

**Wissenschaftliche Begleitung der BMVI-Pilotprojekte  
zur Anwendung von Building Information Modeling (BIM) im  
Infrastrukturbau**

**Endbericht**

**Wissenschaftliche Begleitung  
Pilotprojekt EÜ Filstal**

01.08.2017

**bearbeitet von**

André Borrmann, Technische Universität München  
Markus König, Ruhr-Universität Bochum  
Julian Amann, Technische Universität München  
Matthias Braun, OBERMEYER Planen + Beraten GmbH  
Robert Elixmann, Kapellmann und Partner Rechtsanwälte mbB  
Klaus Eschenbruch, Kapellmann und Partner Rechtsanwälte mbB  
Kerstin Hausknecht, AEC3 Deutschland GmbH  
Markus Hochmuth, OBERMEYER Planen + Beraten GmbH  
Thomas Liebich, AEC3 Deutschland GmbH  
Markus Scheffer, Ruhr-Universität Bochum  
Simon Vilgertshofer, Technische Universität München

**im Auftrag**

des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

Bei den dargestellten Abbildungen Dritter handelt es sich um Großzitate nach §51  
UrhG. Auf die Urheber wird in der Quellenangabe verwiesen.

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM



Computing  
in Engineering



AEC3



OBERMEYER  
PLANEN + BERATEN GmbH



Kapellmann  
Rechtsanwälte



TUM  
Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation

# Inhaltsverzeichnis

<b>Ansprechpartner.....</b>	<b>3</b>
<b>1 Projektübersicht.....</b>	<b>4</b>
<b>2 BIM-Ziele .....</b>	<b>4</b>
<b>3 Auswertung des Reifegrads .....</b>	<b>5</b>
3.1 Auftraggeber-Information-Anforderungen.....	5
3.2 BIM-Abwicklungsplan .....	6
3.3 Verträge .....	8
3.4 Technologie.....	10
3.5 BIM Team .....	13
3.6 Leistungsphasen 2 und 3.....	14
3.7 Leistungsphasen 4 und 5.....	14
3.8 Leistungsphasen 6 und 7.....	16
3.9 Ausführung.....	16
3.10 Überführung in den Betrieb.....	18
<b>4 Zusammenfassende Bewertung .....</b>	<b>19</b>

---

## **Ansprechpartner**

Ruhr-Universität Bochum  
Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen  
Prof. Dr.-Ing. Markus König  
Universitätsstr. 150, 44801 Bochum  
E-Mail: koenig@inf.bi.rub.de

AEC3 Deutschland GmbH  
Dr.-Ing. Thomas Liebich  
Joseph-Wild-Str. 13, 81829 München  
E-Mail: tl@aec3.de

OBERMEYER Planen + Beraten GmbH  
Dipl.-Ing. Markus Hochmuth  
Hansastr. 40, 80686 München  
E-Mail: markus.hochmuth@opb.de

Kapellmann und Partner Rechtsanwälte mbB  
Dr. Robert Elixmann  
Stadttor 1, 40219 Düsseldorf  
E-Mail: robert.elixmann@kapellmann.de

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation  
Prof. Dr.-Ing. André Borrmann  
Arcisstraße 21, 80290 München  
E-Mail: andre.borrmann@tum.de

# 1 Projektübersicht

Die Eisenbahnüberführung Filstal ist Teil des Planfeststellungsabschnittes 2.2 Albaufstieg der Neubaustrecke Wendlingen-Ulm und ein technisch anspruchsvolles Brückenbauwerk als direkte Verbindung zweier Tunnelabschnitte zwischen Stuttgart und Ulm. Das Bauwerk besteht aus zwei eingleisigen Brücken mit einer Länge von 485 m und 472 m und einer maximalen Höhe von 85 m. Die Brückenbauwerke befinden sich dabei unmittelbar zwischen den Portalen des Bosslertunnels und des Steinbühlentunnels. Das sechsfeldrige gevoutete Durchlaufträgerbauwerk wurde mittels Vorschubrüstung hergestellt und besteht aus zwei eingleisigen Brückenüberbauten. Die Brücken wurden als Y-Brücken mit wenigen Stützen konzipiert, um eine gefälligere Einbettung in das Landschaftsbild zu ermöglichen. Die beiden Brückenüberbauten sind als in Längsrichtung vorgespannte und in Querrichtung schlaff bewehrte einzellige Hohlkastenquerschnitte geplant. Das Projekt befindet sich in der Realisierungsphase (siehe Abbildung 3). Zum Projektumfang gehört zudem die Herstellung der Gründung, der Löschwasserauffangbehälter und der Portalhauben sowie die Umlegung einer Wasserleitung.



Abbildung 1: BIM-Pilotvorhaben Filstalbrücke (Quelle: DB Netz AG, Max Bögl AG)

Die BIM-Anwendung im Projekt fokussierte auf die Bauausführung. Entsprechend standen die Erstellung eines 4D-Modells und die Anwendungsfälle Baufortschrittskontrolle, Abrechnung von Bauleistungen und Mängelmanagement im Vordergrund.

## 2 BIM-Ziele

Die übergeordneten BIM-Ziele umfassten das Sammeln von Erfahrungen bei der Entwicklung von BIM-Rollenbildern, die Bewertung des Einsatzes von Soft- und Hardware zur Umsetzung der BIM-Anwendungsfälle, die Organisation des BIM-Projektteams und die Identifikation von sinnvollen Veränderungen bei der Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer. In den Bereichen Bauüberwachung, Bauabrechnung, Termin- und Kostensteuerung, Berichtswesen und Besprechungswesen

sowie in der Dokumentation sollten die Prozesse analysiert und die Effizienz gesteigert werden. Letztendlich können dadurch Risiken minimiert und eine Verbesserung der Kommunikation erzielt werden. Mit dem Pilotprojekt sollte gezeigt werden, dass folgende BIM-Ziele erreicht werden können:

- Verbesserung der Leistungsmeldung (stichtagsgenaue Baufortschritts-Betrachtung) durch Verknüpfung der Information der Baustelle mit dem 4D-Modell,
- eine Simulation von Planungsvarianten und Bauzuständen inkl. einer Darstellung von Termin- und Kostenauswirkungen,
- eine Erhöhung der Planungssicherheit und Reduzierung der Nachträge (Risikominderung),
- ein Vergleich der klassischen Rechnungsstellung für die Abrechnung von Bauleistungen mit einer modellbasierten Rechnungsstellung im Projektsteuerungssystem,
- Optimierungen von Projektprozessen (Effizienzsteigerung),
- eine Plausibilisierung konventioneller 2D-Mengenberechnungen anhand des Modells,
- eine Verknüpfung von 2D-Plänen mit dem Modell,
- eine Überführung der Planungsdaten und Dokumentation der Ausführung in einem 3D-Modell

### **3 Auswertung des Reifegrads**

Die Bewertung der einzelnen Kriterien wurde in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Projektverantwortlichen auf Auftraggeber- und Auftragnehmerseite durchgeführt. Die BIM-Reifegradmetrik vergleicht ein BIM-Projekt mit einem bis 2020 zu erreichenden BIM-Niveau I. Die maximale Punktzahl zu einem Bewertungskriterium wird vergeben, wenn der Reifegrad des Projektes mit dem erwarteten Reifegrad des BIM-Niveaus I übereinstimmt. Hierzu wurde in Form von Interviews und Workshops der Reifegrad der BIM-Umsetzung in den einzelnen Kriterien abgefragt und eine entsprechende Punktzahl festgesetzt.

