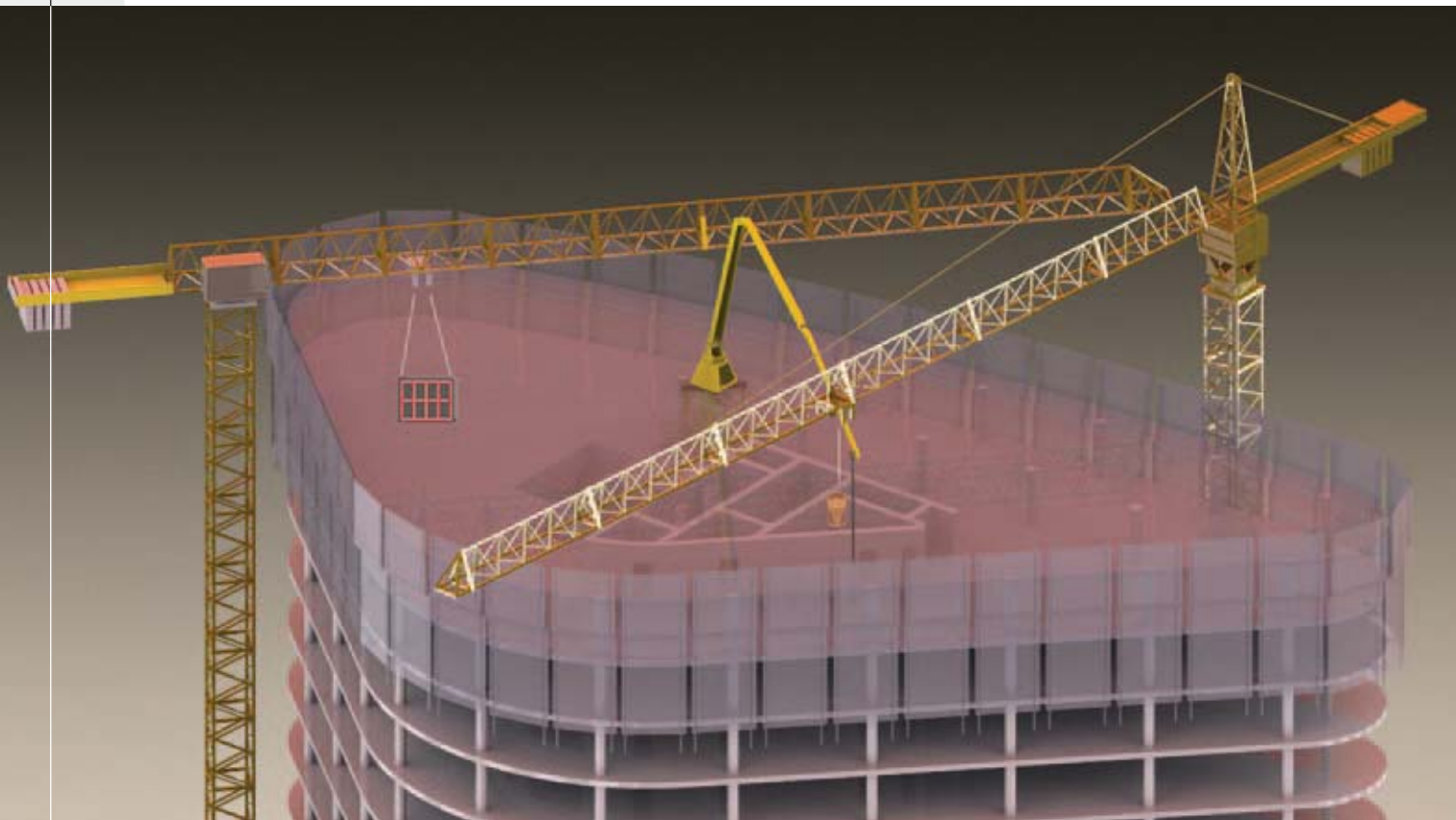


Dipl.-Ing. (FH) Thomas Hauber, Max Bögl

## Der Zauber einer neuen Vision

Das Team des Forschungsprojektes Mefisto erforscht die Virtuelle Baustelle



Virtuelle Baustelle mit Kränen, Betonverteiler, Wind- und Absturzschutz.

