

WHITE PAPER



BIM IN DER INFRASTRUKTURPLANUNG  
**VERFAHREN ZUR  
NEUAUSRICHTUNG DES  
GESCHÄFTSMODELLS**

Vorteile der 3D-Modellierung mit intelligenten Objekten



10 MINUTEN LESEZEIT

 **AUTODESK**

## ZUSAMMENFASSUNG

Building Information Modeling (BIM) stößt als Design-Verfahren in der Baubranche auf große Resonanz. Viele Architekten, Ingenieure und Bauunternehmer sind bereits auf dieses Verfahren umgestiegen. BIM wird zunehmend bei der Infrastrukturplanung eingesetzt, da immer mehr Bauherren und Anbieter von Ingenieurdienstleistungen die Vorteile der 3D-Modellierung mit intelligenten Objekten erkennen.

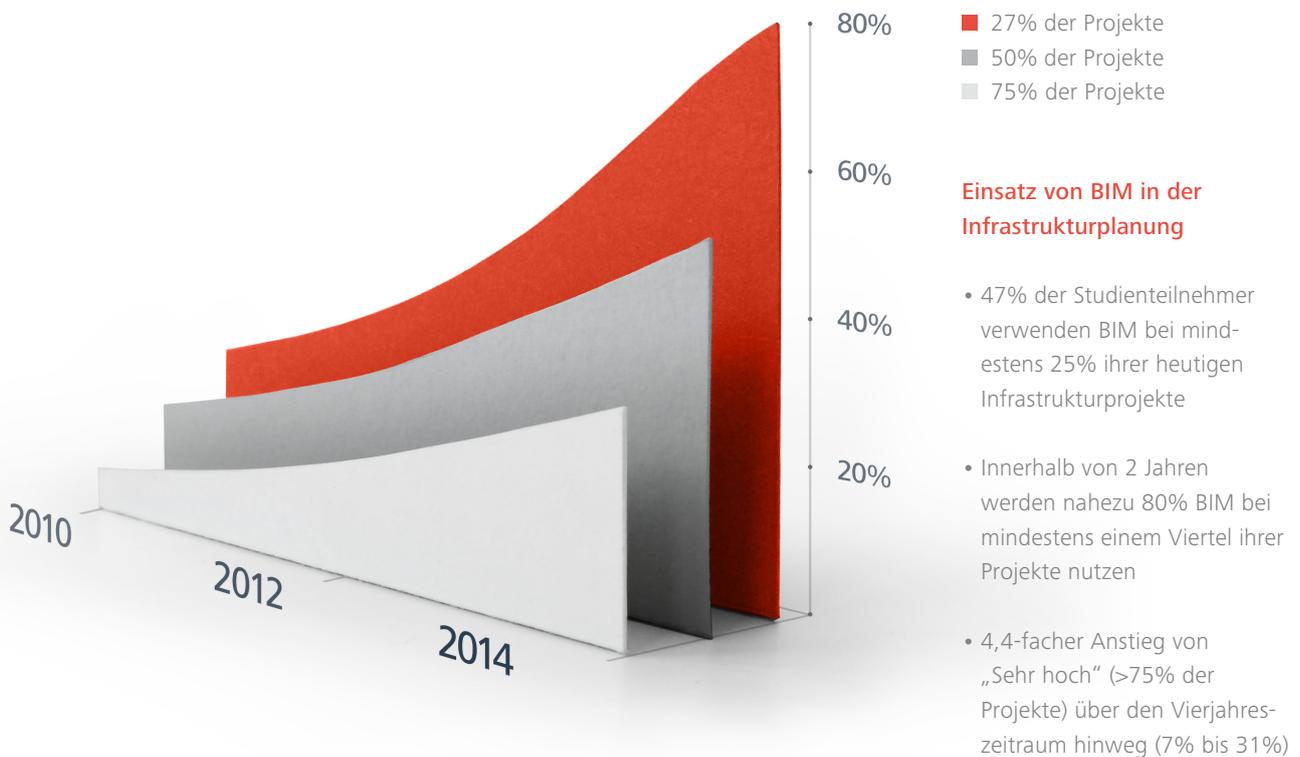
BIM ist ein informationsreicher, modellzentrierter Prozess mit dem Potential zur Umgestaltung der Projektentwicklung, um eine effizientere Nutzung der Infrastrukturobjekte über deren gesamte Lebensdauer zu erreichen.