#### **3.1 Auftraggeber-Informationen-Anforderungen**

Durch den Auftraggeber wurden zu Projektbeginn keine Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) definiert. Beim Start der Ausführung existierten noch keine Vereinbarungen zum Einsatz der BIM-Methodik. Erst nach der Beauftragung wurden BIM-Anwendungsfälle definiert und einige AIA festgelegt. Der BIM-Abwicklungsplan (BAP) wurde kontinuierlich fortgeschrieben und entwickelte sich von einem Lasten-

zu einem Pflichtenheft. Im Einzelnen ergab sich folgende Bewertung des Reifegrads der AIA:

Welche Anforderungen bzgl. BIM wurden durch den Auftraggeber zur Ausschreibung definiert?	unbekannt	informell festgehalten			initial abgestimmt zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer	wird kontinuierlich fortgeschrieben	Punkte
	0	x 1	0	0	0	0	1
<b>Gesamt</b>							<b>1</b>

Abbildung 2: Reifegrad der Auftraggeber-Informationen-Anforderungen

### 3.2 BIM-Abwicklungsplan

Der BAP wurde durch den Auftraggeber erstellt und im Projektverlauf fortgeschrieben. Er definiert die angestrebten BIM-Ziele, legt den Zeitplan zur Nutzung von BIM für die verschiedenen Anwendungsfälle fest und beschreibt das gemeinsame Verständnis der Projektbeteiligten über die zu erbringenden Dienstleistungen aus dem Bereich BIM. Dieses gemeinschaftliche Verfahren soll dem Auftraggeber die Möglichkeit geben, den zu erreichenden detaillierten Leistungsumfang während der Projektlaufzeit festlegen zu können. Dabei erfolgte zu festgelegten Zeitpunkten eine gemeinsame Neubewertung der Arbeitsumfänge. Der BAP wird somit im Projektverlauf fortlaufend aktualisiert.

Alle Anwendungsfälle sind auf Grundlage der Zielbeschreibung beschrieben und den jeweiligen BIM-Zielen zugeordnet. Es wird detailliert beschrieben, welche der formulierten BIM-Ziele durch unterschiedliche Anwendungsfälle erreicht werden sollen. Zusätzlich erfolgte noch eine Zuordnung zu konkreten Leistungsphasen.

Folgende BIM-Maßnahmen wurden abgeleitet und als Ergänzung des bereits geschlossenen Vertrags über die Bauleistung vereinbart:

- 4D-Bauablauf Simulation und Statusmeldung
  - 4D-Bauablaufplan basierend auf dem aktuellen 3D-Modell und dem verknüpften Bauzeitenplan
  - Darstellung von Einzelobjekten, wie Bauwerke, Bauabschnitte, Hilfsgerüste, Baugruben und Baustraßen
  - Bereitstellung des 4D-Bauablaufmodells und der Projektstatusmeldung
- Abrechnung/ Abrechnungsunterstützung mit Hilfe von BIM
  - pauschale Teillose werden mit BIM abgerechnet
  - Einheitspreisteillose werden parallel sowohl klassisch als auch mit BIM abgerechnet
  - beide Abrechnungsmethoden sollen verglichen werden
- Mobile Cloud-basierte BIM-Anwendungen mit Zugang über Tablets und Web-Portal

- Bereitstellung der Modelle und Eingabeformulare auf Tablet-Computern
- Dokumentation der Bauausführung vor Ort auf der Baustelle
- Prozessunterstützung bei Qualitätsmanagement, Mängelmanagement, Zustands- und Teilfeststellungen sowie Arbeitssicherheit
- Anbindung einer bereits im Bahnprojekt Stuttgart-Ulm eingeführten Planmanagement-Plattform EPLASS an BIM-Anwendungen (optional)
  - Verknüpfung zwischen dem 3D-Modell und den zugehörigen Plandokumenten auf Bauteilebene
  - Erweiterung des Projektstatus zur Berücksichtigung des Planlaufs

Eine Definition der LOD<sup>1</sup> erfolgt durch den BAP in einer formalen Darstellung. Der zu erreichende LOD liegt auf dem Niveau der Ausführungsplanung. Weiterführende Definitionen bezüglich LOD und Attribuierung wurden im Vorfeld als nicht zielführend erachtet. Dies begründet sich aus der Tatsache, dass während des Pilotprojektes insbesondere zu diesen Punkten Erfahrungen gesammelt werden sollten. Seitens des Auftragnehmers waren schon Kompetenzen vorhanden, sodass der BAP als „lebendes“ und gemeinschaftliches Dokument zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer zur Gewinnung weiterer Erfahrungswerte verwendet wurde. Ein Großteil der Definitionen wurde vom Auftragnehmer vorgegeben und dann sukzessive in den BAP übernommen. Festlegungen zum Datenaustausch sind im BAP aufgeführt. Die Nutzung eines neutralen, zentralen Cloud-Speicherdienstes mit Schnittstellen für mobile Endgeräte auch ohne durchgehende Verbindung ist vorgesehen.

Detaillierte Prozesskarten für die Anwendungsfälle beschreiben den Workflow zwischen den Auftragnehmern. Ein übergreifender Workflow zwischen dem Auftraggeber und dem Auftragnehmer ist nur grob beschrieben. Im Einzelnen ergab sich folgende Bewertung des Reifegrads des BAP:

Wurde ein BIM-Abwicklungsplan aufgestellt und wie verbindlich ist er?	keiner vorhanden		interner BAP genutzt	BAP für gesamtes Planungsteam	projektweiter BAP	BAP als Vertragsdokument	Punkte
	0	0	x	0	0	0	
Wurden BIM-Ziele vom Auftraggeber definiert?	keine Ziele definiert	informell und unpräzise Ziele formuliert		qualitative Ziele		es wurden quantitative Ziele festgelegt	Punkte
	0	0	0	x	0	0	

<sup>1</sup> Die Level of Development (LOD) beschreiben den Detaillierungsgrad der Modellelemente. Ein LOD setzt sich aus dem geometrischen Detaillierungsgrad (LOG) und alphanumerischen Detaillierungsgrad (LOI) zusammen. Modellelemente werden in frühen Projektphasen nicht so detailreich wie in späteren Phasen dargestellt. Der LOD kann also je nach Projektphase bzw. Vereinbarung höher oder niedriger sein.