### ■ Die Weiterentwicklung aller Instrumente zur Baustellenplanung ist entscheidend

Alle an einem Bauprojekt beteiligten Partner sehen sich mit einer stetigen Zunahme komplexer Probleme konfrontiert. Die Problemlösung wird durch unübersichtliche Zusammenhänge auf der Baustelle zusätzlich erschwert. Um mit dieser Problemstellung Schritt zu halten, sind die konsequente Weiterentwicklung aller Instrumente zur Baustellenplanung und für das Baustellencontrolling von entscheidender Bedeutung.

### Das Ziel: Realistische Modelle der Baustelle für aussagekräftige Untersuchungen

Nachdem der Einsatz von 3D-Bauwerksmodellen sich in vielen Bereichen durchgesetzt hat, erschien es prinzipiell möglich, die Modelle des Bauwerks um eine virtuelle Baustellenumgebung zu erweitern. Unsere Vorstellung einer virtuellen Baustellenumgebung sollte der künftigen Baustelle möglichst realistisch nach-

empfunden sein und eine umfassende Transparenz in die Bauwerksgeometrie und die Bauprozesse bringen.

### Der Lösungsansatz: Ergänzung des Bauwerksmodells mit Baumaschinenmodellen

Die virtuelle Baustelle ist die konsequente Weiterentwicklung des „Building Information Modeling“ und wurde mit Leidenschaft und Nachdruck vorangetrieben. Der entscheidende Schritt auf dem Weg zu einem Baustellenmodell ist die Ergänzung des Bauwerksmodells um Modelle der erforderlichen Baumaschinen und infrastrukturellen Einrichtungen. Ausgehend von der Systematik des Multimodells kann die Baustelle durch verschiedene interdependente, voneinander unabhängige Fachmodelle beschrieben werden. Einzelne Elemente der Baustelle werden aus bestimmten Sichten abgebildet. Im Zentrum steht zunächst das Baugrundstück, ergänzt durch die Infrastruktur der Baustelle und die Geräte mit ihren

Abmessungen, Bewegungsmöglichkeiten, Leistungs- und Kostenkennwerten. Idealerweise können auch Informationen aus weiteren Fachmodellen, wie Vorgangsmodellen und Leistungsverzeichnissen, einfließen. Je nachdem, welche Aspekte im Fokus stehen, können verschiedene Modelle zu einem geeigneten Multimodell verknüpft werden. Insgesamt haben die Untersuchungen ergeben, dass die Virtuelle Baustelle bestens für die Baustellenplanung geeignet ist.

**Modellierungsverfahren – Übersicht**

Alle grundsätzlichen Bestandteile der Baustellenplanung wurden aus der neu entstandenen Baumaschinenbibliothek ausgewählt und das Baustellenlayout in der CAD-Entwicklungsumgebung SolidWorks geplant. Das übliche Anwendungsgebiet von SolidWorks ist der Maschinenbau. Deshalb wurden zahlreiche Anpassungen erforderlich. Der Entwurf des Baustellenmodells wurde anschließend über die neu entwickelte CPIXML-Schnittstelle in RIB iTWO exportiert. Die Veröffentlichung und die Kalkulation des konfigurierten Baustellenmodells fanden auf der Projekt- und Informationsplattform RIB iTWO statt. Der Datenaustausch zwischen den Projektpartnern erfolgte über standardisierte Multimodell-Container.

**Modellierungsverfahren – Beispiel**

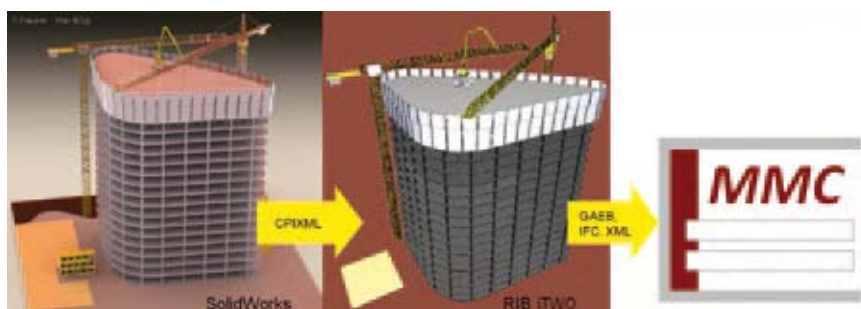
Im Beispiel des Mefisto- Hochhauses kommt ein Wind- und Absturzschutz als zentrale Sicherheitsbaugruppe zur Anwendung. Die einzelnen Komponenten des Wind- und Absturzschutzes werden aus der neu entstandenen Baumaschinenbibliothek ausgewählt. Das selektierte Elementarmodell ist mit allen wichtigen Informationen ausgestattet, beispielsweise dem Gewicht, den verwendeten Materialien, dem empfohlenen Montagevorgang und den gültigen Montagetoleranzen. Eine schnelle Anpassung der Modellgeometrie auf die