Infrastrukturunternehmen, die BIM nur als leistungsfähigeren Ersatz für ihre herkömmlichen CAD-Verfahren einsetzen, also nur für entwurfsspezifische Abläufe verwenden, schöpfen den vollen Wert und das Neuerungspotenzial des modellzentrierten Prozesses nicht aus.

In diesem Whitepaper wird die Rolle von BIM in der Infrastrukturplanung als Verfahren zur Neuausrichtung des Geschäftsmodells unter den folgenden Aspekten diskutiert:

- **Verbessert die Ersichtlichkeit der Projektidee** für alle Projektbeteiligten und ermöglicht eine informiertere Entscheidungsfindung, wodurch Risiken gemindert werden
- **Gewährleistet Datenkonsistenz und Kontinuität über den gesamten Lebenszyklus eines Projekts hinweg** und verbessert so die Qualität und Produktivität
- **Bietet die notwendige Grundlage für geschäftliche Flexibilität** durch Rückgriff auf Technologien, die ein Potential für Profitmaximierung und Wachstum eröffnen

## Skalierbare Produktivität



Quelle: 2012 McGraw-Hill SmartMarket Report: *The Business Value of BIM for Infrastructure*

Gemäß der im Jahre 2011 vom U.S. Bureau of Economic Analysis und dem U.S. Bureau of Labor Statistics veröffentlichten Daten hat sich die jährliche Arbeitsleistung von Arbeitnehmern (in den USA) in den 21 Jahren von 1976 bis 1997 verdoppelt und in den anschließenden 13 Jahren von 1997 bis 2010 erneut verdoppelt. Diese nachweisbare Produktivitätssteigerung wird dem radikalen Umstieg auf computerbasierte Technologien zugeschrieben sowie in Branchen wie der Automobilindustrie der Einführung modellbasierter Entwurfs- und Fertigungsprozesse. Innerhalb dieses Zeitraums blieb die Produktivität in der Baubranche relativ unverändert.

Angesichts der Möglichkeiten, mit BIM die gewaltigen Datenmengen in Infrastrukturobjekten zusammenzufassen, zu organisieren und zu analysieren, lassen sich damit auch im Infrastrukturbereich enorme Produktivitätssteigerungen erzielen. Vor dem Hintergrund der neuen Technologien mit ihrem modellzentrierten Ansatz, durch den sich auch große fachübergreifende Projekte bewältigen lassen, ist es gut vorstellbar, dass in der Baubranche noch größere Produktivitätssprünge als in der Fertigungsindustrie möglich sind.

## Erkennen Sie das Potential:

- **Planung** | KFW Engineering konnte mit BIM das Projektüberprüfungsteam beeindrucken und neue Aufträge gewinnen. Sie zogen vorhandene raumbezogene Daten und Daten zu Versorgungseinrichtungen heran, überprüften diese Daten vor Ort und erstellten innerhalb von acht Stunden ein 3D-Modell einer Kreuzung unter Beachtung der Projektvorgaben.
- **Entwurf** | ProRail (in den Niederlanden für Schieneninfrastruktur zuständige Organisation) hat durch BIM seinen Teams ermöglicht, automatisch Visualisierungen der Entwurfsoptionen in hoher Qualität zu erstellen, was wiederum allen Beteiligten das Verständnis der einzelnen Entwurfsalternativen enorm erleichtert. An einem einzigen Nachmittag erstellte und analysierte das Team sieben verschiedene Optionen eines Projektentwurfs. Die Zusammenarbeit hat das Verständnis der Entwürfe und den Vergleich der Alternativen vereinfacht, wodurch die Entscheidungsfindung wesentlich beschleunigt wurde.
- **Bauausführung** | iNFRANEA hat BIM für Modellierung, Koordination und Planung eines Projekts zur Flussverbreiterung des Waal bei Nijmegen verwendet.

Dieses Unternehmen hat ein integriertes 3D-Modell des gesamten Projekts erstellt und gepflegt, um die Koordination und Visualisierung des umfassenden, komplexen Projekts zu verbessern. Eingesetzt hat iNFRANEA dieses Modell dann für Kollisionserkennung, visuelle Auswirkungsanalyse und Konfigurationsanpassung. Die aus dem Modell bezogenen Daten konnten außerdem unterstützend bei der GPS-Steuerung der Maschinen für die Erd- und Aushubarbeiten eingesetzt werden.