Wurden BIM-Anwendungsfälle definiert, um die o.g. Ziele zu erreichen?	keine Anwendungsfälle definiert	nur triviale Anwendungsfälle definiert ("3D-Modell")		Anwendungsfälle aufgelistet		Anwendungsfälle im Detail beschrieben	Punkte
	0	0	0	0	0	x 5	5
Technische Festlegungen	keine Festlegungen	wenige, grobe technische Festlegungen		einige technische Festlegungen (z.B. zu Datenaustauschformaten)		detaillierte Festlegungen zu allen technischen Fragen	Punkte
	0	0	0	x 3	0	0	3
Organisatorische Festlegungen	keine Festlegungen	wenige, oberflächliche Festlegungen		einige Festlegungen zu Verantwortlichkeiten, etc.		detaillierte Festlegungen	Punkte
	0	0	0	0	0	x 5	5
BIM-Workflow	keine Definitionen zum BIM-Workflow	informell, sehr grob beschriebener Workflow		textuell beschriebener, detaillierter Workflow	eigene grafische Darstellung und Beschreibung	Modellierung des Workflows nach BPMN, genaue Festlegungen zu Übergabeformaten und -zeitpunkten	Punkte
	0	x 1	0	0	0	0	1
<b>Gesamt</b>							<b>3.17</b>

Abbildung 3: Reifegrad des BIM-Abwicklungsplans

### 3.3 Verträge

Der im laufenden Projekt nachträglich auf gekommenen Anforderung zur Erprobung der BIM-Methodik in der Ausführungsplanung und Bauausführung haben sich der Auftraggeber und der Generalunternehmer partnerschaftlich angenähert, indem zunächst Absichtsbekundungen zur Umsetzung von BIM im Rahmen eines Aktenvermerks verschriftlicht wurden. Anschließend wurde ein BIM-Projektteam mit Vertretern des Auftraggebers und des Generalunternehmers aufgestellt und im partnerschaftlichen Dialog ein BAP erarbeitet, der verbindlich die Umsetzung von BIM im Projekt beschrieb. Im Hinblick auf die Darstellungstiefe und Klarheit des BAP wird auf den diesbezüglichen Abschnitt dieses Endberichts verwiesen. Der BAP enthält neben einer detaillierten Beschreibung der technischen Umsetzung von BIM im Projekt auch juristische Regelungen. Geregelt werden Datenschutzfragen im Hinblick auf das projektplattform-basierte Arbeiten. Technische und juristische Festlegungen wurden daher gebündelt für das Sonderthema BIM im BAP vorgenommen.

Mit dem Thema Datenschutz wird in den Vereinbarungen dieses Projektes ein Punkt adressiert, der in BIM-Projekten aktuell zu Behinderungen in der Umsetzung führt. Speziell internetbasierte Softwareanwendungen mit Datenverarbeitungsvorgängen in den

USA bereiten seit dem Entfall des Safe-Harbor-Abkommens<sup>2</sup> Schwierigkeiten im Hinblick auf eine datenschutzkonforme Handhabung.

Die sukzessive, partnerschaftliche Erarbeitung der BIM-Leistungsanforderungen anhand eines gemeinsam aufgestellten BAP wurde als bevorzugte Vorgehensweise gewählt, weil der Wille zur Erprobung der BIM-Methodik im schon laufenden Projekt berücksichtigt werden musste und zunächst noch nicht feststand, welche BIM-Leistungen sinnvollerweise überhaupt vereinbart werden konnten. Bei neu startenden Projekten sollten die Leistungen und die Bedingungen der Leistungserbringung vor Zuschlagserteilung geklärt sein.

Die aus der von den Projektbeteiligten gewählten Vorgehensweise gewonnenen Erfahrungen sind in juristischer Hinsicht aus unterschiedlichen Blickwinkeln relevant. Erstens werden speziell in Bezug auf Infrastrukturgroßprojekte die Stimmen lauter, die einen flexiblen, transparenten Umgang mit Projektrisiken und eine stärker partnerschaftliche Projektabwicklung fordern. Ein Baustein hierfür kann ein gemeinsames BIM-Projektteam sein. Zweitens stehen Auftraggeber in einem so innovativen Marktumfeld wie derzeit bei BIM vor der Herausforderung, in Vergabeverfahren einerseits Leistungen eindeutig und erschöpfend beschreiben zu müssen, andererseits den Bietern hinreichende Spielräume für technische Lösungsmöglichkeiten offen zu halten, die eine Entfaltung von Innovationskraft zulassen. Gemeinsame Festlegungen in einem BAP können ein Regelungsinstrument für eine gemeinsame Leistungssoll-Definition sein. Zum Beispiel kann ein BAP im Vergabeverfahren in der Weise eine Rolle spielen, dass Bieter ein vorgegebenes BAP-Muster ausfüllen müssen, um zu erklären, wie sie die in den AIA definierten Anforderungen umsetzen wollen. Der durch den Bieter ausgefüllte, vorläufige BAP kann dann Vertragsgrundlage werden. Der vorläufige BAP kann dann in einem geregelten Prozess unter Einbeziehung des Auftraggebers nach Beauftragung weiter detailliert werden.

Mit welchen Projektbeteiligten wurden Vereinbarungen betreffend der Erbringung von BIM-spezifischen Leistungen getroffen und in welchem Umfang?	Zu BIM wurden keine Vereinbarungen getroffen.	BIM-Leistungen wurden mit einem externen Dienstleister vereinbart, dessen Leistungen alleine einer nachträglichen Plausibilisierung/ Visualisierung dienen.	BIM-Leistungen wurden mit einem externen Dienstleister vereinbart, dessen Leistungen in dem Planungs- und/oder Ausführungsprozess berücksichtigt werden.	BIM-Leistungen wurden mit dem Objektplaner <u>oder</u> Generalunternehmer vereinbart.	BIM-Leistungen wurden entweder (1) mit dem Objektplaner und Generalunternehmer <u>oder</u> (2) mit dem Objektplaner und der Mehrheit der Fachplaner vereinbart.	Mit allen Planungs- und Ausführungs-beteiligten inkl. Fachplaner u. Nachunternehmer wurden BIM-Leistungen vereinbart.	Punkte
	0	x	0	0	0	0	1

<sup>2</sup> Das Safe-Harbor-Abkommen war ein Beschluss der Europäischen Kommission der den Datenschutz personenbezogener Daten bei einer Datenübermittlung aus europäischen Ländern in die USA regelte. Dieser Beschluss wurde 2015 für ungültig erklärt.

