



[www.maurer.eu](http://www.maurer.eu)

# BRÜCKENBAU

Construction & Engineering

Ausgabe 1/2•2017

17. Symposium Brückenbau in Leipzig

## Achtstreifiger Ausbau der A 99: Bauwerk 27/1 BIM-Pilotvorhaben in Bayern

■ ■ ■ von Karl Goj, Michael Weizenegger

Im Zuge des achtstreifigen Ausbaus der A 99 nordöstlich von München sind mehrere Brückenbauwerke zu ersetzen. Dazu gehört das Bauwerk 27/1, das die S-Bahn-Linie S 8 der Deutschen Bahn quert. Das Bauvorhaben ist Pilotprojekt zur Umsetzung der Methodik des Building Information Modeling (BIM). Im Rahmen des Pilotprojektes werden die HOAI-Leistungsphasen 2, 3 und 6 BIM-gestützt abgewickelt. Hierzu werden BIM-Modelle in der erforderlichen und adäquaten Detaillierung erstellt, auf dieser Basis eine Kostenberechnung durchgeführt und das Leistungsverzeichnis für die anschließende Vergabe erzeugt. Es ist vorgesehen, die nachfolgenden Leistungsphasen 4 und 5 an ein zweites Planungsbüro zu vergeben. Dabei soll überprüft bzw. getestet werden, inwiefern die Übergabe des BIM-Modells und dessen weitere Nutzung realisierbar sind. Darüber hinaus sollen bereits Erfordernisse der Bauausführung, des Betriebs bzw. der Bauwerkserhaltung Berücksichtigung finden. Der Abschluss der Planungen in der Leistungsphase 2 bzw. 3 erfolgte Ende 2016, die Errichtung der Brücke ist für das Jahr 2018 vorgesehen.



1 Ausbau der Autobahn A 99 vom Autobahnkreuz München-Nord bis Anschlussstelle Haar  
© Autobahndirektion Südbayern

### 1 Anlass des Vorhabens

Die »Reformkommission Bau von Großprojekten« hat Handlungsempfehlungen erarbeitet, wie die Planung und Realisierung von Großprojekten strukturell verbessert werden können, und sie in einem »10 Punkte Aktionsplan« zusammenfasst. In diesem »10 Punkte Aktionsplan« steht die Nutzung digitaler Methoden wie des Building Information Modeling (BIM) an zentraler Stelle. BIM beschreibt das Erzeugen und konsequente Weiternutzen

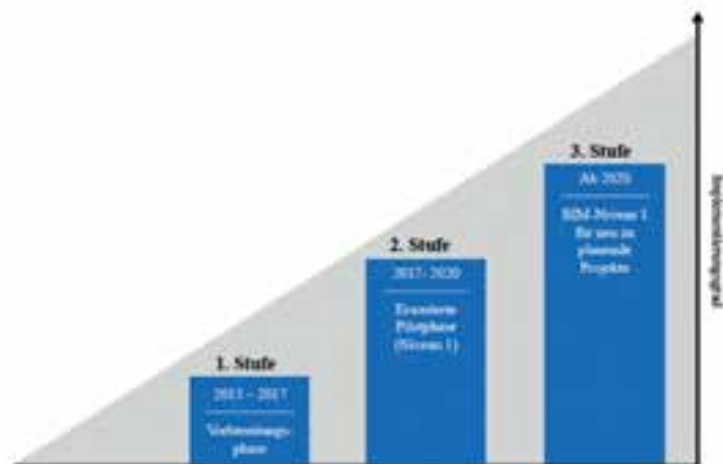
hochwertiger digitaler Informationen über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Das Bauwerksmodell, das im Rahmen der Planungsphasen kontinuierlich entsteht, lässt sich für zahlreiche nachgelagerte Aufgaben in der Planungs-, Ausführungs- und Betriebsphase verwenden. BIM macht Planungsstände und -entscheidungen transparent und kann so dazu beitragen, Planungsfehler zu vermeiden und Kosten einzusparen.



2 Schema einer BIM-gestützten Projektabwicklung  
© planen-bauen 4.0 GmbH

Das Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) hat am 15. Dezember 2015 den BIM-Stufenplan bekanntgegeben. Darin ist festgelegt, dass nach einer Vorbereitungsphase ab 2020 alle Bauvorhaben im Einflussbereich des BMVI nach der BIM-Methodik abgewickelt werden müssen.