- **Verwaltung** | Neolant konnte dem Moscow Department of Cultural Heritage zu einem besseren Verständnis der Auswirkungen von Änderungen an bestehenden historischen Stätten verhelfen. Mit dem neuen Tool für 3D-Raumanalyse wurden Modelle kulturell bedeutender Gebäude zusammen mit deren Umfeld in bestehende GIS-Plattformen integriert.

## BIM ist kein 3D-Modell



BIM ist ein modellzentrierter Geschäftsprozess, der genaue, verfügbare und anwendbare Informationen über den gesamten Lebenszyklus von Bauobjekten bereitstellt.

Laut McGraw-Hill SmartMarket Report gaben nahezu die Hälfte der Befragten (46 Prozent) an, dass sie lediglich „an der Oberfläche kratzen“, wenn es um die Ausschöpfung des vollen Potentials von BIM geht. Angesichts der Entstehung von BIM für Infrastruktur ist dies verständlich. Wie jedoch bereits angesprochen verfehlen Unternehmen, die BIM nur für Entwurfsabläufe einsetzen, ganz klar das Ziel. Das wertvolle Neuerungspotential beginnt mit der Erstellung eines Entwurfsmodells, endet dort aber noch lange nicht.

Die für BIM erstellten Modelle sind keine einfachen 3D-Abbildungen, sondern Datenobjekte mit folgenden Eigenschaften:

- **intelligent** | dynamische Engines unterstützen die Definition von Beziehungen zwischen den Objekten und sorgen dafür, dass Änderungen konsistent und koordiniert erfolgen
- **wissensbasiert** | kann beschränkt werden durch regionale Bauvorschriften und -vorgaben sowie durch Unternehmensstandards
- **skalierbar** | kann große Datenmengen aus verschiedenen Quellen zusammenfassen
- **visuell** | ermöglicht bessere Analyse, Simulation und Kommunikation

BIM ist ein Prozess, der auf einem intelligenten Modell zur Vereinfachung von Koordination, Kommunikation, Analyse und Simulation, Projektmanagement und Zusammenarbeit und sogar Asset-Management, Wartung und Betrieb basiert.

Der sich aus BIM für Infrastruktur ergebende Wert unterscheidet sich für Anwender und deren Berater. Zu den genannten Vorteilen zählen Verbesserungen bei Marketing und Projektqualität bis hin zu höheren Profitmargen, geringeren Risiken und neuen Wachstumsmöglichkeiten.

Weitere Informationen finden Sie im 2012 McGraw Hill SmartMarket Report: The Business Value of BIM for Infrastructure.

## Profitieren Sie durch besseren Einblick in Ihre Projekte

Die Implementierung von BIM bei Großprojekten kann sich nutzbringend auf Planung, Entwurf, Ausführung und Betrieb auswirken. Durch die Zugriffsmöglichkeit aller Projektbeteiligten auf koordinierte, konsistente Modellansichten wird Folgendes gewährleistet:

### Verbesserte Projektsteuerung

- **Verbesserte Koordination** durch Kollisionserkennung und visuelle Analyse
- **Geringere Kosten- und Planungsrisiken** durch Echtzeitbewertung von Projektdaten und Abhängigkeiten
- **Beschleunigte Bereitstellung** unter Nutzung von Visualisierungen zu Genehmigungszecken und zur Koordination mit Projektbeteiligten
- **Höhere Genauigkeit** von Baudokumentation und Übergabeinformationen
- **Bessere Vorhersagbarkeit** dank integrierter Terminplanung (4D) und Kostenplanung (5D) zur Unterstützung von Logistik und Lieferkettenverwaltung

## Effizienteres Asset-Management

- **Qualitätsverbesserung** mithilfe von Analysetools und somit Einhaltung von Bauvorschriften und Sicherheitsstandards
- **Potential zur Verringerung von Nachbearbeitungsaufwand und Betriebskosten** dank frühzeitiger Projektvisualisierung und Datenkontinuität
- **Verknüpfen präziser**, mit Objektdaten verbundener Geometrien mit Asset-Management- und Facility-Management-Systemen des Unternehmens
- **Vereinfachte Lokalisierung** und Identifizierung von Bauobjekten bei Prüf- und Wartungsarbeiten
- **Unterstützung bei Bewertung der Bauobjekte** im Rahmen von Renovierung, Sanierung oder Neubau

Mit BIM stehen die Projektinformationen in jeder Phase über den gesamten Projektzyklus hinweg zur Verfügung und lassen sich anpassen.