Wie wurden BIM-Leistungen vereinbart?	Zu BIM wurden keine Vereinbarungen getroffen.	Es existiert ausschließlich ein Vertrag mit einem externen Dienstleister über die Erbringung von BIM-Leistungen. Daneben bestehen keine BIM-spezifischen Abreden mit sonstigen Planungs- u. Ausführungs-beteiligten.	Mit Planenden oder Ausführenden bestehen ausschließlich mündliche Absprachen über die Nutzung von BIM.	Die Einbeziehung von BIM in den Planungs- und/oder Ausführungsprozess wurde mit Planenden oder Ausführenden ausschließlich in Bau-/Planungsbesprechun gsprotokollen geregelt.	Es existiert ein BIM-Abwicklungsplan. Die Verträge und Leistungsbilder mit Planern / Ausführenden (unter Berücksichtigung aller Nachträge) blieben im Vergleich zu konventionellen Bauvorhaben unverändert.	Es existiert ein BIM-Abwicklungsplan. Außerdem enthalten die Verträge/Leistungsbild er der Planer/Ausführenden BIM-spezifische Regelungen oder es werden sogar BIM-spezifische Partnering Modelle angewendet.	Punkte  1
	0	x 1	0	0	0	0	
Enthalten die Verträge allgemeine BIM-spezifische Regelungen?	Nein.	Ja, zu einem der genannten Punkte.	Ja, zu zwei der genannten Punkte.	Ja, zu drei der genannten Punkte.	Ja, zu vier der genannten Punkte.	Ja, zu mind. fünf der genannten Punkte.	Punkte  2
	0	0	x 2	0	0	0	
Zugriffs- und Geheimhaltungsrechte zu BIM-Daten <input checked="" type="checkbox"/> Urheberrechten an BIM-Daten <input checked="" type="checkbox"/>							
Wurden vertragliche Abreden zur Planung getroffen?	Nein.	Ja, zu einem der genannten Punkte.	Ja, zu zwei der genannten Punkte.	Ja, zu drei der genannten Punkte.	Ja, zu vier der genannten Punkte.	Ja, zu mind. fünf der genannten Punkte.	Punkte  0
	x 0	0	0	0	0	0	
Wurden vertragliche Abreden zur Ausschreibung getroffen?	Nein.			Ja, zu einem der genannten Punkte.	Ja, zu zwei der genannten Punkte.	Ja, zu drei der genannten Punkte.	Punkte  0
	x 0	0	0	0	0	0	
Wurden vertragliche Abreden zur Ausführung und Objektüberwachung getroffen?	Nein.	Ja, zu einem der genannten Punkte.	Ja, zu zwei der genannten Punkte.	Ja, zu drei der genannten Punkte.	Ja, zu vier der genannten Punkte.	Ja, zu mind. fünf der genannten Punkte.	Punkte  0
	x 0	0	0	0	0	0	
<b>Gesamt</b>							<b>0.67</b>

Abbildung 4: Reifegrad der Verträge

### 3.4 Technologie

Die 3D-Modelle des Brückenbauwerks und der Baubehelfe wurden mit der Software Siemens NX durch das unterbeauftragte Planungsbüro SSF Ingenieure AG erstellt. Für die Modellierung des Geländes kam die Software RIB Stratis zum Einsatz. Die Schalung wurde mit der Software PERI CAD in 3D modelliert. Für die Modellierung der Vorschubrüstung wurde Tekla Structures verwendet. Zur Zusammenführung der Modelle wurde ceapoint desite MD bzw. Autodesk BIM 360 verwendet. Zur integrierten Verwaltung der Modelle und der zugehörigen Pläne kam eine spezielle Dokumentenmanagementplattform des Auftragnehmers zum Einsatz.

Abbildung 5 zeigt die hybride Infrastruktur zur Datenhaltung, bestehend aus den Systemen Autodesk BIM360, ceapoint desite CUSTOM sowie einer auftragnehmerspezifischen Datenbank als neutraler Zwischenschicht. Für die Dokumentenverwaltung wurde das System EPLASS eingesetzt. Eine gemeinsame

Datenumgebung (engl. Common Data Environment, CDE) mit voller Funktionalität im Sinne der ISO 19650 wurde jedoch nicht verwendet.

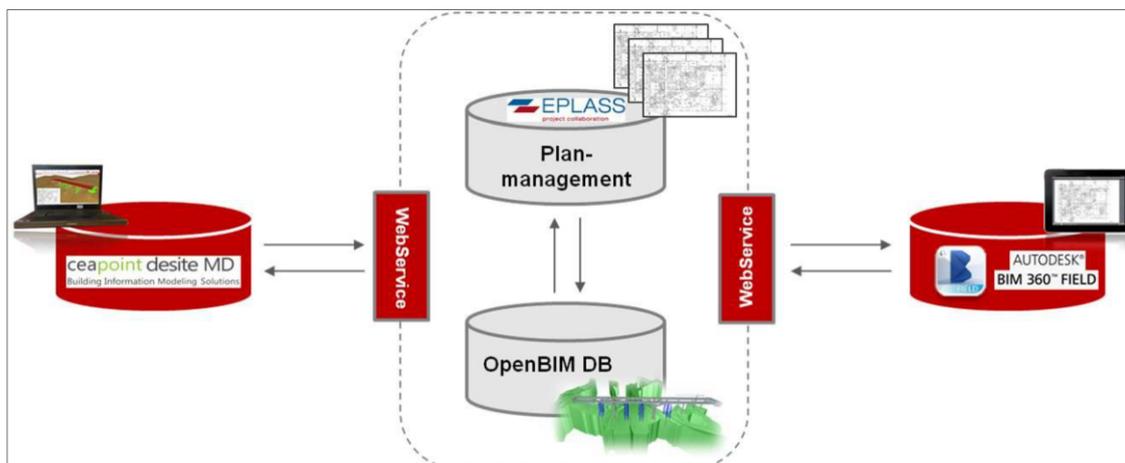


Abbildung 5: Infrastruktur für den Datenaustausch (Quelle: BAP - DB Netz AG)

Die Planableitung (Schalpläne) erfolgte direkt aus dem Siemens NX Modell. Anschließend wurden die Pläne mit 2D-Zeichenwerkzeugen aufbereitet und konventionell geprüft. Sobald ein Plan freigegeben wurde, erfolgte eine logische Verknüpfung zwischen virtuellen Bauteilen im Modell und den Plandokumenten auf Basis der System Breakdown Structure<sup>3</sup> (SBS) Codes. Die Konsistenz von Modellen und Plänen wurde strikt überwacht und sichergestellt.

Da die Software Siemens NX nicht über Funktionen zur Bewehrungsplanung verfügt, erfolgte keine 3D-Modellierung der Bewehrung. Die Erstellung der Bewehrungspläne wurde mithilfe der Software SofiCAD in 2D realisiert.

Es kamen folgende Datenformate zum Datenaustausch zum Einsatz:

- REB: Austausch Geländemodell zwischen Vermessung und RIB Stratis
- LandXML: Austausch Geländemodell zwischen RIB Stratis und Siemens NX
- CPIXML: Austausch zwischen Siemens NX und RIB iTWO 5D
- native Formate: Geometriedaten von Siemens NX an SofiCAD und PERI CAD

Für die modellgestützte Terminplanung wurde die Software desite MD des Unternehmens ceapoint aec technologies verwendet. Durch Einsatz dieses Systems konnte das 3D-Modell semi-automatisch mit dem mittels Microsoft Project erstellten Terminplan verknüpft werden. Dabei wurden auch Varianten der Terminplanung untersucht und in den Projektbesprechungen diskutiert. Die Software wurde auch verwendet, um den tatsächlichen Bauablauf abzubilden und mit dem Soll-Ablauf zu vergleichen.

<sup>3</sup> SBS ist eine Methode aus dem System Engineering. In Bezug auf BIM wird hierbei das Modell hierarchisch in Komponenten unterteilt, was eine eindeutige Identifikation unabhängig vom Modellersystem ermöglicht.

