BIM – Anwendungen und Perspektiven für das Bauprojektmanagement

Dr.-Ing. Racha Chahrour
Building Information Modelling Manager
HOCHTIEF ViCon Qatar W.L.L.
Al Rayyan Road 38,
P.O. Box 47551
Doha, State of Qatar

1 Zusammenfassung

Der folgende Beitrag befasst sich mit Building Information Modelling (BIM) aus der Perspektive des Bauprojektmanagements. Er nimmt hierfür die zunehmende Anwendung von BIM zum Anlass, um in diesem Zusammenhang Anwendungsfälle, Herausforderungen und Chancen zu analysieren.

Dabei werden die Vorteile für die Qualität, die Zeit und die Kosten über alle Projektphasen im Lebenszyklus eines Bauwerkes betrachtet. So sind Anwendungsbeispiele aufgeführt, welche den Mehrwert mit der Einführung von BIM in Verbindung mit diesen Zielen zeigen. Auch die Chancen, die sich mit den neuesten Entwicklungen und Ansätzen im Bereich von BIM ergeben, sind im Sinne der Managementziele dargelegt. Damit wird gezeigt, dass BIM eine gute Ergänzung der zur Verfügung stehenden Managementinstrumente aktuell anbieten kann.

2 Motivation

BIM steht für Building Information Modelling, zu Deutsch Gebäudedatenmodellierung und beschreibt einen innovativen Prozess zur Abwicklung von Projekten. Es handelt sich hierbei um die Methode zur Abbildung von Bauprojekten anhand von 3D Modellen und verlinkten Informationen, welche den gesamten Lebenszyklus eines Projektes abdecken kann. Entsprechend finden sich BIM Anwendungen in allen Projektphasen. In den letzen Jahren hat sich BIM in vielen Ländern gut etabliert, wie die zunehmende Anwendung von 28% in 2007 zu 71% in 2012 am Beispiel der USA zeigt [1]. Einige Länder sind soweit, dass öffentliche Bauherren die BIM Anwendung vorschreiben, wie die in Mai 2011 veröffentliche Regierungsstrategie Großbritanniens. BIM soll hier ab 2016 auf allen staatlichen Bauprojekten angewendet werden [2]. Auch in Regionen, mit starkem Bauvolumen, wie die Golfstaaten, werden BIM Anwender auf 25% geschätzt [3]. Verglichen mit 49% in Nordamerika und 36% in Westeuropa ist BIM noch in einer frühen Anwendungsphase. Trotzdem kann man am Beispiel vom Land Katar mit seinen intensiven Vorbereitungen für die FIFA Weltmeisterschaft 2022 beobachten, dass BIM einen wesentlichen Bestandteil in Ausschreibungen der großen Infrastrukturprojekte bildet.

Aus der Sicht des Bauherrn soll mit BIM effizienter geplant und gebaut werden, da jede Optimierungsmöglichkeit, die in der frühen Planungsphase identifiziert wird, eher in späteren Phasen umsetzbar ist und somit auch zu einem Vorteil für den Kunden wird. Außerdem soll am Ende das Gebäudemodell übergeben werden, welches für das Betreiben eines Bauwerkes genutzt werden kann. Somit geht der größere

BIM Nutzen durchgehend und unmittelbar an den Bauherrn weiter, speziell weil der Betrieb von Bauwerken die längste Phase im Lebenszyklus eines Projektes ist.

Die Tatsache, dass BIM die Nutzung von Modelldaten für alle Projektbeteiligte über den gesamten Projektlebenszyklus ermöglicht, macht diese Methode zu einer ganzheitlichen Lösung für die Planung und Ausführung von Bauprojekten. BIM ruft also damit einen Wandel in der Arbeitsweise hervor, so dass ein weiteres Konzept der integrierten Projektabwicklung (eng. Integrated Project Delivery IPD) entstanden ist, das ganzheitlich mit BIM in Verbindung gebracht wird. IPD bringt alle Baubeteiligten einschließlich Bauherrn zusammen und lässt das gesamte Team von Projektbeginn an als eine einheitliche Gruppe agieren, die auf diese Weise von Optimierungspotenzialen profitieren kann und sich Chancen und Risiken teilt. Somit hat der Wandel mit BIM auch bei der Vertragsgestaltung Einzug gehalten [4].

Die Botschaft lautet: „zuerst digital zu bauen“. Hierfür sind also nicht nur neue Ressourcen im Sinne von Technologien und Projektrollen wie BIM Manager, BIM Koordinator, BIM Operator, etc. adaptiert, sondern auch entsprechende Prozesse und Regelwerke bzw. Standards. Eine erfolgreiche Integration von BIM in das Managementsystem eines Unternehmens soll diese 4 Komponenten (Technologie, Personal, Prozess und Standard) berücksichtigen. Dieser Beitrag setzt den Fokus auf die Bedeutung von BIM für das Bauprojektmanagement. Er wird hierbei Trends und aktuelle Anwendungen aufzeigen, Herausforderungen adressieren, sowie Chancen und Perspektiven beleuchten.

3 Trends und Anwendungsfälle

Neben den oben erwähnten Trends, ermöglicht das virtuelle Bauen auch im Bereich von Bauprojektmanagement neue Arbeitsweisen. Und zwar wird in den letzten Jahren eine zunehmende Anwendung nicht nur für Gebäude, sondern auch immer mehr für Infrastrukturprojekte beobachtet [5]. Laut dieser Studie wuchs die Anzahl der befragten, die BIM für Infrastrukturprojekte nutzen, binnen zwei Jahren von 27% auf 46%.

Viele Beispiele weltweit bestätigen diese Untersuchung durch Erfolgsgeschichten im Straßenbau, Wasserbau, Tunnelbau, etc. und lassen somit auf intensivere Nutzung von BIM im Bereich der Infrastrukturprojekte schließen.

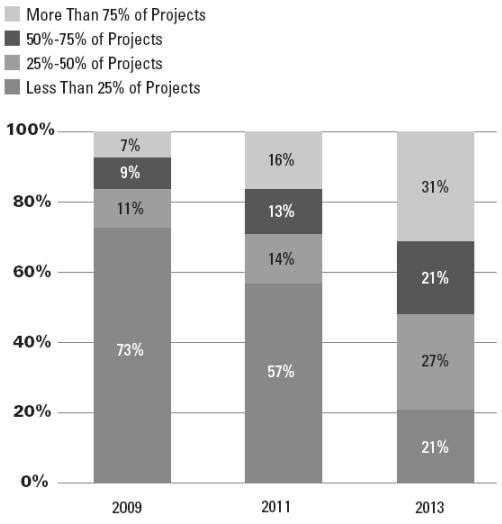

Abb. 1: BIM Implementierungsgrad für Infrastruktur über Zeit [5]

Infrastrukturprojekte erhöhen die Nachfrage der öffentlichen Bauherren für BIM und dies an sich setzt den Fokus auf folgende Themen:

- Sicherung der Planungsqualität von größeren, weltweit agierenden Teams,
- Einhaltung der Bauzeit unter erschwerten Randbedingungen,
- Höhere Anforderungen an Projektsteuerung und Controlling.

Das fordert das Bauprojektmanagement auf, Mehrwert in allen Projektzielen (Qualität, Zeit und Kosten) zu schaffen. Die folgenden Beispiele bieten Lösungen für diese Themen an und zeigen wie die Qualität der Planung mit BIM basierter Planungskoordination nachweislich verbessert werden kann. Auch die Arbeitsvorbereitung kann das virtuelle Bauen zur Verifizierung der Bauablaufplanung einsetzen und somit die Ausführungszeit validieren und entscheidende Risiken auf der Baustelle minimieren. Zudem kann BIM ein hilfreiches Instrument für eine verbesserte Baufortschrittskontrolle liefern und auf diese Weise der Projektsteuerung aussagekräftigere Informationen über Bauzeit und Baukosten bereitstellen.

3.1 Steigende Qualität durch Koordinierte Planung

3.1.1 Ausgangssituation

Im Allgemeinen werden 3D Modelle bevorzugt von Architekten und Fachplanern zum Darstellen ihrer Planungsergebnisse als fotorealistische Renderings angewandt. In komplexen Bauvorhaben werden die 3D Modelle auch zur Planungskoordination herangezogen. So werden geometrische Konflikte zwischen den verschiedenen Fachplanungen automatisch mit Hilfe geeigneter Softwareprodukte erkannt und schon im zugrundeliegenden 3D Modell gelöst. Die Entwicklung von Analysetools, welche räumliche Kollisionen automatisch an 3D Modellen untersuchen, fördert die Verbreitung von weiteren Anwendungen von 3D Modellen während der Planungsphase und hilft dabei spätere Probleme auf der Baustelle zu vermeiden.

