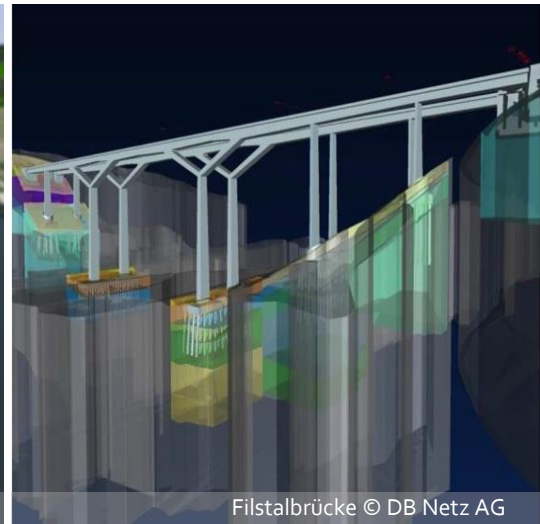


Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von Building Information Modeling im Infrastrukturbau

A. Borrmann, M. König, M. Braun, R. Elixmann, K. Eschenbruch, K. Hausknecht,
M. Hochmuth, T. Liebich, M. Scheffer, D. Singer



Brücke Petersdorfer See © QLX & DEGES



Filstalbrücke © DB Netz AG



Rastatter Tunnel © DB Netz AG



Talbrücke Auenbach © Obermeyer Planen + Beraten & DEGES

Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau

Zwischenbericht Wissenschaftliche Begleitung

bearbeitet von

André Borrmann, Technische Universität München
Markus König, Ruhr-Universität Bochum
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
Dominic Singer, Technische Universität München

im Auftrag

des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

Beim vorliegenden Bericht handelt es sich um ein wissenschaftliches Werk. 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 Computergraphische Modellierung und Simulation

Ansprechpartner	3
1 Überblick.....	4
2 Entwickelte BIM-Reifegradmetrik	4
3 Pilotvorhaben 1: Brücke Auenbachtal	6
3.1 Projektübersicht.....	6
3.2 BIM-Ziele.....	7
3.3 AIA, BAP, BIM-Prozesse und Verträge	7
3.4 BIM-Anwendungsfälle	8
3.5 BIM-Technologie	8
4 Pilotvorhaben 2: Brücke Petersdorfer See	8
4.1 Projektübersicht.....	8
4.2 BIM-Ziele.....	9
4.3 AIA, BAP, BIM-Prozesse und Verträge	9
4.4 BIM-Anwendungsfälle	9
4.5 BIM-Technologie	10
5 Pilotvorhaben 3: Brücke Filstal	10
5.1 Projektübersicht.....	10
5.2 BIM-Ziele.....	11
5.3 AIA, BAP, BIM-Prozesse und Verträge	11
5.4 BIM-Anwendungsfälle	12
5.5 BIM-Technologie	12
6 Pilotvorhaben 4: Tunnel Rastatt.....	13
6.1 Projektübersicht.....	13
6.2 BIM-Ziele.....	14
6.3 AIA, BAP, BIM-Prozesse und Verträge	15
6.4 BIM-Anwendungsfälle	15
6.5 BIM-Technologie	15
7 Zusammenfassung und Bewertung	16
8 Literaturverzeichnis	18
9 Anlage A – InfraBIM Reifegradmetrik.....	19

Ansprechpartner

Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen
Prof. Dr.-Ing. Markus König
Universitätsstr. 150, 44780 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 Überblick

Ziel der wissenschaftlichen Begleitung der ausgewählten Pilotvorhaben des BMVI ist eine unabhängige wissenschaftliche Bewertung der BIM-Anwendungen und deren Dokumentation in der Projektabwicklung. Dieser Bericht zieht eine Zwischenbilanz, eine Bewertung der vier Pilotvorhaben ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, da die wissenschaftliche Begleitung noch in vollem Gange ist und weitere Kriterien noch mit einbezogen werden müssen.

Die zu Beginn des AP2 „wissenschaftliche Begleitung“ entwickelten Grundlagen und Methoden befinden sich ebenfalls in der Erprobungsphase und werden innerhalb des Projektverlaufs noch weiterentwickelt und gegebenenfalls angepasst. Deren Dokumentation reflektiert daher ebenfalls ein Zwischenergebnis.

2 Entwickelte BIM-Reifegradmetrik

Um die Reife der Umsetzung der BIM-Methodik in einem Projekt formal und einheitlich mess- und bewertbar zu machen, wurde von den Autoren eine BIM-Reifegradmetrik entwickelt.

Grundlage der Entwicklung bildeten verschiedene internationale Vorarbeiten, u.a. das System VDC Scorecard, das an der Stanford University entwickelt wurde und unter dem Namen BIMscore kommerziell vertrieben wird. Das BIMscore-Bewertungssystem sieht die vier Bewertungskategorien Planning, Adoption, Technology und Performance vor. Diese werden in weitere Abschnitte unterteilt, die zusammengenommen 56 Einzelpunkte aufführen, für die jeweils Punkte vergeben werden. Die Punkte werden über eine vorgegebene Wichtung zu einer Gesamtbewertung subsumiert.

Eine weitere Grundlage bildete der ARUP BIM Maturity Measure Ansatz (ICE 2015). Auch hier werden einzelne Fragen aufgelistet, für die jeweils Punkte vergeben werden, die dann zu einer Gesamtprojekt-Bewertung zusammengeführt werden. Die Fragen sind ebenfalls in Kategorien zusammengefasst, wobei es in der Kategorie „Project“ lediglich 16 Fragen zum Gesamtprojekt gibt. Für jede Fachdisziplin wird zudem eine weitere Kategorie angelegt, in der jeweils 12 identische Fragen aufgelistet sind.

Zwar sind beide Metriken weitgehend ausgereift und wurden vielfach für BIM-Projekte angewendet, allerdings stehen in beiden Fällen Hochbauprojekte im Vordergrund. Zudem werden naturgemäß die Spezifika des deutschen Marktes (u.a. im Hinblick auf die HOAI) nicht berücksichtigt. Und schließlich muss der Detaillierungsgrad der ARUP-Methode als zu niedrig eingeschätzt werden. Daher hat sich die Arbeitsgemeinschaft InfraBIM dafür entschieden, eine eigene Metrik zu entwickeln, die die speziellen deutschen

Randbedingungen berücksichtigt, besser auf Infrastrukturprojekte ausgelegt ist und einen adäquaten Detaillierungsgrad aufweist.

Die Reifegradmetrik besteht aus insgesamt 62 Fragen, die einen weiten Bereich der verschiedenen Aspekte der möglichen BIM-Anwendung in einem Bauvorhaben abdecken. Für jede Frage wird die BIM-Nutzung mit Punkten von 0 bis 5 bewertet. Dabei steht 0 für „nicht vorhanden/nicht genutzt“ und 5 für „optimal umgesetzt“. Um die Punktevergabe so transparent wie möglich zu halten, werden detaillierte Angaben für die einzelnen Stufen gemacht. Zusätzlich wird bei den meisten Fragen eine Checkliste angegeben, um die Umsetzung einzelner Teilaspekte weiter aufzuschlüsseln.

Die Fragen sind in folgenden übergeordneten Kategorien gruppiert:

1. Auftraggeberinformationsanforderungen
2. BIM-Abwicklungsplan
3. Technologie
4. Verträge
5. BIM-Team
6. Vorplanung und Entwurf (HOAI Leistungsphase 2-3)
7. Genehmigungs- und Ausführungsplanung (HOAI Leistungsphase 4-5)
8. Vergabe HOAI (Leistungsphase 6-7)
9. Ausführung
10. Betrieb

Die Wahl der Kategorien bildet dabei die Kernaspekte der BIM-Anwendung in einem Bauvorhaben ab. Die explizite Berücksichtigung der einzelnen Leistungsphasen nach HOAI ergibt sich aus der heute üblichen Aufteilung der Planungsaktivitäten, da sich gezeigt hat, dass in den verschiedenen Phasen unterschiedliche BIM-Anwendungen sinnvoll anwendbar sind und diese nur phasenweise vergleichbar sind. Eine detaillierte Auflistung der einzelnen Fragen findet sich im Anhang dieses Zwischenberichts.