Seitdem sind zahlreiche Aktivitäten in Sachen BIM, insbesondere in Form von Informationsveranstaltungen zu beobachten. Der Gehalt und Nutzen dieser Informationen sind aber ohne eigene Kenntnisse der Materie nur schwer einzuschätzen und einzuordnen. Deshalb hat sich die Bayerische Straßenbauverwaltung, vertreten durch die Autobahndirektion Südbayern, entschlossen, selbst ein Pilotprojekt für ein Brückenbauwerk durchzuführen, mit dem die BIM-Methode durchgängig von der Vorplanung bis zur Ausführung erprobt werden soll. Um die notwendigen Erkenntnisse in einem möglichst kurzen Zeitraum zu gewinnen, wurde bewusst der Ersatzneubau eines relativ kleinen Brückenbauwerks im Zuge des achtstreifigen Ausbaus der A 99 über die S-Bahn, Bauwerk 27/1, für das Pilotprojekt ausgewählt.



3 BIM-Stufenplan  
© Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

## 2 Aspekte der Projektauswahl

Im Gegensatz zu vielen anderen BIM-Pilotprojekten sollen hier der gesamte Planungsablauf, von den ersten Vorplanungen bis zur Ausführungsplanung, sowie die Baudurchführung durchgängig nur mit der BIM-Methode erfolgen. Die Betriebs- und Erhaltungsphase sollen dabei ebenfalls bereits berücksichtigt werden.

Außerdem wurde das Ziel gesetzt, in einem möglichst kurzen Zeitraum verwertbare Erfahrungen zu gewinnen, um darauf aufbauend, selbst die weiteren notwendigen Schritte und Maßnahmen zur Implementierung von BIM einschätzen zu können. Dies ist nur mit einem relativ kleinen, überschaubaren Projekt realisierbar. So hat das Bestandsbauwerk eine lichte Weite von lediglich 10,00 m, die beim Neubau auf 12,50 m vergrößert wird. Allerdings hat man mit der Deutschen Bahn einen weiteren Partner, der in das BIM-Projekt mit einbezogen werden kann. Das Pilotprojekt wurde im November 2015 gestartet, der digitale Bauwerksentwurf war bereits im Herbst 2016 fertiggestellt. Ausschreibung, Auftragsvergabe und Ausführungsplanung laufen im Jahr 2017, wobei Entwurfs- und Ausführungsplanung von unterschiedlichen Ingenieurbüros erarbeitet werden. Die Bauarbeiten werden in den Jahren 2018–2019 durchgeführt, so dass man schon Ende 2019 auf durchgängige Erfahrungen mit der kompletten Abwicklung eines in der BIM-Methode geplanten und ausgeführten Brückenbauwerks zurückgreifen kann.



4 Bauwerk BW 27/1: Unterführung der S-Bahn-Linie S 8  
© Autobahndirektion Südbayern



### 3 BIM-Ziele

Bei der Durchführung dieses BIM-Pilotprojektes werden mehrere Ziele verfolgt. So sollen natürlich in erster Linie Erfahrungen in der Anwendung von BIM gesammelt werden. Bereits am Beginn der Planung erfolgte eine eingehende Untersuchung von Planungsvarianten. Die Unterstützung der Öffentlichkeitsarbeit mit BIM wird ebenfalls erprobt. Ein wichtiges Ziel ist es, im weiteren Planungsverlauf auch schon konkret Planungsfehler zu verringern und die Termin- und Kostensicherheit zu erhöhen. Insbesondere die Terminalsicherheit ist bei den kurzen zulässigen Sperrpausen der Bahn von großer Bedeutung. Darüber hinaus sollen die Kommunikation und die Schnittstellenkoordination verbessert sowie den Beteiligten eine transparente Beurteilung der Planungstiefe und -qualität ermöglicht werden. Neben einer optimierten Entscheidungsbasis hinsichtlich Kosten ist die Vermeidung von Kollisionen im Bauablauf gleichfalls ein wichtiges Ziel. Wesentliches Element ist zudem schließlich die Weiternutzung der Modelle für den Betrieb und die Erhaltung.