Auch bei dieser intensiveren Nutzung der 3D Modelle, um geometrische Kollisionen (Clashes) zu erkennen, bleibt die Wirkung eingeschränkt, wenn die Dokumentation bzw. das Reporting und die Korrekturmaßnahmen nicht in den Planungskoordinationsprozess eingebettet werden. Nur durch die Integration in die vorhandenen Planungsprozesse kann die Kollisionsprüfung (Clash Detection) effektiv zur Verbesserung der Planungsqualität beitragen.

3.1.2 Methodik

Die automatische Analyse der geometrischen Kollisionen (Clash Detection) stellt nicht das Ende des Planungskoordinationsprozesses dar, sondern bildet erst den Anfang. Kollisionsprüfung wird in einem umfassenden Prozess integriert, der mit der Vorbereitung der zu prüfenden Bauabschnittsgrößen und Intensität sowie Häufigkeit der Prüfungen startet. Nach der Analyse werden die Ergebnisse in einer Koordinationsbesprechung am digitalen 3D Computer Modell diskutiert. Daraus resultierende Änderungen an der Planung werden direkt im 3D Modell dokumentiert und von den verantwortlichen Beteiligten beseitigt. Somit können Störungen im späteren Bauablauf reduziert werden.

Die Einführung eines solchen Prozesses bindet die Kollisionsprüfung an das Planungsmanagement und macht es wesentlich effektiver. Nachfolgende Abbildung zeigt den Planungsprozess mit Hilfe von 3D Modellen.

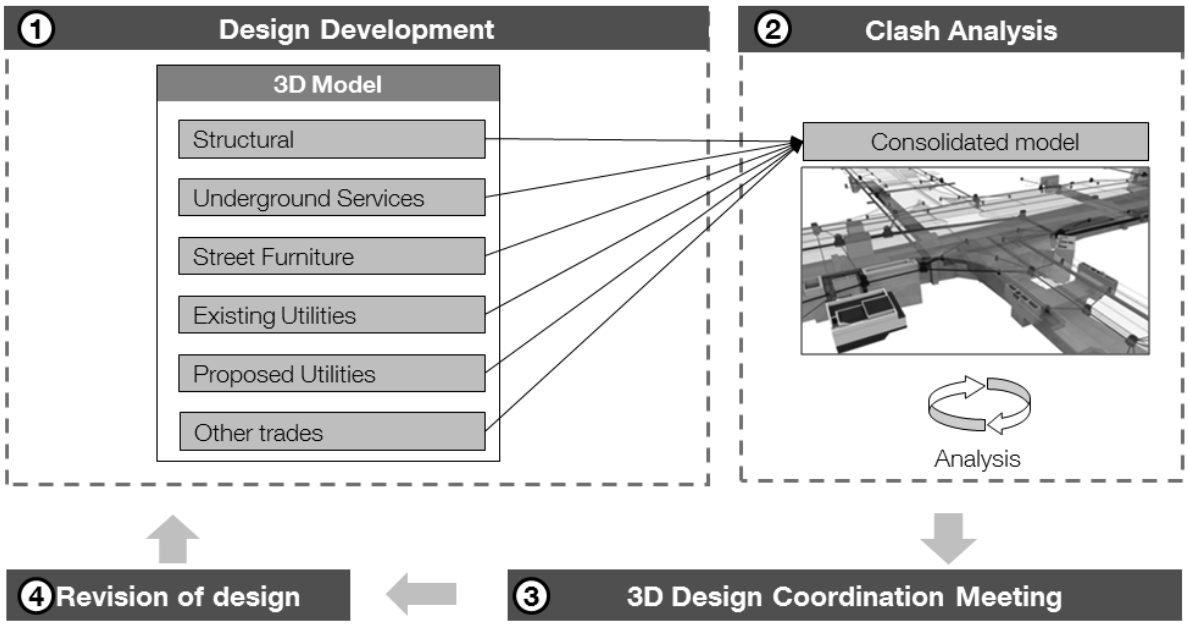

Abb. 2: Prozessablauf – Kollisionsprüfung

3.1.3 Umsetzung

Um diesen Prozess zu unterstützen hat HOCHTIEF ViCon ein web-basiertes System mit dem Namen Design Coordination System kurz DCS entwickelt. DCS hilft dabei, die Ergebnisse der Kollisionsprüfung darzustellen und die Planungskoordination zu unterstützen. Der Zugang zu dem System ist den Planungsbeteiligten entsprechend deren Rollen und Verantwortungsbereichen netzwerkbasiert gewährt. Im System werden den Konflikten Attribute zugewiesen, wie identifizierende Bezeichnungen, örtlicher Bezug, relevante 3D Ansicht im Model und betroffene Gewerke. Während der Besprechung können dann weitere Attribute ausgefüllt werden, wie Verantwortli-

cher, Status (neu, zugewiesen, gelöst, etc.), Art (Planungsrelevant, vernachlässigbar, Baurelevant, etc.) und Fälligkeitsdatum. Der Verantwortliche kann dann nach der Besprechung eine Lösung für den Konflikt finden und im System kommentieren. Dazu können auch relevante 2D Pläne zu jedem Clash im System gespeichert und während der Planungsbesprechung bei Bedarf abgerufen werden.

Das DCS ermöglicht es außerdem verschiedene Berichte nach individuell ausgewählten Filterkombinationen auszugeben. Aber auch umfassende Berichte für das Management können aus dem System ausgegeben werden.

Die Vorteile eines solchen Systems sind:

- Anbindung der Kollisionsprüfung an den Planungskoordinationsprozess
- Zeitersparnis bei Planungsbesprechungen
- Klare Kommunikation und vereinfachte Verfolgung von Planungskonflikten
- Große Flexibilität durch weltweite Erreichbarkeit der Planungsbeteiligte
- Verbesserte Qualität der Berichte über Planungsstatus

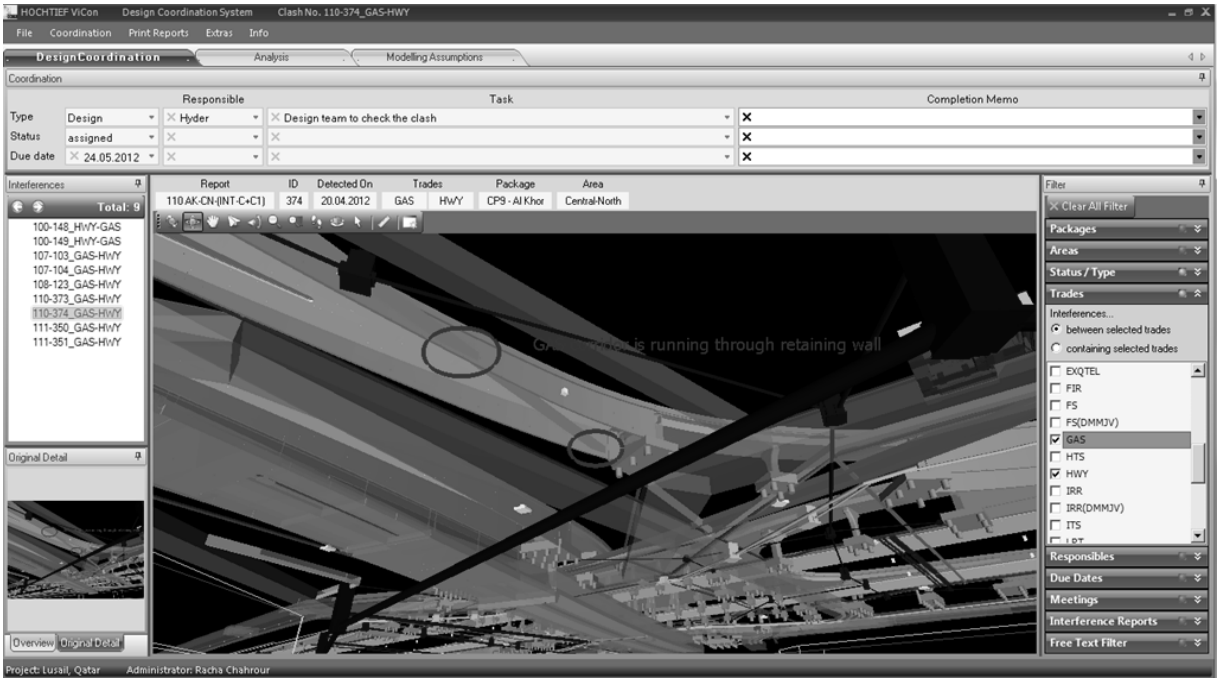

Abb. 3: Design Coordination System DCS, entwickelt bei HOCHTIEF ViCon

3.2 Geprüfte Bauzeit durch Verifizierte Terminpläne

3.2.1 Ausgangssituation

Geschichtlich betrachtet hat die ‘Zeit‘ den 3D Modellen ihre vierte Dimension verliehen und erstmalig die Nutzung von verlinkten Informationen für Bauprozesse initiiert.