Die vergebenen Punkte in den einzelnen Kategorien werden zu einer Gesamtbewertung pro Kategorie zusammengeführt. Dabei können die Einzelbewertungen unterschiedlich stark gewichtet sein. Die Zusammenführung in einer Gesamtprojekt-Reifegradbewertung geschieht nicht, da dies aus der Sicht der Verfasser eine zu starke Vergrößerung darstellen würde, die zu Missinterpretationen führen kann.

Die entwickelte Reifegradmetrik wird derzeit auf die vier Pilotvorhaben angewendet. Die Zuordnung von Punkten für die einzelnen Fragen geschieht dabei in Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedern der ARGE InfraBIM und den jeweiligen Projektverantwortlichen. Hierzu werden in Form von Interviews der Grad der BIM-Umsetzung in den einzelnen Aspekten abgefragt und anschließend vom Projektteam entsprechende Punkte vergeben. Da dieser Prozess noch nicht abgeschlossen ist, können in diesem Zwischenbericht noch keine quantitativen Endergebnisse – im Sinne der ermittelten

Reifegradpunkte - veröffentlicht werden. Im folgenden Abschnitt soll dennoch ein grober Überblick über die einzelnen Projekte gegeben werden.

3 Pilotvorhaben 1: Brücke Auenbachtal

3.1 Projektübersicht

Im Rahmen der neuen vierspurigen Bundesstraße 107 im Osten von Chemnitz ist die Überquerung des Auenbachtals erforderlich. Dazu muss eine Strecke der Deutschen Bahn, eine Anschlussstrecke, ein Wirtschaftsweg sowie der Auenbach gequert werden. Das Projekt selbst besteht aus einer Talbrücke als semi-integrales Bauwerk mit insgesamt fünf Feldern mit 142m Gesamtlänge und einem Stahlverbundbauwerk als Einfeldrahmen mit einer lichten Weite von 32,25 m, welche durch einen kurzen „Zwischendamm“ voneinander getrennt sind. Die Planung befindet sich derzeit in der Leistungsphase 2 nach HOAI (siehe Abbildung 1).



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

3.2 BIM-Ziele

In diesem Projekt wird der Einsatz von BIM in frühen Entwurfsphasen untersucht. Die anvisierten BIM-Ziele sind:

1. Verbesserung der Organisation, Kommunikation und Schnittstellenkoordination durch einheitliche, interdisziplinäre, modellorientierte Bearbeitung
2. Verbesserung der Planungsqualität durch integriertes Arbeiten an einem gemeinsamen Modell
3. Verbesserung des Risikomanagements durch Bereitstellung von detaillierten Planungsinformationen in Form von verknüpften Modellen
4. höhere Termin- und Kostensicherheit durch verbessertes Änderungsmanagement
5. höhere Qualität der Projektinformationen durch flexible Visualisierung anhand der Modelle

3.3 AIA, BAP, BIM-Prozesse und Verträge

Es wurden zwar vom Auftraggeber (AG) keine Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) definiert, dafür aber in enger Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer (AN) ein detaillierter BIM-Abwicklungsplan (BAP) ausgearbeitet.

Der ausgearbeitete BAP beinhaltet Angaben zu:

- BIM-Ziele
- BIM-Anwendungsfälle
- technische Festlegungen zu Benennung, Software, Formate und LOD
- organisatorische Festlegungen zu Verantwortlichkeiten und Terminen

Wichtigster BIM-Anwendungsfall ist die BIM-gestützte Mengenermittlung und die darauf basierende Kostenschätzung. Der BIM-Workflow ist lediglich grob beschrieben. Es gibt keine Prozesslandkarte.

Im 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.

Die BIM-Leistungen wurden in einem gesonderten Vertrag zwischen AG und AN (Objektplaner) vereinbart. Darin wurden Vereinbarungen zu Modellinhalten und deren Detaillierungsgrade, den umzusetzenden Workflows (Erstellung Gesamtmodell, modellbasierte Mengen- und Kostenermittlung, Erarbeitung der Bauzeit und des Bauablaufs) und der Ausarbeitung des BAP getroffen.

3.4 BIM-Anwendungsfälle

Da sich das Projekt in der frühen Entwurfsphase befindet, stand im Projekt die geometrische Modellierung im Vordergrund. Dabei wurde in umfassender Weise von der parametrischen Modellierung Gebrauch gemacht, um Abhängigkeiten im Modell abzulegen, die eine schnelle und aufwandsarme Modifikation im Zuge der Variantenstudien erlauben. Das entstandene Modell diente zum einen für die Visualisierung des Modells. Die Visualisierungen wurden vor allem zur Kommunikation mit Nicht-Fachleuten (Bürger, Interessenverbände, etc.) eingesetzt. Zum anderen wurde das Modell als Grundlage für die Mengenermittlung und die darauf beruhende Kostenschätzung verwendet. Darüber hinaus ist die Erstellung eines 4D-Modells durch Verknüpfung einzelner Bauteile mit den antizipierten Bauzeiten vorgesehen. Die Kollisionskontrolle lag nicht im Fokus der BIM-Anwendung.

3.5 BIM-Technologie

Der Entwurf der Straßen- und Schienentrassen wurde mit Hilfe der Software Obermeyer ProVI realisiert. Das Modell der Brückenbauwerke und das Bodenmodell wurden in Siemens NX modelliert. Die Attributierung erfolgte sowohl mit geometrischen als auch mit nicht-geometrischen Daten. Die Abbildung der geometrischen Daten erfolgte ausschließlich am Gesamtmodell. Nichtgeometrische Daten wie z.B. Materialgüte und Bewehrungsgehalt wurden teilweise im 3D-Gesamtmodell hinterlegt und teilweise im Zuge der Mengenermittlung und Zuordnung der Bauteile zu LV-Positionen im Zuge des 5D-Prozesses in RIB iTWO 5D hinzugefügt. Nach koordiniertem Zusammenspiel der Fachgewerke Trassierung, DGM, Geologie und Brückenbauwerk erfolgte die Übergabe der Daten an RIB iTWO 5D. Eine Planableitung direkt aus dem Gesamtmodell ist technisch möglich, war aber kein Vertragsbestandteil. Derzeit werden auf Basis des Gesamtmodells die modellbasierten Mengen ermittelt und darauf aufbauend die Kostenermittlung durchgeführt sowie die Zuordnung der Objekte zu Vorgängen und damit die Erarbeitung der Bauzeit. Die Modelle werden zwischen den Beteiligten über die Datenplattform DOXIS ausgetauscht.

4 Pilotvorhaben 2: Brücke Petersdorfer See

4.1 Projektübersicht

Die Brücke über den Petersdorfer See ist Teil der A19 zwischen Berlin und Rostock und befindet sich auf Höhe der Anschlussstelle Waren. Wegen des schlechten Zustands der zuvor bestehenden Brücke musste ein Neubau realisiert werden. Die Brücke besteht aus

zwei getrennten Überbauten für die jeweiligen Fahrtrichtungen und hat eine Gesamtlänge von 264 m. Die ersten Ausführungsarbeiten haben bereits im Juni 2015 begonnen, ihr Abschluss ist für April 2017 vorgesehen. Die beiden Brückenhälften werden nacheinander abgerissen und erneuert. Aufgrund der zentralen Bedeutung der A19 für die Verbindung zwischen Berlin und den Urlaubsgebieten galt es, die Verkehrsbehinderungen so gering wie möglich zu halten. Dennoch konnte nicht verhindert werden, dass im Laufe der Bauarbeiten die Autobahn temporär auf nur zwei Fahrbahnstreifen verengt wird (siehe Abbildung 2).