Für das Kostencontrolling wurde die Software RIB iTWO 5D eingesetzt. Darin wurde das 4D-Modell mit geplanten Kosten, Sollkosten aus den Vergaben und Prognosewerten verknüpft. Zudem wurde eine grobe Ressourcenplanung entwickelt. Das Modell sollte im Projekt zwischen Bauherr und Generalunternehmer als Abrechnungsgrundlage über den Fertigstellungsgrad bei Pauschalleistungen verwendet werden. Dies konnte aus organisatorischen Gründen im Rechnungslauf jedoch nur teilweise realisiert werden. Bei einem softwareübergreifenden Gebrauch der NX-Modelle zeigten sich speziell in iTWO Probleme bei der Visualisierung und bei der inkorrekten Volumenberechnung. Allerdings handelt es sich beim eingesetzten CPIXML-Exportmodul um eine projektspezifische Eigenentwicklung.

Ursprünglich war eine BIM-gestützte Mängelerfassung mittels Tablets und die Mängelverwaltung mithilfe des Cloud-basierten Systems Autodesk BIM 360 Field vorgesehen. Um eine schnelle Navigation zu ermöglichen, sollten 3D-Schnitte, vordefinierte Ansichtspunkte und QR-Codes eingesetzt werden. Ziel war es, die 3D-Objekte mit Checklisten, Abstimmungspunkten, Fotos und Kommentaren zu versehen. Darauf aufbauend sollte ein automatisiertes Berichtswesen realisiert werden. Dies führte jedoch bei der praktischen Umsetzung zu Problemen durch Abweichungen der generierten von den vorgeschriebenen Formularen. Die eingeschränkte Realisierung des BIM-gestützten Mängelmanagements hatte aber eher organisatorische als technische Gründe.

Im Einzelnen ergab sich folgende Bewertung des Reifegrads der eingesetzten Technologien:

Wird ein CDE nach PAS 1192 verwendet? Auf welchem Niveau befindet sich das eingesetzte CDE? Welche Features werden unterstützt?	Emailaustausch	geteiltes Datilaufwerk, einfache Ordnerstruktur	Dokumentenmanagementsystem mit Namenskonventionen für Dateien	Projektraum ohne Workflow	Projektraum mit Workflowunterstützung nach ISO 19650 (PAS1192)	zentraler Modellservers	Punkte
				x			3
	0	0	0	3	0	0	
Datenaustauschformate	keine definiert	ausschließlich proprietäre Formate		offene Formate für bestimmte Szenarien		ausschließliche Verwendung von offenen Formaten	Punkte
				x			3
	0	0	0	3	0	0	
Erfüllt die eingesetzte Software die Anforderungen an die Projektbearbeitung?	nicht geeignet	Software ist nur bedingt geeignet		Software ist geeignet, jedoch nicht performant	es gibt nur wenige Schwierigkeiten	Software erfüllt alle Anforderungen	Punkte
					x		4
	0	0	0	0	4	0	
Erfüllt die eingesetzte Hardware die Anforderungen an die Projektbearbeitung?	nicht geeignet	Hardware war nicht immer verfügbar	Performanz war nicht ausreichend		es gibt nur wenige Schwierigkeiten	erfüllt alle Anforderungen	Punkte
						x	5
	0	0	0	0	0	5	
<b>Gesamt</b>							<b>3.75</b>

Abbildung 6: Reifegrad der Technologie

### 3.5 BIM-Team

Das BIM-Projektteam wurde sowohl von Vertretern der DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH als auch von Vertretern der Firma Max Bögl besetzt. Gemeinsam sollten alle Themen bearbeitet werden, welche für die Einführung und für die Durchführung des BIM-Pilotprojektes relevant sind. Die DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH stellte dem Team zudem Personal aus dem Bereich „Change Management“ unterstützend zur Seite, um alle Beteiligten in veränderte und neue Arbeitsabläufe optimal zu integrieren. Im Rahmen von gemeinsam durchgeführten Workshops, Schulungen sowie einem zentral gesteuerten BIM-Informationswesen, konnte eine partnerschaftliche Zusammenarbeit gepflegt werden. Die Rollen inklusive durchzuführender Aufgaben wurden formal beschrieben. Diese lagen im Wesentlichen im Bereich des BIM-Managements. Es wurden folgende BIM-spezifischen Rollen vergeben:

- BIM-Management (Auftraggeber)
  - Konzeption, Erstellung, Fortschreibung, Verantwortung der Umsetzung des BAP
  - Spezifikation und Steuerung der BIM-Anwendungen
  - Leitung der BIM-Implementierung (Menschen, Prozesse, Technologie, Richtlinien)
  - Koordination der Leistungen des BIM Managers sowie von Zwangspunkten
- BIM-Management (Auftragnehmer)
  - Unterstützung der BIM-Leitung
  - Überwachung der BAP-Anwendung
  - Steuerung der BIM-Implementierung und der BIM-Anwendungen
  - BIM-Ansprechpartner für alle Projektbeteiligten
  - Bewertung der Hard- und Softwarelösungen
  - Koordination der 3D-Planung und von Zwangspunkten mit der BIM-Leitung

Des Weiteren wurden die Rollen BIM-Koordination (Auftragnehmer), BIM-Nutzung und BIM-Unterstützung vergeben. Im Einzelnen ergab sich folgende Bewertung des Reifegrads des BIM-Teams:

Wurden BIM-spezifische Rollen definiert und zugewiesen?	keine Rollenzuweisung		Rollen waren nicht ganz klar		es gab nur wenige Missverständnisse	Rollenzuweisung entsprechend BIM-Leitfaden	Punkte
	0	0	x	2	0	0	
BIM-Wissen und -Erfahrung: Modellerstellung	kein Wissen	rudimentäres BIM-Wissen		ausreichendes BIM-Wissen	gutes BIM-Wissen	umfangreiches technisches und organisatorisches Wissen sowie Projekterfahrungen	Punkte
	0	0	0	x	3	0	

BIM-Wissen und -Erfahrung: Modellkoordination	kein Wissen	rudimentäres BIM-Wissen		ausreichendes BIM-Wissen	gutes BIM-Wissen	umfangreiches technisches und organisatorisches Wissen sowie Projekterfahrungen	Punkte
	0	0	x 2	0	0	0	2
BIM-Wissen und -Erfahrung: Modellprüfung	kein Wissen	rudimentäres BIM-Wissen		ausreichendes BIM-Wissen	gutes BIM-Wissen	umfangreiches technisches und organisatorisches Wissen sowie Projekterfahrungen	Punkte
	0	x 1	0	0	0	0	1
Wurden die Beteiligten im Umgang mit BIM-Modellen geschult?	keine Schulung	Dokumentation wurde bereitgestellt		Frontalschulung ohne Übungen	Schulung mit praktischen Übungen	Individuelle fortlaufende Schulung	Punkte
	0	0	0	0	x 4	0	4
<b>Gesamt</b>							<b>2.40</b>

Abbildung 7: Reifegrad des BIM-Teams

### 3.6 Leistungsphase 2 und 3

Das Projekt wurde in den Leistungsphasen 1 bis 4, der Vor-, Entwurfs- und Genehmigungsplanung vollständig konventionell geplant. Die erstellten Modelle hatten somit keinen Einfluss auf die Planung. Eine Bewertung der Anwendung von BIM in Leistungsphase 2 und 3 konnte daher nicht vorgenommen werden.

