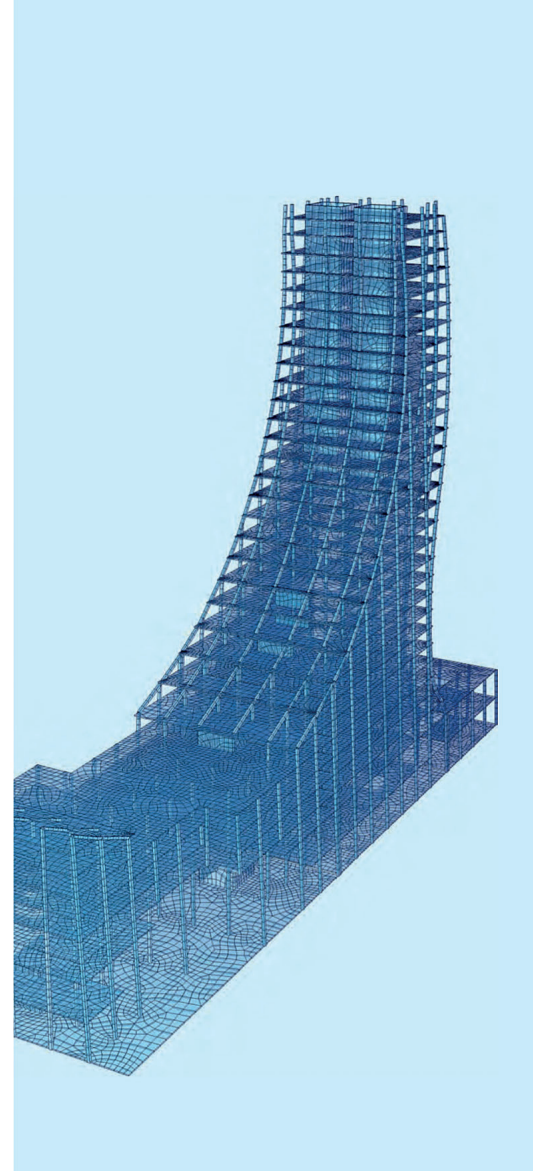


# 2014

Ernst & Sohn-Special

November 2014  
A 61029

# BIM – Building Information Modeling



## Vom 3D-Modell zum 2D-Bewehrungsplan

Frank Deinzer, Vorstand SOFiSTiK AG  
Armin Dariz, Geschäftsführer BiMOTION GmbH



# Vom 3D-Modell zum 2D-Bewehrungsplan

## Wie mittels BIM-Technologie ein durchgängiger Workflow vom 3D-Modell über Statikberechnungen bis hin zum 2D-Bewehrungsplan realisierbar wird

**Auch wenn 3D-Planung im Bauwesen heutzutage schon fast Standard ist, sind 2D-Bewehrungspläne für die Baustelle immer noch notwendig. Dieser Beitrag zeigt auf, welche Werkzeuge und Arbeitsweisen in der Vergangenheit verwendet wurden, welche technischen Möglichkeiten und Workflows heute möglich und welche künftigen Entwicklungen denkbar sind.**

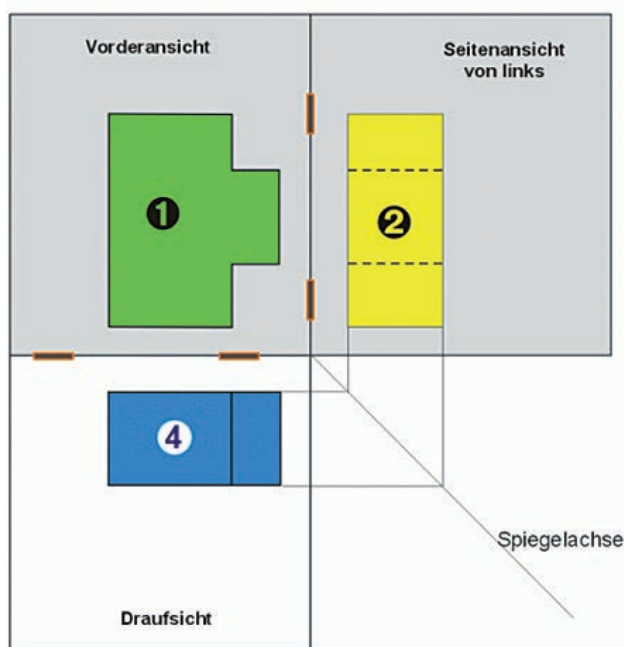
Die SOFiSTiK AG entwickelt seit über 25 Jahren u. a. CAD-basierende Software für den konstruktiven Ingenieurbau mit Schwerpunkt Bewehrungsplanung.