Wie die 3D Darstellungen mehr zur Kommunikation der Planung beitragen als 2D Pläne, unterstützt eine 4D Animation die Kommunikation des Bauablaufs besser als der Terminplan. Mit dem Einsatz von 4D Modellen ist es erstmals möglich dynamische Abläufe bildlich darzustellen, die ohne den Einsatz dieser Visualisierung nur schwer kommuniziert werden können. Die Prozessanimation anhand von sog. 4D Modellen hat folglich an Bedeutung gewonnen, um geplante Bauabläufe besser zu kommunizieren. Jedoch ist BIM immer noch nicht in der Ablaufplanung als solches integriert, sondern wird lediglich nach deren Abschluss eingeschaltet. Für die Terminplaner ist BIM also nur ein Weg um deren Ideen zum Bauablauf anhand von 3D Modellen zu vermitteln.

Damit entgeht der Bauablaufplanung die Nutzung von Modellinformationen für die tatsächliche (automatische) Entwicklung von Terminplänen. Einige wichtige Möglichkeiten zur Implementierung von BIM in die Bauablaufplanungsprozesse sind in [6] ausführlich beschrieben. Davon abgesehen sind die Potentiale der nachgeschalteten 4D Modelle bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Sie sind in der heutigen Praxis, wie oben erwähnt, auf die Kommunikation aber auch teilweise auf die visuelle Überprüfung der entwickelten Terminpläne beschränkt. Das Letztere ist jedoch bei komplexeren Projekten recht schwierig, da durch die parallelen Bauaktivitäten schnell der Überblick verloren geht. Zudem laufen viele Ausbau- und technische Ausrüstungsprozesse in geometrisch geschlossenen Räumen ab, was die visuelle Kontrolle noch mehr erschwert. Dabei wird deutlich, dass visuelle, also 3D-basierte Prüfung an ihre Grenzen stößt. Die Nutzung der verlinkten BIM Daten liegt dann auf der Hand. Diese können auch zur Prüfung und Verifizierung von geplanten Bauabläufen einbezogen werden, wie folgend gezeigt wird.

3.2.2 Methodik

Die Verifizierung des Bauablaufs kann anhand von mehreren Prüfkriterien vollzogen werden. Dafür wird das 4D Model samt Geometrie und verlinkten Informationen einbezogen. Es handelt sich hierbei um eine BIM-basierte Methodik, mit der die Datenintegrität des 4D Modells geprüft werden kann. Die Prüfkriterien können folgende Kategorien abdecken:

- **Kompatibilitätsprüfung**, mit der die Modellstruktur mit der Struktur des Terminplans verglichen wird

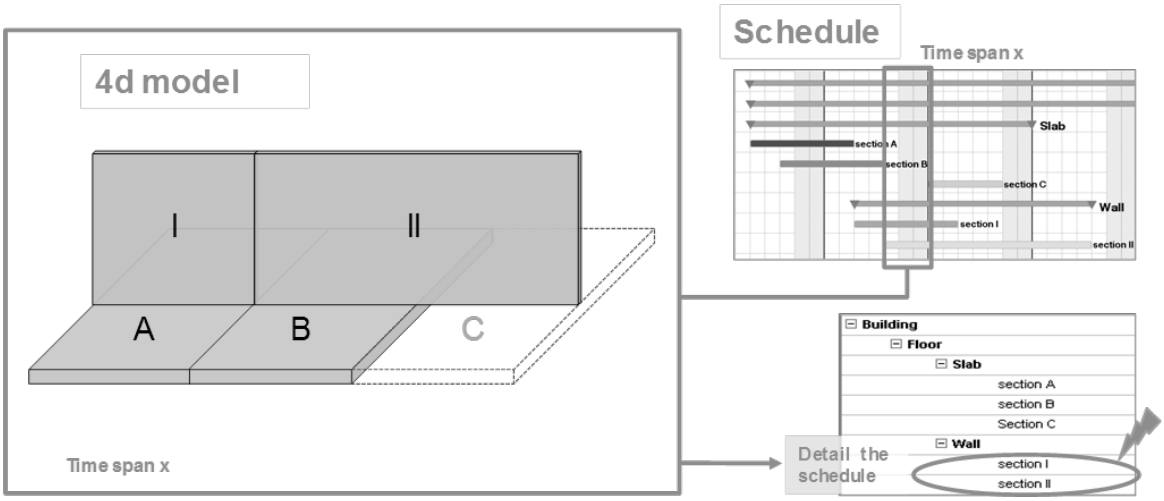

Abb. 4: Kompatibilitätsprüfung

– **Vollständigkeitsprüfung**, mit der untersucht wird, ob alle modellierten Bauelemente auch zeitlich geplant sind

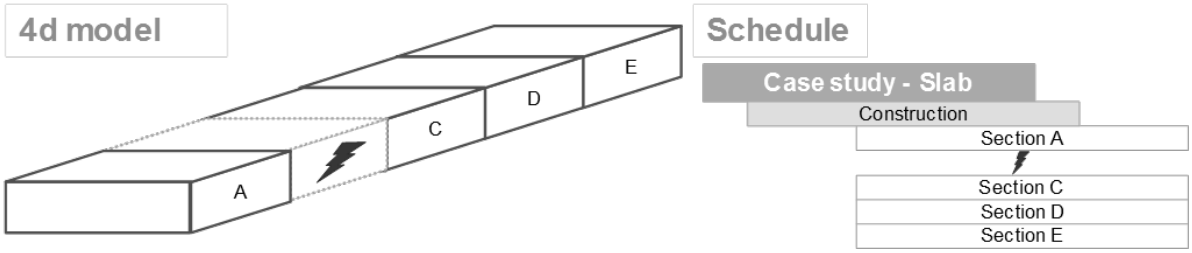

Abb. 5: Vollständligkeitsprüfung

– **Sequenzprüfung**, mit der die Konsistenz der Vorgangsbeziehungen über den Terminplan und zu der Modelstruktur und Bauverfahren abgewogen werden

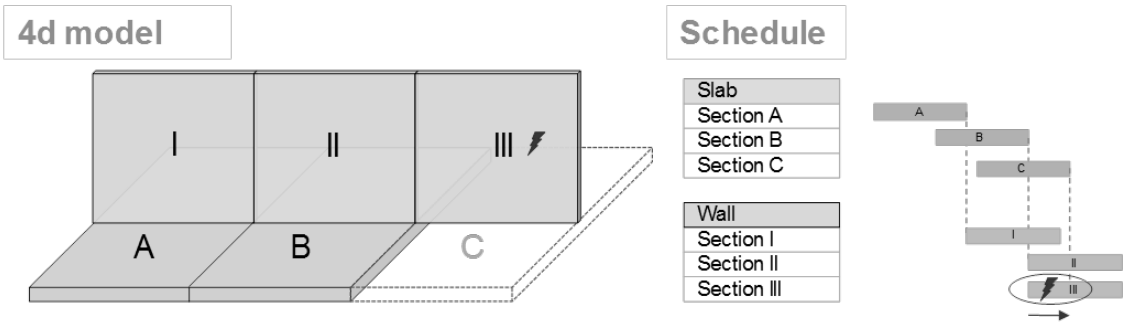

Abb. 6: Sequenzprüfung

– **Ressourcenprüfung**, mit der die Bauzeitermittlung einschließlich Mengen, Ressourcen und Aufwandswerte geprüft wird

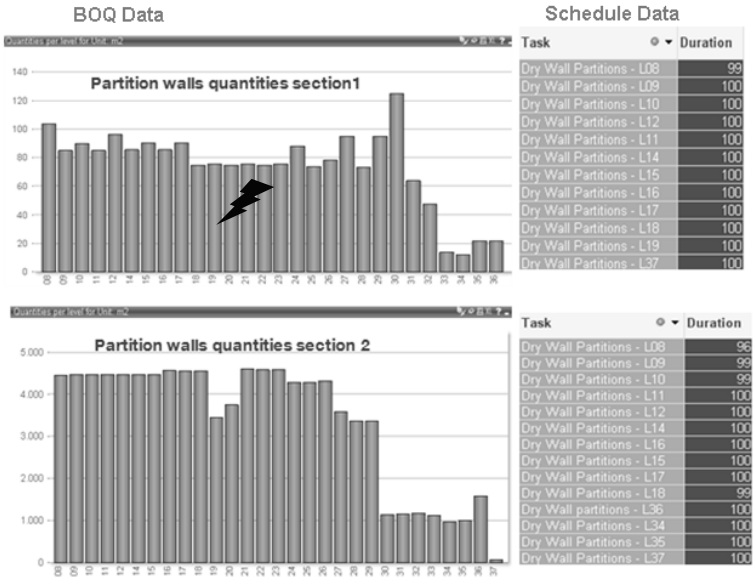

Abb. 7: Ressourcenprüfung

3.2.3 Umsetzung

In der Praxis sollen als erstes Prüfkriterien für die obengenannten Kategorien definiert und mit dem verantwortlichen Personal im Projekt abgestimmt werden. Zur Definition können Vertragsunterlagen, Baubeschreibung, Terminplan, Bauverfahrensbeschreibung, etc. in Betracht gezogen werden. Diese Prüfkriterien stellen die vereinbarten Regeln zur Verifizierung des Terminplans dar.

