

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

Endbericht

**Wissenschaftliche Begleitung
Pilotprojekt Talbrücke Auenbach**

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



Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation



Inhaltsverzeichnis

Ansprechpartner	3
1 Projektübersicht	4
2 BIM-Ziele	5
3 Auswertung des BIM-Reifegrads	5
3.1 Auftraggeber-Information-Anforderungen.....	5
3.2 BIM-Abwicklungsplan	6
3.3 Verträge	7
3.4 Technologie.....	9
3.5 BIM-Team	13
3.6 Leistungsphase 2 und 3.....	14
3.7 Leistungsphase 4 und 5.....	17
3.8 Leistungsphase 6 und 7.....	17
3.9 Ausführung.....	17
3.10 Überführung in den Betrieb.....	17
4 Zusammenfassende Bewertung	18

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

Das Projekt ist Teil der Gesamtmaßnahme Neubau der B 107 Südverbund Chemnitz – A 4. Die Bundesstraße 107 verläuft von Chemnitz nach Pritzwalk und ist eine wichtige überregionale Nord-Süd-Verbindung zwischen Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg. Mit der Verlegung der B 107 aus dem Stadtgebiet von Chemnitz als östliche Umfahrung wird das tangentielle Straßennetz um Chemnitz ergänzt, sodass ein geschlossener Ring aus leistungsfähigen Bundesfernstraßen und Autobahnen entsteht, der zu erheblichen Entlastungseffekten im Innenstadtbereich führt. Im Zuge des Neubaus der B 107 Südverbund Chemnitz-A 4 sind mehrere Brückenbauwerke zu planen. Die Talbrücke Auenbach stellt dabei das größte und markanteste Bauwerk im Gesamtprojekt dar (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: BIM-Pilotvorhaben „Brücke Auenbachtal“ (Quelle: Obermeyer Planen + Beraten GmbH, DEGES)

Zu Beginn des BIM-Pilotprojekts bestand die Überführung des Tals mit der Querung des Auenbachs und der Querung der Bahnstrecke aus einer Talbrücke mit einer Gesamtstützweite von 273 m. Bei dieser Variante war ein durchgängiger Überbau als semi-integraler Plattenbalken mit insgesamt neun Feldern für die Überbrückung der Bahnstrecke und des Auenbachtals vorgesehen. Im Zuge der Überarbeitung und Fertigstellung der Vorplanung wurden als Vorzugsvariante die Überführung der Bahnstrecke und die Überführung des Auenbachtals in zwei separaten Bauwerken

festgestellt (Bauwerk BW 1-080 und BW 1-081). Dadurch konnten die Bauwerkslänge sowie die Sperrzeiten der Bahnstrecke in der Bauphase reduziert werden.

2 BIM-Ziele

Im Rahmen des BIM-Pilotprojekts wurde die HOAI-Leistungsphase 2 parallel zum konventionellen Vorgehen BIM-gestützt bearbeitet. Dabei standen die Anwendungsfälle Variantenuntersuchung, Mengen- und Kostenermittlung sowie Bauablaufmodellierung im Vordergrund. Ein besonderer Fokus wurde auf die Umsetzung von Arbeitsweisen entsprechend den Prinzipien der gemeinsamen Datenumgebung (engl. Common Data Environment, CDE) gelegt. Die Ziele der BIM-Anwendungen im Pilotprojekt Talbrücke Auenbach wurden wie folgt festgelegt:

- Verbesserung der Organisation, Kommunikation und Schnittstellenkoordination durch einheitliche, interdisziplinäre, modellorientierte Bearbeitung,
- Höhere Termin- und Kostensicherheit durch verbessertes Änderungsmanagement,
- Verbessertes Risikomanagement durch höhere Transparenz in der Planung,
- Verbesserte Planungsqualität durch integriertes Arbeiten am gemeinsamen 3D-Modell,
- Höhere Qualität der Projektinformation durch flexible Visualisierungen aus den 3D-Modellen.

3 Auswertung des BIM-Reifegrads

Die Bewertung der BIM-Methodik auf Grundlage der entwickelten BIM-Reifegradmetrik erfolgte fortlaufend während der Begleitung des BIM-Pilotvorhabens. 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. Im Zuge der Begleitung wurden mehrere Projekttreffen organisiert, in denen die BIM-Ziele kontinuierlich diskutiert wurden und der Projektverlauf somit in die Bewertung mit einfließt. Im Folgenden werden die nach Themenkomplexen und Leistungsphasen gruppierten Bewertungskategorien erläutert.

3.1 Auftraggeber-Informationen-Anforderungen

Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) wurden im Vorfeld des Projektes nicht explizit definiert. Dies war dem Umstand geschuldet, dass die Vergabe an den

Auftragnehmer vom Auftraggeber bereits erfolgt war. Der im Laufe des Pilotprojektes gemeinschaftlich definierte BIM-Abwicklungsplan (BAP) entwickelte sich von einem Lasten- zu einem Pflichtenheft und deckte somit auch gewisse Aspekte der AIA mit ab. 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
	x						1
	0	1	0	0	0	0	
Gesamt							1

Abbildung 2: Reifegrad der Auftraggeber-Informationen-Anforderungen

3.2 BIM-Abwicklungsplan

In enger Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer wurde ein detaillierter BAP ausgearbeitet. Dabei wurde auftragnehmerseitig auf die Unterstützung durch einen externen Berater (ARUP Deutschland GmbH) zurückgegriffen. Der ausgearbeitete BAP beinhaltet Angaben zu:

- BIM-Zielen,
- BIM-Anwendungsfällen,
- Rollen und Verantwortlichkeiten,
- technische Festlegungen zu Benennung, Software, Formate und LOD¹,
- organisatorische Festlegungen zu Verantwortlichkeiten und Terminen.