### 4 BIM-Anwendungsfälle

Die folgenden Anwendungsfälle sollen durchgeführt werden:

- Ableitung der wesentlichen Pläne aus dem BIM-Modell;
- Kostenschätzung und -berechnung auf Basis des Modells (Längen, Flächen, Volumina, Attribute);
- Bauablaufsimulation (4-D-Modell) samt Verknüpfung des 3-D-Modells mit dem Bauablauf;
- Simulation des zeitlichen Verlaufs der Kosten (5-D-Modell) samt Verknüpfung des 4-D-Modells mit den Kosten;
- Nutzung des Modells für Unterhalt, Betrieb und Instandsetzung, also Hinterlegung des Modells mit Daten, die für die Integration im Bauwerksbuch nützlich sind, wie zum Beispiel ASB-Schlüssel;
- Einbindung des Modells in das beim Auftraggeber verwendete Geographische Informationssystem (GIS).

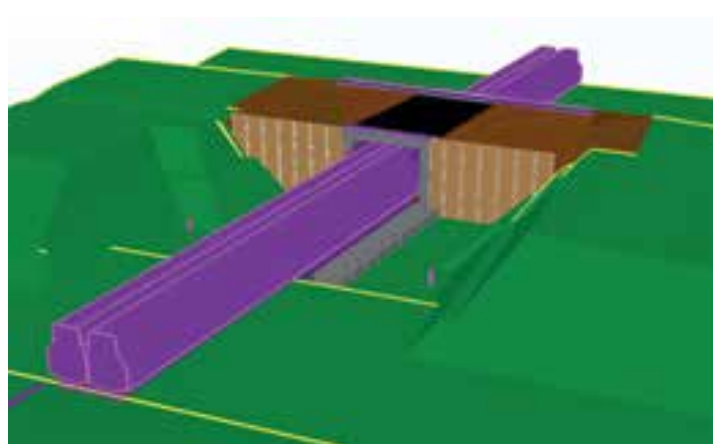


5 BIM-GIS-Integration in exemplarischer Darstellung  
© SSF Ingenieure AG

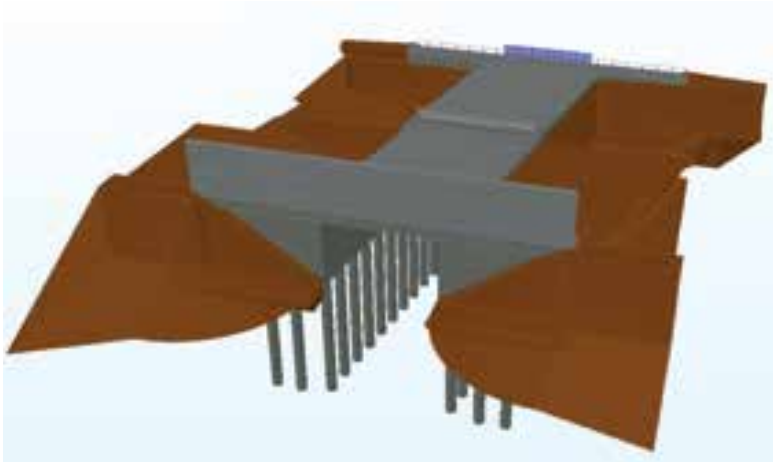
### 5 BIM-Umfang

Um die Größe der Modelle geringzuhalten, werden diese im Rahmen des Projekts als BIM-Teilmodelle erstellt. Bei anderen Bauwerken hat es sich bereits bewährt, ein Bestandsmodell zu erzeugen, das das Gelände, die verbleibenden Teile von Bestandsbauwerken, die Verkehrsanlagen wie Straßen oder Bahnanlagen einschließlich Oberleitungen und sonstigen Ausstattungen sowie die Sparten beinhaltet. Daneben werden weitere Informationen wie Bohrprofile

aus Baugrunderkundungen bzw. ein Baugrundmodell mit Schichtenprofilen – sofern der Baugrundgutachter es übergeben kann – ergänzt. Im gegenständlichen Fall werden die Bohrprofile als zylinderförmige Objekte mit Bodenschichtung integriert. Neben dem Bestandsmodell wird hier ein Abbruchmodell erstellt, in dem sich alle abzurechnenden Bauteile wie Ingenieurbauwerke samt Ausstattungen, Baugrubenaushübe etc. wiederfinden.