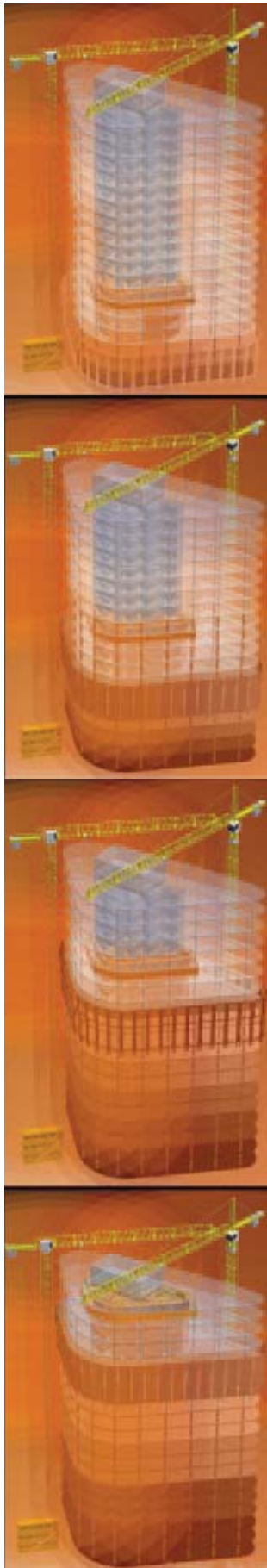
Virtuelle Baustelle eines Hochhauses mit Arbeitsbühnen und Baumaschinen.



Darstellung und Kalkulation der Baustelle und der Baumaschinen in RIB iTWO.



Veröffentlichung für alle Projektpartner – RIB iTWO als Projektplattform.



Bauprozessanalyse

konkreten Einsatzbedingungen ist über Konfigurationsregeln möglich. Realistische Bewegungsabläufe der Baumaschinen werden über kinematische Zwangsbedingungen sichergestellt. Betrachtet man die Kräne, so ergeben sich aus der Einschätzung der erforderlichen Reichweite und der benötigten Hublasttragfähigkeit die möglichen Krantypen. Aus der angestrebten Hakenhöhe folgt die Anzahl der benötigten Turmstücke. Gemeinsam mit Fahrwerk oder Fußverankerung werden alle Komponenten aus der Bibliothek übernommen und der Kran zusammengesetzt und konfiguriert. Abschließend wird das Bauwerksmodell konsequent mit allen benötigten Baukränen, Baugerüsten und Betonpumpen ergänzt. Dieser Vorgang folgt definierten Regeln, die Lage- und Höhenkoordinaten auswerten. Als Ergebnis erhält man das grundlegende Baustellenlayout.

