

Beauftragt durch das:



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

BIM4INFRA2020



Umsetzung des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“

AP 1.2 „Szenariendefinition“

AP 1.3 „Empfehlung“

Bericht Stand: 17.09.2018



Inhaltsverzeichnis

1. Überblick	3
2. Vorgehensweise	6
2.1 Festlegung relevanter Anwendungsfälle.....	8
2.2 Zuordnung der Anwendungsfälle zu Projektphasen.....	10
2.3 Bewertung von Aufwand und Nutzen.....	12
2.4 Bewertungsergebnisse.....	13
2.5 Zuordnung der Anwendungsfälle zu den Zielszenarien.....	15
3. Umsetzungsempfehlung	17
4. Begründung: Vergleichende Bewertung der Szenarien	18
5. Ausführliche Beschreibung des gewählten Szenarios	23
5.1 Anwendungsfälle.....	24
5.2 Projektabwicklung: Vergabeformen, AIA und BAP.....	24
5.3 Vertragsregelungen.....	28
5.4 Umfang und Inhalt der Modelle.....	28
5.5 Nutzung herstellernerneutraler Datenformate.....	30
5.6 Nutzung einer gemeinsamen Datenumgebung.....	30
5.7 Modellübergabe und Modellprüfung.....	30
6. Zusammenfassung	31
Anhang A: Detaillierte Beschreibung der Anwendungsfälle	32
Anhang B: Abkürzungsverzeichnis	60

1. Überblick

Die Digitalisierung hat im vergangenen Jahrzehnt weite Bereiche der Wirtschaft erfasst und für einen immensen Zugewinn an Produktivität in den unterschiedlichsten Industriesektoren gesorgt. Diese Produktivitätsgewinne sind an der Baubranche weitestgehend vorbeigegangen. Zwar werden auch im Bauwesen für die Planung, Errichtung und den Betrieb von Bauwerken digitale Werkzeuge eingesetzt, der Grad der Weiternutzung einmal erzeugter digitaler Informationen bleibt jedoch weit hinter dem anderer Branchen zurück. Viel zu häufig gehen wertvolle Informationen infolge der aktuell noch vorherrschenden Informationsübermittlung durch gedruckte Baupläne oder nur eingeschränkt weiterverwendbare Digitalformate verloren. Derartige Informationsbrüche treten über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks hinweg auf: Angefangen bei den verschiedenen Phasen der Planung, über die Ausführung und die lange Phase der Bewirtschaftung bis hin zum Um- bzw. Rückbau des Bauwerks.

Der Informationsaustausch im Bauwesen basiert heute zu einem überwiegenden Teil auf dem Austausch von technischen Zeichnungen, die Bauwerksinformationen vor allem in grafischer Form von Schnitten, Grundrissen und Detailzeichnungen wiedergeben. Die eingesetzten Software-Produkte zum Erstellen derartiger Zeichnungen imitieren dabei die jahrhundertealte Arbeitsweise mit dem Zeichenbrett. Strichzeichnungen können aber nicht vom Computer interpretiert werden, d.h., die darin enthaltenen Informationen können zum großen Teil nicht automatisiert erschlossen und verarbeitet werden. Dadurch bleibt das große Potential, das die Informationstechnologie zur Unterstützung der Projektabwicklung und Bewirtschaftung bietet, so gut wie ungenutzt.

Die Idee des Building Information Modeling (BIM) setzt genau hier an. Durch die BIM-Methode bestehen viel tiefgreifendere Möglichkeiten zur Computerunterstützung bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken, da Bauwerksinformationen nicht in Zeichnungen abgelegt, sondern in Form eines umfassenden digitalen Bauwerksmodells erstellt, vorgehalten und weitergegeben werden. Die Koordination der Planung, die Anbindung von Simulationen, die Steuerung des Bauablaufs und die Übergabe von Bauwerksinformationen an den Betreiber kann dadurch deutlich verbessert werden. Durch das weitgehende Entfallen

von wiederholten Eingaben und der konsequenten Weiternutzung digitaler Informationen werden aufwändige und fehleranfällige Arbeiten vermieden und ein Zuwachs an Produktivität und Qualität erzielt.

