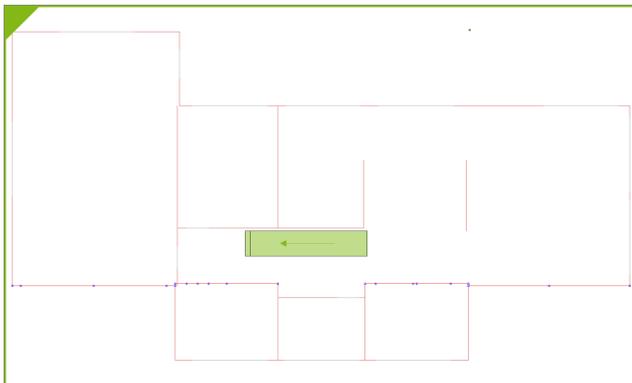


Bild 9. Unterschiede bei der Lage der Längswände

Wurde die automatische Ausrichtung auf das Strukturmodell aus Bild 7a) angewendet, ergibt sich die in Bild 7b) gezeigte Situation. Die folgenden Ausrichtungen wurden automatisch in einem Schritt ausgeführt:

- Bild 7 5: Die nach links überstehenden SE-Balken wurden auf die Außenwand gekürzt.
- Bild 7 6: Die Lage der aufgehenden Wände wurde über alle Geschosse an das Basisgeschoss angeglichen.
- Bild 7 7: Die überstehenden SE-Wände wurden auf die quer verlaufende Außenwand gekürzt.
- Bild 7 8: Die SE-Stütze wurde auf den Kreuzungspunkt der beiden Außenwände verschoben.

Grenzen der automatischen Ausrichtung

Ob und wann ein Strukturelement gegenüber dem Basisgeschoss verschoben und ausgerichtet wird, hängt im Wesentlichen von der Größe der Abweichung ab. Um zu entscheiden, ob z.B. eine geometrische Abweichung für Wände in der Projektion zu groß ist, wird die Abmessung des Bauteils aus der Architektur herangezogen. Für die Situation links in Bild 10 10 wird ViCADO die Ausrichtung durchführen, da sich die Bauteile in der Grundrissprojektion überlappen. Auf der rechten Seite (Bild 10 11) hingegen wird ViCADO die Ausrichtung nicht durchführen. Hier gibt es keine Überlappung in der Grundrissprojektion und somit bleibt die Lage der Bauteile erhalten.

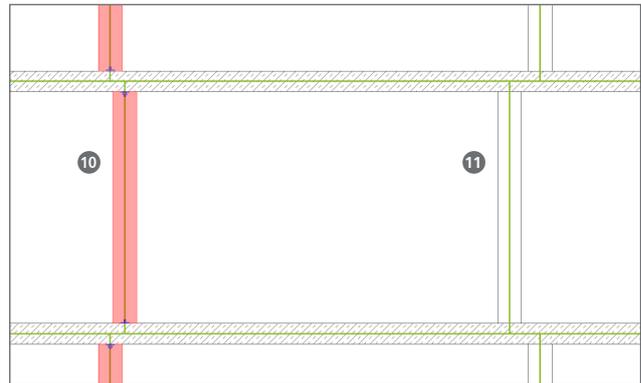


Bild 10. Grenzen der automatischen Anpassung

Fazit

Bei der Tragwerksplanung auf Basis eines Strukturmodells ist nach der Ableitung eine Kontrolle und Überarbeitung des Strukturmodells erforderlich. Diese Investition in das Modell zahlt sich in der weiteren Projektbearbeitung mehrfach aus. Durch den automatischen Abgleich wird der Aufwand, der in das Strukturmodell investiert werden muss, weiter reduziert. Das spart Zeit und damit Geld.

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

Preise und Angebote

ViCADO.ing 2025

Positions-, Schal- & Bewehrungsplanung

Weitere Informationen unter

<https://www.mbaec.de/produkte/vicado/>

BIMwork.ifc 2025

Austausch von virtuellen Gebäudemodellen

Weitere Informationen unter

<https://www.mbaec.de/produkte/bimwork/>

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenzen je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: März 2025

Betriebssysteme: Windows 10 (22H2, 64-Bit), Windows 11 (23H2, 64-Bit), Windows Server 2022 (21H2) mit Windows Terminalserver.

Ausführliche Informationen auf www.mbaec.de/service/systemvoraussetzungen

Preisliste: www.mbaec.de