Wichtigster BIM-Anwendungsfall ist die BIM-gestützte Mengenermittlung und die darauf basierende Kostenschätzung. Der BIM-Workflow basiert auf dem Prinzip der gemeinsamen Datenumgebung nach ISO 19650. Der BAP enthält keine Prozesslandkarte.

In Hinblick auf die BIM-gestützte Zusammenarbeit ist anzumerken, dass die Planungstätigkeit bislang lediglich von einem einzelnen Ingenieurbüro übernommen wurde. Damit entfallen viele sonst schwierig zu lösende Fragestellungen, u.a. zur Modellkoordination und zum Datenaustausch zwischen den Fachplanern verschiedener Planungsunternehmen. 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
	x						3
	0	0	0	3	0	0	

¹ 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 detailliert wie in späteren Phasen dargestellt. Der LOD kann also je nach Projektphase bzw. Vereinbarung höher oder niedriger sein.

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	0	x	4	4
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	x	4	4
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	0	x	4	4
Organisatorische Festlegungen	keine Festlegungen	wenige, oberflächliche Festlegungen		einige Festlegungen zu Verantwortlichkeiten, etc.		detaillierte Festlegungen	Punkte
	0	0	0	0	0	x	5
BIM-Workflow	keine Definitionen zum BIM-Workflow	informell, sehr grob beschriebener Workflow		textuell beschriebener, detaillierter Workflow		Modellierung des Workflows nach BPMN, genaue Festlegungen zu Übergabeformaten und -zeitpunkten	Punkte
	0	0	0	x	0	3	3
Gesamt							3.83

Abbildung 3: Reifegrad des BAP

3.3 Verträge

BIM-Leistungen wurden bei der ursprünglichen Vergabe der Planungsleistungen nicht berücksichtigt, schließlich war das Bauprojekt vor der Bestimmung zum BIM-Pilotprojekt bereits gestartet. Über BIM-Leistungen wurde eine formale Nachtragsbeauftragung des Objektplaners auf der Grundlage eines ausführlichen Angebots des Auftragnehmers vorgenommen.

Das Angebot des Objektplaners beschreibt sprachlich-funktional die angebotsgegenständlichen BIM-Leistungen. Angeboten werden vier Leistungspositionen (Position 1: Bearbeitung Gesamtmodell, Position 2: Schnittstellendefinition für Mengenermittlungen und dem weiterführenden 4D- und 5D-Prozess mit einer bestimmten Kalkulationssoftware, Position 3: Aufstellen eines BAP, Position 4: Teilnahme an Besprechungen). Die einzelnen Leistungspositionen werden detailliert beschrieben, z.B. welche Teilbereiche des Bauprojekts als Teilmodelle modelliert und zu einem Gesamtmodell zusammengeführt werden (Bauwerk, Baugrund etc.), welche Software für 4D- und 5D-Prozesse verwendet und welche Inhalte der BAP haben wird (stichpunktartig).

Positiv hervorzuheben ist, dass eine recht detaillierte Beschreibung der Leistungen erfolgte. Dies schafft eine höhere Klarheit. In diesem Zusammenhang zu begrüßen ist, dass auch die Mitwirkungsleistungen des Auftraggebers definiert werden und zusätzlich klare Leistungsabgrenzungen zur Begrenzung der funktional geschuldeten Teilerfolge des Auftragnehmers erfolgen (Beschreibung, was nicht geschuldet ist).

Um die Qualität des geschuldeten Gesamtmodells zu beschreiben, ist geregelt, dass dieses aus der bereits vorliegenden Vorplanung (HOAI-Leistungsphase 2) generiert wird. Bezugnahmen auf konkrete LOD-Definitionen für die Beschreibung der Detaillierung der Modelle erfolgten nicht. In dieser Form ist die Beschaffenheit der Modellierung für die hier vorgesehenen Nutzungen hinreichend beschrieben. Wenn allerdings die BIM-Modelldaten dazu geeignet sein sollen, durch den Auftraggeber zu bestimmten Zwecken ausgewertet und weiterverwendet zu werden, sind hierfür detailliertere Vorgaben zu den Datenstrukturen zu machen.

Wenn, wie hier, einem Projektbeteiligten die Erstellung eines BAP übertragen wird, ist vertraglich sicherzustellen, dass die Erstellung des BAP durch den Objektplaner in Abstimmung mit den weiteren Fachplanungen erfolgt. Diese sind nach den Leistungsbildern nach HOAI dazu verpflichtet, an mit der Objektplanung abgestimmten Leistungsergebnissen mitzuwirken.² Wenn hierfür allerdings einseitig durch einen Objektplaner ein bestimmter Zusammenarbeitsprozess vorgegeben wird, birgt es Streitpotenzial, ob der so beschriebene Zusammenarbeitsprozess zweckmäßig und für die weiteren Planungsbeteiligten bindend ist.

Überlegenswert ist es, in BIM-Projekten, in denen der Zusammenarbeitsprozess innerhalb der Planung einen höheren Grad an Formalisierung, als in konventionellen Projekten bisweilen üblich, erlangt, in die Leistungsbilder der Planungsbeteiligten explizit eine Verpflichtung aufzunehmen, zu Beginn des Projekts oder einer Leistungsphase zunächst einen BAP bzw. eine fortgeschriebene Version des BAP zu verabschieden. Denkbar ist auch, eine gestaffelte Vergabe in der Weise vorzunehmen, dass zunächst das federführende Planungsgewerk vergeben und zusammen mit der Vergabe der Planungsleistungen die Erstellung eines BAP bei diesem Planer beauftragt wird und der fertiggestellte BAP dann zur Grundlage der Ausschreibungen der weiteren Fachplanungen erkoren wird. Im Einzelnen ergab sich folgende Bewertung des Reifegrads der vertraglichen Ausgestaltung:

² Vgl. für den Fachingenieur für Tragwerksplanung Grundleistung e) der Vorplanung, Grundleistungen e) bis h) der Entwurfsplanung des Leistungsbilds Tragwerksplanung gem. § 51 Abs. 5 i.V.m. Anlage 14.1 HOAI; für den Fachingenieur für die Technische Ausrüstung Grundleistung a) der Vorplanung, Grundleistung a), c), d) der Entwurfsplanung und Grundleistungen a) und b) der Ausführungsplanung des Leistungsbilds Technische Ausrüstung gem. § 55 Abs. 3 i.V.m. Anlage 15.1 HOAI.