Durch die fortgeschrittene Projektphase war die Nutzung der BIM-Methodik nur sehr eingeschränkt möglich. Erschwerend kam hinzu, dass im Zuge des Vergabeverfahrens eine Baufirma den Zuschlag erhalten hat, die einen Sondervorschlag vorgelegt hatte. Die zuvor auf Basis der Ausschreibungsunterlagen erarbeitete 3D- und 4D-Modellierung ist damit hinfällig geworden.



Abbildung 2: BIM-Pilotvorhaben Petersdorfer Brücke (Quelle: QLX GmbH, DEGES)

4.2 BIM-Ziele

Als übergeordnetes BIM-Ziel wurde vom Auftraggeber lediglich das Sammeln von Erfahrungen beim Einsatz der BIM-Methodik verfolgt.

4.3 AIA, BAP, BIM-Prozesse und Verträge

Es wurden weder ein AIA noch ein BAP ausgearbeitet. Die BIM-Prozesse wurden nicht formal spezifiziert. Mit den beteiligten Planern und Ausführenden wurden keine BIM-Leistungen vereinbart. Stattdessen wurde ein Softwarehersteller mit der Erstellung der 3D-, 4D- und 5D-Modelle auf Grundlage der Ausschreibungspläne beauftragt.

4.4 BIM-Anwendungsfälle

Die Nutzung der BIM-Technologie im Projekt fokussierte auf die Ausführungsphase. Im Vordergrund stand die 4D-Modellierung des Vorhabens einschließlich der Abbildung der

verschiedenen Bauphasen und der temporären Verkehrsumlenkung. Im Einzelnen wurden folgende Anwendungsfälle verfolgt:

- Visualisierung des Bestands auf Basis terrestrischer Vermessung
- Modellierung des Brückenneubaus und der zugehörigen Erdarbeiten
- modellgestützte Validierung der zuvor konventionell ermittelten Mengen und der damit verbundenen Projektkosten
- 4D-Simulation des Bauablaufs
- Modellierung der phasenweise Verkehrsumleitung

4.5 BIM-Technologie

Die 3D-Modellierung wurde auf Basis von 2D-Plänen mithilfe der Modellierungssoftware smarttrass der Firma QLX vorgenommen. Die erstellten 3D-Modelle weisen einen sehr hohen Detaillierungsgrad auf. Die Modelle wurden anschließend mit vorliegenden Informationen zu Bauzeiten und Kosten verknüpft (4D- bzw. 5D-Modell). Daraus wurden Animationen generiert. Die Modelle weisen nur in sehr eingeschränktem Maß eine Attributierung bzw. Klassifizierung auf. Als Projektplattform wurde EPLASS eingesetzt, allerdings als reine Dokumentenverwaltung ohne weitergehende Unterstützung für Modelle und formale Statusübergänge nach CDE-Standard (UK PAS 1192-2 – Common Data Environment).

5 Pilotvorhaben 3: Brücke Filstal

5.1 Projektübersicht

Die Eisenbahnüberführung Filstal ist Teil des Planfeststellungsabschnittes 2.2 Albaufstieg. 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 Bloßbergtunnels und des Steinbühlunnels. Das sechsfeldrige gevoutete Durchlaufträgerbauwerk wurde mittels Vorschubrüstung hergestellt und besteht aus 2 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).

Der Rohbau der Brücke, die zukünftig das Gleis Richtung Ulm trägt, soll noch 2016 fertiggestellt werden. Ende 2017 soll die Brücke des Gleises nach Stuttgart rohbaufertig sein. Die Gesamtfertigstellung ist für Mitte 2018 geplant.



Abbildung 3: BIM-Pilotvorhaben Filstalbrücke (Quelle: DB Netz AG, Max Bögl AG)

5.2 BIM-Ziele

Folgende BIM Ziele wurden für das Pilotprojekt definiert:

- Risikominimierung, insbesondere der Termin- und Kostenrisiken
- Verbesserung der Kommunikation
- Erfahrungssammlung bei der Entwicklung von Rollenbildern, beim Einsatz der Soft- und Hardware, bei der Organisation des Projektteams und bei der Veränderung der Zusammenarbeit zwischen AG und AN
- Prozessanalyse und Effizienzsteigerung

5.3 AIA, BAP, BIM-Prozesse und Verträge

Es wurden von Seiten des Auftraggebers keine AIA definiert. Es wurde vom Auftraggeber ein BAP aufgesetzt, der fortlaufend weiterentwickelt wird. Der BAP definiert die anvisierten BIM-Ziele und legt den Zeitplan zur Nutzung von BIM für die verschiedenen Anwendungsfälle fest. Die einzelnen Anwendungsfälle sind hierbei konkreten Leistungsphasen zugeordnet. Auch wird detailliert beschrieben, welche der formulierten BIM-Ziele durch unterschiedliche Anwendungsfälle erreicht werden sollen. Eine Definition der LODs erfolgt durch den BAP in einer formalen Darstellung. Vollständige und alleinige Abrechnung von Teillosen über das 3D-Modell mit pauschalisierten Beträgen für Herstellungsabschnitte ist vorgesehen. Zusätzlich festgeschrieben ist ein Vergleich der klassischen und modellgestützten Abrechnungsmethodik für einzelne Bauabschnitte. Der BAP beschreibt die Nutzung eines neutralen, zentralen Cloud-Speicherdienstes mit Schnittstellen für mobile Endgeräte auch ohne durchgehende Verbindung.

5.4 BIM-Anwendungsfälle

Die BIM-Methodik wurde im Projekt in den Leistungsphasen 5 und 8 eingesetzt. Die im Pilotvorhaben anvisierten BIM-Anwendungsfälle sind:

- 4D-Bauablaufplanung und Statusmeldung
- Zustandsfeststellung mittels mobiler Lösungen
- BIM-basierte/s
 - Abrechnung
 - Qualitätsmanagement
 - Mängelmanagement
 - Kostencontrolling

5.5 BIM-Technologie

Die Modelle der Brücke und der Baubehelfe wurden mit der Software Siemens NX erstellt. Für die Modellierung des Geländes kam die Software RIB Stratis zum Einsatz. Die Schalung wurde mit der Software PERI CAD modelliert. Für die Modellierung der Vorschubrüstung wurde Tekla Structures verwendet. Zur Zusammenführung der Modelle wurde ceapoint desite MD bzw. Autodesk 360 verwendet.

Die Planableitung erfolgte direkt aus dem Siemens NX Modell. Da die Software Siemens NX nicht über Funktionen zur Bewehrungsplanung verfügt, erfolgt die Erstellung der Bewehrungspläne mit Hilfe der Software SofiCAD in 2D.

Es kamen folgende Datenformate zum Datenaustausch zum Einsatz:

- REB: Austausch Geländemodell zwischen Vermesser 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

Das IFC-Format wurde mangels Unterstützung für Infrastrukturbauvorhaben nicht eingesetzt.

Für die Terminplanung wurde die Software desiteMD des Unternehmens ceapoint aec technologies verwendet. Das 3D-Modell wurde semi-automatisch mit dem Terminplan verknüpft. Dabei wurden auch Varianten der Terminplanung untersucht. Die Software wurde auch verwendet, um den tatsächlichen Bauablauf abzubilden und mit dem Soll-Ablauf zu vergleichen.

Für das Kostencontrolling wird 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 wird im

Projekt zwischen Bauherr und Generalunternehmer als Abrechnungsgrundlage über den Fertigstellungsgrad bei Pauschalleistungen verwendet.