6 Bestandsmodell: Richtungsfahrbahn 1 mit Verbau nach Abbruch von Richtungsfahrbahn 2  
© SSF Ingenieure AG



7 Neubaumodell  
© SSF Ingenieure AG

Das Neubaumodell beinhaltet alle neu zu errichtenden Objekte wie das Brückenbauwerk selbst inklusive Widerlager, Überbau, Fahrbahn, Lager, Fugen, Entwässerung, Gründung, Brückenausstattung (Schutzsysteme und Geländer), Baugrubenverfüllung etc. sowie die Umbauten von Oberleitungen, Sparten oder sonstigen Anlagen.

Zuletzt wird ein temporäres Modell erstellt, das alle Baubehelfe, und zwar zu allen Bauzeiträumen, enthält. Dies sind die Verbauten einschließlich Rückverankerungen und sämtliche Arbeits- und Schutzgerüste, soweit Bauabläufe oder die Abstimmungen sowie die Schnittstellen zu anderen Beteiligten dies erforderlich machen. Hier kann es innerhalb des Modells durchaus zu Kollisionen kommen, da die Baubehelfe teilweise zeitlich versetzt vorhanden sind. Eine Kollisionsprüfung wird in diesem Modell über eine zeitliche Simulation erfolgen.

Die Modelle sind so aufgebaut, dass sich jeder Zwischenzustand abbilden lässt. So bildet die Kombination zwischen Bestands- und Abbruchmodell den Ausgangszustand ab, die Kombination Bestands- und Neubaumodell den Endzustand nach Abschluss der Baumaßnahme. Zwischenzustände können mit Hilfe des temporären bzw. des Baubehelfsmodells ebenfalls abgebildet werden.

Die geometrische Modellierung erfolgt auf Basis einzelner 3-D-Volumenkörper, die mit zusätzlichen alphanumerischen (semantischen) Informationen versehen sind.

## 6 Grundlagen der Modellierung

Als Grundlagen für die BIM-Modellierung wurden folgende Daten zur Verfügung gestellt:

- digitales Geländemodell,
- Neubaugradiente bzw. Planung der neuen Verkehrsanlage,
- 2-D-Bestandsdaten und Bauwerksbücher zu den Bestandsbauwerken und zum umliegenden Gelände,
- weitere allgemeine Planungsgrundlagen wie Planfeststellungsunterlagen etc.,
- verfügbare GIS-Daten wie Katasterdaten, Flächennutzung etc.,
- Baugrundgutachten mit Bohrprofilen,
- Spartenpläne der Spartenbetreiber,
- Bestandsunterlagen zu den Bahnanlagen.

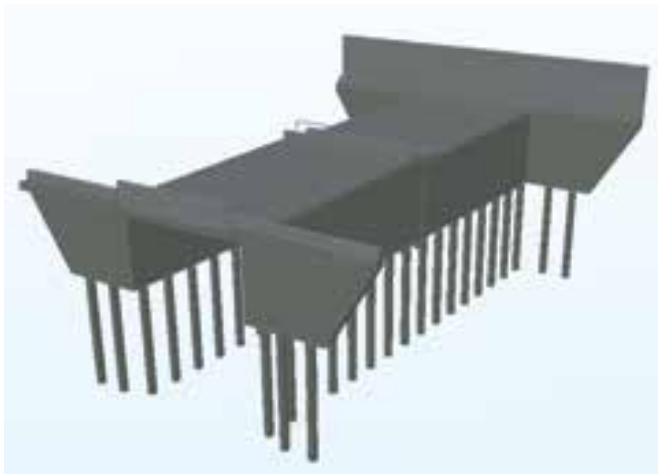
## 7 Daten und Software

Von der Autobahndirektion Südbayern wird die Projektplattform EPLASS bereitgestellt, die für alle Übergaben von Dateien zwischen Auftragnehmer und -geber zu verwenden ist.

Das Büro SSF nutzt wiederum folgende Software:

- Erstellung der Modelle und Planableitung: Autodesk Revit 2016, Dynamo 1.0;
- 2-D-Planbearbeitung: Autodesk Revit 2016 (Planableitung aus Modell);
- Kollisionsprüfung: Autodesk Navisworks bzw. Tekla BIMSight bzw. Viewer EPLASS;
- Erstellung des Kommunikationsmodells: Tekla BIMSight bzw. Viewer EPLASS;
- Mengenermittlung und Leistungsverzeichniserstellung: RIB iTwo;
- Erstellung der Bauablaufsimulation: RIB iTwo bzw. Autodesk Navisworks.