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 oder Generalunternehmer vereinbart.	BIM-Leistungen wurden entweder (1) mit dem Objektplaner und Generalunternehmer oder (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	0	0	x 3	0	0	3
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-/Planungsbesprechungsprotokollen 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/Leistungsbilder der Planer/Ausführenden BIM-spezifische Regelungen oder es werden sogar BIM-spezifische Partnering Modelle angewendet.	Punkte
	0	0	0	0	x 4	0	4
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
	x 0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	x 3	0	0	3
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
	x 0	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
	x 0	0	0	0	0	0	0
Gesamt							1.67

Abbildung 4: Reifegrad der Verträge

3.4 Technologie

Das im Zuge des Projekts erarbeitete Gesamtmodell beinhaltet die Modelle der Objektplanung für Ingenieurbauwerke sowie die Modelle der Fachplaner für Verkehrsanlagen, Baugrund, Umwelt entsprechend dem jeweiligen Planungsstand in der Vorplanung. Folgende Gewerke bzw. Fachplanungen wurden im Gesamtmodell zusammengeführt:

- Vermessungsdaten, Geländemodell, Umgebungsbebauung, Infrastrukturdaten
Dritter,

- Streckenplanung, Trassierung,
- Umwelt,
- Baugrund (Bohrprofile, geologische Schnitte),
- Bauwerksplanung.

Aus dem so erzeugten digitalen 3D-Gesamtmodell ließ sich die Geometrie der erforderlichen Grundrisse, Schnitte und Ansichten ableiten. In Anlehnung an den üblichen Ausarbeitungsgrad der Leistungsphase 2 wurden Bauteilklassen festgelegt, sodass das Bauwerksmodell inhaltlich strukturiert werden konnte.

Die Zusammenführung in das Gesamtmodell der o.g. Teilmodelle erfolgte in der Modellierungssoftware Siemens NX. Das digitale 3D-Geländemodell und die Raumkurven der Straßen und Schienentrassen wurden im Verkehrsplanungswerkzeug Obermeyer ProVI erzeugt, im Format LandXML exportiert und in Siemens NX als Planungsgrundlage importiert. Dabei kam ein Importmodul der Firma Obermeyer zum Einsatz (Abbildung 5).

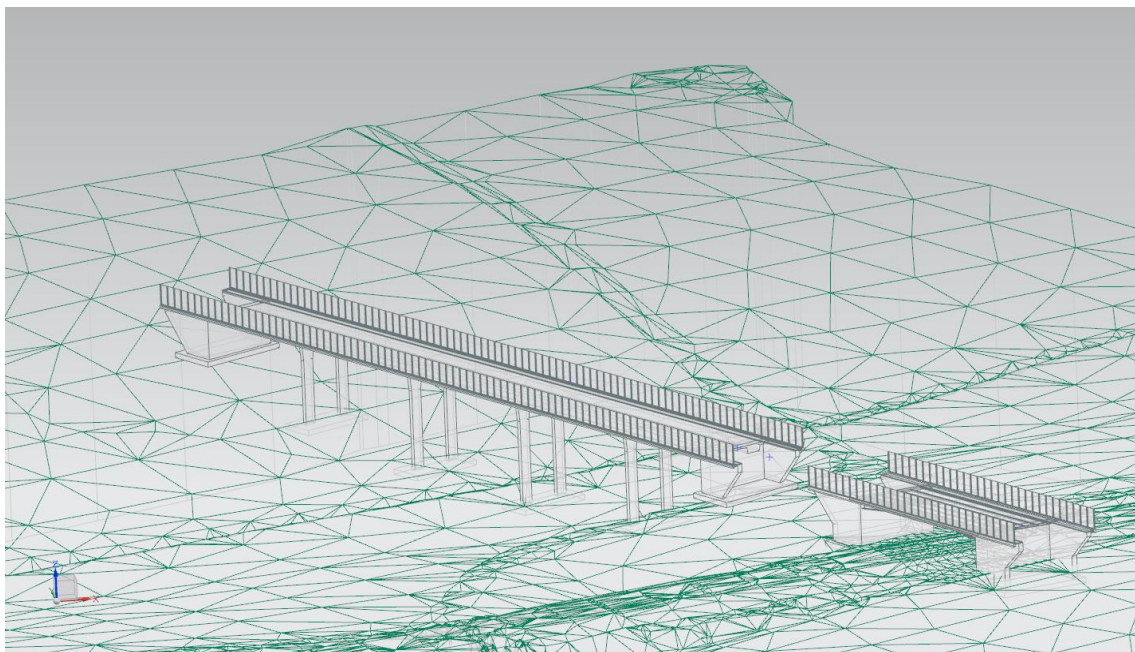


Abbildung 5: Integration der Fachmodelle im Gesamtmodell (Quelle: Obermeyer Planen + Beraten GmbH)

Das Modell der Brückenbauwerke und das Baugrundmodell wurden mithilfe der Software Siemens NX erstellt. Die Nutzung des Modellierers NX ermöglichte die Anwendung von umfangreichen parametrischen Modellierungsfunktionalitäten zum Aufbau eines hochgradig flexiblen Bauwerkmodells. Dies erlaubte eine schnelle Änderung von Bauteilabmessungen bzw. -abständen unter Wahrung der Konsistenz des Gesamtmodells (Abbildung 6) und damit eine umfangreiche modellgestützte Variantenuntersuchung.