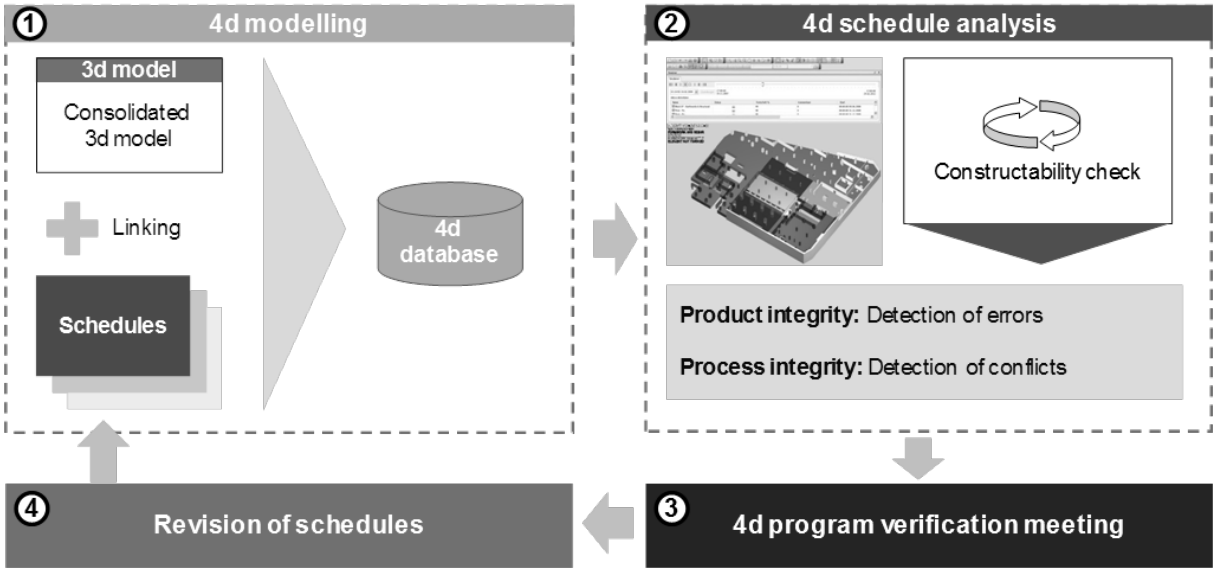

Abb. 8: Prozessablauf – Verifizierung des Terminplans

Im zweiten Schritt wird anhand von programmierten Abfragen die Einhaltung dieser Regeln mit Hilfe des 4D Modells geprüft. Bei nicht Einhaltung von gewissen Regeln werden Konflikte vermerkt und dokumentiert, wobei jeder Abweichung mit einem einheitlichen Formular beschrieben wird. Die Ergebnisse können dann im Rahmen einer Baubesprechung geklärt werden.

Wie bei der Planungskoordination ist hierbei auch wichtig, die Konflikte richtig zu kategorisieren und zu identifizieren, damit diese im Nachhinein verfolgt werden können. Auch die Zuweisung einer verantwortlichen Person vereinfacht das Berichten über den Status eines Konfliktes und schließlich dessen Behebung. Beispielsweise können folgende Statusvarianten relevant sein:

Status	Beschreibung
Neu	Neuer Konflikt bezogen auf diesen Report
Offen	Identifiziert in einem vorigen Report, ist jedoch noch nicht gelöst
Geschlossen	Weitergeleitet zu einem folgenden Report, noch nicht gelöst
Gelöst	Schon berücksichtigt in der neuen Version des Terminplanes

Tab. 1: Statusvarianten

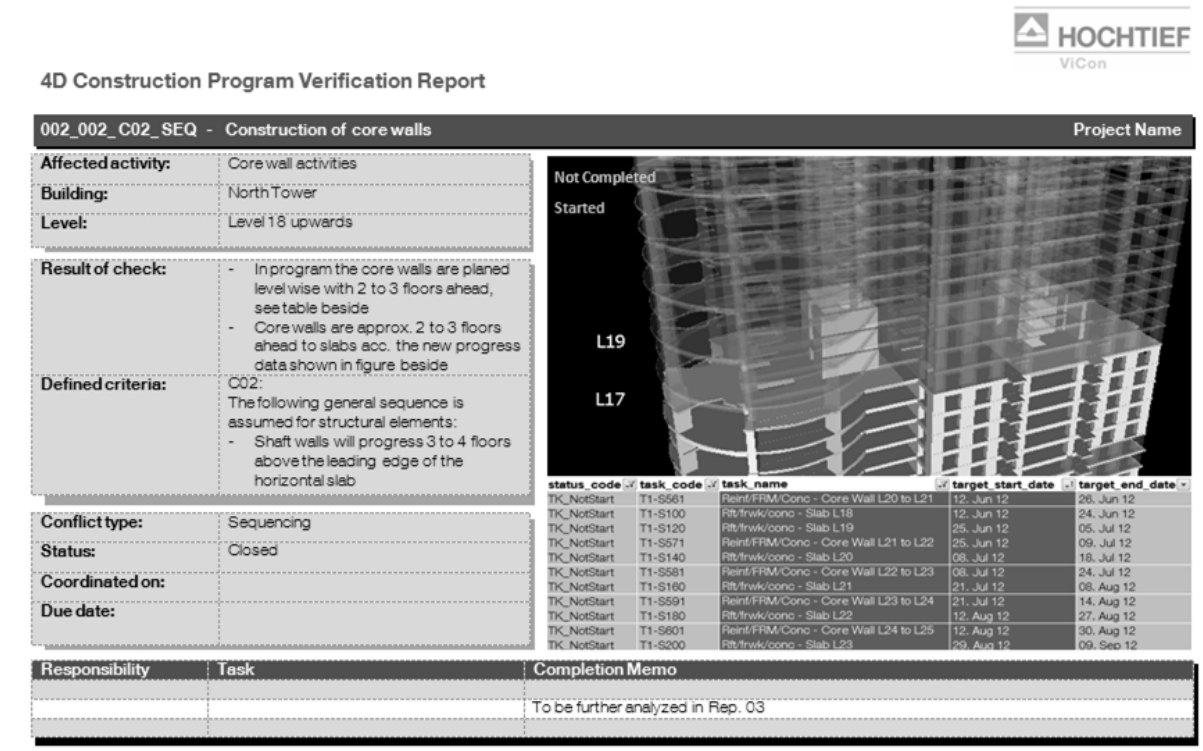

Abb. 9: Einheitliches Formular zur Beschreibung von Terminplankonflikten

3.3 Überschaubare Kosten durch ganzheitliche Informationssysteme

3.3.1 Ausgangssituation

Die Steuerung der Baustelle beruht auf allen Managementzielen und erfordert Informationen über die vertraglichen Leistungen, Bauzeiten und Kosten. Ein wichtiger Aspekt ist auch die Berücksichtigung von Leistungsänderungen, die während des Bauablaufes zustande kommen. Normalerweise werden diese Informationen in unterschiedlichen Systemen dokumentiert. So ist die Leistung meistens in Form von 2D Plänen, Mengen und Kosten in Leistungsverzeichnissen bzw. Kalkulationssystemen und Zeiten in Terminplanungssystemen gespeichert. Dies macht eine durchgehende Anpassung der veränderten Informationen mit fortschreitendem Bauablauf zu einer schwierigen Aufgabe. Zudem unterscheiden sich die Datenstrukturen in all diesen Systemen erheblich, so dass keine Flexibilität bei der Suche nach Informationen geboten wird.