Motiviert durch moderne Technologien ergeben sich neue Möglichkeiten im Planungsprozess. Parallel zu diesen in der Praxis bewährten CAD-Applikationen entwickelt die SOFiSTiK daher Softwarelösungen, die einen zu 100 % durchgängigen BIM-Workflow in der Bauplanung unterstützen. Mit Hilfe von BIM ist es möglich, die Planungsqualität und -sicherheit gegenüber der bisherigen Arbeitsweise enorm zu steigern.

– i –

### Aktuelle Planungsmethoden ohne BIM Ansatz

Vor der Computereära wurden Bauzeichenpläne von Hand erstellt. Dabei haben alle Planungsbeteiligten die für sie relevanten Informationen auf ihren Plänen dargestellt – und die Pläne dann untereinander ausgetauscht und abgeglichen. Die Pläne selbst zeigten 2-dimensionale Zeichnungen wie Grundrisse, Schnitte und Ansichten des Bauwerks (Bild 1).



**Bild 1.** Dreifafelprojektion im 2D

Die Einführung von CAD-Systemen hat nichts an diesem Workflow geändert. Der Austausch von Informationen läuft jetzt lediglich nicht mehr über Papier, sondern digital. Zwar erleichtert das digitale Speichern von Daten das Ändern der Pläne. Die einzelnen Zeichnungen sind aber nach wie vor nicht miteinander verknüpft. Eine Änderung an einem Bauteil erfordert somit weiterhin die Nachbearbeitung mehrerer Zeichnungen. Ein und dasselbe Bauteil wird zudem nicht nur in den verschiedenen Ansichten (Grundrisse, Schnitte, Seitenansichten), sondern auch für unterschiedliche Disziplinen wie Architekturplanung, Schalplanung, Positionsplanung usw. in separaten Zeichnungen dargestellt. Jeder Planungsbeteiligte hat also seine eigenen Pläne, die bei einer Änderung wiederum in allen Ansichten manuell zu aktualisieren sind.

Dies ist gerade bei häufig auftretenden Änderungen eine enorme Herausforderung, erfordert viel Disziplin und Präzision und führt trotz Gewissenhaftigkeit im Planungsalltag immer wieder zu Fehlern und Unstimmigkeiten in den Plandaten.

Moderne CAD-Systeme bieten bereits heute wertvolle Hilfe in diesem Bereich, etwa durch die Möglichkeit, Abhängigkeiten zwischen Zeichnungen zu definieren oder indem sie Datenbankanbindungen unterstützen. Trotz aller Verbesserungen ist es jedoch auch derzeit kaum möglich, Gebäude-daten in CAD-Systemen ausreichend konsistent abzuspeichern, um o. g. Fehlerquellen komplett zu eliminieren.

Abhilfe schaffen hier objektorientierte Datenbankmodelle. Diese ermöglichen das Abspeichern von Bauteilen mit allen baurelevanten Informationen im 3-dimensionalen Raum. Dabei geht es nicht nur um geometrische Informationen wie Wandaufbau, Stützenmaterial und Querschnitte oder Geschosshöhen.

Auch sämtliche für die Herstellung des Bauwerks notwendigen zusätzlichen Informationen wie z. B. Gewerk, Kosteninformationen, Logistikdaten usw. lassen sich an Bauteile anhängen. Mit einer derartigen Technologie ist ein BIM-Workflow erstmals überhaupt realisierbar.