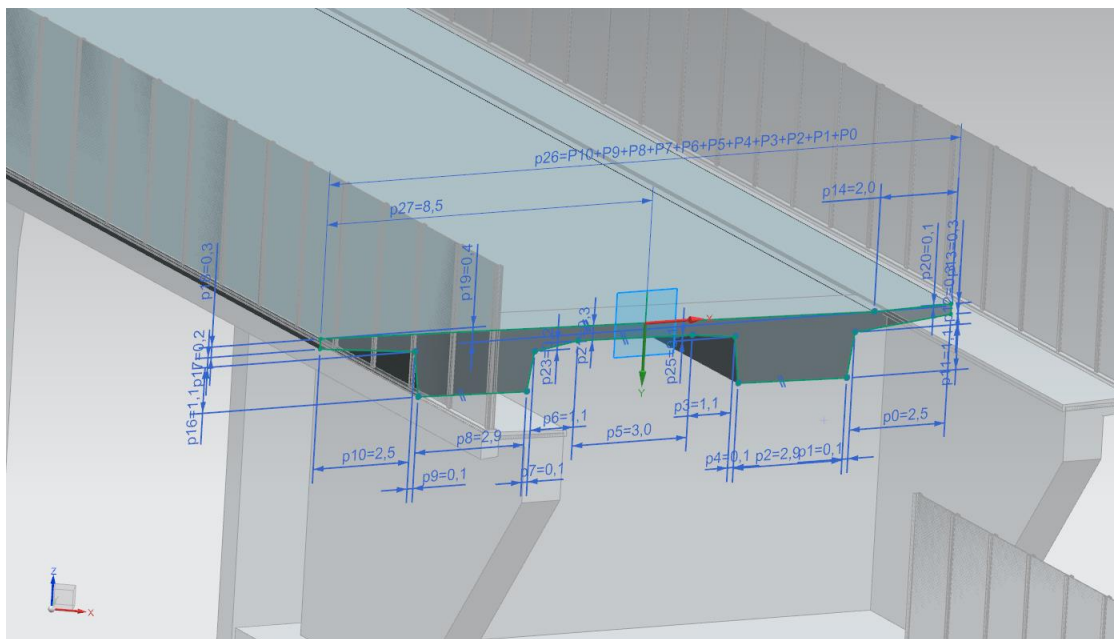


Abbildung 6: Parametrische Modellierung des Überbaus in Siemens NX (Quelle: Obermeyer Planen + Beraten GmbH)

Die Attribuierung der einzelnen Bauteile erfolgte sowohl mit geometrischen, als auch mit nicht-geometrischen Daten. Die Zuweisung der geometrischen Daten erfolgte mithilfe von Mengenermittlungsfunktionen von Siemens NX. Nichtgeometrische Daten, wie z.B. Materialgüte und Bewehrungsgehalt, wurden teilweise im 3D-Gesamtmodell eingegeben und teilweise im Zuge der weiteren Bearbeitung im nachfolgenden AVA³-Programm hinterlegt.

Für die Erstellung des Leistungsverzeichnisses kam die BIM-gestützte AVA-Software RIB iTWO 5D zum Einsatz. Die Übergabe des Modells einschließlich der 3D-Geometrie und der definierten Attribute erfolgte mit dem proprietären Datenaustauschformat CPIXML. Der Bauzeitenplan wurde mittels Microsoft Project erstellt und in iTWO importiert.

Im System RIB iTWO wurden in aufeinander aufbauenden Prozessschritten die einzelnen Positionen der angelegten Teilleistungen mit den entsprechenden Vorgängen verknüpft und so das 4D-Modell erzeugt. Darüber hinaus wurden die einzelnen Positionen der angelegten Teilleistungen mit den entsprechenden Volumenkörpern verknüpft und dazu passende Mengenabfragen definiert. Nach einer automatisierten Mengenberechnung konnten die ermittelten Werte im letzten Schritt den Positionen des Leistungsverzeichnisses zugeordnet werden. Das Herausfiltern der gewünschten Bauteile erfolgte über Filterfunktionen auf der Basis der zuvor zugewiesenen Attribute

³ Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung

(Bauteiltyp, Material) und der Objektklassifizierungen. Durch Zuordnung der Auswahlgruppen zu bestimmten Leistungsverzeichnis-Positionen und Mengenabfragen in Form von definierten QTO⁴ erfolgte die modellgestützte Erstellung von Leistungsverzeichnissen. Auf diese Weise entstand das finale 5D-Modell.