Für die Unterstützung des Qualitäts- und Mängelmanagements wird die Software Autodesk 360 mit einer Cloud-gestützten Speicherung des Modells und mobilen Client-Applikationen (Apps) verwendet. Um eine schnelle Navigation zu ermöglichen, wurden 3D-Schnitte, vordefinierte Ansichtspunkte und QR-Codes eingesetzt. Das Scannen eines QR-Codes am Bauteil führt zur Visualisierung des entsprechenden Modellausschnitts. Die 3D-Objekte können mit Checklisten, Abstimmungspunkten, Fotos und Kommentaren versehen werden. Darauf aufbauend wird ein automatisiertes Berichtswesen realisiert.

Die verwendete hybride Infrastruktur zur Datenhaltung, bestehend aus den Systemen Autodesk BIM360, ceapoint desite CUSTOM sowie einer Datenbank als neutrale Zwischenschicht, unterstützt bestimmte BIM-Prozesse. Für die Dokumentenverwaltung wurde das System EPLASS eingesetzt. Ein CDE mit voller Funktionalität im Sinne der UK PAS 1192-2 wird jedoch nicht verwendet.

6 Pilotvorhaben 4: Tunnel Rastatt

6.1 Projektübersicht

Der Tunnel Rastatt bildet einen wichtigen Bestandteil der Ausbau- und Neubaustrecke Karlsruhe–Basel. Im Zuge der Gestaltung eines europäischen Güterkorridors zwischen Rotterdam und Genua wird die Stadt Rastatt durch zwei Tunnelvortriebsmaschinen mit einem Außendurchmesser von knapp 10,97 m unterfahren. Hierbei sind teilweise nur geringe Überdeckungshöhen von weniger als 4 m vorhanden. Um mögliche Oberflächen-setzungen zu vermeiden, sind diverse Vereisungsschilde geplant, welche komplett rückstandsfrei aus dem Boden entfernt werden können. Die Tunnelportale sind als schallreduzierende Sonic-Boom Trogbauwerke ausgeführt und werden im Zuge der Tunnelbaumaßnahmen zusätzlich errichtet. Am 25.05.2016 erfolgte das offizielle Andrehen der ersten Tunnelvortriebsmaschine zum Auffahren der ca. 4,2 km langen Röhren. Der Tunnelrohbau ist mit einer Bauzeit von 3 Jahren geplant, womit die Strecke Ende 2022 in Betrieb genommen werden soll (siehe Abbildung 4).

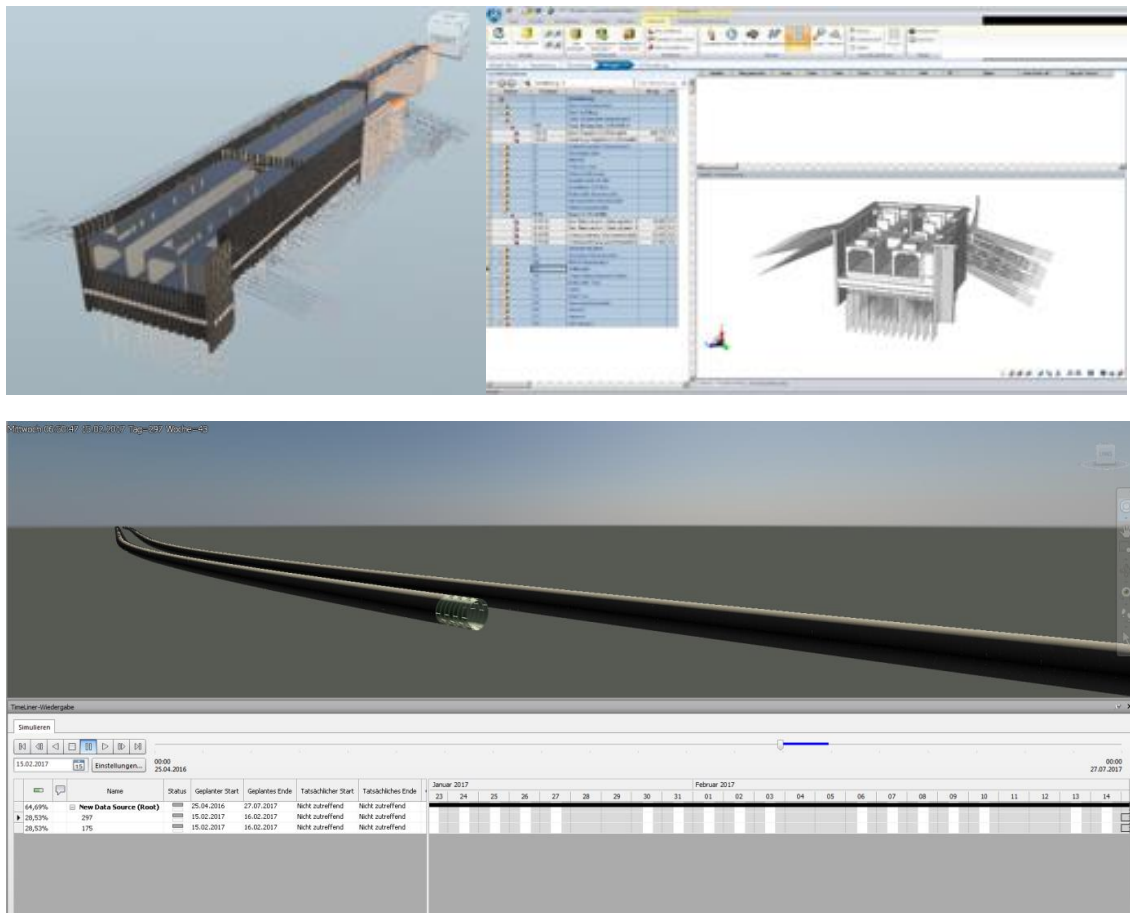


Abbildung 4: BIM-Pilotvorhaben Tunnel Rastatt (Quelle: DB Netz AG)

6.2 BIM-Ziele

Folgende BIM Ziel wurde im Pilotprojekt definiert:

- verbesserte Kommunikation und Vernetzung aller Projektbeteiligten
- modellbasierte Zusammenarbeit der Fachplaner
- Steigerung der Effizienz in den Planungs- und Projektmanagementprozessen
- verbesserte Leistungsmeldung
- Simulation von Planungsvarianten und Bauzuständen
- Erhöhung der Planungssicherheit und Reduzierung des Nachtragspotentials
- Vergleich zwischen klassischer und modellbasierter Rechnungsstellung
- Plausibilisierung konventioneller 2D Mengenerrechnungen
- Erzeugung von 2D Plänen aus dem Modell
- Planungscoordination und Kollisionsprüfung
- Erfahrungen mit BIM sammeln und bewerten

6.3 AIA, BAP, BIM-Prozesse und Verträge

Der Auftraggeber (AG) hat keine expliziten Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) definiert. Jedoch wurde in enger Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer (AN) ein detaillierter BIM-Abwicklungsplan (BAP) ausgearbeitet. Der BAP wird kontinuierlich fortgeschrieben.

Der ausgearbeitete BAP beinhaltet Angaben zu:

- BIM-Ziele
- BIM-Anwendungsfälle
- Rollen und Verantwortlichkeiten
- Software, Datenaustausch und gemeinsame Datenumgebung
- Modellierungsrichtlinien, Kodierung und Informationstiefe
- Änderungs- und Nutzungsrechte
- Prozesse bzgl. Koordination und Qualitätskontrolle

6.4 BIM-Anwendungsfälle

Die BIM-Methodik wurde im Projekt bisher in den Leistungsphasen 3 und 4 eingesetzt. Die im Pilotvorhaben anvisierten BIM-Anwendungsfälle sind unter anderem:

- Informationsbereitstellung auf Basis von verknüpften 3D-Modellen
- 3D Kollisionsprüfung
- 2D Planableitung
- Modellbasierte Mengenermittlung
- 4D Bauablaufplanung
- Leistungsbeschreibung, Kalkulation und Controlling mittels eines 5D-Modells
- Baufortschrittskontrolle
- 3D As-built Modellabgleich

6.5 BIM-Technologie

Für die unterschiedlichen BIM-Ziele des Projektes wurden für die Visualisierung und die modellgestützten BIM-Prozesse verschiedene Technologien eingesetzt. Dies begründet sich durch die unterschiedlichen Modellanforderungen und BIM-Anwendungsfälle. Zur Verbesserung der Projektkommunikation und Akzeptanzsteigerung der Baumaßnahmen in der Öffentlichkeit wurde ein Visualisierungsmodell auf Basis von WorldInsight by DB Systel erstellt. Die Visualisierung inkl. Bestandsbebauung steigert insbesondere die Transparenz einzelner Planungs- und Ausführungsphasen, stellt jedoch ein reines Oberflächenmodell ohne weitere Modellinformationen dar. Das Visualisierungsmodell konnte für andere Anwendungsfälle nicht verwendet werden.