BIM-Ziele

Dem mit dem Einsatz von BIM-Methoden einhergehenden Gewinn an Produktivität steht in bestimmten Phasen des Bauvorhabens ggf. ein erhöhter Aufwand zur Erstellung bzw. Aufbereitung des digitalen Bauwerksmodells gegenüber. Wesentlich für die Steigerung der Effizienz und Qualität ist daher die genaue Festlegung der im Projekt durch den Einsatz von BIM zu erreichenden Ziele. Zu den übergeordneten BIM-Zielen gehören:

- Erhöhung der Planungssicherheit, insbesondere in Form gesteigerter Termin- und Kostensicherheit
- Erhöhung der Transparenz (Nachverfolgbarkeit von Entscheidungen und Konsequenzen sowie von entstandenen Kosten)
- damit einhergehende Minimierung von Risiken
- Verbesserung der Kommunikation und Schnittstellenkoordination
- Unterstützung der Öffentlichkeitsarbeit

Mit den o.g. Vorteilen kann eine Senkung der Gesamtprojektkosten erreicht werden.

BIM-Anwendungsfälle

Aus den zu erreichenden BIM-Zielen ergeben sich die umzusetzenden BIM-Anwendungsfälle. Die BIM-Anwendungsfälle beschreiben, auf welche Weise und zu welchem Zweck BIM-Modelle im Projekt genutzt werden. Zur Erarbeitung der möglichen Zielszenarien für das Jahr 2020 wurden insgesamt 20 auf die Anforderungen des Stufenplanes abgestimmte praxis-relevante Anwendungsfälle identifiziert. Die benannten Anwendungsfälle begünstigen die Durchgängigkeit der Nutzung digitaler Informationen auch über Projektphasen hinweg, indem sie in ihrer Gesamtheit alle Phasen der Bauprojektabwicklung und zusätzlich die Betriebsphase eines Bauwerks adressieren

und so der Forderung des Stufenplanes, die Kernprozesse der Projektrealisierung auf der Grundlage modellbasierter Arbeitens abzuwickeln, Rechnung tragen.

In der vorliegenden Untersuchung sind die **Anwendungsfälle** bewusst nach Aufgaben und Leistungen der Planung, Vergabe, Ausführung und des Betriebs von Bauprojekten in Anlehnung an die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) benannt. Dieser Ansatz verfolgt darüber hinaus die Absicht, dem Anwender zu verdeutlichen, dass sich durch die Nutzung von BIM primär die Methoden zur Erstellung der geforderten Leistungen ändern, die Leistungen als solche jedoch nicht. Der Bezug zum Hochbau ist ebenfalls bewusst gewählt, um im Hinblick auf eine mögliche Ausweitung der Umsetzung von BIM auch diesen Bereich mit einzuschließen.

Die Anwendungsfälle sind abstrakt und ergebnisbezogen formuliert. **BIM-gestützte Verfahren** werden als Vorgehensweisen zur Umsetzung der Anwendungsfälle definiert. So stellen modellbasierte Mengenermittlungen, automatisierte Kollisionsprüfungen („Clash Detections“), 4D- und 5D-Simulationen usw. keine eigenständigen Anwendungsfälle dar. Sie sind vielmehr Mittel (oder eben „Methoden“), um Anwendungsfälle umzusetzen.

Aufwände und Nutzen

Mit der Wahl der BIM-Anwendungsfälle gehen unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich Geometrie und Attribuierung an die BIM-Modelle einher. Gleichzeitig haben die in einem Bauvorhaben tatsächlich umgesetzten BIM-Anwendungsfälle entscheidenden Einfluss auf bspw. die Erhöhung der Termin- und Kostensicherheit. Die umzusetzenden Anwendungsfälle bilden daher den Kern der im Rahmen dieses Dokuments verfolgten Aufwand-Nutzen-Analyse und damit auch der Definition der Szenarien.

Die durchgeführte Erhebung zur Machbarkeit von Anwendungsfällen hat gezeigt, dass sowohl die Projektart als auch die Projektkomplexität keine generellen Ausschlusskriterien für die Umsetzung der definierten Anwendungsfälle bilden. Vor diesem Hintergrund und auch zur Reduktion des Analyseaufwandes wurde für die Bewertung von Aufwand und Nutzen je Anwendungsfall weder nach Komplexität eines Projektes noch nach Projekttyp unterschieden. Trotz der verfolgten allgemeingültigen Betrachtung muss jedoch festgehalten werden, dass der Nutzen

einzelner Anwendungsfälle immer projektspezifisch und unter Berücksichtigung von Projektgröße oder -komplexität zu betrachten ist und folglich eine Festlegung der letztlich umzusetzenden BIM-Anwendungsfälle entsprechend am konkreten Projekt erfolgen muss.