**Untersuchungen am Baustellenmodell:**

**Visualisierung und Prüfung der Baubarkeit**

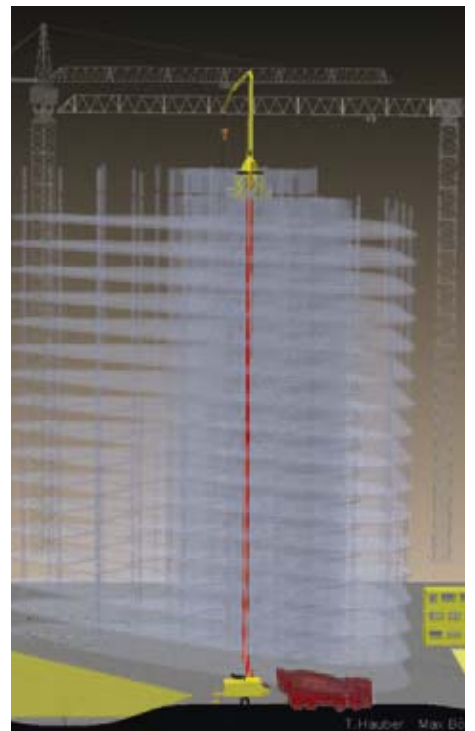
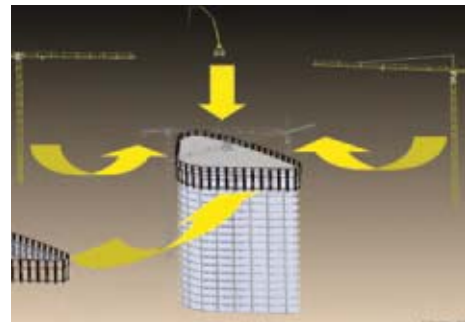
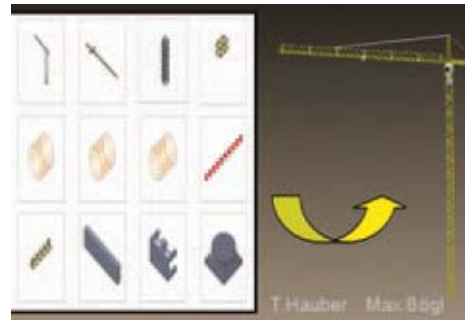
Das dreidimensional visualisierte Baustellenmodell bietet eine gute Vorstellung der geplanten Bauaufgabe und der vorgesehenen Baustelleneinrichtung. Auch die Konfiguration von äußerst anspruchsvollen Schalsystemen, wie einer automatisierten Hubkletterbühne, ist grundsätzlich möglich. Die Anzahl der Kletterautomaten, der Hubvorgang und die Platzverhältnisse auf der „Fertigungsinsel“ können einer konzeptionellen Überprüfung unterzogen werden.

**Kollisionsprüfung und Bewegungsanalyse**

Durch eine überlegte Visualisierung der Baustelle und Hervorhebung möglicher Kollisionen kann der entscheidende Überblick gewonnen werden. Alle verwendeten Kranmodelle verfügen über die spezifischen Bewegungsmöglichkeiten der nachgebildeten Originale. So können Untersuchungen zum Anheben, Drehen und zum Katzfahren der Nutzlasten durchgeführt werden.

**Ermittlung der Geräteleistung**

Obwohl jedes Bauwerk einzigartig ist, sind viele Herstellprozesse ähnlich: Die virtuelle Baustelle kann den speziellen Herstellprozess durch die Interaktion zwischen Bauwerkselementen, den eingesetzten Baumaschinen, Baustoffen und den beteiligten



Analyse der Pumpleistung: Druckhöhe und Leitungslänge.

Arbeitskräften beschreiben. Die Untersuchung der erforderlichen Materialströme dient der Verbesserung der Versorgungssicherheit. Bedeutsam ist beispielsweise die Betrachtung der stationären Betonpumpe: Die Pumpleistung der Betonpumpe entspricht in diesem Fall nicht der Standardleistung, da der Beton bis in die oberen Geschosse des Hochhauses gepumpt werden muss. Die Pumpleistung wird durch die hydrostatische Druckhöhe und die Innenreibung der außergewöhnlich langen Förderleitung gemindert. Das Baustellenmodell bietet Informationen über die vorgesehene Betonpumpe, die Standardpumpleistung, die exakte Länge der Förderleitung mit der Anzahl der Leitungskrümmen und die tatsächliche hydrostatische Druckhöhe. Mit diesen Angaben kann die zu erwartende Pumpleistung unter realen Baustellenbedingungen ermittelt werden. Die Pumpleistung bestimmt die konkrete Herstdauer zur regelgerechten Verarbeitung des geförderten Betons.

**Untersuchung von Transportprozessen**

Ein weiteres Beispiel: die Umsetzung der Schalsysteme über alle Einsatzorte sicherzustellen. Dafür ist es erforderlich, die Schalung zu Transporteinheiten zusammenzufassen. Mit den typisierten Transporteinheiten wird der Weg vom Ausschalen über die Reinigung bis zur nächsten Verwendung nachgezeichnet. Auf diese Weise erfolgt eine geometrische Kontrolle der Transportwege und der Kranförderung. Eine Analyse der Terminplanung