**Mit objektorientierten Datenbankmodellen ist ein BIM-Workflow erstmals überhaupt realisierbar**

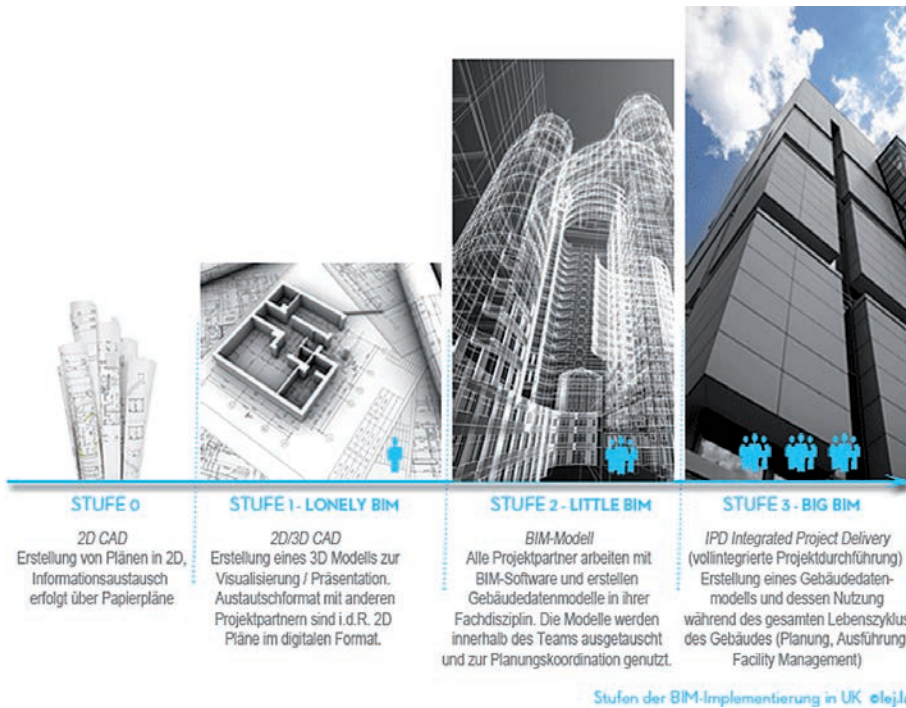
– ii –

### Großes vs. Kleines BIM

Alle Planungsbeteiligten arbeiten idealerweise auf ein und demselben Datenbankmodell und pflegen ihre Änderungen direkt dort ein. Dies ist natürlich nur mit einer abgestimmten Arbeitsweise und der entsprechenden Software möglich, z. B. Autodesk Revit mit darauf basierenden Zusatzapplikationen. Mehr dazu in den nächsten Kapiteln.

Mit Autodesk Revit lässt sich ein vollständig parametrisiertes und objektorientiertes 3D-Datenmodell erzeugen.





**Bild 2.** Implementierungskonzept von BIM in UK [<http://www.bim-me-up.com/learning-from-uk-national-bim-report-2013/>]

Die aus diesem Modell abgeleiteten 2D-Pläne sind gefilterte Abbilder der Datenbank und somit immer aktuell, egal wie und wo das 3D-Modell abgeändert wurde. Es ist möglich, das Modell so aufzubauen, dass verschiedene Planungsbeteiligte Rechte erhalten und diese dann gleichzeitig am selben Datenbankmodell arbeiten können. Das Beherrschen der verwendeten Software von allen Planungspartnern ist genauso Voraussetzung für die Anwendung dieser Arbeitsweise wie die Akzeptanz und Unterstützung der Denkweisen aller Planungsbeteiligten untereinander. Eine derartige BIM-Arbeitsweise (Stufe 3: Big BIM oder Großes BIM, Bild 2) kann im Vergleich zur klassischen „Methode“ Änderungen in der Struktur der Planungsabteilungen erforderlich machen. Aufgabenbereiche von Konstrukteuren und Ingenieuren sind nicht mehr völlig klar abgrenzbar. Daher empfiehlt sich eine schrittweise Näherung an den Gesamtworkflow BIM. Im nächsten Kapitel geht es daher in der ersten Stufe um den BIM-Workflow für Tragwerksplaner. Die Integration anderer Planungsbeteiligten in den Gesamtworkflow für eine gewerkübergreifende Zusammenarbeit kann dann später erfolgen. Dies entspricht auch dem Implementierungskonzept in Großbritannien. Diese Stufe wird als „Little BIM = Kleines BIM“ [<http://www.bim-me-up.com/learning-from-uk-national-bim-report-2013/>] bezeichnet. Unternehmen, die mehrere Fachdisziplinen abdecken, haben hier einen klaren Vorteil und können die Stufe 3 „Big BIM“ früher erreichen, da der Akzeptanzprozess disziplinübergreifend i.d.R. bereits abgeschlossen ist.

– iii –

### BIM in der Tragwerksplanung (Kleines BIM)

Die wesentlichen Aufgaben des Tragwerksplaners sind die Erzeugung von Schalplänen (Stahlbetonbau) bzw. Übersichtsplänen (Stahl- und Holzbau) sowie Positionsplänen, die Berechnung und Bemessung der Tragstruktur sowie die

finale Erstellung von Ausführungsplänen wie Bewehrungspläne (Stahlbetonbau) bzw. Werkstattpläne (Stahlbau).

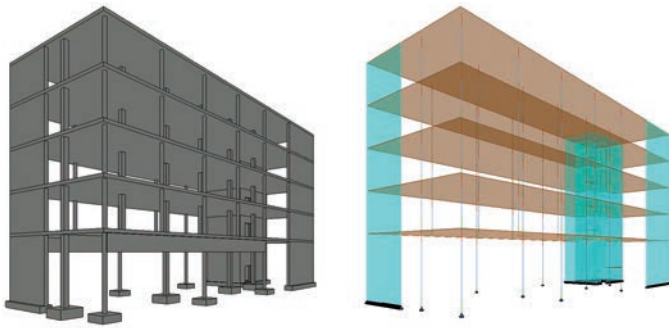
Diese Schritte kommen in diesem Kapitel anhand eines Stahlbeton-Skelettbaus im Detail zur Sprache:

Im ersten Schritt geht es darum, das Bauwerk zu modellieren. Autodesk Revit erweist sich hier als sehr mächtiges Werkzeug, das beim Erzeugen des geometrischen Modells automatisch auch ein analytisches Modell generiert (Bild 4). Dieses analytische Modell oder Berechnungsmodell lässt sich vom Anwender innerhalb bestimmter Toleranzen frei