In jedem Fall muss der Nutzen des BIM-Einsatzes den damit verbundenen Aufwand überschreiten. Dabei muss die Nutzen-Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks hinweg erfolgen. Die Aufwands-Betrachtung muss sowohl Aufwände bei Auftraggebern (AG) als auch bei Auftragnehmern (AN) berücksichtigen und dabei unterscheiden zwischen Aufwänden, die einmalig bzw. vorübergehend auftreten (etwa für den Zeitraum der BIM-Einführung und der damit verbundenen, zeitlich begrenzten Umstellung in Organisationen und Abläufen), und solchen, die als dauerhaft anzusehen sind (etwa dauerhaft hinzukommende Lizenzkosten oder der Aufwand für das Datenmanagement einschließlich Betrieb und Wartung einer gemeinsamen Datenumgebung).

Risiken aus Auftraggebersicht

Neben der Aufwand-Nutzen-Relation der einzelnen Anwendungsfälle wurden ergänzend auch potentiell einhergehende Risiken, die eine möglichst reibungslose Umsetzung der BIM-Methodik betreffen, ermittelt. Zum Beispiel besteht das Risiko, dass die Technologie (Softwareprodukte) zur Umsetzung der jeweiligen Anwendungsfälle zum Zeitpunkt 2020 noch nicht hinreichend ausgereift ist bzw. dass „der Markt“ (d.h., alle am Bauprozess Beteiligten, wie Planer, Bauunternehmen, Hersteller etc.) sowie der AG noch nicht ausreichend qualifiziert sind, um die geforderten BIM-Anwendungsfälle in ausreichender Qualität umsetzen zu können.

Weitere Risiken betreffen die Vereinbarkeit geltender Richtlinien, Normen und Standards mit angestrebten BIM-basierten Planungs- und Ausführungsleistungen, welche in bestimmten Fällen bewertet und ggf. angepasst, im Ausnahmefall auch außer Kraft gesetzt oder neu erstellt werden müssen, um bestimmte Leistungen im Einklang mit der BIM-Methodik liefern zu können.

Nicht zuletzt wurde in die Überlegungen einbezogen, ob benötigte Technologien und Werkzeuge verfügbar sind bzw. sein werden, um eine wirtschaftliche Umsetzung einzelner Anwendungsfälle überhaupt zu ermöglichen. Es soll

hier darauf hingewiesen werden, dass es sich um prognostizierte Risiken für den Zeitpunkt 2020 handelt und einige Risiken durch Softwareweiterentwicklung sowie durch einen steigenden Erfahrungsgewinn in der BIM-Methode sowohl beim AG und auch AN ggf. geringer ausfallen können.

BIM-Szenarien

Im Auftrag des BMVI wurden von der Arbeitsgemeinschaft (ARGE) BIM4INFRA2020 drei Szenarien „Einstieg“, „Aufbruch“ und „Höchstleistung“ für die Nutzung von BIM in den Bereichen Bundesfernstraße und Bundeswasserstraße ab dem Jahr 2020 entwickelt. Die Szenarien unterscheiden sich zum einen hinsichtlich des erzielbaren Nutzens im Sinne der oben beschriebenen BIM-Ziele, zum anderen hinsichtlich des notwendigen Aufwands zur Ermöglichung und Etablierung der BIM-gestützten Arbeitsweise. Dazu kommen unterschiedliche Risiken bei den Anwendungsfällen. Abbildung 1 gibt die gewählte Herangehensweise zur Definition der Szenarien wieder.



Abbildung 1:
Systematische Vorgehensweise bei der Definition der BIM-Szenarien

Die drei Szenarien „Einstieg“, „Aufbruch“ und „Höchstleistung“ unterscheiden sich durch die vorgenommene Zuordnung der Anwendungsfälle, die auf einer Betrachtung des Aufwand-Nutzen-Verhältnisses beruht. Dabei gehen mit den Anwendungsfällen im Szenario „Einstieg“ sowohl ein eingeschränkter Aufwand zur Einführung als auch ein eingeschränkter Nutzen bei der Umsetzung einher. Die beiden Szenarien „Aufbruch“ und „Höchstleistung“ erweitern dieses Spektrum jeweils sukzessive.