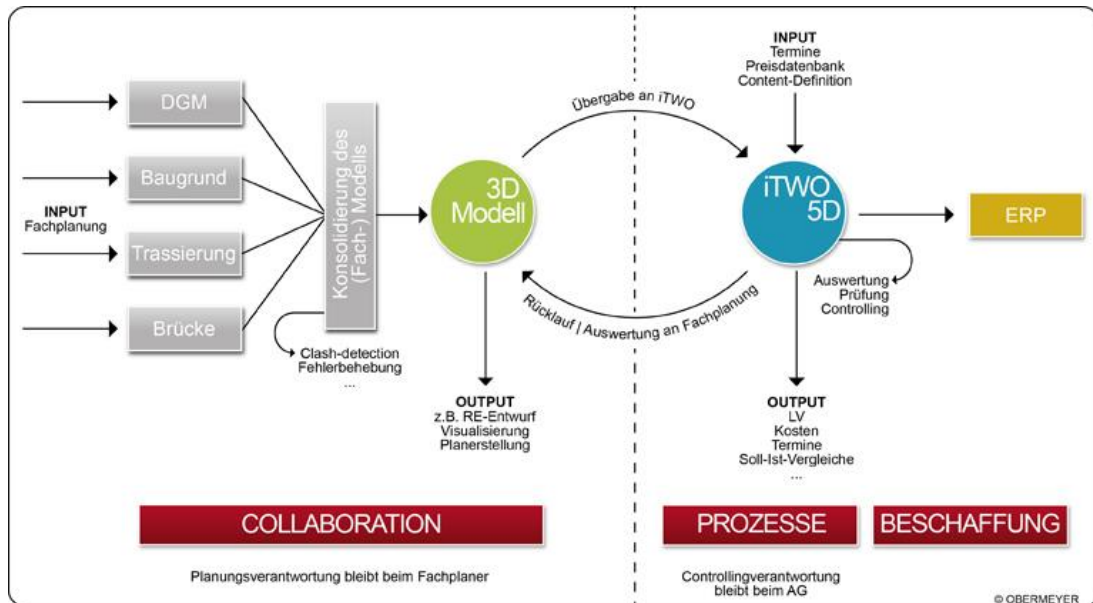


Abbildung 7: Überblick zur Vorgehensweise (Quelle: Obermeyer Planen + Beraten GmbH)

Zur Bauablaufmodellierung wurden die Modelle dem Auftraggeber im proprietären Datenaustauschformat JT bereitgestellt. Das herstellernerneutrale Format IFC (Industry Foundation Classes) wird ebenfalls unterstützt, die Übergabe des Modells in diesem Format an den Auftraggeber steht aber noch aus.

Zur Verwaltung der Modellstände und zur Datenübergabe zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber wurde die Datenplattform DOXIS verwendet. Dabei handelt es sich um einen Projektraum mit Web-Schnittstelle. Auf Basis dieses technischen Systems wurde die CDE-Systematik umgesetzt. Für die einzelnen Projektbeteiligten wurden Ordner für die Ablage von „Work in Progress“ (WIP)-Daten angelegt, in denen die Daten und Modelle der Fachplanungen abgelegt wurden. Der jeweils aktuelle, qualitätsgeprüfte und von den Fachplanern zur Koordination freigegebene Planungsstand wurde im jeweiligen „Shared“-Ordner auf der Plattform schreibgeschützt zur Verfügung gestellt. Die Weiterentwicklung der Planung und Einarbeitung der während der Planungsbesprechung festgelegten Änderungen erfolgten ausschließlich an den Modellen im „WIP“-Bereich, bis diese zur nächsten Projektbesprechung bzw. in der „WEB-Konferenz-5D“ wiederum

⁴ Quantity Takeoff (QTO) sind teilautomatisierte Mengenabfragen in RIB iTWO. Es können z.B. Formeln für Mengenberechnungen angegeben werden, mit denen die Mengen für die vorher definierten Elementtypen berechnet werden.

qualitätsgeprüft in den „Shared“-Status überführt wurden. 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?	Emilaustausch	geteiltes Datilaufwerk, einfache Ordnerstruktur	Dokumenten-managementsystem mit Namenskonventionen für Dateien	Projektraum ohne Workflow	Projektraum mit Workflow-unterstützung nach ISO 19650 (PAS1192)	zentraler Modellservers	Punkte
	0	0	0	x 3	0	0	3
Datenaustauschformate	keine definiert	ausschließlich proprietäre Formate		offene Formate für bestimmte Szenarien		ausschließliche Verwendung von offenen Formaten	Punkte
	0	0	0	0	x 4	0	4
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
	0	0	0	0	x 4	0	4
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
	0	0	0	0	0	x 5	5
Gesamt							4

Abbildung 8: Reifegrad der Technologie

3.5 BIM-Team

Die Rollen der einzelnen Mitglieder des BIM-Teams sind im BAP klar definiert worden. Allerdings wurde infolge der Charakteristiken des Projekts die Rolle des BIM-Modellierers und des BIM-Koordinators auftragnehmerseitig von einer Person übernommen. Das Wissen des Projektteams im Hinblick auf die Modellerstellung war gut, lediglich im Bereich der Attribuierung mussten während des Projekts noch Erfahrungen gesammelt werden. Auch das Wissen zur Modellkoordination war gut ausgeprägt. Wissen zur Modellprüfung war insbesondere seitens der Auftraggeber nur begrenzt vorhanden. Ein gesondertes BIM-Training der auf Seite der Auftraggeber wurde nicht durchgeführt, allerdings erfolgte durch die externe Beratung ein indirekter Wissensaufbau. 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	0	0	x 4	0	4
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	0	0	x 5	5

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	0	0	x 4	0	4
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	0	x 2	0	0	0	2
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	x 2	0	0	0	2
Gesamt							3.40

Abbildung 9: Reifegrad des BIM-Teams

3.6 Leistungsphase 2 und 3

Die 3D-Planung erfolgte parallel zur konventionellen Planung in 3D. Dabei wurden die wichtigsten Fachmodelle in 3D erstellt, andere per Konvertierung in 3D überführt. Die Planungskoordination erfolgte anhand von 3D-Modellen. Es wurden in umfangreicher Weise 3D-Visualisierungen durchgeführt. Schematische 2D-Ansichten und Schnitte wurden aus den Modellen abgeleitet, die eigentlichen Pläne wurden aber konventionell erstellt. Für die einzelnen Bauteile wurde im Zuge der Projektbearbeitung ein LOD festgelegt, einschließlich geometrischer Ausprägung und Attribuierung. Ein formales Klassifikationssystem kam nicht zum Einsatz. Die Modellprüfung seitens des Auftraggebers wurde nur visuell und durch händische Überprüfung einzelner Attribute durchgeführt, eine automatisierte Modellprüfung wurde nicht eingesetzt.