Für die Umsetzung der Planungs- und Ausführungsmodelle wurde Autodesk Revit (Bauwerksmodelle) und Autodesk Civil 3D (Bodenmodelle) verwendet. Die Modelle weisen einen sehr hohen Detaillierungsgrad auf und besitzen umfangreiche Attribute, die zuvor definiert und abgestimmt wurden. Um auf die speziellen Anforderungen von Linienbauwerken einzugehen und die passgenaue, sich an der Trassierung orientierende Modellierung von Teilabschnitten zu gewährleisten, wurde die Revit-Erweiterung Dynamo genutzt. Als gemeinsame Datenplattform kam das Planungsmanagementsystem FusionLive zum Einsatz. Die Verknüpfung der Bauwerksmodelle mit Zeiten und Kosten (5D-Modell) erfolgte in RIB iTWO 5D. Fehlende bzw. nicht modellierte Informationen, die für die Mengenermittlung wichtig sind, wurden über zusätzliche Attribute definiert und können zur Auswertung verwendet werden. Für verschiedene Datenübergangspunkte sind jeweils spezielle Datenaustauschformate (RVT, DWG, 3D-PDF, IFC) im BAP definiert worden. Die Modelle konnten erfolgreich im IFC-Format gespeichert werden, jedoch wurden die Daten noch nicht für weitere Anwendungen wiederverwendet. Die Nutzung eines CDE wird angestrebt und ist im BAP als Zielstellung formuliert.

7 Zusammenfassung und Bewertung

Die einzelnen BIM-Pilotvorhaben besitzen unterschiedliche Schwerpunkte und sind in unterschiedlichen Leistungsphasen angesiedelt. Die BIM-Ziele und BIM-Anwendungen unterscheiden sich daher ebenfalls, auch gibt es noch große Abweichungen in Existenz, inhaltlicher Systematik und Umfang der BIM-Abwicklungspläne.

Bei den allgemeinen BIM-Zielen dominieren die gängigen Zielvorstellungen hinsichtlich der verbesserten Kommunikation, einer erhöhten Planungsqualität und der höheren Termin- und Kostensicherheit, damit verbundenen besseren Risikomanagements und der Verbesserung der Kommunikation nach innen und außen. Der Natur als BIM-Pilotprojekte geschuldet ist die Erfahrungssammlung insbesondere auf Auftraggeberseite ebenfalls ein wichtiges BIM-Ziel.

Bei den BIM-Anwendungsfällen stehen dementsprechend die Visualisierung, die 3D-Modellierung mit anfänglichen Kollisionsprüfungen (da oft nur ein- oder wenige Planungsgewerke aktiv in der BIM-Bearbeitung einbezogen waren), die modellbasierte Mengenermittlung mit teilweiser 5D-Planung, die 4D-Simulation des Bauablaufs sowie die Baufortschrittskontrolle und Bauabrechnung im Vordergrund.

Diese BIM-Anwendungsfälle werden jedoch in jeweils verschiedenen Leistungsphasen, und somit basierend auf verschiedenen Fertigstellungsgraden angewandt. Das ermöglicht einerseits die Betrachtung einer großen Bandbreite von BIM-Anwendungen, erschwert jedoch die Vergleichbarkeit. Daher wurde die Reifegradmetrik so konzipiert, dass eine Bewertung für verschiedene Leistungsphasen möglich ist. Die weitere Ausarbeitung der

Reifegradmetrik erfolgt in einer Weise, dass sie in Zukunft für weitere BIM-Vorhaben einsetzbar ist, um so die schrittweise zunehmende Reife der BIM-Umsetzung erfassen und dokumentieren zu können.

Prinzipiell wäre auch ein Vergleich zwischen konventioneller Herangehensweise und BIM-gestützten Methoden hinsichtlich Effizienz, Qualität etc. sehr wünschenswert. Im Rahmen der vorliegenden Pilotvorhaben ist dies jedoch kaum umsetzbar, da fast immer eine voll ausgearbeitete 2D-Planung vorliegt und die BIM-Methode nur ausschnittsweise bzw. nachgelagert eingesetzt wird.

Dieser Zwischenbericht spiegelt die aktuellen Erkenntnisse wieder. Eine Bewertung der BIM-Pilotvorhaben ist zurzeit noch nicht möglich.

8 Literaturverzeichnis

- BCA Singapore (2013): *Singapore BIM Guide V2*, Building and Construction Authority, Singapore, Retrieved from: https://www.corenet.gov.sg/integrated_submission/bim/BIM_Guide.htm, accessed on December 15, 2015.
- BIPS (2013): *Danish BIM Guide*, Retrieved from: <http://bips.dk>, accessed on December 15, 2015.
- BMVI (2013). *Reformkommission Bau von Großprojekten*. Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure. Retrieved from: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/reformkommission-bau-von-grossprojekten.html>, accessed on December 15, 2015.
- BMVI (2014): BIM-Pilotprojekte des BMVI, Retrieved from: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2014/099-dobrindt-reformkommission-grossprojekte.html>, accessed on December 15, 2015.
- BMVI (2015). *Digitales Planen und Bauen – Stufenplan zur Einführung von Building Information Modeling (BIM)*. Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure. Retrieved from: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/digitales-bauen.html>, accessed on December 15, 2015.
- Cabinet Office (2011): *Government Construction Strategy*, Cabinet Office, London, UK, Retrieved from: <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy>, accessed on December 15, 2015.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- ICE (2015): *BIM Maturity Measurement Tool*, Institution of Civil Engineers, UK. Retrieved from: <https://www.ice.org.uk/disciplines-and-resources/best-practice/bim-maturity-measurement-tool>
- Kam, C., Senaratna, D., Xiao Y., and McKinney, B. (2013). The VDC Scorecard: Evaluation of AEC Projects and Industry Trends, CIFE Working Paper #WP136, Stanford University
- Kam, C. (2015): *Managing BIM projects, organizations, and policies: Turning aspirations into quantitative measures of success*, In: Kensek, Noble (Eds.): *Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice*, Wiley.
- Rgd (2013): *Rgd BIM Standard*, Rijksgebouwendients, Niederlande, Verfügbar unter <http://www.rijksvastgoedbedrijf.nl/english/expertise-and-services/b/building-information-modelling-bim>
- Senate Properties (2007): Senate Properties' BIM Requirements 2007 - Finland, 2007
- Statsbygg (2013): BIM Manual V 1.2.1, Statsbygg, Norway, Retrieved from: <http://www.statsbygg.no/Files/publikasjoner/manualer/StatsbyggBIM-manual-ver1-2-1eng-2013-12-17.pdf>, accessed on December 15, 2015.