Die BIM-Modelle werden im Format der Industry Foundation Classes (IFC) nach ISO 16739:2013 übergeben (IFC-Format 2 x 3).

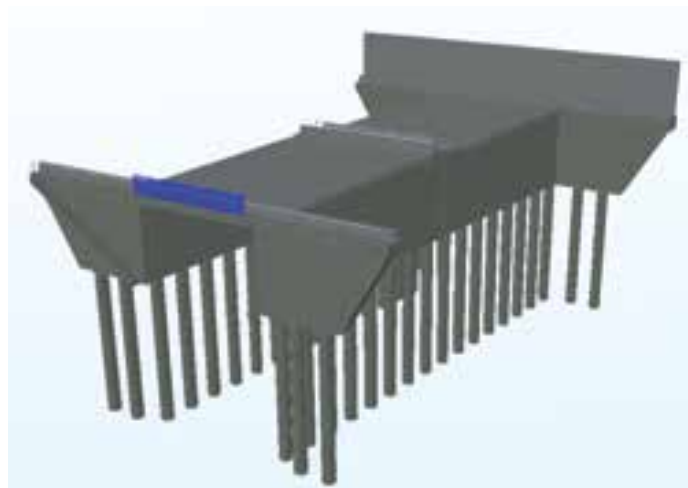


8 *Neubaumodell als Resultat der Vorplanung*  
© SSF Ingenieure AG

### 8 Detaillierungsgrad

Als Ergebnis der Vorplanung in HOAI-Leistungsphase 2 wurde für alle sinnvollen Varianten jeweils ein koordiniertes Gesamtmodell übergeben, das dem geometrischen Detaillierungsgrad der Vorplanung entspricht. Das Modell beinhaltet die grobe Geometrie des Bauwerks, aus der sich der verwendete Regelquerschnitt, das statische System und das einzusetzende Bauverfahren erkennen lassen. Details wie Übergangskonstruktionen, Fugen etc. wurden nicht berücksichtigt.

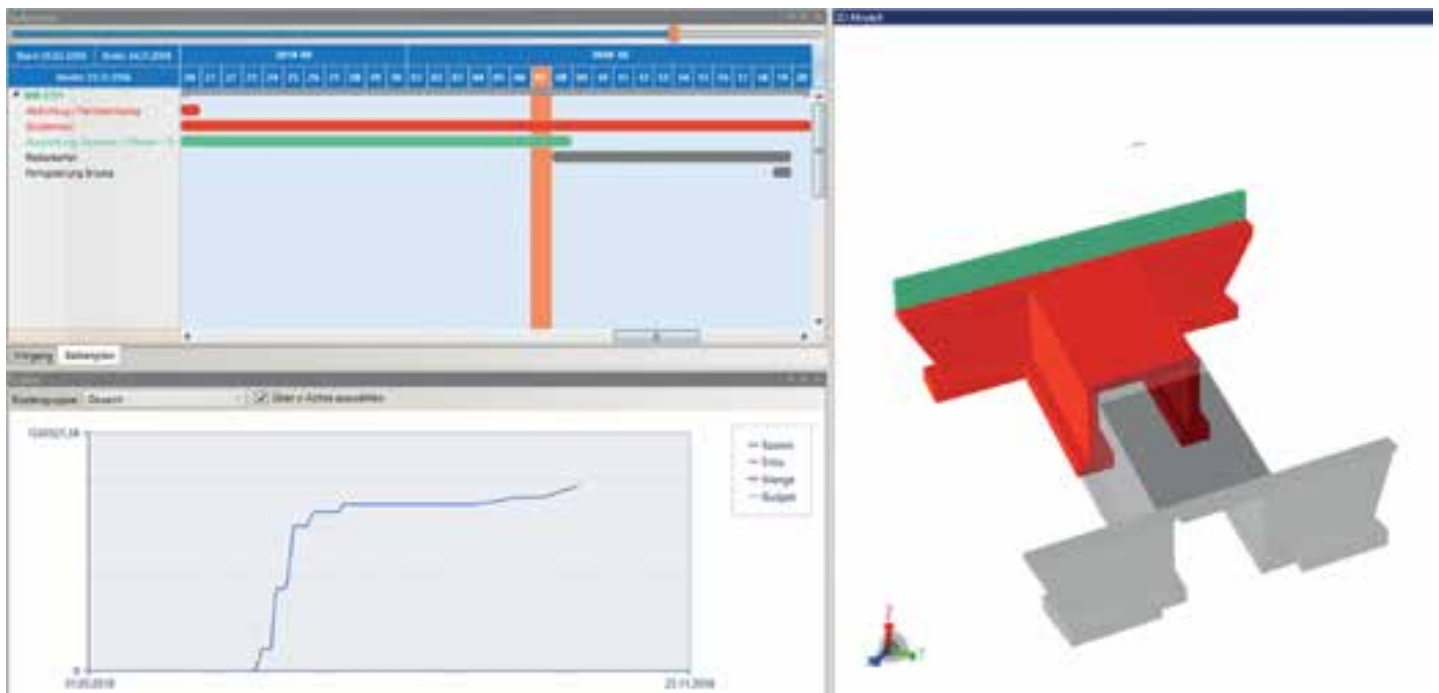
Als Ergebnis der HOAI-Leistungsphase 3 wurde ein koordiniertes Gesamtmodell erarbeitet, das dem in den Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten (RAB-ING) geforderten geometrischen Detaillierungsgrad entspricht. Das Modell beinhaltet alle Hauptbauteile, Ausstattungselemente hingegen nur schematisch. Anzahl, Größe, Form, Volumen, Ort und Orientierung der Hauptbauteile können direkt dem Modell entnommen werden, ohne auf andere Quellen zurückgreifen zu müssen. Aus dem so erzeugten digitalen 3-D-Gesamtmodell lässt sich die Geometrie der erforderlichen Grundrisse, Schnitte und Ansichten ableiten. Der geometrische Detaillierungsgrad der Betonbauteile entspricht damit den nach RAB-ING geforderten Darstellungen.