Die Teilmodelle wurden in einem kollisionsfreien Gesamtmodell zusammengeführt. Dabei kam insbesondere ein Datenaustausch zwischen der Trassierungssoftware ProVI und dem parametrischen Modellierungssystem Siemens NX zum Tragen. Die Kollisionsfreiheit wurde durch die Planung der Brückenbauwerke in 3D sichergestellt. Dabei ist anzumerken, dass am BIM-Prozess nur ein Planungsunternehmen beteiligt war und daher die typischerweise auftretenden Probleme bei der Planungszusammenführung und Planungskoordination ohnehin nur sehr begrenzt auftraten.

Bei der Entwicklung des 4D-Modells stand die Visualisierung des Ablaufs der geplanten Baumaßnahme im Vordergrund, um geplante Bau- und Arbeitsabläufe prüfen und optimieren zu können bzw. mögliche Alternativen zu entwickeln. Im Vorgangsmodell wurden bis zu 25 Teilprozesse definiert und terminiert. In iTWO erfolgte dann die Zuordnung von Teilleistungen zu einzelnen Vorgängen. Durch die modellbasierte

Mengen- und Kostenermittlung und auf Grundlage des Bauzeitenplanes konnten als Ergebnis Simulationen der jeweiligen Vorplanungsvarianten durchgeführt werden.

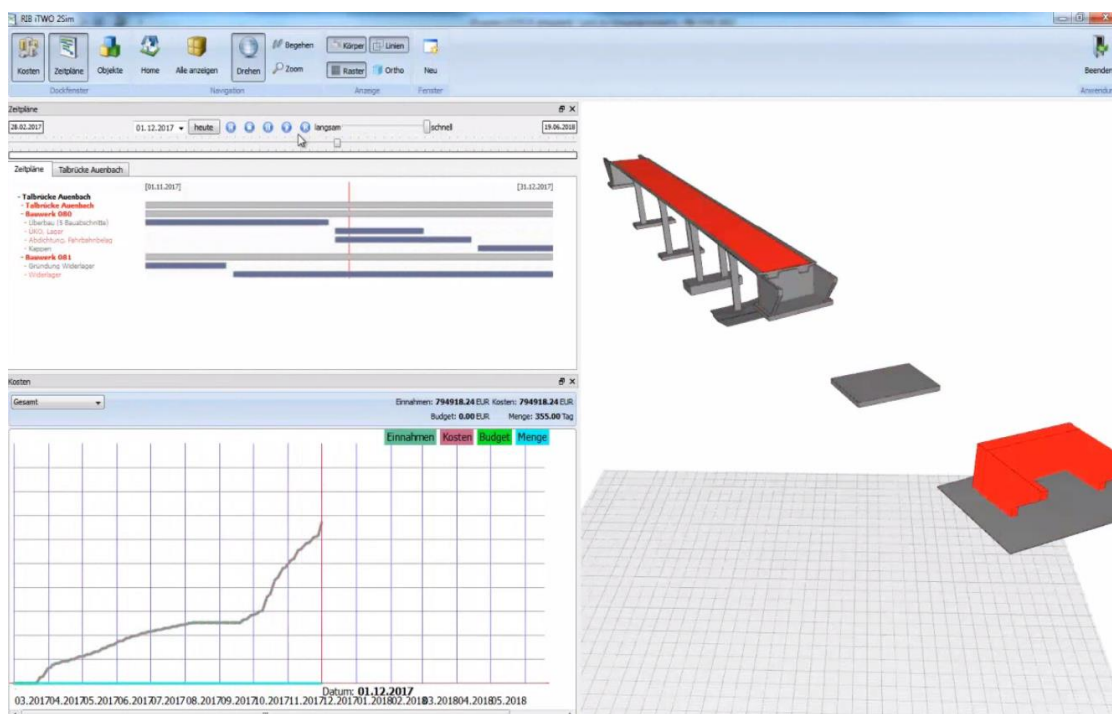


Abbildung 10: Simulation des Kostenverlaufs anhand des 5D-Modells (Quelle: Obermeyer Planen + Beraten GmbH)

Es wurden erfolgreich Planungskontrollen durchgeführt, bei denen das BIM-Gesamtmodell als wesentliche Basis für die Besprechungen und Abklärungen diente. Zum Teil wurden die Planungskontrollen per Webkonferenz durchgeführt. Hierbei kam eine Spezialsoftware zur Fern-Visualisierung zum Einsatz.

Die 3D-Visualisierung unterstützte insbesondere ganz wesentlich die Kommunikation zwischen Auftraggeber, Objektplanern und Umweltschutzexperten und erlaubte es, im Hinblick auf das zu berücksichtigende Fledermausvorkommen eine gute, umweltverträgliche Lösung bei der geometrischen Ausgestaltung eines Brückenwiderlagers zu finden.

Die Kostenschätzung wurde anhand des Modells durchgeführt. Die Tragwerksplanung erfolgte nicht BIM-gestützt. Für die Kostenschätzung erfolgte eine detaillierte Verknüpfung einzelner Bauteile mit den zugehörigen Einheitspreisen.