9 Anlage A – InfraBIM Reifegradmetrik

Fragestellung	Erläuterungen	0	1	2	3	4	5	Auswahl	Checkliste / Ankreuzliste
---------------	---------------	---	---	---	---	---	---	---------	---------------------------

Auftraggeberinformationsanforderungen

Auftraggeberinformationsanforderungen	Welche Anforderungen bzgl. BIM wurden durch den Auftraggeber zur Ausschreibung definiert?	unbekannt	informell festgehalten			initial abgestimmt zwischen AG und AN	wird kontinuierlich fortgeschrieben		Bitte weiter spezifizieren ...
	Auswahl	x							Software
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Datenaustauschformat
									Koordinatensysteme
									Level of Development
									Datenbereitstellung
									Datensicherheit
									Kollaboration
									Datenprüfung
									Leistungsanforderungen

Fragestellung	Erläuterungen	0	1	2	3	4	5	Auswahl	Checkliste / Ankreuzliste
---------------	---------------	---	---	---	---	---	---	---------	---------------------------

BIM Execution Plan

BIM Execution Plan	Wurden eine BIM Execution Plan aufgestellt und wie verbindlich ist er?	keiner vorhanden		interner BEP genutzt	BEP für gesamtes Planungsteam	projektweiter BEP	BEP als Vertragsdokument		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

BIM-Ziele	Wurden BIM-Ziele vom Auftraggeber definiert?	keine Ziele definiert	informell und unpräzise Ziele formuliert		qualitative Ziele		es wurden quantitative Ziele festgelegt		Gegenstand der BIM-Ziele: Verbesserung von...
	Auswahl	x							Kommunikation
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Kosteneinsparung
									Terminzuverlässigkeit
									Sicherheit
									Planungsqualität
									Bauqualität
									Risikomanagement
									Öffentlichkeitsarbeit

BIM Anwendungsfälle	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		Bitte weiter spezifizieren ...
	Auswahl	x							Kostenschätzung
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Visualisierung
									4D-Animationen
									Trassenfindung
									Ist-Aufnahme
									Mengenermittlung
									Clash Detection
									Tragwerksplanung
									Umweltverträglichkeit
									Abrechnung
									Baufortschrittskontrolle
									Nachtragsmanagement
									Mängelmanagement

Technische Festlegungen		keine Festlegungen	wenige, grobe technische Festlegungen		einige technische Festlegungen (z.B. zu Datenaustauschformaten)		detaillierte Festlegungen zu allen technischen Fragen	Bitte weiter spezifizieren ...		
	Auswahl	x							Dateibenennung	
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Software	
								Datenaustauschformate		
								Attributierung		
								Level of Development		
								Klassifikationssysteme		
								Modellprüfung		

Organisatorische Festlegungen		keine Festlegungen	wenige, oberflächliche Festlegungen		einige Festlegungen zu Verantwortlichkeiten, etc.		Detaillierte Festlegungen	Bitte weiter spezifizieren ...		
	Auswahl	x							Verantwortlichkeiten	
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Termine	
								Meilensteine		

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	Bitte weiter spezifizieren ...		
	Auswahl	x							Process Map	
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Phasenbeschreibung	
								Übergabeformate		
								Übergabezeitpunkte		

Fragestellung	Erläuterungen	0	1	2	3	4	5	Auswahl	Checkliste / Ankreuzliste
---------------	---------------	---	---	---	---	---	---	---------	---------------------------

Technologie für die BIM-Projektentwicklung

Common Data Environment	Wird ein CDE nach PAS 1192 verwendet? Auf welchem Niveau befindet sich das eingesetzte CDE? Welche Features werden unterstützt?	Emailaustausch	geteiltes Dateilaufwerk, einfache Ordnerstruktur	Dokumentenmanagementsystem mit Namenskonventionen für Dateien	Projektraum ohne Workflow	Projektraum mit Workflowunterstützung nach ISO 19650 (PAS1192)	zentraler Modellservers		Bitte weiter spezifizieren ...
Auswahl		x							BCF-Integration
Punkte		0	0	0	0	0	0		Integrierte 3D-Viewer
									Versionierung

Datenaustauschformate		keine definiert	ausschließlich proprietäre Formate		offene Formate für bestimmte Szenarien		ausschließliche Verwendung von offenen Formaten		Bitte weiter spezifizieren ...
Auswahl		x							IFC
Punkte		0	0	0	0	0	0		CPIXML
									DXF

Software	Erüllt 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		Bitte weiter spezifizieren ...
Auswahl		x							3D Modellierung
Punkte		0	0	0	0	0	0		4D Animation
									5D Planung
									Visualisierung
									Modellprüfung
									Clash Detection

Hardware	Erüllt die eingesetzte Hardware die Anforderungen an die Projektbearbeitung?	nicht geeignet	Hardware war nicht immer verfügbar	Performance war nicht ausreichend		Es gibt nur wenige Schwierigkeiten	Hardware erfüllt alle Anforderungen		Bitte weiter spezifizieren ...
Auswahl		x							Probleme
Punkte		0	0	0	0	0	0		Empfehlungen

Fragestellung	Erläuterungen	0	1	2	3	4	5	Auswahl	Checkliste / Ankreuzliste
---------------	---------------	---	---	---	---	---	---	---------	---------------------------

Verträge

Allgemein: Vereinbarung BIM-spezifischer Leistungen	Mit welchen Projektbeteiligten wurden Vereinbarungen betreffend die 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 GU vereinbart.	BIM-Leistungen wurden entweder (1) mit dem Objektplaner und GU oder (2) mit dem Objektplaner und der Mehrheit der Fachplaner vereinbart.	Mit allen Planungs- und Ausführungsbeteiligten inkl. Fachplaner u. Nachunternehmer wurden BIM-Leistungen vereinbart.		Bitte schriftlich näher ausführen, insbes. mit wem.
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0	0	

Allgemein: Vertragsunterlagen zu BIM	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. Ausführungsbeteiligten.	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-/Planungsbesprechung sprotokollen geregelt.	Es existiert ein BIM-Execution Plan. Die Verträge und Leistungsbilder mit Planern / Ausführenden (unter Berücksichtigung aller Nachträge) blieben im Vergleich zu konventionellen Bauvorhaben unverändert.	Es existiert ein BIM-Execution Plan. Außerdem enthalten die Verträge/Leistungsbilder der Planer/Ausführenden BIM-spezifische Regelungen oder es werden sogar BIM-spezifische Partnering-Modelle angewendet.		Bitte schriftlich näher ausführen und entsprechende Unterlagen (ggf. auszugsweise) beifügen.
	Auswahl	x							BIM-Ausschreibungsunterlagen
	Punkte	0	0	0	0	0	0	0	BIM-Leistungsbilder

Festlegungen in Baubesprechungsprotokollen	
BIM-Execution Plan	
Besondere Vertragsbedingungen BIM	
Auftraggeberinformationsanforderungen	

Allgemein	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.		Bitte schriftlich näher ausführen und entsprechende Unterlagen (ggf. auszugsweise) beifügen. Enthalten die Verträge Regelungen bzgl. ...
	Auswahl	x							Zugriffs- und Geheimhaltungsrechte zu BIM-Daten
	Punkte	0	0	0	0	0	0	0	Regelungen über die Verwendung der Projektplattform

elektronische Freigaben von Planungsergebnissen	
Hierarchieregelungen: 3D-Modell vor 2D-Plänen	
Urheberrechten an BIM-Daten	

BIM-bezogene Haftungsregelungen	
zum BIM-Management	
sonstige BIM-spezifische, abstrakte Regelungen, die nicht reine Leistungsbeschreibungen zum Inhalt haben	

Planung	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.	Bitte schriftlich näher ausführen und entsprechende Unterlagen (ggf. auszugsweise) beifügen. Enthalten die Verträge Regelungen bzgl. ...	
	Auswahl	x							LOD von Modellen
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Ablauf der BIM-Planungskoordination BIM-gestützte Termin-/Kostenplanung Durchführung bestimmter Regelprüfungen Einbeziehung von Knowhow Ausführender in Planungsprozess sonstige planungsspezifische Aspekte