Ziel der vorliegenden Ausarbeitung ist es, dem BMVI die Grundlage für die Entscheidung zugunsten eines der Szenarien zur Verfügung zu stellen, das ab 2020 verbindlich im Bundesfernstraßen- und Bundeswasserstraßenbau eingeführt wird. ■

2. Vorgehensweise

Kern und Ausgangspunkt der vorgenommenen Szenariendefinition ist die Festlegung von phasenbezogenen Anwendungsfällen und ihre Zuordnung zu den einzelnen Szenarien auf Basis detaillierter Betrachtungen hinsichtlich Aufwänden und Nutzen. Die Bewertung von Aufwand und Nutzen erfolgte anhand einer Befragung im Q4/2017 von 30 deutschen Experten mit BIM-Erfahrung auf Auftraggeber- und Auftragnehmerseite. Der Kreis der befragten Experten umfasste Personen aus den Bereichen Planung, Bauausführung, Vorhabensträger, BIM-Beratung und Wissenschaft. Diese gewährleisteten eine angemessene Berücksichtigung der Interessen und Sichtweisen aller am Bau beteiligten Gruppen.

Die ARGE hat sich für die Ermittlung von Aufwand und Nutzen der einzelnen Anwendungsfälle für den Weg einer Expertenbefragung entschieden, weil zum heutigen Zeitpunkt keine belastbaren statistischen Erkenntnisse über die Vorteile von BIM, insbesondere unabhängig von einzelnen, projektspezifischen Randbedingungen, vorliegen. Entsprechend schwierig ist die Quantifizierung von Vorteilen des BIM-Einsatzes. Im Interesse einer mit vertretbarem Aufwand erzielbaren, größtmöglichen Objektivierung wurde der Kreis der Bewertenden über die ARGE hinaus auf weitere Experten unterschiedlichster Interessengruppen erweitert.

Für die vorliegende Untersuchung wurde dementsprechend vornehmlich auf qualitative Aspekte abgestellt, wobei monetäre Aspekte bei der Behandlung des Aufwandes und des Nutzens genauso in die Betrachtung einbezogen wurden wie potentielle Risiken, die bei der Einführung von BIM auftreten können.

Bei der Betrachtung des **Aufwandes** wurde sowohl der **anfängliche Änderungsaufwand** von der jetzigen Arbeitsweise hin zur BIM-gestützten Arbeitsweise (Implementierungsaufwand) als auch der **potentielle Mehraufwand in der Projektbearbeitung** durch veränderte Arbeitsweisen berücksichtigt. Für den Implementierungsaufwand wurde der Aufwand auf der AG- und der AN-Seite analysiert und getrennt nach den Bereichen „Menschen“, „Technologien“ und „Richtlinien“ erfasst. Bei der Bewertung eines potentiell auftretenden dauerhaften Mehraufwands wurde vom eingeschwungenen System ausgegangen, bei dem die

BIM-gestützte Arbeitsweise auf AG- und AN-Seite etabliert ist und entsprechend umfangreiche Kenntnisse und Fähigkeiten in der Anwendung der BIM-Technologie vorhanden sind. Zudem wurde eine möglichst durchgängige Anwendung der BIM-Methodik angenommen und entsprechende Synergien zwischen den Anwendungsfällen berücksichtigt (siehe Abbildung 7).

Die ARGE prognostiziert für die kommenden Jahre zunächst einen erhöhten Aufwand für die Anwendung der BIM-Methode, der aber mit zunehmendem Kenntnisstand in der Branche und zunehmender Funktionsvielfalt und Ausgereiftheit der Software nach einem Zeitraum von fünf Jahren abgeklungen sein sollte (Abbildung 2). In der hier erfolgten Bewertung des Zusatzaufwands in der Projektbearbeitung wird die Zeit bis zur abgeschlossenen Etablierung der BIM-Methode betrachtet.

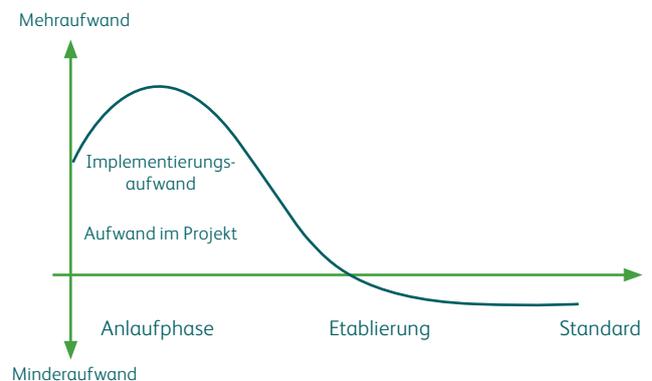


Abbildung 2: Prognostizierter Verlauf des Zusatzaufwandes für den Einsatz der BIM-Methode, einschließlich Implementierungsaufwand und potentiell Zusatzaufwand in der Projektbearbeitung