Die benötigten Informationen für eine Entscheidung sind deshalb nicht nur schwer zu extrahieren, sondern auch meistens nicht aktualisiert oder verifiziert und deshalb nicht hundertprozentisch zuverlässig.

In diesem Zusammenhang ist BIM als Quelle von konsistenten und fortgeschriebenen Informationen noch nicht ausreichend genutzt. Ein wesentliches Hindernis hierzu stellt der Mangel an Systemen dar, welche alle erforderlichen BIM Informationen anwenderfreundlich und flexibel präsentieren.

3.3.2 Methodik

Das Extrahieren von BIM Informationen setzt in erster Linie voraus, dass die Strukturen von dem 3D Modell, Terminplan, Leistungsverzeichnis und Kosten im erforderlichen Detail kompatibel sind und dadurch miteinander verlinkt werden können. Nur dann, können die hinterlegten Informationen nach geeigneten Filterkriterien den Anwendern konsistent zur Verfügung gestellt werden. Das Ergebnis ist dann ein BIM-basiertes Informationssystem, welches eine einzigartige Flexibilität anbieten kann. Die Informationen können nach Bedarf gebündelt und in Verbindung mit dem 3D Modell, also dem räumlichen Bezug, präsentiert.

Mit fortschreitendem Bauablauf sollen Leistungsänderungen und deren Auswirkungen an einer zentralen Stelle aktualisiert werden. Auch der Baufortschritt kann in das Informationssystem einfließen und weitere Analysemöglichkeiten zur Unterstützung der Projektsteuerung bereitstellen.

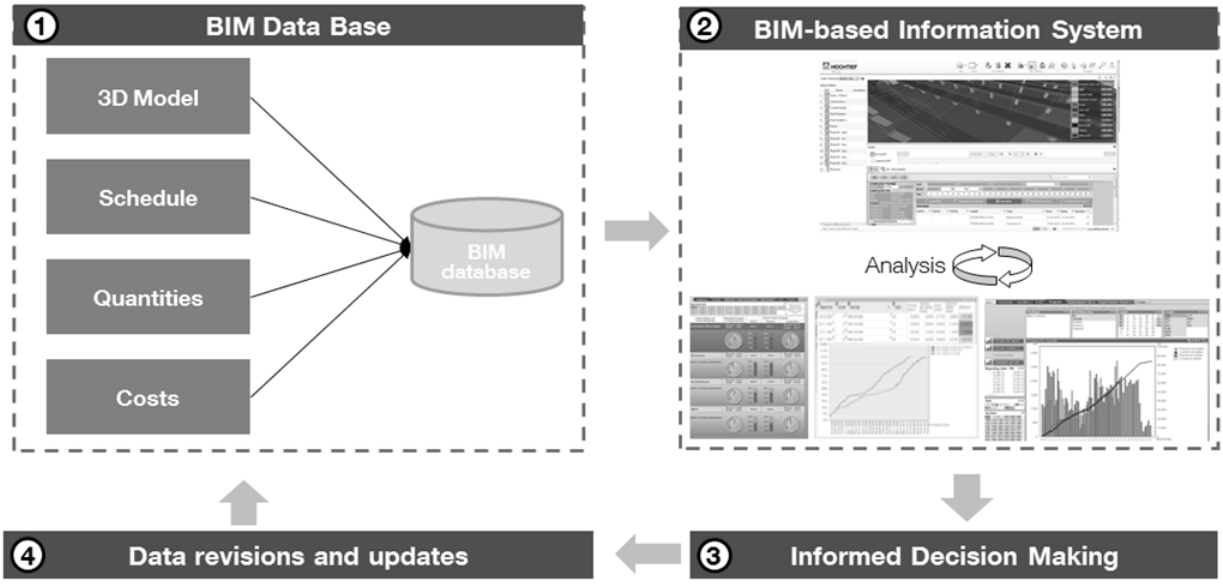

Abb. 10: Prozessablauf bei der Erstellung und update eines BIM-basierten Informationssystems

3.3.3 Umsetzung

Die Realisierung dieser Methodik wird mit dem von HOCHTIEF ViCon entwickelten 3D Building Information System (3D BIS) erreicht. Das System stellt den Anwendern ein einzigartiges netzwerkbasiertes BIM System zur Verfügung, das eine beliebig kombinierbare Informationsquelle an Projektdaten anbietet, welche zudem visuell mit dem Modell synchronisierbar sind. Die tabellarischen Daten können außerdem entsprechend als Kurven, Balken oder Dashboards dargestellt werden.

Mit all den möglichen Konstellationen von ausgelesenen Daten weiten sich Nutzungsmöglichkeit eines solchen Systems aus. So wird das 3D BIS für folgende Zwecke eingesetzt:

- Kommunikationsmittel, um mehr Verständnis für das Bauwerk anhand von räumlichen, aber auch relevanten alphanumerischen Daten zu vermitteln
- Informationsquelle, um weitere Prozesse mit benötigten Daten zu beliefern
- One stop Dokumentation von Baufortschrittsdaten hinsichtlich, Leistung, Zeit und Kosten
- Analysetool von zusammenhängenden Daten.

Des Weiteren findet das 3D BIS Anwendung in Verbindung mit mobilen Geräten. So kann der Prozess der Fortschrittaufnahme und Meldung auf der Baustelle mit Hilfe der mobil bereitgestellten visuellen Komponente mit hinterlegten Daten deutlich vereinfacht werden. Die aufgenommenen Leistungsfortschritte können dann im Nachhinein automatisch am zentralen Modellserver importiert werden.