## Planung

Am Anfang aller Infrastrukturprojekte stehen die Ausgangsbedingungen und eine riesige Menge an Daten. Erfassen und Verstehen der durch angrenzende Objekte, Geländegegebenheiten und Vorschriften gesetzten Einschränkungen sind zunächst überwältigend. Für den Auftraggeber ist die Möglichkeit, Termine und Kosten für verschiedene Projekte im Rahmen eines übergeordneten Planungsprogramms gleichzeitig zu analysieren, überaus wertvoll. BIM verbessert die Genauigkeit und Geschwindigkeit des Planungsprozesses, indem verschiedene Datentypen aus unterschiedlichen Quellen in einem einzelnen Referenzmodell zusammengefasst werden.

Diese Gesamtsicht auf die bestehenden Bedingungen beschert allen Projektbeteiligten ein umfassenderes Verständnis, so dass sie besser informierte Entscheidungen treffen können. Aus diesem Informationsmodell erstellte Visualisierungen können fachfremden Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt werden, um Genehmigungsverfahren und Planungsprozesse weiter zu beschleunigen. (Siehe Randleiste: Sehen heißt Glauben.) Ebenso wichtig ist, dass die Informationen und Entscheidungen in dieser Phase im Modell erfasst werden und bis zum Projektabschluss konsistent bleiben.

### Sehen heißt Glauben



Visualisierung ist besonders nützlich, wenn es darum geht, Feedback und Genehmigungen von fachfremden Projektbeteiligten zu erhalten. Wenige Laien verstehen die typischen 2D-Pläne, wohingegen ein animierter, dreidimensionaler Entwurf für alle Projektbeteiligten nahezu ohne Einschränkungen begreifbar ist.

Um der Öffentlichkeit das Verständnis von San Francisco Presidio Parkway Project zu ermöglichen, hat das California Department of Transportation (CalTrans) 3D-Visualisierungen in eine Videospiel-Engine importiert, die interessierten Bürgern zum Herunterladen angeboten wurde (für iPads und andere Geräte) und ein virtuelles Befahren des geplanten Projekts und andere Ansichten ermöglichte.

In einem Beispiel nehmen wir an, dass unterirdische Versorgungseinrichtungen per Bodenradar (GPR) erfasst und anschließend in das Modell eines Straßeninstandsetzungsprojekts integriert werden. Diese Art von Informationen sind für die Bauphase von großer Wichtigkeit, damit Schäden und kostspielige Verzögerungen und Änderungen vermieden werden können. Die durch BIM erreichte modellzentrierte Koordination ermöglicht den Entwicklern, potentielle Auswirkungen auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Darüber hinaus versorgt es die Bauunternehmer weit vor Beginn der Erdarbeiten mit dem notwendigen Wissen. Wenn die Kommune spätere Erweiterungs- oder Reparaturaufgaben plant, können die im Modell erfassten Daten zu den Versorgungseinrichtungen verwendet werden. Mögliche Änderungen können eingepflegt werden, so dass ein korrektes Modell ohne zeitaufwändige Nachbearbeitung verfügbar ist.

## Vorentwurf

Unter Nutzung des Bestandsmodells können die Entwickler 3D-Konzepte als Abbildung der Umgebung heranziehen. Nehmen wir den Keystone Parkway in Carmel, Indiana. Die in den 1960ern gebaute Schnellverkehrsstraße war zu einer gefährlichen, vierspurigen Piste mit kriechendem Verkehr verkommen. Carmel erarbeitete zusammen mit American Structurepoint Inc. eine langfristige Lösung, die nur minimale Eingriffe in das stark entwickelte Umfeld zulassen durfte und auch Fußgänger und Radfahrer berücksichtigen sollte. Nach der Anfertigung eines Modells der bestehenden Anschlussstellen hat American Structurepoint eine Bewertung verschiedener Konfigurationen und Geometrien vorgenommen, um die Auswirkungen auf angrenzende Flächen besser verstehen zu können. Eine unerwartete Lösung in Form eines Doppelkreisverkehrs erwies sich rasch als beste Möglichkeit, allen Anforderungen gerecht zu werden.