**Das analytische Modell oder Berechnungsmodell lässt sich vom Anwender innerhalb bestimmter Toleranzen frei anpassen – ohne Veränderungen am geometrischen Modell.**



**Bild 3.** Workflow im Ingenieurbau



**Bild 4.** Geometrisches vs. Berechnungsmodell

anpassen – ohne Veränderungen am geometrischen Modell. Das Vorhandensein beider Modelle für das Bauprojekt in einer Datenbank ist Voraussetzung, um einerseits Plan-

Mit sogenannten Mappingtabellen ist es z. B. möglich einem Stahlbetonunterzug der im geometrischen Modell als Rechteckquerschnitt modelliert wurde im Tragwerksmodell als Plattenbalken nachzuweisen.

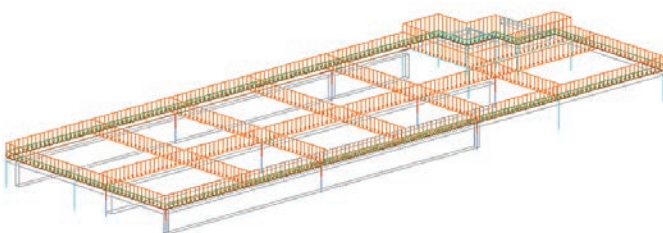
bzw. Massenableitungen aus dem geometrischen Modell treffen und andererseits parallel dazu ein FE-Berechnungsmodell aus dem analytischen Modell ableiten zu können.

Die SOFiSTiK BIMTOOLS unterstützen den Anwender bei der Ableitung und Ausarbeitung von Grundrissen, Schnitten, Ansichten sowie Bauteillisten für Schal- und Positionspläne aus dem geometrischen Modell. Sie sind derzeit kostenlos im Autodesk Exchange Apps verfügbar (<https://apps.exchange.autodesk.com/RVT/de/Home/>).

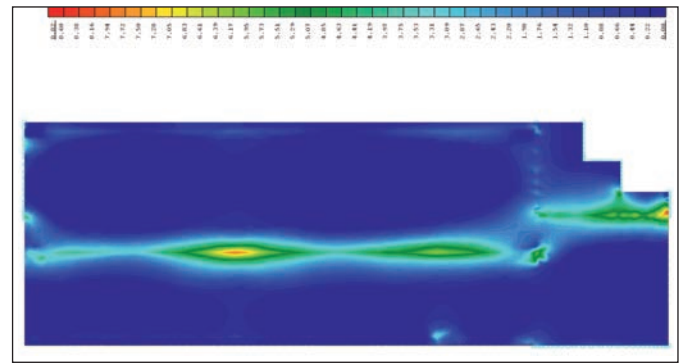
Um ein FE-Berechnungsmodell exportieren zu können, werden nun vom Tragwerksplaner die ggf. fehlenden analytischen Objekte wie Lager, Lasten oder Kopplungen ergänzt.

Die SOFiSTiK Schnittstelle für Autodesk Revit (kostenlos in der SOFiSTiK Statik Installation enthalten) bietet eine nahtlose Integration der FE-Berechnung mit allen Möglichkeiten der Software des Unternehmens. Die vollautomatische FE-Netzgenerierung mit einem der leistungsfähigsten 3D-Netzgeneratoren wird direkt in Autodesk Revit gestartet, um Systemänderungen schnell in statische Rechenmodelle umzusetzen. Ein weiterer wichtiger Punkt in diesem Zusammenhang ist die Zuordnung der Material-, Querschnitts- und Einwirkungsinformationen über sogenannte Mappingtabellen. Damit ist es z. B. möglich einem Stahlbetonunterzug der im geometrischen Modell als Rechteckquerschnitt modelliert wurde im Tragwerksmodell als Plattenbalken nachzuweisen.

Für den Export des analytischen Modells in die SOFiSTiK Statikdatenbank bietet die Schnittstelle zwei Optionen:



**Bild 5.** Subsystem Geschoßdecke mit aufgeteilten Verkehrslasten



**Bild 6.** Erforderliche Bewehrung in  $\text{cm}^2/\text{m}$ ; obere Lage in Hauptrichtung

1. Export des Gesamtsystems mit allen zugehörigen Lasten und Einwirkungen für globale Nachweise wie Lastabtrag oder dynamische Analysen am Gesamtsystem.
2. Export eines bzw. mehrerer Subsysteme für Bauteilnachweise. Mit dieser Möglichkeit lassen sich Teilsysteme (z. B. Geschossdecken) freischneiden und separat nachweisen (Bild 5).

Die wesentliche Herausforderung beim Export von Subsystemen: Diese freigeschnittenen Systeme sind nicht gelagert. Aus diesem Grund überprüft die Lösung von SOFiSTiK beim Exportieren alle Objekte im Gesamtsystem auf Anschlüsse an das Subsystem. An diesen Verschneidungspunkten (z. B. anschließende Stützen) oder Verschneidungslinien (z. B. anschließende Wände) werden automatisch starre oder optional elastische Lagerungsbedingungen erzeugt. Damit lässt sich ein Lagerungszustand der Teilsysteme wie im Gesamtmodell erzielen – und die Teilsysteme sind weiterhin separat berechenbar.