### 3.7 Leistungsphase 4 und 5

Die Bewertung bezieht sich auf die Leistungsphase 5 des Projektes. Die 3D-Modellerstellung und der BIM-Anwendungsfall „4D-Bauablaufvisualisierung“ wurden in Leistungsphase 5 durchgeführt. Das Modell zeigt eine sehr hohe geometrische Qualität und Detaillierungstiefe. Für die Schalplanung war das Modell führend, d.h. Schalpläne wurden ausschließlich aus dem Modell abgeleitet. Es wurde informell ein LOD festgelegt, der sich am LOD 350 des amerikanischen BIMforum-Standards orientierte.

Die Planungskoordination bestand in der Koordination der Fachplanungen Objektplanung, Schalungsplanung und Bewehrungsplanung und konnte weitgehend modellgestützt abgewickelt werden. Die Planungsfreigabe wurde ohne das 3D-Modell, d.h. in Form des konventionellen Arbeitsablaufes mit 2D-Plänen über EPLASS abgewickelt. Die 2D-Pläne und 3D-Modelle konnten vom Auftraggeber zwar auf Plausibilität geprüft werden, nicht jedoch einer tiefen fachlichen Prüfung unterzogen werden. Im Einzelnen ergab sich folgende Bewertung des Reifegrads für die Leistungsphase 4 und 5:

Wurde die Werkplanung in 3D durchgeführt? Wie detailliert?	nicht durchgeführt	nur einzelne Ausschnitte in 3D modelliert		<b>Projekt weitgehend in 3D modelliert</b>		Projekt vollständig in 3D, alle Fachmodelle, bis zum vereinbarten LOD	<b>Punkte</b>
	0	0	0	x	3	0	
<b>3</b>							
Wurde die Koordination der verschiedenen Fachplanungen BIM-gestützt durchgeführt?	keine modellgestützte Koordination	einmalig zusammengeführte Modelle zur Clash Detection	<b>selten zusammengeführte Modelle weniger Beteiligter</b>	Planungskoordination auf Basis regelmäßig zusammengeführter Modelle einiger Beteiligten	Planungskoordination auf Basis regelmäßig zusammengeführter Modelle aller Beteiligten	Planungskoordination basiert vollständig auf zusammengeführten BIM-Modellen und formalisierten Change Requests	<b>Punkte</b>
	0	0	x	2	0	0	
<b>2</b>							
Wurden die Pläne aus dem Modell abgeleitet oder gesondert gezeichnet?	Pläne nicht aus Modell abgeleitet		parallele Bearbeitung, Pläne sind verknüpft mit Modell	Pläne bilden die primäre Planungs- und Koordinationsgrundlage	<b>Pläne werden bis zu einem bestimmten LOD aus dem Modell abgeleitet, danach gesondert weiterentwickelt</b>	alle Pläne sind aus den Modellen abgeleitet und werden konsistent gehalten	<b>Punkte</b>
	0	0	0	0	x	4	
<b>4</b>							
Wurden die im BAP definierten LOD umgesetzt?	nicht definiert, nicht umgesetzt	sehr grob definiert und umgesetzt	<b>für einige Elemente definiert und umgesetzt</b>	nahezu vollständig definiert, weitgehend umgesetzt		für alle Objekttypen definiert, für alle Elemente zugewiesen	<b>Punkte</b>
	0	0	x	2	0	0	
<b>2</b>							
Wurde ein Klassifikationssystem verwendet?	keine Klassifikation			<b>projektspezifische Klassifizierung</b>	firmenspezifische Klassifizierung	Umfangreiche Klassifizierung auf Basis von Standards	<b>Punkte</b>
	0	0	0	x	3	0	
<b>3</b>							
Wurde eine bauteilspezifische Attribuierung durchgeführt? Wurde diese geprüft?	keine Attribuierung			projektspezifische Attribuierung nach BAP		Attribuierung anhand von firmenspezifischen Richtlinien	<b>Punkte</b>
	0	x	1	0	0	0	
<b>1</b>							
Prüfung hinsichtlich der vereinbarten LOD	Keine Prüfung					automatisierte Prüfung anhand von vordefinierter Modellanforderungen	<b>Punkte</b>
	x	0	0	0	0	0	
<b>0</b>							
Prüfung hinsichtlich fachlicher Vorgaben (z.B. Brandschutz, Barrierefreiheit, etc.)	Keine Prüfung	Selbstprüfung	<b>visuelle Prüfung</b>			automatisierte Prüfung anhand von vordefinierten Regeln	<b>Punkte</b>
	0	0	x	2	0	0	
<b>2</b>							
Wurde eine modellgestützte Kostenschätzung durchgeführt?	nicht durchgeführt			Kostenschätzung wurde modellgestützt durchgeführt	Kostenschätzung wurde für verschiedene Varianten durchgeführt	Kostenschätzung wurde in unterschiedlichen Leistungsphasen für verschiedene Varianten durchgeführt	<b>Punkte</b>
	x	0	0	0	0	0	
<b>0</b>							
Wurde das Modell mit dem Bauzeitenplan verknüpft?	nicht durchgeführt			Verknüpfung von Bauteilgruppen mit grobem Bauzeitenplan		detaillierte Verknüpfung einzelner Bauteile mit den geplanten Bauzeiten	<b>Punkte</b>
	0	0	0	0	x	4	
<b>4</b>							

Welche Fachplanungen (Schalplan, Bewehrungsplan, etc.) wurden umgesetzt?	nicht durchgeführt	wenige Detailplanungen in 3D				Alle Ausführungspläne wurden in 3D umgesetzt	Punkte 2
	x		x				
	0	0	2	0	0	0	
Wurde eine BIM-gestützte Tragwerksplanung durchgeführt?	nicht durchgeführt	manuelles Erzeugen des Statikmodells aus dem 3D-BIM				Ableitung des statischen Modells aus dem 3D-BIM, Übergabe an Statiksoftware	Punkte 0
	x					mit dem BIM gekoppeltes statisches Modell, direkte Anbindung einer Statiksoftware, iterative Tragwerksplanung	
	0	0	0	0	0	0	
<b>Gesamt</b>							<b>1.92</b>

Abbildung 8: Reifegrad der Leistungsphase 4 und 5

### 3.8 Leistungsphase 6 und 7

Die BIM-Methodik kam nicht für die Leistungsphasen 6 und 7 zum Einsatz. Mengen wurden lediglich im Nachhinein plausibilisiert. Eine Bewertung der Anwendung von BIM in Leistungsphase 6 und 7 konnte daher nicht vorgenommen werden.