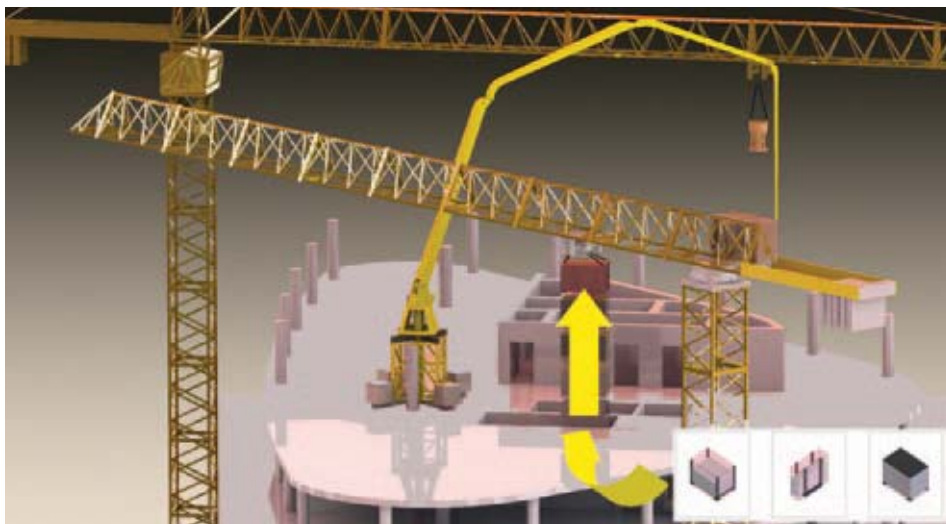
ergibt alle Bauteile, die in einem bestimmten Zeitraum erstellt werden sollten. Im vorliegenden Beispiel wurde die Analyse der Mengen modellbasiert auf der Projektplattform RIB iTWO durchgeführt.

**Analyse von Bauprozessen**

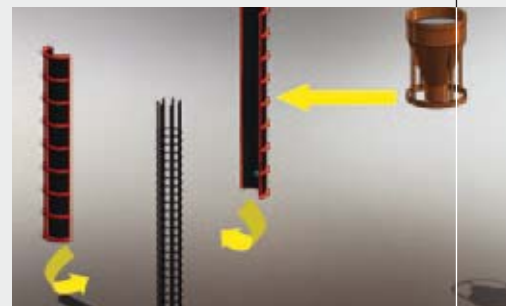
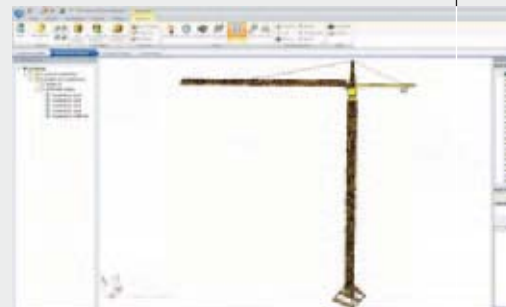
Die Analyse eines Bauprozesses als Zusammenspiel zwischen Bauwerk, Personen, Material und Geräten bietet signifikante Aufwandswerte der Herstellprozesse, geeignet für nachfolgende Simulationen.

**Fazit**

Die virtuelle Baustelle beschreibt unsere Vorstellung eines effektiven Instruments für eine moderne Baustellenplanung. Unsere Vision des neuen Werkzeuges ist ein realistisches Multimodell der gesamten geplanten Baustelle mit allen ihren Komponenten und Eigenschaften: ein virtuelles, dreidimensionales Baustellenmodell. Um diese Vision Wirklichkeit werden zu lassen, sollten alle Bedingungen, die die Baustelle prägen, so exakt wie erforderlich erfasst werden und die bewährten Traditionen und Methoden in der Baustellenplanung aufgegriffen und weiterentwickelt werden. Nur in der Hand kreativer Ingenieure wird die virtuelle Baustelle zu einem wirkungsvollen Werkzeug zur Unterstützung und Absicherung von strategischen Entscheidungen durch eine aussagekräftige Analyse von Geometrie, Kranbewegungen und Herstellprozessen. In diese Richtung gedacht, erwarten wir eine spürbare Zunahme der Planungssicherheit.



Geometrische Kontrolle der Transportwege eines Deckenschalsystems.



1. Turmdrehkran in RIB iTWO
2. Bauprozessanalyse
3. Materialströme in RIB iTWO
4. Hub- und Montageprozess
5. Vision einer Baustellenplanung