Die Schnittstelle bietet zusätzlich weitere Hilfsbefehle wie z. B. die Möglichkeit eine Flächenlast auf eine Geschoßdecke „schachbrettartig“ aufzuteilen, um eine normgemäße Bauteilbemessung vornehmen zu können.

Nach der erfolgten Berechnung und Bemessung am Gesamt- oder Subsystem lassen sich auf Basis dieser Ergebnisse (Bild 6) Bewehrungspläne erzeugen. Darum geht es ausführlich im folgenden Kapitel.

#### – iv –

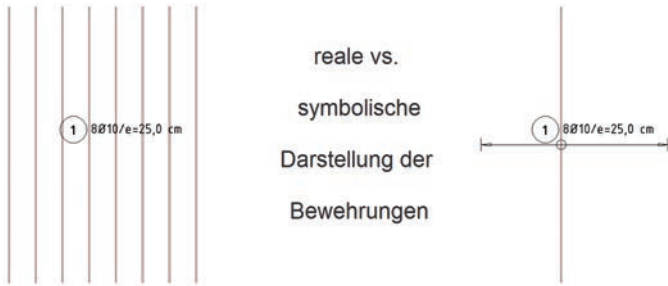
#### Erzeugen der 3D-Bewehrung für die 2D-Planableitung inkl. Stahl- und Biegeliste

Das Erzeugen von Bewehrungsplänen hat im Zuge der oben beschriebenen Neuentwicklungen die größten Herausforderungen an Softwarehersteller mit sich gebracht. Bewehrungspläne sind – anders als z. B. Schalpläne – keine echten Abbildungen/Ableitungen des 3D-Modells, sondern vielmehr symbolische Darstellungen desselben.

Als Beispiel sei hier eine lineare Verlegung von Bewehrungsstäben aufgezeigt, welche in einem 2D-Bewehrungsplan in der Regel mit Hilfe einer Verlegetabelle und nur einem zugehörigem Stab inkl. zusätz-

**Bewehrungspläne sind – anders als z. B. Schalpläne – keine echten Abbildungen/Ableitungen des 3D-Modells, sondern vielmehr symbolische Darstellungen desselben.**





**Bild 7.** Symbolische Darstellung von Bewehrungen im 2D-Plan

licher Angaben wie Anzahl, Durchmesser, Abstand, usw. dargestellt wird (Bild 7). Erschwerend kommt noch hinzu, dass regional unterschiedliche Symbole für die Darstellung der gleichen realen Bewehrung zum Einsatz kommen (z. B. zusätzliche Symbole für die Darstellung der Bewehrungslage).

Zu Beginn der Bewehrungsplanung wird das 3D-Bewehrungsmodell erzeugt. Hierbei muss sich der Anwender zunächst einmal keine Gedanken über Positionsnummern machen. Und auch die Entscheidung, welche Bewehrung später auf welchem Plan erscheint, kann später erfolgen.

Es gibt mehrere Möglichkeiten dieses 3D-Bewehrungsmodell in Autodesk Revit zu erzeugen.

1. Komplet manuelles Erzeugen mit Hilfe der vorhandenen Bewehrungsfunktionen
2. Verwenden von Erweiterungen wie den Autodesk Revit Extensions. Damit lassen sich Bewehrungselemente für