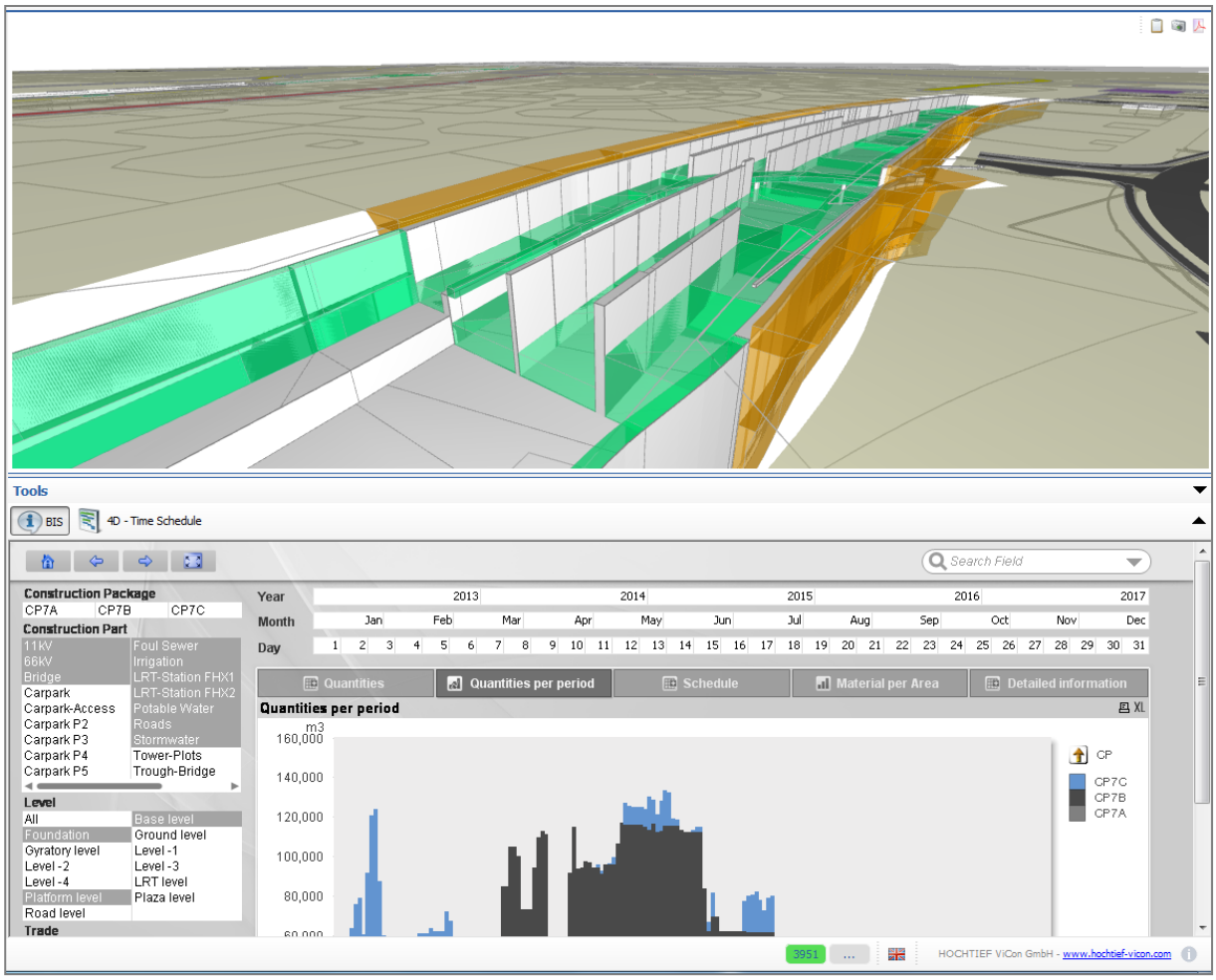

Abb. 11: Das 3D Building Information System, entwickelt von HOCHTIEF ViCon

4 Herausforderungen in Verbindung mit BIM und Bauprojektmanagement

In Verbindung mit BIM und Bauprojektmanagement sind Herausforderungen beidseitig zu betrachten. Zum einen sind Anforderungen an das Bauprojektmanagement bei der Einführung von BIM gestellt, zum anderen aber soll BIM gewisse Voraussetzungen erfüllen, um besser ins Bauprojektmanagement aufgenommen zu werden. Wie eingangs erwähnt umfasst die ganzheitliche Betrachtung von BIM im Allgemeinen vier Komponenten. So spielen neben der Technologie auch Personal, Prozesse und Standards eine wesentliche Rolle für eine erfolgreiche BIM Einführung. Für das Bauprojektmanagement können Herausforderungen in Verbindung mit all diesen Komponenten identifiziert werden, wie im Folgenden aufgeführt ist.

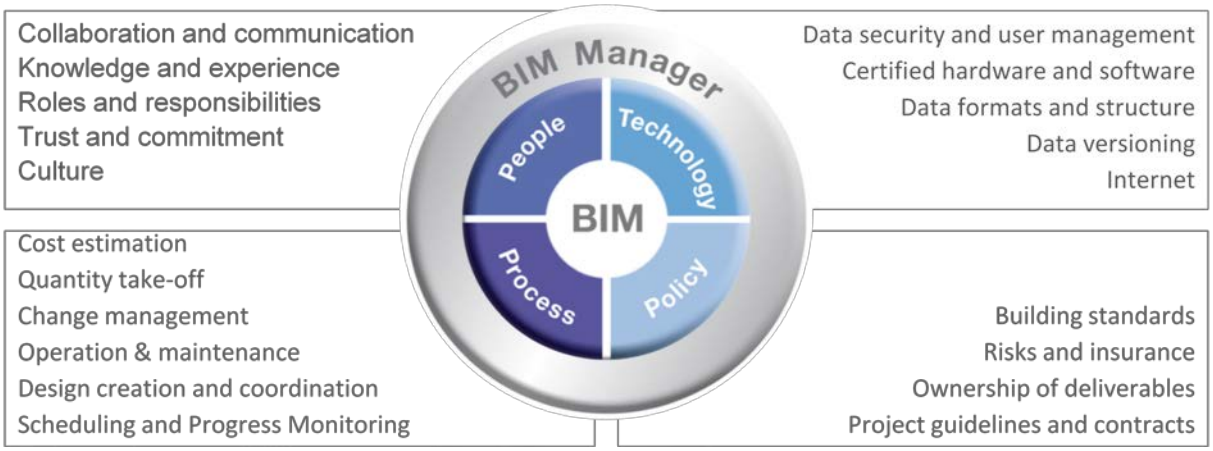

Abb. 12: Die 4 BIM Komponenten | © HOCHTIEF ViCon

4.1 Personal mit BIM und Management Kenntnis

Die Bauindustrie war immer konservativ gegenüber neuen Methoden im Vergleich zu anderen Industrien, wie beispielsweise die Automobil- oder die Schiffbauindustrie. Ein Grund dafür ist die manuelle Natur der Bauarbeiten welche eine traditionelle Mentalität über Arbeitsweisen begünstigt. Ein weiterer Grund ist auch die ständig wechselnde Konstellationen an Teams von einem Projekt zum anderen, was die Einführung von einheitlichen Arbeitsmethoden erschwert.

Die Erfahrung zeigt, dass ein Top-down Ansatz bei der Einführung von BIM in die Unternehmenspraxis zu erfolgreichen Ergebnissen führen kann. Das setzt ein generelles Verständnis der Vorteile von BIM und die Überzeugung in Leitungsfunktionen voraus. Auch die Aufgaben in Verbindung mit BIM erfordern die Definition von neuen Projektrollen. Beispiel ist die Rolle des BIM Managers, der alle BIM Komponenten, Technologie, Menschen, Prozesse, Regelwerke im Anklange bringen soll. Theoretisch soll der BIM Manager Kenntnisse auf all diesen Gebieten über all Projektphasen haben. Dies bringt eine weitere Herausforderung mit sich, und zwar Experten auf dem Gebiet zu finden, auszubilden und zu trainieren. Speziell weil auch nur wenige Universitäten weltweit überhaupt BIM Ausbildung anbieten.

4.2 Technologien für Erweiterte Managementziele

Die Tatsache, dass BIM schon allgegenwärtig ist, lässt ihre Anwendung zur Effizienzsteigerung unabdingbar werden. Dies stellt jedoch eine weitere Aufgabe an das Bauprojektmanagement. Es können mit BIM im erweiterten Sinne die Projektziele Qualität, Zeit und Kosten auf die digitale Welt projiziert werden, so dass ein paralleles Informationsdreieck über i-Leistung / i-Qualitäten (3D), i-Zeit (4D) und i-Kosten (5D) entsteht. Somit wird das magische Managementdreieck zu einem dreiseitigen

Prisma, also auch zu einem dreidimensionalen Körper. Die Herausforderung wird dann nicht nur die Fläche, sondern den Volumenkörper konstant zu halten und die Managementinstrumente für alle sechs Ecken in Einklang zu bringen.

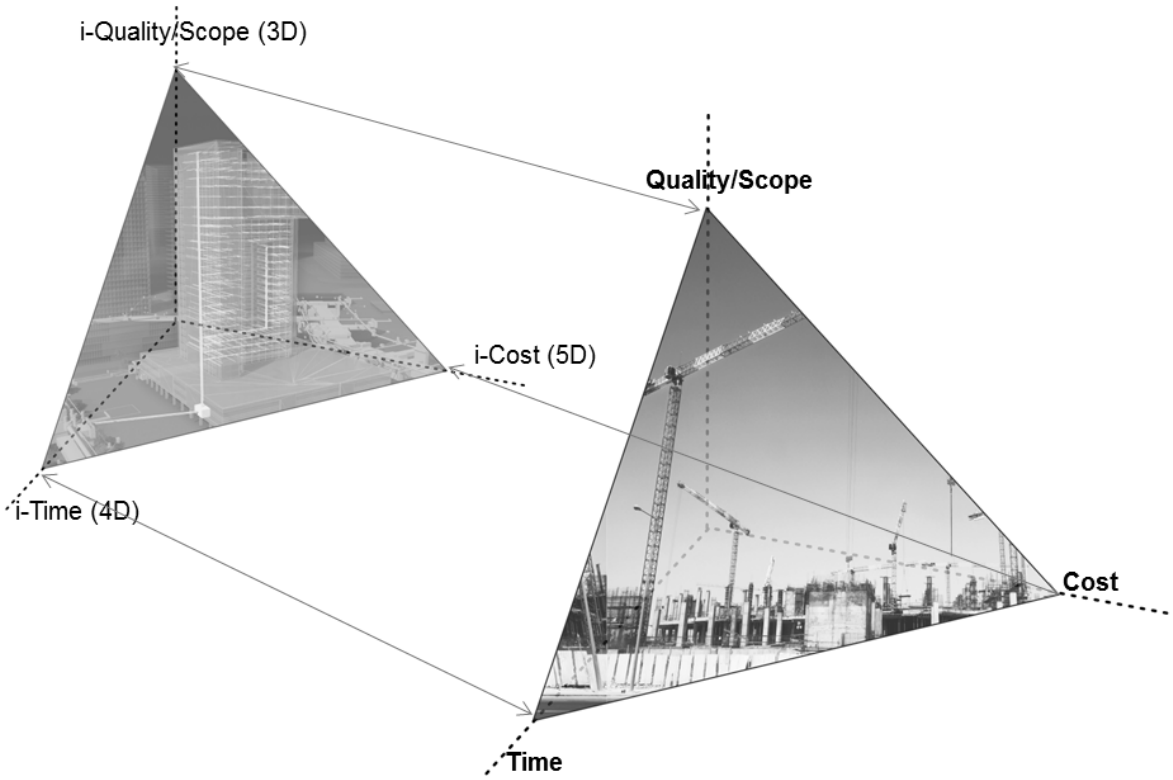

Abb. 13: Das Magische Managementdreieck als 3D Körper Prisma

BIM ebnet somit den Weg zur virtuellen Welt, in der die Auswirkungen von Managemententscheidungen am Model prognostiziert werden können. Mögliche Szenarien lassen sich so vor der realen Umsetzung am Modell durchspielen. Voraussetzung hierfür ist jedoch das Vorhandensein von passenden Werkzeugen, welche die Folgen von geplanten Maßnahmen analysieren und die notwendigen Informationen anwenderfreundlich ablesen lassen. Hier ist auch das Management aufgefordert diese Chancen zu ergreifen, um faktenbasierte und verifizierte Entscheidungen zu treffen.