Wurden die Varianten anhand eines 3D Modells erarbeitet und verglichen? Wie detailliert?	nicht durchgeführt	nur einzelne Ausschnitte in 3D modelliert				Projekt vollständig in 3D, alle Fachmodelle, bis zum vereinbarten LOD	Punkte 4
	0	0	0	0	x 4	0	
Wurde die Planung in 3D durchgeführt? Wie detailliert?	nicht durchgeführt	nur einzelne Ausschnitte in 3D modelliert		Projekt weitgehend in 3D modelliert		Projekt vollständig in 3D, alle Fachmodelle, bis zum vereinbarten LOD	Punkte 4
	0	0	0	0	x 4	0	

Wurde die Koordination der verschiedenen Fachplanungen BIM-gestützt durchgeführt?	keine modellgestützte Koordination					Planungs-koordination basiert vollständig auf zusammengeführten BIM-Modellen und formalisierten Change Requests	Punkte
	0	0	0	x	3	0	
Wurden mittels Visualisierungen anhand des Modells z.B. städtebauliche oder gestalterische Zusammenhänge erörtert?	nicht durchgeführt	nur Zwangspunkte in visualisiert		Projekt weitgehend in visualisiert		Projekt vollständig mit Integration Fachmodelle bis zum vereinbarten LOD visualisiert	Punkte
	0	0	0	0	0	x	
Wurden die Pläne aus dem Modell abgeleitet oder gesondert gezeichnet?	Pläne nicht aus Modell abgeleitet		parallele Bearbeitung, Pläne sind mit Modell verknüpft	Pläne bilden die primäre Planungs- und Koordinationsgrundlag e	Pläne werden bis zum einem bestimmten LOD aus dem Modell abgeleitet, danach gesondert weiterentwickelt	alle Pläne sind aus den Modellen abgeleitet und werden konsistent gehalten	Punkte
	0	x	1	0	0	0	
Wurden die im BAP definierten LOD umgesetzt?	nicht definiert, nicht umgesetzt	sehr grob definiert und umgesetzt	für einige Elemente definiert und umgesetzt	nahezu vollständig definiert, weitgehend umgesetzt		für alle Objekttypen definiert, für alle Elemente zugewiesen	Punkte
	0	0	0	0	0	x	
Wurde ein Klassifikationssystem verwendet?	keine Klassifikation			Projekt-spezifische Klassifizierung	Firmen-spezifische Klassifizierung	Umfangreiche Klassifizierung auf Basis von Standards wie Uniclass, Unifomat oder DIN276	Punkte
	x	0	0	0	0	0	
Wurde eine bauteilspezifische Attribuierung durchgeführt? Wurde diese geprüft?	keine Attribuierung			Projekt-spezifische Klassifizierung		Attribuierung anhand von Firmen-spezifischen Richtlinien	Punkte
	0	0	0	x	3	0	
Prüfung hinsichtlich der vereinbarten LOD	Keine Prüfung					automatisierte Prüfung anhand von vordefinierter Modellanforderungen	Punkte
	0	0	x	2	0	0	
Prüfung hinsichtlich fachlicher Vorgaben (z.B. Brandschutz, Barrierefreiheit, etc.)	Keine Prüfung	Selbstprüfung	visuelle Prüfung			automatisierte Prüfung anhand von vordefinierten Regeln	Punkte
	0	x	1	0	0	0	
Wurde eine modellgestützte Kollisionsprüfung durchgeführt	Keine Prüfung	Selbstprüfung	visuelle Prüfung			automatisierte Prüfung anhand von vordefinierten Regeln	Punkte
	0	x	1	0	0	0	
Wurde eine modellgestützte Kostenschätzung durchgeführt?	nicht durchgeführt			Kostenberechnung wurde modellgestützt durchgeführt	Kostenberechnung wurde für verschiedene Varianten durchgeführt	Kostenberechnung wurde in unterschiedlichen Leistungsphasen für verschiedene Varianten durchgeführt	Punkte
	0	0	0	0	x	4	
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	0	x	

Welche Fachplanungen wurden umgesetzt?	nicht durchgeführt	wenige Detailplanungen in 3D				Alle Ausführungspläne wurden in 3D umgesetzt	Punkte
	0	0	0	0	0	x 5	5
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 mit dem BIM gekoppeltes statisches Modell, direkte Anbindung einer Statiksoftware, iterative Tragwerksplanung	Punkte
	x 0	0	0	0	0	0	0
Fand eine modellbasierte Mengen und Kostenermittlung statt ?	nicht durchgeführt				Verknüpfung von Bauteilgruppen mit grobem Kostenelementen	detaillierte Verknüpfung einzelner Bauteile mit den zugehörigen Einheitspreisen	Punkte
	0	0	0	0	0	x 5	5
Gesamt							3

Abbildung 11: Reifegrad der Leistungsphase 2 und 3

3.7 Leistungsphase 4 und 5

Die Leistungsphasen 4 und 5 wurden im Rahmen der betrachteten Laufzeit der wissenschaftlichen Begleitung nicht behandelt und können daher auch nicht bewertet werden.

3.8 Leistungsphase 6 und 7

Die Leistungsphasen 6 und 7 wurden im Rahmen der betrachteten Laufzeit der wissenschaftlichen Begleitung nicht behandelt und können daher auch nicht bewertet werden.

3.9 Ausführung

Die Ausführung wurde im Rahmen der betrachteten Laufzeit der wissenschaftlichen Begleitung nicht behandelt und kann daher auch nicht bewertet werden.

3.10 Überführung in den Betrieb

Die Übergabe der digitalen Modelle für den Betrieb wurde im Rahmen der betrachteten Laufzeit der wissenschaftlichen Begleitung nicht behandelt und kann daher auch nicht bewertet werden.