Ausschreibung	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.	Bitte schriftlich näher ausführen und entsprechende Unterlagen (ggf. auszugsweise) beifügen. Enthalten die Verträge Regelungen bzgl. ...	
	Auswahl	x							modellbasierte Erstellung von Ausschreibungsunterlagen
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Erstellung von Angebotsmodellen für die Übergabe an Bieter zu Kalkulationszwecken und die modellbasierte Angebotswertung sonstige ausschreibungsbezogene BIM-Anwendungsfälle

Ausführung und Objektüberwachung	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.	Bitte schriftlich näher ausführen und entsprechende Unterlagen (ggf. auszugsweise) beifügen.	
	Auswahl	x							4D-Baustellenkoordination
	Punkte	0	0	0	0	0	0		BIM-basierte Abrechnung BIM-basiertes Mängelmanagement Big BIM Room - Baustellenbesprechungen Erstellung as-built-BIM

Erfüllung besonderer BIM-Betreiberanforderungen	
sonstige BIM-Anwendungsfälle	

Fragestellung	Erläuterungen	0	1	2	3	4	5	Auswahl	Checkliste / Ankreuzliste
---------------	---------------	---	---	---	---	---	---	---------	---------------------------

BIM-Team

BIM-Rollen	Wurde BIM-spezifische Rollen definiert und zugewiesen?	keine Rollenzuweisung		Rollen waren nicht ganz klar		Es gabe nur wenige Missverständnisse	Rollenzuweisung entsprechend BIM-Leitfaden		Folgende Rollen wurden definiert und zugewiesen ...
	Auswahl	x							BIM-Manager
	Punkte	0	0	0	0	0	0		BIM-Koordinator
									BIM-Modeller

BIM-Wissen und -Erfahrung: Modellerstellung	Welches Wissen zu BIM war bei den Projektbeteiligten zu Beginn des Projekts vorhanden?	kein Wissen	rudimentäres BIM-Wissen		ausreichendes BIM-Wissen	gutes BIM-Wissen	umfangreiches technisches und organisatorisches Wissen sowie Projekterfahrungen		Bitte weiter spezifizieren ...
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

BIM-Wissen und -Erfahrung: Modellkoordination	Welches Wissen zu BIM war bei den Projektbeteiligten zu Beginn des Projekts vorhanden?	kein Wissen	rudimentäres BIM-Wissen		ausreichendes BIM-Wissen	gutes BIM-Wissen	umfangreiches technisches und organisatorisches Wissen sowie Projekterfahrungen		Bitte weiter spezifizieren ...
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

BIM-Wissen und -Erfahrung: Modellprüfung	Welches Wissen zu BIM war bei den Projektbeteiligten zu Beginn des Projekts vorhanden?	kein Wissen	rudimentäres BIM-Wissen		ausreichendes BIM-Wissen	gutes BIM-Wissen	umfangreiches technisches und organisatorisches Wissen sowie Projekterfahrungen		Bitte weiter spezifizieren ...
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

BIM Training	Wurden die Beteiligten im Umgang mit BIM-Modellen geschult?	keine Schulung	Dokumentation wurde bereitgestellt		Frontalschulung ohne Übungen	Schulung mit praktischen Übungen	Individuelle fortlaufende Schulung		Schulung umfasste folgende Aspekte ...
	Auswahl	x							3D Modellierung
	Punkte	0	0	0	0	0	0		4D Animation
									5D Planung
									Visualisierung
									Modellprüfung
									Clash Detection

Fragestellung	Erläuterungen	0	1	2	3	4	5	Auswahl	Checkliste / Ankreuzliste
---------------	---------------	---	---	---	---	---	---	---------	---------------------------

BIM-Einsatz in der Vorplanung / Entwurfsplanung

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

Modellerstellung Entwurf/Ausschreibung	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		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Planungskoordination	Wurde die Koordination der verschiedenen Fachplanungen BIM-gestützt durchgeführt?	keine modellgestützte Koordination					Planungskoordination basiert vollständig auf zusammengeführten BIM-Modellen und formalisierten Change Requests		Bitte weiter spezifizieren ...
	Auswahl	x							Koordinationsmodell
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Clash Detection
									BCF
									Modellprüfung

3D Visualisierungen	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		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Planableitung	Wurden die Pläne aus dem Modell abgeleitet oder gesondert gezeichnet?	Pläne nicht aus Modell abgeleitet	parallele Bearbeitung, Pläne sind vernüpft mit Modell		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		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0	0	

Level of Development	Wurden die im BEP 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		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		
Klassifikationssystem	Wurde ein Klassifikationssystem verwendet?	keine Klassifikation			Projekt-spezifische Klassifizierung	Firmen-spezifische Klassifizierung	Umfangreiche Klassifizierung auf Basis von Standards wie Uniclass, Unifomat oder DIN276		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		
Attributierung	Wurde eine bauteilspezifische Attributierung durchgeführt? Wurde diese geprüft?	keine Attributierung			Projekt-spezifische Klassifizierung		Attributierung anhand von Firmen-spezifischen Richtlinien		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		
Modellprüfung	Prüfung hinsichtlich der vereinbarten LODs	Keine Prüfung					automasierte Prüfung anhand von vordefinierter Modelanforderungen		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		
Fachliche Prüfung	Prüfung hinsichtlich fachlicher Vorgaben (z.B. Brandschutz, Barrierefreiheit, etc.)	Keine Prüfung	Selbstprüfung	visuelle Prüfung			automasierte Prüfung anhand von vordefierten Regeln		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		
Fachplanungsübergreifende Prüfung von Kollisionen in Modell	Wurde eine modellgestützte Clash Detection durchgeführt	Keine Prüfung	Selbstprüfung	visuelle Prüfung			automasierte Prüfung anhand von vordefierten Regeln		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		
Kostenschätzung in der Vorplanung	Wurde eine modellgestützte Kostenschätzung durchgeführt? Würden Dublikate im Modell gesucht.	nicht durchgeführt			Kostenschätzung wurde modellgestützt durchgeführt	Kostenschätzung wurde für verschiedene Varianten durchgeführt	Kostenschätzung wurde in unterschiedlichen LP für verschiedene Varianten durchgeführt		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Kostenberechnung in der Entwurfsplanung	Wurde eine modellgestützte Kostenschätzung durchgeführt?	nicht durchgeführt			Kostenberechnung wurde modellgestützt durchgeführt	Kostenberechnung wurde für verschiedene Varianten durchgeführt	Kostenberechnung wurde in unterschiedlichen LP für verschiedene Varianten durchgeführt		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		
4D-Planung	Wurde das Modell mit dem Bauzeitenplan verknüpft?	nicht durchgeführt			Verknüpfung von Bauteilgruppen mit grobem Bauzeitenplan		detaillierte Verknüpfung einzelner Bauteile mit den geplanten Bauzeiten		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		
Integrierung aller Fachplanung (TGA, Brand-Emmisionschutz, Vermessung etc.)	Welche Fachplanungen wurden umgesetzt?	nicht durchgeführt	wenige Detailplanungen in 3D				Alle Ausführungspläne wurden in 3D umgesetzt		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		
Tragwerksplanung	Wurde eine BIM-gestützte Tragwerksplanung durchgeführt?	x	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		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		
5D-Planung	Fand eine modellbasierte Mengen und Kostenermittlung statt ?	nicht durchgeführt			Verknüpfung von Bauteilgruppen mit grobem Kostenelementen		detaillierte Verknüpfung einzelner Bauteile mit den zugehörigen Einheitspreisen		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Fragestellung	Erläuterungen	0	1	2	3	4	5	Auswahl	Checkliste / Ankreuzliste
---------------	---------------	---	---	---	---	---	---	---------	---------------------------

BIM-Einsatz in der Genehmigungsplanung und Ausführungsplanung (LP 4,5)