Dank BIM konnte das Team diese ungewöhnliche Alternative zuversichtlich präsentieren, da der Prozess die Leistungsfähigkeit der Lösung in der Realität simulieren und der Öffentlichkeit eine Vorstellung von Aussehen und Funktion nach der Fertigstellung bieten konnte.

### Fallstudie

## Überragende Ergebnisse



BIM-gestützte Simulationen des Leistungsvermögens einer Lösung unter Realbedingungen haben sich als enorm wichtig erwiesen, um der Öffentlichkeit ungewöhnliche Entwürfe zu vermitteln und die Projektziele umzusetzen.

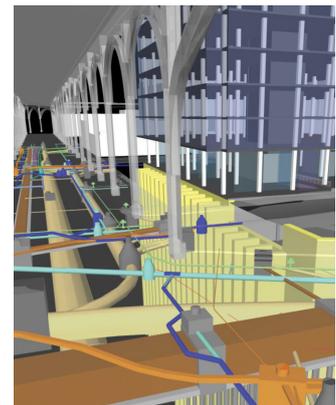
*Abbildung mit freundlicher Genehmigung von American Structurepoint, Inc.*

## Konstruktion und Produktentwicklung

Die Komplexität vieler Infrastrukturprojekte verlangt eine enge Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen. Das Modell besteht aus Datenobjekten und den Beziehungen zwischen den einzelnen Objekten sowie zwischen Objekten und Umwelt. Alle Projektbeteiligten können so auf diese enorm wichtigen Informationen zugreifen und weitere Informationen beisteuern, ohne die Datenkonsistenz zu gefährden.

Der neue über sechs Hektar große Campus der Columbia University im Manhattanville-Gewerbegebiet von West Harlem in New York City dient als Musterbeispiel. Nach Fertigstellung stehen über 630.000m<sup>2</sup> an Fläche mit Mischnutzung zur Verfügung, einschließlich eines Labyrinths aus unterirdisch verlaufenden Fußgängerwegen, Technikbereichen und Klassenräumen. Es wird ein Gelände mit abwechslungsreicher Höhengestaltung. Eine präzise Koordination ist hier unerlässlich.

Stantec, Inc. nutzt BIM zur Entwicklung eines 3D-Infrastrukturmodells zur räumlichen Analyse, Zusammenarbeit und Koordination. In dieses Modell wurden die bestehenden Bedingungen wie unterirdische Telefonleitungen, Abwasserrohre, Wasser-, Gas- und Elektroleitungen aufgenommen, um den Anschluss der Gebäude an die vorhandenen Leitungen zu koordinieren.



Ansicht des integrierten Modells, aus der die Komplexität der untergeordneten Objekte hervorgeht.

*Bild mit freundlicher Genehmigung von Stantec, Inc.*

Das Modell erleichtert zudem die visuelle Zusammenarbeit und Koordination zwischen den verschiedenen beteiligten Disziplinen. Im Laufe des Projektfortschritts integrierte Stantec (von anderen Unternehmen erstellte) Entwurfsmodelle in das Infrastrukturmodell, ohne dabei auf die zum Erstellen der Modelle verwendete Software Rücksicht nehmen zu müssen. Dieses integrierte Projektmodell erleichtert den Gesamtüberblick über das Projekt, die Kollisionserkennung und die Bauplanung.