9 *Neubaumodell: Ergebnis der Entwurfsplanung*  
© SSF Ingenieure AG

Es wurden alle Bauteile modelliert, wobei Lager, Fugen und Brückenausstattungen schematisch abgebildet sowie Abdichtungen nur als Attribut beschrieben wurden. Die Unterteilung erfolgte so, dass die 4-D-Ablaufsimulation in einer sinnvollen zeitlichen Auflösung durchgeführt werden kann. Zudem waren die Schlüsselnummern der Leistungsbeschreibung für den Straßen- und Brückenbau Bayern (LB StB-By), Ausgabe 02/2007, bis zur zweiten Ebene in den Objekten zu integrieren. Die Vorgaben der Anweisung zur Kostenermittlung und zur Veranschlagung von Straßenbaumaßnahmen (AKVS) 2014 sind ebenfalls in die Kostenberech-

nung eingeflossen, und zwar in der Form, dass schon im Zuge der Kostenberechnung ein relativ vollständiges Leistungsverzeichnis ausgearbeitet wurde. Als Ergebnis der HOAI-Leistungsphase 6 wird auf der Grundlage des Gesamtmodells die Ermittlung aller wesentlichen Mengen für das Leistungsverzeichnis des Bauwerks, entsprechend der LB StB-By, Ausgabe 02/2007, realisiert. Das Modell enthält alle dafür erforderlichen Objekte als Volumenkörper in der erforderlichen Genauigkeit, die wiederum mit den vereinbarten Schlüsselnummern versehen sind.



10 Verlauf der Kosten über die Bauzeit (5-D-Simulation)  
© SSF Ingenieure AG

## 9 Prüfprozess

Neben der Prüfung der aus dem Modell abgeleiteten Planunterlagen erfolgt die Prüfung durch den Bauherrn ebenfalls am Modell. Hierzu steht ihm ausnahmsweise dieselbe Software zur Verfügung wie den Modellerstellern, so dass im Zweifelsfall auch die originären Daten (Revit-Dateien) überprüft werden könnten.