Modellerstellung	Wurde die Werkplanung 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		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Planungskoordination	Wurde die Koordination der verschiedenen Fachplanungen BIM-gestützt durchgeführt?	keine modellgestützte Koordination	einmalig zusammengeführte Modelle zur Clash Detection	selten zusammengeführte Modelle weniger Beteiligter	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	Bitte weiter spezifizieren ...		
	Auswahl	x							Koordinationsmodell	
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Clash Detection	
								BCF		
								Modellprüfung		

Planableitung	Wurden die Pläne aus dem Modell abgeleitet oder gesondert gezeichnet?	Pläne nicht aus Modell abgeleitet		parallele Bearbeitung, Pläne sind vernüpft mit Modell	Pläne bilden die primäre Planungs- und Koordinationsgrundlage	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		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Level of Development	Wurden die im BEP 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		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Klassifikationssystem	Wurde ein Klassifikationssystem verwendet?	keine Klassifikation			Projekt-spezifische Klassifizierung	Firmen-spezifische Klassifizierung	Umfangreiche Klassifizierung auf Basis von Standards		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Attributierung	Wurde eine bauteilspezifische Attributierung durchgeführt? Wurde diese geprüft?	keine Attributierung			projektspezifische Attributierung nach BEP		Attributierung anhand von Firmenspezifischen Richtlinien		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Modellprüfung	Prüfung hinsichtlich der vereinbarten LODs	Keine Prüfung					automasierte Prüfung anhand von vordefinierter Modelanforderungen		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Fachliche Prüfung	Prüfung hinsichtlich fachlicher Vorgaben (z.B. Brandschutz, Barrierefreiheit, etc.)	Keine Prüfung	Selbstprüfung	visuelle Prüfung			automasierte Prüfung anhand von vordefierten Regeln		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Kostenschätzung	Wurde eine modellgestützte Kostenschätzung durchgeführt?	nicht durchgeführt			Kostenschätzung wurde modellgestützt durchgeführt	Kostenschätzung wurde für verschiedene Varianten durchgeführt	Kostenschätzung wurde in unterschiedlichen LP für verschiedene Varianten durchgeführt		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

4D-Planung	Wurde das Modell mit dem Bauzeitenplan verknüpft?	nicht durchgeführt			Verknüpfung von Bauteilgruppen mit grobem Bauzeitenplan		detaillierte Verknüpfung einzelner Bauteile mit den geplanten Bauzeiten		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Fachplanung	Welche Fachplanungen (Schalplan, Bewehrungsplan, etc.) wurden umgesetzt?	nicht durchgeführt	wenige Detailplanungen in 3D				Alle Ausführungspläne wurden in 3D umgesetzt		
	Auswahl								
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Tragwerksplanung	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		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Fragestellung	Erläuterungen	0	1	2	3	4	5	Auswahl	Checkliste / Ankreuzliste
---------------	---------------	---	---	---	---	---	---	---------	---------------------------

BIM-Einsatz in der Ausschreibung (LP 6-7)

BIM-gestützte Ausschreibung	Wurde das Leistungsverzeichnis auf Grundlage des BIM erstellt?	nicht durchgeführt	Mengenermittlung für einige wenige Elemente des Modells, ansonsten konventionelle Mengenermittlung, konventionelle LV-Erstellung		Mengenermittlung anhand des 3D-Modells für einen Großteil der Elemente, konventionelle Erstellung des LV		vollständig BIM-gestützte Erstellung des LV mit nur wenigen händischen Ergänzungen		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0	0	

Übergabe an Baufirma	Wurde das Modell an die ausführende Baufirma übergeben?	nicht durchgeführt	einfaches Modell zur Visualisierung		grobes Modell mit klassifizierten Bauteilen		hochdetailliertes Modell mit klassifizierten Bauteilen		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0	0	

Fragestellung	Erläuterungen	0	1	2	3	4	5	Auswahl	Checkliste / Ankreuzliste
---------------	---------------	---	---	---	---	---	---	---------	---------------------------

BIM-Einsatz in der Genehmigungsplanung und Ausführungsplanung (LP 4,5)

Mängelmanagement	Wie wurde das Mängelmanagement durchgeführt?	nicht durchgeführt		Herkömmliche Erfassung und manuelle Zuordnung		Erfassung auf Basis eines 3d-Modells	Automatisierte Mängelerfassung (Bildverarbeitung / UAV)		Bitte weiter spezifizieren. Verknüpfung des Modells mit ...
	Auswahl	x							Fotos
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Dokumenten

As-built Modellierung	Wie wurde der wirklich gebaute Zustand dokumentiert?	nicht durchgeführt	Nur eine qualitative Erfassung		Aufnahme von Punktwolken (z.B. LaserScanning)	As-built-Modell wurde manuell erzeugt	As-built-Modell wurde semi-automatisch erzeugt		Welche Techniken wurden verwendet
	Auswahl	x							Fotos
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Normale Vermessung
									LaserScanning

Baubesprechungen	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)		Welche Ausstattung stand zur Verfügung?
	Auswahl	x							Besprechungsraum
	Punkte	0	0	0	0	0	0		iRoom (Interaktiv)
									Web-Meeting

Baufortschrittsverfolgung	Wie wurde der Baufortschritt erfasst und dokumentiert?	nicht durchgeführt	manuelle Einschätzung des Baufortschritts	Einschätzung des Baufortschritts anhand von Kosten		digitale Erfassung und Verknüpfung mit dem 3D-Modell	Automatisierte Erfassung des Baufortschritts		Wie wurde der Baufortschritt zugeordnet?
	Auswahl	x							Prozess-orientiert
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Bauteil-orientiert
									Stunden-orientiert
									Kosten-orientiert

Soll-Ist-Abgleich	Vegleich zwischen der Soll-Planung und des Ist-Zustandes	nicht durchgeführt		Darstellung von Termin- und Kostenabweichungen		Modell-basierte Darstellung der Abweichungen	Simulationsgestützte Prognosen		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Abrechnung		nicht durchgeführt	traditionelle Abrechnung			Modell-basierte Abrechnung Auftraggeber (Auftragnehmer übermittelt die Leistungen traditionell)	Modell-basierte Abrechnung Auftraggeber und Auftragnehmer		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		
4D-Planung	Wurde das Modell mit dem Bauzeitenplan verknüpft?	nicht durchgeführt			Verknüpfung von Bauteilgruppen mit grobem Bauzeitenplan		detaillierte Verknüpfung einzelner Bauteile mit den geplanten Bauzeiten		
	Auswahl	x							
	Punkte	0	0	0	0	0	0		

Fragestellung	Erläuterungen	0	1	2	3	4	5	Auswahl	Checkliste / Ankreuzliste
---------------	---------------	---	---	---	---	---	---	---------	---------------------------

BIM-Nutzung in der Betriebsphase

Festlegungen	Wurden Festlegungen zu den an den Bauherrn zu übergebenden Daten getroffen?	keine Festlegungen	es wurden informell einige wenige Anforderungen formuliert		Die wesentlichen Daten und Modelleigenschaften für eine modellgestützte Inspektion und Instandsetzungsplanung wurden festgelegt		Alle notwendigen Daten und Modelleigenschaften wurden definiert.		Bitte weiter spezifizieren ...
	Auswahl	x							Inspektion
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Instandsetzung, Wartungsintervalle

Übergabe an Bauherrn für Betrieb	Wurde das Modell an den Bauherrn übergeben? In welcher Form?	nicht durchgeführt	ein grobes 3D-Modell einer Fachdisziplin wurde übergeben		das zusammengeführte Modell wurde als rein geometrisches Modell übergeben		Übergabe eines detaillierte Modells mit allen notwendigen Informationen für Wartung und Betrieb des Bauwerks		Bitte weiter spezifizieren ...
	Auswahl	x							Vorhandene Klassifikation
	Punkte	0	0	0	0	0	0		Offenes Datenformat