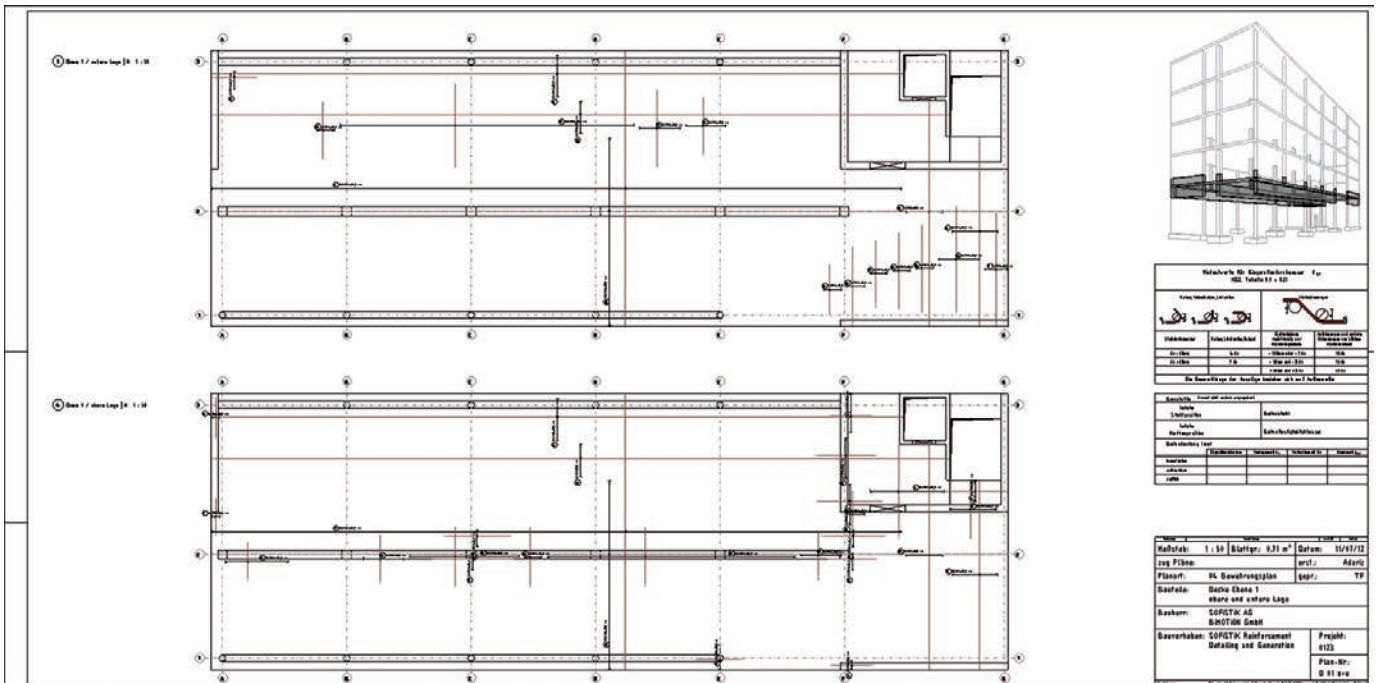
Standardbauteile per Dialogbox anhand von Eingabeparametern wie Anzahl, Durchmesser, Abstände, usw. einfach und effizient erzeugen.

3. Automatisiertes Erzeugen eines 3D-Bewehrungsvorschlags mit Hilfe von SOFiSTiK Reinforcement Generation (vorerst kostenfrei über Autodesk Exchange Apps – <https://apps.exchange.autodesk.com/RVT/de/Home/> – verfügbar). Dieses vor kurzem als sogenannte Labs Version erschienene Werkzeug liest Bemessungsergebnisse aus der SOFiSTiK-Datenbank und erzeugt daraus, anhand bestimmter vom Anwender beeinflussbaren Regeln, einen Bewehrungsvorschlag. Mit diesem Vorschlag lässt sich die statisch erforderliche Bewehrung bestmöglich abdecken. Das Modul bietet weiterhin Hilfsmittel zur Prüfung einer manuell eingelegten oder ggf. modifizierten automatisch erzeugten Bewehrung. Der Tragwerksplaner hat dadurch in jeder Projektphase die Möglichkeit, die im virtuellen Gebäudemodell eingelegte Bewehrung mit den statischen Erfordernissen zu vergleichen. Konstruktive Bewehrungen wie z. B. Deckeneinfassungen o. ä. erzeugt dieses Modul nicht, sie lassen sich aber vom Benutzer manuell ergänzen.

Anschließend geht es noch darum, aus dem 3D-Bewehrungsmodell die entsprechenden 2D-Bewehrungspläne abzuleiten. Unterstützung für diesen Arbeitsschritt bietet SOFiSTiK Reinforcement Detailing (Bild 8). Das Modul ist über die SOFiSTiK zu beziehen und als 30 Tage Trial Version im Autodesk Exchange Apps (<https://apps.exchange.autodesk.com/RVT/de/Home/>) verfügbar.



**Bild 8.** SOFiSTiK Reinforcement Detailing als App für Autodesk® Revit®



**Bild 9.** Bewehrungsplan einer Geschoßdecke, obere und untere Lage

Zu Beginn des Workflows findet eine Zuordnung der Bauteile und damit der zugehörigen Bewehrung auf die verschiedenen Pläne statt. Dadurch kann die Software die Positionsnummernzuweisung planbezogen unter Berücksichtigung eines Geometrie- und Materialvergleichs durchführen. Anschließend werden die entsprechenden Beschriftungselemente abgesetzt, die symbolischen Darstellungen für Verlegungen erzeugt, sowie bei Bedarf Biegeformauszüge bei den Bauteilen abgesetzt.

Jetzt fehlen lediglich noch die Stahl- bzw. Biege Listen, die das Programm vollautomatisch erzeugt und die sich bei Bedarf auch auf dem Plan platzieren lassen (Bild 9).