4.3 BIM Einbindung in konventionelle Managementprozesse

BIM soll in die konventionellen Prozesse des Bauprojektmanagements eingebettet und dabei das Personal entsprechend ausgebildet werden, um die gewünschte Wirkung zu erzielen. Dies kann im Grunde an den oben aufgeführten Beispielen beobachtet werden. So ist die Anwendung von BIM für Planungskoordination fortgeschrittener als für andere Prozesse, gerade weil Architekten und Fachplaner generell viel intensiver mit BIM oder zumindest mit 3D Modellen arbeiten und diese in ihre

Prozesse eingebettet haben. Das begründet die Tatsache, dass die Kollisionsprüfung (Clash Detection) anhand von 3D Modellen als Koordinationsprozess mittlerweile gut etabliert und in die Planungsprozesse integriert ist. Im Gegensatz hierzu ist BIM als Managementmethode vielen Arbeitsvorbereitern und Bauleitern noch fremd. Dies erklärt warum BIM nur eine begrenzte Weiternutzung in der Bauphase erfährt. Beispiel hierzu sind 4D Modelle die zwar zur Kommunikation vom Bauablauf eingesetzt werden, aber wenig für die Ablaufplanungs- und Steuerungsprozesse eingebettet und genutzt werden.

4.4 Entwicklung von nationalen BIM Standards

Neben den oben aufgeführten Herausforderungen stellt die Entwicklung eines nationalen Standards, speziell in Deutschland, eine wichtige Station in der Einführung von BIM dar. Dies wird eine intensivere BIM Anwendung hervorrufen, wie meist bei den Ländern, in denen bereits ein nationaler Standard etabliert ist, beobachtet wird. Als Beispiele hierfür können der amerikanische NBIMS, der Singapore BIM Standard, der norwegische Statsbygg und der britische BIM Standard aufgezählt werden. Einem deutschen BIM Standard stehen allgemeine Hindernisse im Weg. Zum Beispiel ist die BIM Wahrnehmung der Bauindustrie mit nur 12% noch sehr gering verglichen mit anderen europäischen Ländern. Andere Hindernisse sind durch einzigartige Besonderheiten der deutschen Industrie bedingt wie [7]:

- Die länderbezogene, dezentrale Verwaltung der öffentlichen Projekte
- Die große Anzahl an kleinen und mittelständigen Unternehmungen
- Die inflexiblen Strukturen der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure HOAI verglichen mit den kollaborativen Aspekten von BIM.

Das Beispiel England zeigt, dass eine erfolgreiche BIM Einführung auf nationaler Ebene zu erzielen ist, wenn die öffentliche Hand die Entwicklung eines nationalen Standards verordnet und deren Anwendung fordert. Deutschland kann hier von den Erfahrungen anderer Länder profitieren um Hindernisse und Herausforderungen bei der Einführung von BIM und bei der Entwicklung eines eigenen BIM Standard zu bewältigen.

Eine weitere Herausforderung im Bereich der Standardisierung ist die Übergabe der BIM Daten an den Bauherrn. Mittlerweile haben sich einige neutrale, firmenunabhängige, Industriestandards wie die Industry Foundation Classes IFC als Austauschformate gut etabliert. In Verbindung mit der intensiveren BIM Nachfrage für Infrastrukturprojekte und dem Interesse von öffentlichen Bauherren hat die Übergabe von relevanten Informationen an die Betriebsphase und die Definition eines industrieweit gültiges Austauschformat an Bedeutung gewonnen. In diesem Zusammenhang sind einige Fortschritte mit der Definition von COBie Schnittstelle (Construction Operati-

ons Building Information Exchange) und deren Einführung in die Regelwerke von BIM zu beobachten. Mit COBie können wesentliche Projektdaten, welche für die Betriebsphase wichtig sind, über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerkes nach bestimmten Schemen gesammelt und gepflegt werden. Jedoch fehlt generell immer noch die Erfahrung hinsichtlich Abgrenzung von erforderlichen Daten, Integration in BIM Daten und weitere Nutzung für das Facility Management während der Betriebsphase.

5 Chancen und Perspektiven

Als innovative Lösung hat BIM im Allgemeinen den Anspruch, die neusten Technologien zu implementieren und zu nutzen. Diese können BIM den Weg für neue Einsatzfelder ebnen und dadurch weitere Chancen und Perspektiven für zusätzliche Anwendungen in Aussicht stellen. Im Folgenden werden einige Beispiele aus der Planung, der Ausführung und dem Betrieb von Bauwerken aufgeführt. Diese könnten auch für das Bauprojektmanagement und seine Ziele von Interesse sein, da sie:

- die Planungsqualität durch Integration mit Managementsystem verbessern,
- die Bauzeit durch die Nutzung von Simulation verringern,
- die Kosten durch die Anwendung von Augmented Reality bei allen Projektphasen minimieren.

5.1 Integration mit Management Systemen

Das Management von Großprojekten erfordert den Einsatz von vielen Systemen, die sich mehr oder weniger überschneiden. Beispiele gibt es hierfür genug, so deckt das Qualitätsmanagement gewissermaßen viele andere Managementbereiche, wie Prozessmanagement, Dokumentenmanagement, etc. mit ab. Nur dadurch, dass BIM Anwendungen in allen Projektphasen Einsatz finden, kommt BIM mit unterschiedlichsten Managementsystemen in Berührung, welche die Planung, die Ausführung und das Betreiben von Projekten umfassen. Die Aufgabe des BIM Managements ist dann hier, die Regularien der anderen Managementsysteme zu respektieren.

Die Tatsache, dass BIM eine Abbildung des Projektes mit seinen räumlichen und alphanummerischen Daten ist, fördert eine intensivere Verzahnung oder eine volle Integration mit den hierbei angewandten Managementsystemen. Beispiel hierfür ist die BIM Integration in die Planungsmanagementsysteme. In diesem Zusammenhang bildet BIM den Kern der kollaborativen Planung und ist deshalb voll integriert in den Engineering Content Management Systemen. Die diesen Systemen hinterlegte Umgebung, das sog. Common Data Environment (CDE) ist in Großbritannien inklusive der erforderlichen Abläufe mittlerweile standardisiert, siehe Britisch Standard BS

1192. Dies umfasst auch die Planungskoordination. Nachdem die Planung am 3D Modell entwickelt und koordiniert ist, wird das Ergebnis den entsprechenden Genehmigungsablauf innerhalb des Dokumentenmanagementsystems durchlaufen. Mit anderen Worten ist BIM im Bereich der Planung voll in den dort eingesetzten Managementsystemen integriert.

Ähnliche Beispiele könnten in den darauffolgenden Projektphasen durchaus Mehrwert schaffen. Dies wird jedoch erst mit zunehmender Anwendung von BIM in diesen Phasen kommen.

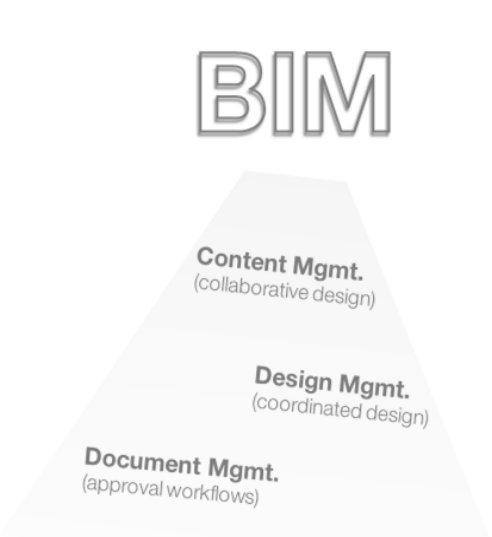

Abb. 14 : Integration von BIM und Managementsystemen in der Planungsphase

5.2 BIM und Simulation

Mit der Simulation ist hier die diskrete ereignisorientierte Simulation gemeint, welche das Experimentieren mit dynamischen und stochastischen Systemen zur Findung von besseren Lösungen ermöglicht. Beide Systeme könnten sich in vielen Punkten ergänzen und somit die Analyse von komplexen Baustellenprozessen unterstützen. Beispiel hierfür ist die Erweiterung des Ansatzes von Terminplanverifizierung, siehe 3.2, um Konflikte im Bauablauf zu identifizieren. Es gilt also nicht nur die Produktintegrität, also den Terminplan, zu prüfen, sondern auch die Prozessintegrität.