Die Prüfung der Modelle selbst wird aber anhand der übergebenen neutralen Formate (IFC-Dateien) durchgeführt, um von Programmherstellern unabhängig zu sein. Dazu steht im vereinbarten Projektkommunikationssystem wiederum ein Viewer zur Verfügung. Um jeden Zwischenzustand prüfen zu können, wurden einzelne IFC-Teilmodelle übergeben, aus denen sich jeder Zwischenzustand kombinieren lässt. Da noch kein Datenaustauschformat IFC-Bridge existiert, werden die Objekte hilfsweise möglichst als für den Hochbau vordefinierten IFC-Objekte (slab, wall, foundation etc.) im IFC-Format 2 x 3 übergeben.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen die Teilaspekte

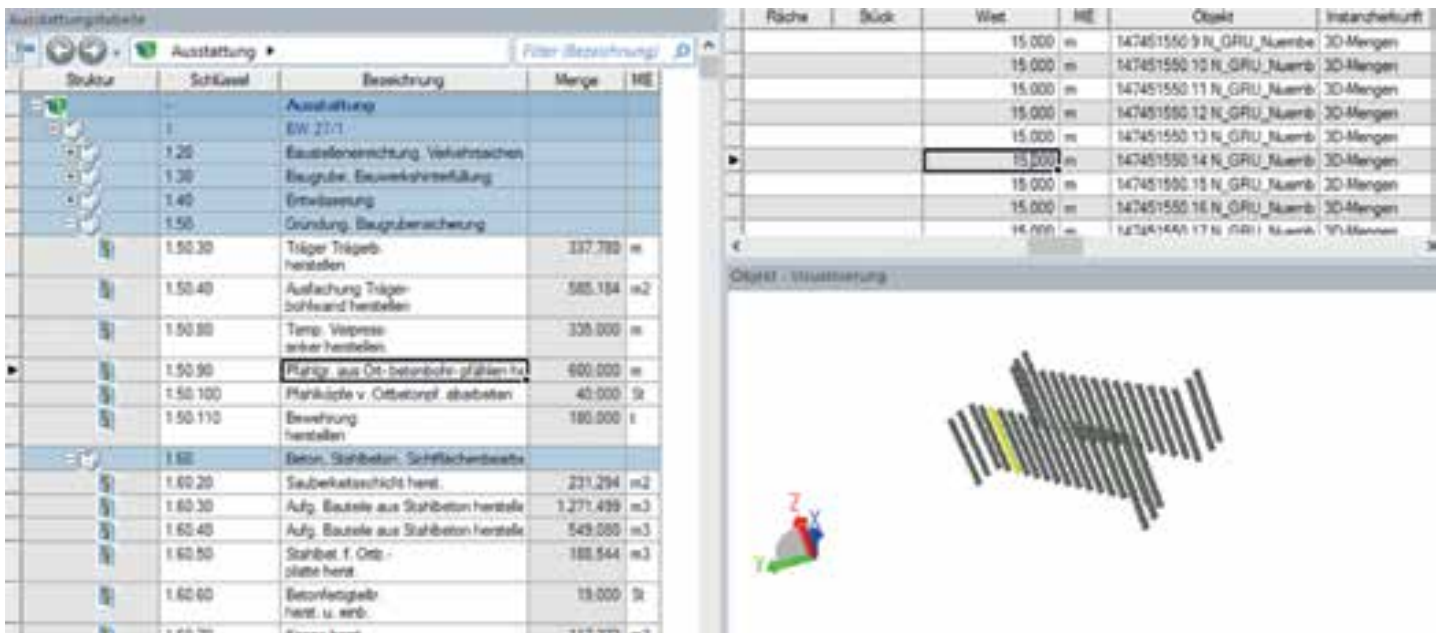
- Sichtprüfung (Vollständigkeit, sichtbare Kollisionen, Freihaltung von Lichtraumprofilen);
- Kollisionsprüfung Teilmodell gegen Teilmodell mit definierten Parametern, zum Beispiel Mindestabstand, Toleranz;
- Maßkontrolle (bedingt);
- inhaltliche Prüfung, ob alle semantischen Informationen enthalten sind.

Das Ergebnis wird als Prüfbericht bzw. als bcfzip-Datei übergeben, und zwar zusammen mit dem Koordinierungsmodell, um den Beteiligten ihr Einlesen zum Zwecke der Prüfung und Kommentierung zu ermöglichen. Darüber hinaus lässt sich derart auch der Planungsablauf dokumentieren.