4 Zusammenfassende Bewertung

Die BIM-Planung wurde parallel zur herkömmlichen Planung durchgeführt. Für die Modellerstellung wurde ein LOD bzw. Ausarbeitungsgrad definiert. Die vertragliche Ausgestaltung basierte auf einer Sonderbeauftragung von BIM-Leistungen. Dies ist dem Pilotcharakter des Projekts geschuldet. Der Umfang der BIM-Anwendung konzentrierte sich auf die Mengenermittlung, Kostenschätzung, die Visualisierung und die Planableitung. Dies war dem seinerzeitigen Stand des Bauvorhabens bzw. der beauftragten Planungsleistungen (HOAI-Leistungsphase 2) geschuldet. Das Potenzial einer Weiternutzung des Modells für die nachfolgenden Leistungsphasen ist gegeben. Die BIM-gestützte Zusammenarbeit spielte eine untergeordnete Rolle, da alle Planungstätigkeiten von einem einzelnen Ingenieurbüro übernommen wurden. Hervorzuheben ist, dass die eingesetzte Datenplattform entsprechend des Prinzips einer Gemeinsamen Datenumgebung nach ISO 19650 verwendet wurde, d.h. formale Status und Statusänderungsprozesse angewendet wurden.

Der Auftraggeber zeigte sich zufrieden mit dem Verlauf des BIM-Pilotvorhabens. Es hat dem Auftraggeber ermöglicht, einen Einstieg in die BIM-Methodik zu finden, seine Anforderungen herauszuarbeiten und konkrete Projekterfahrungen zu sammeln. Der Auftraggeber gibt als wesentlichen Vorteil der Anwendung der BIM-Methodik die erwartete Kostensicherheit (bzw. Vermeidung von Nachträgen) und die dreidimensionale Visualisierung für die Kommunikation mit Dritten an. Für den Auftragnehmer stand die Nutzung der Parametrik für die schnelle und konsistente Generierung von Planungsalternativen im Vordergrund. Der aggregierte BIM-Reifegrad zum BIM-Pilotvorhaben Talbrücke Auenbach kann der Abbildung 12 entnommen werden.

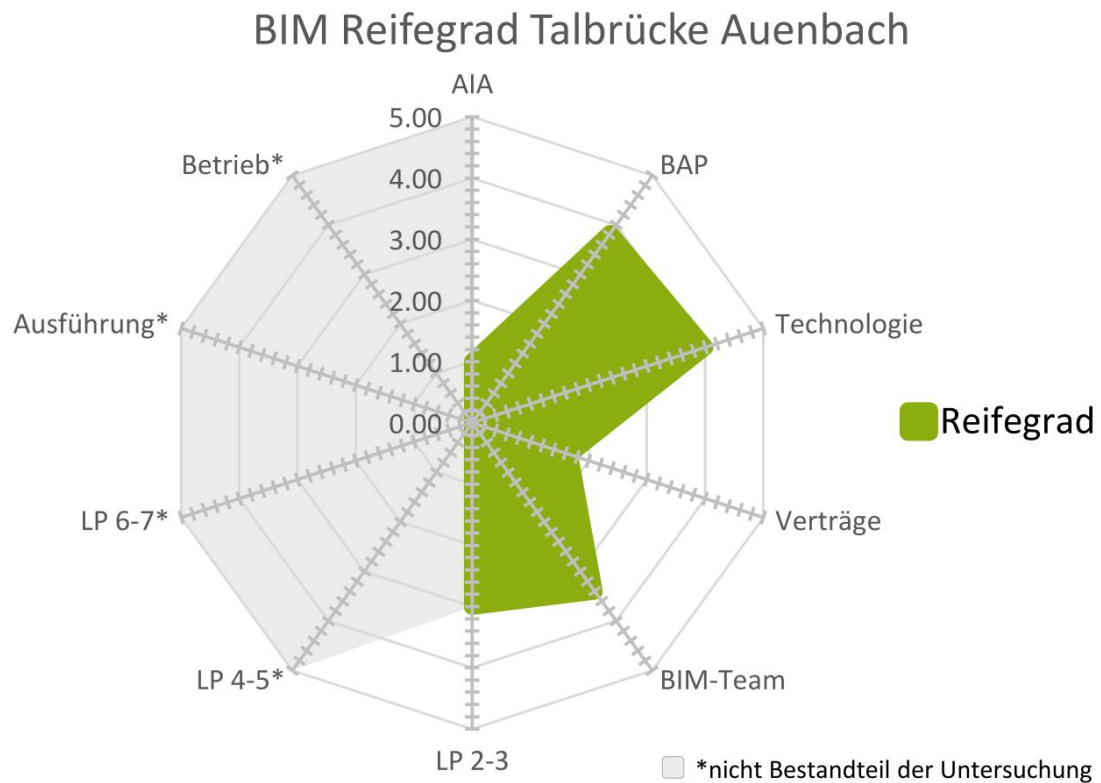


Abbildung 12: BIM-Reifegrad zum BIM-Pilotprojekt Talbrücke Auenbach

Im Projekt wurden sinnvolle BIM-Anwendungsfälle ausgewählt und diese sehr gut umgesetzt. Die BIM-Modellierung erfolgte in einem der frühen Leistungsphase angemessenen Umfang und LOD. Ein Manko des Pilotvorhabens liegt darin, dass die BIM-Planung parallel bzw. nachfolgend zur konventionellen Planung erfolgte und die aus dem Modell abgeleiteten Pläne folglich nicht den gleichen verbindlichen Charakter hatten, wie die konventionell erstellten Planungsunterlagen. Der Auftraggeber konnte dennoch wichtige Erkenntnisse und Erfahrungen für die zukünftig regelmäßige BIM-gestützte Abwicklung von Bauvorhaben sammeln, insbesondere hinsichtlich der Notwendigkeit zur Definition von AIA, die die Beschreibung des geforderten Modellinhalts und -ausarbeitungsgrades umfassen müssen.