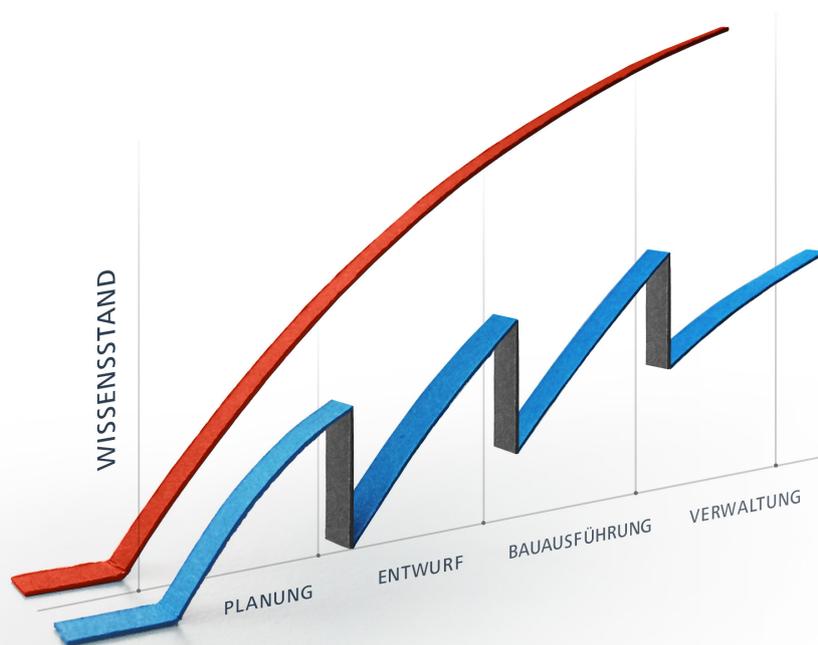
Dies ist nur ein Beispiel, wie BIM umfassende Arbeitsabläufe ermöglicht. Es eröffnen sich für Unternehmen neue Möglichkeiten, um sich für Projekte zu bewerben, in denen der Partner, die Kunden und Zuarbeiter zusammen arbeiten können. Vor dem Wechsel zu BIM gab Stantec für derartige Infrastrukturprojekte 2D-Pläne weiter. „Jetzt können wir unseren Kunden die Komplexität von Projekten in drei Dimensionen demonstrieren“, so Eric Smith, einer der Projektmanager bei Stantec. Der Erfolg des Unternehmens beim Columbia Manhattanville-Projekt hat eine Reihe von Anfragen potentieller Kunden nach sich gezogen. „Die Mitarbeiter beginnen zu begreifen, dass BIM bei der Raumanalyse im Rahmen von Infrastrukturprojekten sehr nützlich sein kann“, so Smith.

## Bauausführung und Programmmanagement

Ohne die durch den BIM-Prozess ermöglichte Datenkontinuität und Koordination zwischen den Disziplinen gehen Informationen verloren und müssen nach jeder Übergabe neu erstellt werden. Bei BIM bleiben die Informationen hingegen erhalten und können über den gesamten Lebenszyklus eines Infrastrukturobjekts hinweg genutzt werden.

Früher erhielt ein Bauunternehmen zum Abschluss der Entwurfsphase einen Satz mit 2D-Plänen, bei denen ein guter Teil der zu ihrer Anfertigung verwendeten Informationen häufig nicht enthalten war. Diese bereinigten Dokumentensätze wurden zur wichtigsten Grundlage beim Austausch zwischen Bauunternehmen, Entwurfsverantwortlichen und Bauherren. Dadurch wurde nicht nur die Zusammenarbeit verkompliziert, das Risiko erhöht und die Datenkonsistenz gefährdet, sondern für die Bauunternehmer war auch eine lästige Neuerstellung bestimmter Arbeiten im Rahmen von Ausschreibungen erforderlich.

Die als Bauherren auftretenden Unternehmen hatten mit Schwierigkeiten aufgrund mangelnder Kommunikation zu kämpfen. BIM löst dieses Problem systematisch, indem es den Bauherren größere Kontrollmöglichkeiten einräumt und dadurch eine funktionierende übergeordnete Programmplanung ermöglicht.



BIM repräsentiert einen fundamentalen Umbruch bei Projektdurchführung und Asset-Management unter Berücksichtigung des gesamten Objektlebenszyklus.

Übersicht über mehrere Projekte und besseres Verständnis möglicher Konflikte, Auswirkungen, logistischer Einschränkungen sowie andere kritische Variablen sind unter Einbeziehung interner und externer Projekte besser koordiniert.

Bei Nutzung des BIM-Prozesses ist das Entwurfsmodell früher verfügbar, so dass bei der Bauplanung für Aktivitäten wie Bereitstellung, Ablaufplanung, Terminplanung, Mengenermittlung und Kostenschätzung bessere Informationen bereitgestellt werden können. Bei Zugriff auf das Modell können die Bauunternehmen genauere Angebote in kürzerer Zeit abgeben, da sie bestimmte Koordinationstätigkeiten wie Einrichtung temporärer Straßen, Materialumschlag und andere logistische Leistung vor Aufnahme der Arbeiten besser abschätzen können.

Auch die Bauausführung wird durch den BIM-Prozess erleichtert, da sich Daten zur Terminplanung (4D) und Kosten (5D) im Rahmen des Projektmanagements hinzufügen lassen.