## 10 Aktueller Stand und Erkenntnisse

Die Entwurfsplanung bzw. der Bauwerksentwurf ist Ende 2016 vorgelegt worden. Es wurden die Entwurfsmodelle und die aus dem Modell abgeleiteten Pläne sowie die aus dem 3-D-Modell abgeleitete Mengenermittlung und Kostenberechnung zur Prüfung übergeben. Zur Vorbereitung der Leistungsphase 6 werden die Bauablaufsimulation (4-D-Planung) sowie die Ermittlung der Kosten über die Bauzeit (5-D-Planung) erarbeitet.

Es ist erkennbar, dass Tiefe, Fortschritt und Qualität der Planung deutlich transparenter sind als bei einer konventionellen 2-D-Erarbeitung. Durch die Integration von Bestand, Gelände und Einbauten werden Kollisionen frühzeitig erkannt, zum Beispiel zwischen Neubau und Bestand oder bei der Prüfung von Lichträumen, so dass Entscheidungen frühzeitig getroffen werden können. Allerdings bedingt dies, dass das Bestandsmodell (mit Gelände und Bestandsbauwerken) schon in einer frühen Planungsphase



11 Kontrolle der Mengenermittlung: Verknüpfung von Leistungsverzeichnis und 3-D-Modell © SSF Ingenieure AG

komplett und mit hinreichender Genauigkeit, zum Beispiel Gleisanlage mit Lichtraumprofil, und Detailtiefe aufgebaut werden muss. Auch das neue Bauwerk muss vollständig, in der jeweils notwendigen Detailtiefe, geplant werden, so dass Planungslücken oder Unstimmigkeiten sofort zu entdecken sind. Würden nur einzelne Leistungsphasen durch einen Planer erbracht, stiege unter Umständen der Aufwand in ebenjener Leistungsphasen erheblich und Synergieeffekte aus späteren Leistungsphasen würden dann entfallen. Die BIM-Methode kann erheblich zur Mengen- und Kostensicherheit beitragen. Allerdings bestehen bei einer Mengenermittlung aus dem Modell weiterhin Fehlerquellen. Die Mengenermittlung ist jedoch mit relativ einfachen Mitteln durch den Bauherrn prüfbar. So lassen sich die Objekte, die in der Mengenermittlung gefiltert und denen Positionen zugewiesen werden, visualisieren sowie Objektvolumina direkt aus dem Modell ablesen oder filtern. Es hat sich herausgestellt, dass beim gegenständlichen Bauwerk die aus dem Modell abgeleiteten

Mengen ca. 85 % des Gesamtkostenanteils ausmachen. Die restlichen 15 % verteilen sich auf Baustelleneinrichtungskosten und Kleinleistungen, die nicht aus dem Modell abgeleitet werden können. Von Seiten der Verwaltungen besteht noch Regelungsbedarf. So sollten die Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) im Zuständigkeitsbereich der Verwaltungen möglichst einheitlich gestaltet werden. Notwendige BIM-Inhalte – wie die Detaillierungstiefe der Modelle in den einzelnen Leistungsphasen oder auch der Informationsgehalt der Modelle, also der Umfang der semantischen Informationen – sind übergreifend durch das BMVI festzulegen. Wünschenswert wäre zudem, wenn Richtzeichnungen als Familien oder Bauteilkataloge durch das BMVI erarbeitet und den Planern zur Verfügung gestellt werden würden. So ließe sich gewährleisten, dass der Bauherr exakt die Detail- und Informationstiefe erhält, die er fordert bzw. für weitergehende Zwecke benötigt. Eine Vereinheitlichung hätte damit auch im Sinne des durchgängigen Prozesses bis zur Bauwerkserhaltung einige Vorteile.

Werden bei einer reinen 2-D-Planung Schnitte oder Ansichten teils idealisiert dargestellt, sieht man bei der Ableitung der Pläne aus dem BIM-Modell das reale Abbild: Ziel sollte es also sein, die Ableitungen von Schnitten und Ansichten aus den Modellen stets als reale Abbilder zu gewinnen. Dazu müssen aber gegebenenfalls die Musterpläne der Richtlinie für den Entwurf und die Ausbildung von Ingenieurbauwerken (RE-ING) angepasst werden. Nicht zuletzt müssen auch die IFC-Formate für den Brückenbau (IFC-Alignment, IFC-Road, IFC-Bridge), die sich aktuell in der Entwicklung bzw. Normung befinden, zur flächendeckenden BIM-Einführung verabschiedet und von den Softwareanbietern in ihre Programme übernommen werden.