– v –

### Blick in die Zukunft

Der Einsatz neuer Werkzeuge und/oder Technologien ist immer auch Gelegenheit, etablierte Workflows zu hinterfragen bzw. zu optimieren. Dabei kann es sogar sinnvoll sein, Umstrukturierungen im Unternehmen vorzunehmen, um neue Prozesse optimal zu unterstützen. Die BIM-Methodik bspw. führt dazu, dass die Arbeitsaufgaben des Konstrukteurs und des Bauingenieurs stärker ineinandergreifen. Nicht zuletzt deshalb ist kein abrupter Umstieg auf eine BIM-basierende Arbeitsweise zu empfehlen. Vielmehr sollte dieser Umstieg gut geplant und Schritt für Schritt erfolgen.

Mit der heute zur Verfügung stehenden Software ist es möglich, virtuelle 3D-Bewehrungsmodelle abzubilden, wobei der Modellierungsaufwand keinesfalls zu unterschätzen ist. Die Frage ist, ob zukünftig überhaupt noch 2D-Bewehrungspläne erzeugt werden müssen oder ob nicht

**Der Einsatz neuer Werkzeuge und/oder Technologien ist immer auch Gelegenheit, etablierte Workflows zu hinterfragen bzw. zu optimieren. Dabei kann es sogar sinnvoll sein, Umstrukturierungen im Unternehmen vorzunehmen, um neue Prozesse optimal zu unterstützen.**

Bewehrungsinformationen konsequent digital und in 3D sinnvoller wären. Denkbar ist z. B. die Bereitstellung von digitalen 3D-PDF Explosionszeichnungen statt 2D-Bewehrungsplänen. Auch Algorithmen,

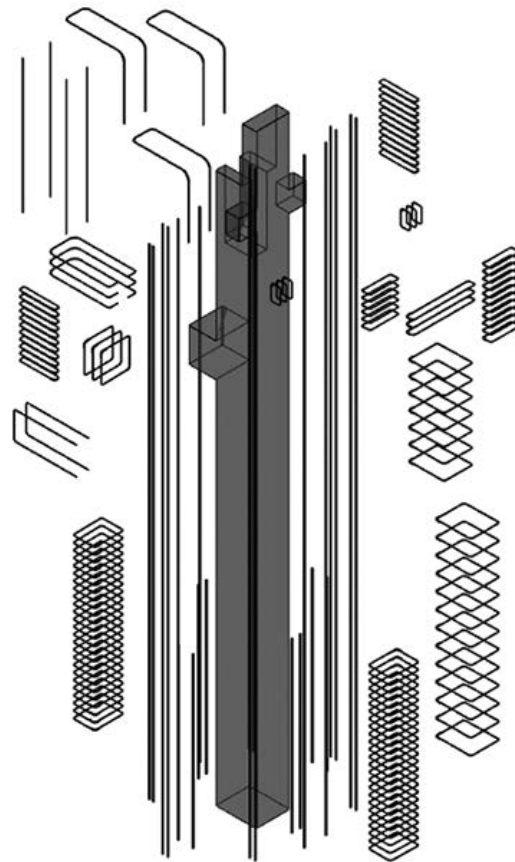
die eine Einbaubarkeitsprüfung durchführen und automatisiert vorgeben, in welcher Reihenfolge die einzelnen Bewehrungen in die Schalung eingelegt werden müssen, sind denkbar. Zudem ließe sich mit Hilfe von Augmented Reality (computergestützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung) in einer möglichen späteren Umbaumaßnahme des Bauwerks jederzeit eine zerstörungsfreie Lokalisierung der eingelegten Bewehrung durchführen oder damit die auf der Baustelle eingelegte Bewehrung mit dem Plansoll abgleichen.

All diese Visionen, innovativen Ideen bzw. Technologien haben eins gemeinsam: das Potenzial für eine sprunghafte Effizienzsteigerung.

– vi –

### Schlussbemerkung

Die in diesem Artikel beschriebene BIM-Arbeitsweise für die Bewehrungsplanung ist aktuell für viele Hochbaupro-



**Bild 10.** 3D-PDF, Explosionszeichnung (Abb.: BiMOTION / SOFiSTiK)

jekte bestens geeignet. Auch im Tiefbau ist ein Einsatz gut möglich, sofern das Projekt mit Wänden, Decken, Stützen und Balken eine „hochbauähnliche“ Geometrie besitzt. Autodesk und die SOFiSTiK AG arbeiten weiterhin gemeinsam daran, die noch vorhandenen Lücken künftig zu schließen. Dann wird die beschriebene Arbeitsweise auch bei geometrisch komplexen Stabbrücken anwendbar sein.