2010 hat das Wisconsin Department of Transportation (WisDOT) vier Pilotprojekte<sup>1</sup> durchgeführt, bei denen die Modelle den Bauunternehmern im Rahmen des Ausschreibungsverfahrens zur Verfügung gestellt wurden. Nach einem erfolgreichen Abschluss der Projekte während der Bausaison 2011 hat WisDOT die an der Ausschreibung teilnehmenden Bauunternehmen befragt und hinsichtlich des Nutzens der Zugriffsmöglichkeit auf das Modell folgende Antworten erhalten:

- **Weniger Ungewissheit und Risiko** bei der Angebotsabgabe
- **Mehr Zeit zur Vorbereitung** mehrerer Angebote
- **Einfachere Ermittlung und Ausarbeitung** kostensenkender Initiativen
- **Bessere Planung** der Erdarbeiten

<sup>1</sup> Die Informationen zum WisDOT-Pilotprojekt stammen aus der Agenda für Wisconsin DOT: Adopting a Model-Based Approach to Roadway Design and Construction, ein Kurs der Autodesk University, Code CI4707.

## Asset-Management, Betrieb und Wartung

Betriebs- und Wartungsphase des Infrastrukturobjekts erstrecken sich über einen weit größeren Zeitraum als die übrigen Phasen. Hier erzielte Vorteile wirken sich daher umso stärker aus. Bei Nutzung des BIM-Prozesses haben die Betreiber Zugriff auf eine umfassende Datensammlung, einschließlich detaillierter Daten aus dem nach der Bauphase aktualisierten Modell und den Informationen der Echtzeitsensoren, durch deren Daten das Modell während der Betriebsphase ständig aktualisiert wird.

Dass Eigentümer und Betreiber von umfassenden, detaillierten Informationen zu bestimmten Objekten profitieren, ist eindeutig, jedoch sind die Eigentümer/Betreiber häufig für eine Vielzahl untereinander abhängiger Objekte verantwortlich. BIM vereinfacht Verwaltung und Analyse der Informationen auf Projektebene. Diese können dann in großen, integrierten Asset-Management- Abläufen verwendet werden.

Wir kommen noch einmal auf unser Keystone Parkway-Beispiel zurück. Das Team hat dort aktuelle Verkehrsdaten herangezogen, um zu einem optimalen Entwurf zu gelangen. Verkehrszählungen und demografische Daten konnten zeigen, wie das Objekt zukünftige Anforderungen verkraftet. Diese anfänglichen Simulationen zahlen sich heute für die Stadt Carmel in folgender Form aus:

- **Öffentliche Sicherheit** | Personenschäden sind an den verbleibenden Kreuzungen um 78 Prozent rückläufig.
- **Nachhaltigkeit** | Den Stadtvertretern steht über Sensoren mit automatischer Verkehrsregelung in Spitzenzeiten eine bessere Kontrollmöglichkeit zur Verfügung, die zur Verringerung von durch stehenden Verkehr verursachten Emissionen beitragen kann und den Radfahrern und Fußgängern zugute kommt.
- **Effizienz** | Es werden außerdem verbesserte Wartungsmöglichkeiten und eine längere Nutzungsdauer des Infrastrukturobjekts erwartet. Durch Laser-Scanning lassen sich beispielsweise subtile Verschleißanzeichen aufdecken und durch proaktive Wartung und Ausbesserung beheben. Entscheidungen zu zukünftigen Erweiterungen und Änderungen können auf Grundlage besserer Informationen getroffen werden.

Sobald sich die Betreiber daran gewöhnt haben, Modelle in ihre Betriebs- und Wartungspläne zu integrieren, werden sie sich nach BIM-Material erkundigen. Große Organisationen wie die U.S. General Services Administration (GSA)<sup>1</sup> und der Stadtstaat Singapur,<sup>2</sup> haben Standards für die Übergabe von BIM-Modellen geschaffen und verlangen in bestimmten Fällen 3D-Modelle. Die britischen Behörden haben insbesondere Effizienzgewinne und eine Verbesserung der Lieferkettenverwaltung als vorrangige Ziele ihrer BIM-Initiative<sup>3</sup> für Bauprojekte genannt.

1 <http://www.gsa.gov/portal/content/105075>

2 [http://www.corenet.gov.sg/integrated\\_submission/bim/BIM\\_Guide.htm](http://www.corenet.gov.sg/integrated_submission/bim/BIM_Guide.htm)

3 [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/34710/12-1327-building-information-modelling.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/34710/12-1327-building-information-modelling.pdf)