### 3.9 Ausführung

Das 3D-Modell wurde mit dem gegebenen Bauzeitenplan zu einem 4D-Bauablaufplan verknüpft. Im Bauzeitenplan werden Vertrags-, Soll-, Ist- und Prognosetermine gepflegt. Sowohl das 3D-Modell als auch der Bauzeitenplan wurden regelmäßig fortgeführt und aktualisiert. Das 3D-Modell wies eine Modellstruktur auf, die eine kompatible Granularität mit relevanten Vorgängen im betrachteten Bauablaufplan gewährleistete. Die Gliederung des Bauwerksmodells und der zugehörigen Vorgänge im Bauzeitenplan orientierte sich dabei an den Betonier- und Herstellungsabschnitten.

Es wurden Soll-Ist-Abgleiche zwischen geplantem Bauablauf und realem Bauablauf durchgeführt. Der aktuelle Status wurde hierbei 14-tägig aktualisiert. Die Zeitkomponente wurde teilweise an die tatsächliche Bauausführung angepasst. Die Verknüpfung dieser Daten mit dem Modell ermöglichte eine visuelle Darstellung der unterschiedlichen Bauzustände durch Einfärbung der Bauteile. Dies bildete eine Grundlage für die Baubesprechungen.

Die Abrechnung von bestimmten Teillosten erfolgte BIM-basiert. Folgende Teilloste wurden dabei berücksichtigt:

- Teillos 1 und 4: Vollständige und alleinige Abrechnung der pauschalierten Beträge über BIM

- Teillos 2: Zu Vergleichszwecken wurde sowohl klassisch, über die vereinbarten Abrechnungsregeln, als auch BIM-basiert abgerechnet

Dem 3D-Modell wurden die pauschalierten Beträge je Betonier- oder Herstellabschnitt zugewiesen. Die Ermittlung der Leistung erfolgte über wöchentliche und monatliche Statusmeldungen. Die BIM-Abrechnung erfolgte zum einen über die Pauschalbeträge, als auch über die Mengenermittlung und Zuweisung zu den Leistungsverzeichnis-Positionen in iTWO 5D. In iTWO 5D wurden dann die Leistungen ermittelt und den Beteiligten zur Verfügung gestellt. Durch die Leistungserfassung auf der Baustelle und Zuordnung zu den entsprechenden Objekten im erweiterten 4D-Modell wurde mengenbasiert unter Berücksichtigung eines zum Stichtag aktualisierten Terminplans eine Baufortschrittbetrachtung durchgeführt.

Im Rahmen des Pilotprojektes wurde eine direkte Baustellenprozessanbindung durch die Anbindung von mobilen Endgeräten erprobt. Sämtliche Informationen aller Projektbeteiligten wurden über ein Internetportal aufbereitet. Regelbasierte Arbeitsabläufe dienten dabei einem automatisierten Berichtswesen. Einmal pro Woche wurden anhand eines vordefinierten Filters alle offenen Sicherheitsthemen inklusive Fotos, Kommentaren und Planausschnitten in einer PDF-Datei zusammengefasst und per E-Mail an alle relevanten Projektbeteiligten versandt.

Um die angestrebte Baustellenprozessanbindung zu erreichen, war das 3D-Modell mobil verfügbar und sollte darüber hinaus mit weiteren relevanten Informationen angereichert werden. Checklisten, Abstimmungspunkte, Aufgaben, Pläne, Fotos und Kommentare sollten den einzelnen Objekten des Modells zugewiesen werden. Auf diese Weise sollten Prozesse, wie Baustellenbegehungen zur Arbeitssicherheit, Qualitätssicherung oder Abnahme, in den BIM-Prozess integriert werden. Dieser Prozess konnte aus organisatorischen Gründen jedoch nur eingeschränkt umgesetzt werden und wurde zurückgestellt.

Die Freigabe der Betonierarbeiten durch das Eisenbahnbundesamt (EBA) sollte ebenfalls modellgestützt realisiert werden. Hier kam es aus organisatorischen Gründen erst am Ende der wissenschaftlichen Begleitung zu einer tatsächlichen Realisierung.

Die Zeichnungsdateien wurden vom Planmanagementsystem EPLASS bereitgestellt und teilweise prozessgesteuert verwaltet. Die Sicht auf Plandokumente beschränkte sich in diesen Systemen jedoch auf tabellarische Ansichten der Zeichnungen, ergänzt mit einer Dokumentenvorschau und diversen Filtermöglichkeiten. Es erfolgte eine logische Zuordnung zwischen virtuellen Bauteilen im Modell und den Plandokumenten auf Basis der Metainformationen des Planmanagementsystems und der Bauteile. Das bereits im Projekt verwendete Planmanagementsystem EPLASS wurde über eine Webservice-Schnittstelle an modellbasierte Systeme angebunden. Im Einzelnen ergab sich folgende Bewertung des Reifegrads für die Ausführung:

Wie wurde das Mängelmanagement durchgeführt?	nicht durchgeführt		Herkömmliche Erfassung und manuelle Zuordnung		Erfassung auf Basis eines 3D-Modells	Automatisierte Mängelerfassung (Bildverarbeitung / UAV)	Punkte
	0	0	x	2	0	0	2
Wie wurde der wirklich gebaute Zustand dokumentiert?	nicht durchgeführt	Nur qualitative Erfassung		Aufnahme von Punktwolken (z.B. LaserScanning)	As-built-Modell wurde manuell erzeugt	As-built-Modell wurde semi-automatisch erzeugt	Punkte
	0	x	1	0	0	0	1
Welche Informationen wurden im Rahmen von Baubesprechungen verwendet? Wie wurden Ergebnisse dokumentiert?	nicht durchgeführt	2D-Pläne (Ausdruck) - Protokolle	3D-Modell - separate Protokolle		Interaktiv am Modell mit einfachen Markierungen	Dokumentation erfolgt vollständig modellbasiert (Alle Informationen sind mit dem Modell verknüpft)	Punkte
	0	0	x	2	0	0	2
Wie wurde der Baufortschritt erfasst und dokumentiert?	nicht durchgeführt	manuelle Erfassung des Baufortschritts	Einschätzung des Baufortschritts anhand von Kosten		digitale Erfassung und Verknüpfung mit dem 3D-Modell	Automatisierte Erfassung des Baufortschritts	Punkte
	0	x	1	0	0	0	1
Vergleich zwischen der Soll-Planung und des Ist-Zustandes	nicht durchgeführt		Darstellung von Termin- und Kostenabweichungen		modellbasierte Darstellung der Abweichungen	simulationsgestützte Prognosen	Punkte
	0	0	0	0	x	4	4
Abrechnung	nicht durchgeführt	konventionelle Abrechnung			modellbasierte Abrechnung Auftraggeber (Auftragnehmer übermittelt die Leistungen traditionell)	modellbasierte Abrechnung Auftraggeber und Auftragnehmer	Punkte
	0	0	x	2	0	0	2
Wurde das Modell mit dem Bauzeitenplan verknüpft?	nicht durchgeführt			Verknüpfung von Bauteilgruppen mit grobem Bauzeitenplan		detaillierte Verknüpfung einzelner Bauteile mit den geplanten Bauzeiten	Punkte
	0	0	0	0	x	4	4
<b>Gesamt</b>							<b>2.29</b>

Abbildung 9: Reifegrad der Ausführung

### 3.10 Überführung in den Betrieb

Das 3D/4D-Modell wird zur weiteren Verwendung an den Bauherren übergeben werden. Da das Bauvorhaben noch nicht abgeschlossen ist, konnte eine Bewertung der Anwendung von BIM für den Betrieb nicht vorgenommen werden.