Während beim Prüfen der Produktintegrität nach Abweichungen von vereinbarten Regeln gesucht wird, werden bei der Prozessintegrität Konflikte analysiert. Und zwar treten generell Konflikte auf der Baustelle auf, wenn zwei Aktivitäten oder Prozesse zur gleichen Zeit um einen oder mehrere Räume konkurrieren, welche für die Ausführung dieser Prozesse benötigt werden. Diese Räume könnten dann sein [8]:

- Vorbereitungsraum, wie für Bewehrungsarbeiten,
- Produktraum, wie das Bauelement selbst,
- Arbeitsraum, für die Bewegung der Arbeiter,
- Einrichtungsraum, wo Baumaschinen stehen,
- Einrichtungswegraum, für den Transport von Baumaschinen reserviert wird,
- Lagerraum, wo Baumaterial gelagert wird,
- Lieferraum, für die Belieferung von Baumaterialien,
- Schutzraum, für Fassade oder Frischbeton,
- Stützungsraum, wie für Schalung.

Aktivität 2 \ Aktivität 1	Vorbereitungs-raum	Produktraum	Arbeitsraum	Einrichtungs-raum	Einrichtungs-wegraum	Lagerraum	Lieferraum	Schutzraum	Stützungs-raum
Vorbereitungs-raum	**Verspätung**	**Verspätung**	**Verspätung**	**Verspätung**	**Verspätung**	**Verspätung**	**Verspätung**	**Schaden**	**Gefährdung**
Produktraum		**Blockade**	**Hindernis**	**Hindernis**	**Hindernis**	**Hindernis**	**Hindernis**	**Schaden**	**Gefährdung**
Arbeitsraum			**Verspätung**	**Hindernis**	**Verspätung**	**Verspätung**	**Verspätung**	**Schaden**	**Gefährdung**
Einrichtungs-raum				**Blockade**	**Blockade**	**Blockade**	**Blockade**	**Schaden**	**Gefährdung**
Einrichtungs-wegraum					**Hindernis**	**Blockade**	**Hindernis**	**Hindernis**	**Gefährdung**
Lagerraum						**Blockade**	**Hindernis**	**Schaden**	**Gefährdung**
Lieferraum							**Hindernis**	**Hindernis**	**Gefährdung**
Schutzraum								**keine Auswirkung**	**Gefährdung**
Stützungs-raum									**Gefährdung**

Tab. 2: Zeit-Raum Konflikt Matrix

Demnach könnten Konflikte je nach Signifikanz der erwarteten Effekte und Folgen klassifiziert werden zu: Verspätung, Hindernis, Blockade, Schaden und Gefährdung.

Nach dieser Definition wird den Prozessen ein räumlicher Bezug verliehen und das Problem wieder auf räumliche Überlagerungen von geometrischen Elementen reduziert. Ähnlich wie die Kollisionsprüfung in der Planungsphase, wird hierfür ein Prüfalgorithmus benötigt. An dieser Stelle könnte die Simulation zum Einsatz kommen [8].

Die Räume im 3D Modell sollen im ersten Schritt durch Attribute spezifiziert werden, welche ihre Nutzung beschreiben, wie Vorbereitung, Produkt, Arbeit, etc. Bei der Erstellung vom 4D Modell werden dann zu den jeweiligen Aktivitäten nicht nur Produkträume (Elemente), sondern auch andere, wie Arbeitsräume zugewiesen. Zur Identifikation von Zeitkollisionen könnte beim Einsatz der Simulation ein Konflikt identifiziert werden, wenn zwei Ereignisse zur gleichen Zeit um einen Raum konkurrieren.

5.3 Augmented Reality

Die Anwendung von mobilen Geräten in Verbindung mit BIM bringt während der Bauphase speziell im Bereich der Leistungsaufnahme einige Vorteile, wie in 3.3.3 gezeigt wurde. Nach dem Bau wird das Bestandsmodell (As-built) an den Bauherrn übergeben. Dieses 3D Modell kann um zusätzliche, phasenrelevante Daten ergänzt und für die Prozesse der Betriebsphase eines Projektes genutzt werden.

Die neusten Technologien ermöglichen die direkte Reflektion der Modelle auf die Realität, gemeint ist die Augmented Reality, also die erweiterte Realität. Die Nutzung von Bestandsmodellen in Verbindung mit Augmented Reality kann dem Bauherrn Kostenvorteile im Betrieb bringen. Mithilfe dieser Anwendung werden die virtuelle

und die reale Welt interaktiv und in Echtzeit miteinander verbunden. Vorteile hierbei sind die Visualisierung von modellierten Bauteilen und die Einblendung von relevanten Informationen in der realen Welt. Dies kann einen großen Mehrwert für die Planung, Bau, Überwachung, Unterhaltung und Renovierung von Bauwerken bewirken. Das Personal vor Ort bekommt schnell und flexibel Zugriff auf alle notwendigen Informationen zum Bauwerk und kann Wartungsarbeiten effizienter und zeitnäher durchführen. Zusätzlich können Experten digital hinzugezogen werden und direkt Instruktionen geben. Damit wird eine zeitaufwendige vor Ort Besichtigung eingespart.

Abb. 15: Beispiele für Augmented Reality Anwendungen

Diese Technologie könnte durch die Anwendung von mobilen Geräten wie z.B. Smartphones und Tablet-PCs und georeferenzierten Applikationen erweitert werden. So würde automatisch die richtige Stelle vom 3D Modell an dem relevanten realen Ort in Verbindung mit den entsprechenden Informationen gezeigt.

6 Fazit

BIM bietet eine weitere Methode um das Bauprojektmanagement bei der Erreichung der Projektziele zu unterstützen. Aktuelle Anwendungsfälle beweisen den Nutzen, den das Management von der Einführung von BIM erzielen kann. Qualitätssteigerung bei der Planung, verifizierte Terminpläne und ganzheitliche Informationssysteme sind hier als Beispiele aufgeführt.
Erfolge im Bereich des Planungsmanagements zeigen die Potentiale für die Nutzung von BIM zur Lösung von Managementaufgaben während der Bauphase auf. Hierfür erwiesen sich folgende Themen, die auch mit den vier BIM Komponenten in Verbindung gebracht werden können, siehe Abb. 16, als wichtig:

- Entsprechende Ausbildung des Baupersonals
- Flexible Technologien zur Ausgabe von aussagekräftigen Informationen

- Einbindung von BIM die konventionellen Prozesse
- Definition von länderspezifischen Standards

Die Realisierung dieser Themen kann beschleunigt werden, wenn die Nutzung von BIM immer mehr angefordert wird, bestenfalls von der öffentlichen Hand für große Infrastrukturprojekte. Dieser Top-down Ansatz wird dazu führen, dass die Unternehmen sich mit BIM befassen und ihre aktuellen Personalplanungen, Technologien, Prozesse und Standards entsprechend anpassen.

Literatur:

[1] McGraw Hill Construction, The Business Value of BIM in North America, 2012

[2] http://www.bimtaskgroup.org/

[3] McGraw Hill Construction. Middle-East BIM Report, The reality and the way forward, 2011

[4] Brad Harden, BIM and Construction Management, Proven tools, methods and workflows, Wiley Publishing, Inc., Indinapolis, Indiana, 2009

[5] McGraw Hill Construction, The Business Value of BIM for Infrastructure, 2012

[6] Jan Tulke, Kollaborative Terminplanung auf Basis von Bauwerksinformationsmodellen, Bauhaus-Univ. Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen, Professur Informatik im Bauwesen (Herausgeber), Verlag der Bauhaus-Universität, 2010

[7] Gernot Ewert, Review of selected international standards for Building Information and their interacions during th ebuilding life cycle, Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, 2013

[8] Burcu Akinci, Martin Fischer, Raymond Levitt and Robert Carlson, Formalization and Automation of Time-Space Conflict Analysis, CIFE Working Paper #59, 2000