*Frank Deinzer, SOFiSTiK AG  
Armin Dariz, BiMOTION GmbH*

Weitere Informationen:

[www.sofistik.de](http://www.sofistik.de)

[www.bimotion.de](http://www.bimotion.de)

[www.youtube.com/user/SOFiSTiKAG](https://www.youtube.com/user/SOFiSTiKAG)

#### Zum Titel

Projekt:	5* und 6* Lusail Katara Hotel, Doha (Qatar)
Generalplanung:	Kling Consult Planungs- und Ingenieurgesellschaft für Bauwesen
Auftraggeber:	Katara Hospitality, Doha (Katar)
Software:	Autodesk Revit Structure SOFiSTiK FEM Software



# SOFiSTiK



## Modellieren

Extensions für Autodesk® Revit®  
SOFiPLUS für AutoCAD®  
SOFiPLUS-X  
Rhinoceros® Interface  
Parametrische Texteingabe



## Positionierungsplanung

BiMTOOLS für Revit®  
SOFiCAD für AutoCAD®



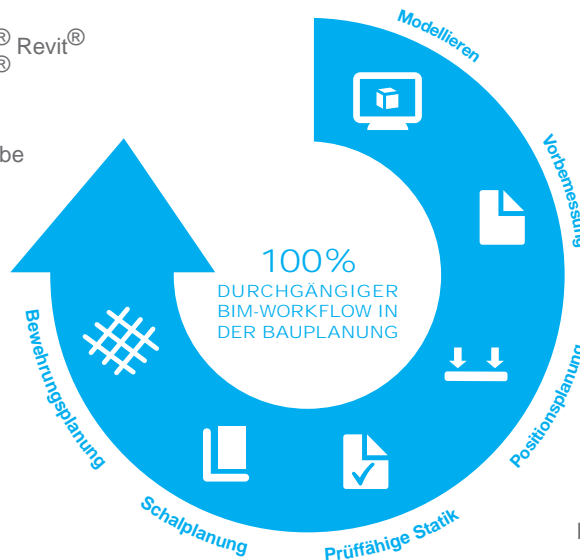
## Schalplanung

SOFiCAD (2D)  
SOFiCAD-OEM (2D)  
BiMTOOLS (3D)



## Vorbemessung

Finite Elemente (2D)  
COLUMN  
FOOTING



**BIM Workflow  
im Ingenieurbau  
mit SOFiSTiK**  
[www.sofistik.de/](http://www.sofistik.de/)  
version-2014



## Prüffähige Statik

Finite Elemente (2D/3D)  
COLUMN  
FOOTING



## Bewehrungsplanung

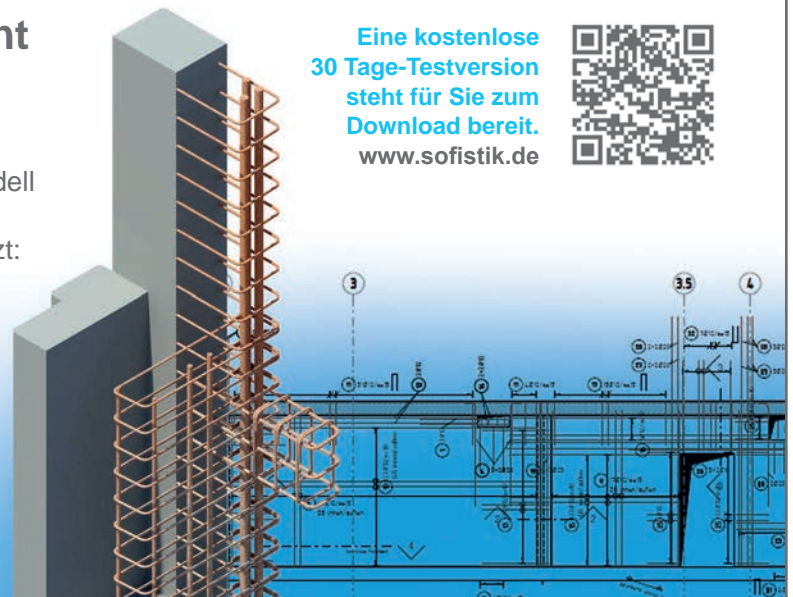
SOFiCAD (2D)  
SOFiCAD-OEM (2D)  
Reinforcement Detailing (3D)



## SOFiSTiK Reinforcement Detailing 2015

Ermöglicht die Erstellung von 2D  
Bewehrungsplänen aus einem 3D-Modell  
in Autodesk® Revit® nach  
landestypischen Regeln und unterstützt:

- planbezogenes Arbeiten
- Positionieren entsprechend  
zusätzlicher Rundungsoptionen
- Biegeformauszüge
- automatisches Beschriften
- Biege- und Mattenschneideskizzen
- Anbindung an Biegemaschine



**Eine kostenlose  
30 Tage-Testversion  
steht für Sie zum  
Download bereit.**  
[www.sofistik.de](http://www.sofistik.de)



Bruckmannring 38  
85764 Oberschleißheim  
T +49 (0)89 315 878-0  
F +49 (0)89 315 878-23

Burgschmietstraße 40  
90419 Nürnberg  
T +49 (0)911 399 01-0  
F +49 (0)911 66 61

[www.sofistik.de](http://www.sofistik.de)  
[info@sofistik.de](mailto:info@sofistik.de)