## 4 Zusammenfassende Bewertung

Beim Pilotvorhaben Filstalbrücke wird die BIM-Methodik im Rahmen der HOAI Leistungsphasen 5 und 8 in sehr umfassender Weise angewendet. Im Projekt konnte eine enge modellbasierte Zusammenarbeit zwischen Planern und Ausführenden realisiert werden. Die Ausführungsplaner wurden vom ausführenden Unternehmen unterbeauftragt. Herauszuheben sind:

- die große Detailtiefe des Modells (nahe Ausführungsplanung)
- die umfassende Ableitung der Schalpläne aus dem Modell
- die führende Rolle des Modells gegenüber den 2D-Zeichnungen
- die konsistente Verwaltung von Plänen und Modellen durch Zusammenschalten verschiedener Management-Plattformen
- das kontinuierliche Pflegen eines 4D-Modells

Einschränkend ist anzumerken, dass das ursprünglich vorgesehene BIM-basierte Mängelmanagement bislang nur sehr eingeschränkt umgesetzt werden konnte. Die Gründe hierfür lagen vornehmlich im organisatorischen Bereich.

Zum Zeitpunkt der Auswahl als Pilotprojekt befand sich das Vorhaben bereits in den Anfängen der Realisierungsphase, sodass sich Potenziale aus der Entwurfsphase, wie z.B. die Vergabe von BIM-Planungsleistungen und eine umfassende technisch-wirtschaftliche Optimierung am Modell, nicht mehr realisieren ließen.

Das Pilotvorhaben hat in seinem bisherigen Verlauf gezeigt, dass organisatorisch-rechtliche Randbedingungen, wie der einzuhaltende Datenschutz oder die Anerkennung von aus BIM-Systemen generierten Formularen und Protokollen, eine wichtige Rolle spielen, um BIM-Vorhaben tatsächlich zum Erfolg zu führen. An dieser Stelle kam es nur zu einer sehr eingeschränkten Nutzung von BIM im Pilotvorhaben, obwohl die technischen Voraussetzungen erfüllt waren. Beispielsweise konnten die vom mobilen Mängelmanagementsystem generierten Protokolle infolge von Abweichungen gegenüber den geltenden Formularen nicht verwendet werden, was zusätzliche manuelle Arbeit bei der Übertragung erforderte und die Vorteile des BIM-basierten Arbeitens beim Mängelmanagement weitgehend zunichtemachte.

Im Zuge dieses Projekts wurden auf Seiten des Auftraggebers wertvolle Erfahrungen gesammelt, welche in zukünftige BIM-Projekte einfließen sollen. Dies betrifft insbesondere folgende Bereiche:

- Es müssen AIA formuliert werden, die klare und detailliertere Anforderungen zu den Modellinhalten und den durchzuführenden Anwendungsfällen beinhalten.
- Alle Projektbeteiligten müssen einbezogen, „mitgenommen“ und überzeugt werden.

- Es ist besser, den Fokus auf wenige Anwendungsfälle zu legen, um diese dann erfolgreich umzusetzen.

Die Bewertung gemäß Reifegradmetrik ist Abbildung 10 zu entnehmen.

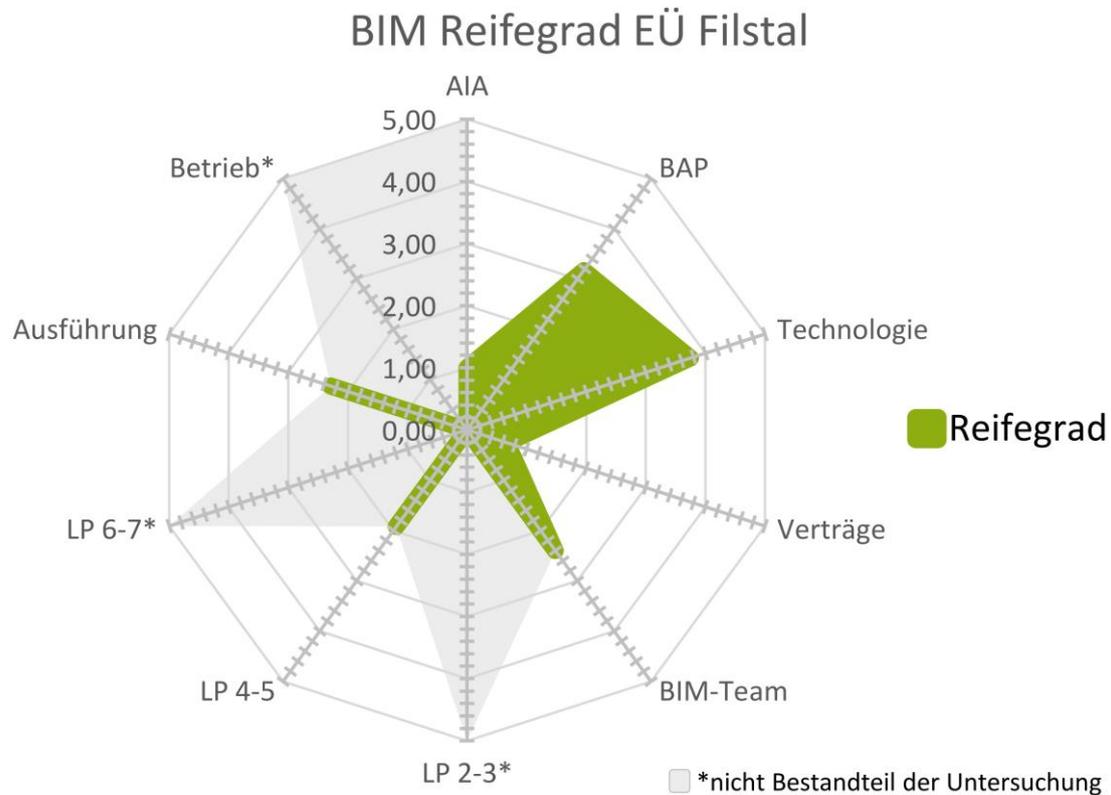


Abbildung 10: BIM-Reifegrad zum BIM-Pilotprojekt EÜ Filstal

Beim vorliegenden BIM-Pilotvorhaben wurde eine anspruchsvolle 3D-/4D-Modellierung aus technischer Sicht sehr gut umgesetzt. Hervorzuheben sind die Qualität und der Detaillierungsgrad des Brückenmodells, die Ableitung der Schalpläne aus diesem Modell und die konsistente Verwaltung der zugehörigen Pläne. Es hat sich aber auch gezeigt, dass einer erfolgreichen Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen in der Ausführungsphase häufig rechtlich-organisatorische Hürden entgegenstehen, wie das in herkömmlichen Abläufen etablierte Formularwesen. Hier sind entsprechende Anstrengungen zur Umstellung erforderlich, die insbesondere aber Überzeugungsarbeit und Schulung aller Beteiligten beinhaltet.