Für die Betrachtung des **Nutzens** wurde der **Mehrwert**, den der Anwendungsfall gegenüber der jetzigen Arbeitsweise liefert, ermittelt und bewertet. Der Nutzen wurde ebenfalls mehrschichtig je Anwendungsfall erfasst, und zwar im Hinblick auf verbesserte Qualität bzw. Transparenz, verringertes Risiko durch erhöhte Planungssicherheit bezüglich Kosten und Terminen sowie eine potentielle Reduktion von Gesamtprojektkosten. So können z. B. durch die Verringerung von Risiken (geringere Investitionsrisiken durch vertiefte Planvariantenuntersuchung, geringere Kostenrisiken durch verbesserte Gewerkekoordination, verbesserte Öffentlichkeitskommunikation durch

3D-Visualisierungen) u.U. signifikant Kosten eingespart werden. Eine detaillierte Darstellung des mit dem jeweiligen Anwendungsfall verbundenen Nutzens ist dem Anhang zu entnehmen.

Die Bewertung von Aufwand und Nutzen wurde zunächst von allen Befragten einzeln vorgenommen und dann als gemittelte Werte zusammengefasst und analysiert. Auf diese Weise konnten unterschiedliche Erfahrungen, Hintergründe und Sichtweisen (Planungsbüros, Ausführende, BIM-Berater, Wissenschaft) berücksichtigt werden.

Neben der Aufwand-Nutzen-Analyse wurden auch die **Risiken** untersucht, die sich durch die Implementierung bzw. Umsetzung der Anwendungsfälle für den Auftraggeber ergeben und durch welche Maßnahmen sich diese Risiken minimieren lassen. Der Fokus bei der Betrachtung des Risikos lag auf der **Machbarkeit**, d.h. der Umsetzbarkeit des Anwendungsfalles bis 2020, insbesondere im Hinblick auf spätestens bis dahin zu entwickelnde Technologien und/oder anzupassende bzw. zu entwickelnde Richtlinien.

Um die Bewertungsgrundlagen zu vereinheitlichen, wurde zunächst zwischen den Anwendungsfällen einerseits und den Rahmenbedingungen zur Umsetzung (Kontext) andererseits unterschieden. Diese Trennung hat folgenden Hintergrund: Zum einen soll es die Auswertung vereinfachen, da benannter Kontext grundsätzlich für alle untersuchten Anwendungsfälle, d.h. übergeordnet zu definieren ist. Zum anderen wurde so eine projektunabhängige Vergleichbarkeit von Anwendungsfällen ermöglicht, wozu bewusst eine Verallgemeinerung der betrachteten Anwendungsfälle in Kauf genommen werden musste.

Wie eingangs erwähnt, wurde unter Berücksichtigung der erstellten Status Quo-Analyse zur heutigen und zukünftigen Realisierbarkeit von Anwendungsfällen für die Bewertung von Aufwand und Nutzen je Anwendungsfall weder nach Komplexität eines Projektes noch nach Projekttyp unterschieden.

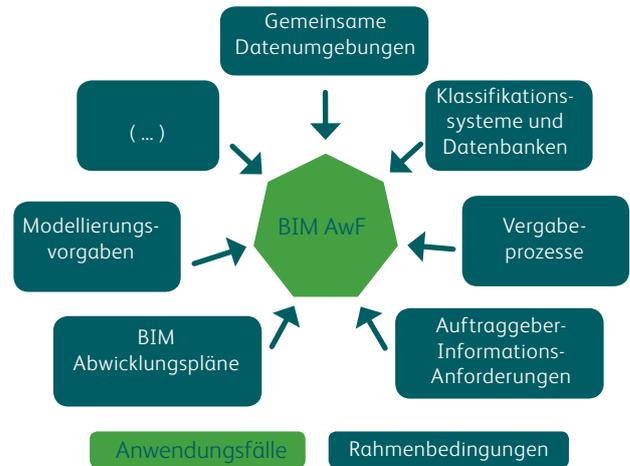


Abbildung 3: Trennung von Anwendungsfällen und dem Kontext aus Rahmenbedingungen zur Umsetzung von BIM

Abbildung 3 zeigt die Trennung von Anwendungsfällen und ihrem Kontext aus notwendigen Rahmenbedingungen. Der Kontext stellt hierbei die Grundlage zur Umsetzung von BIM für jedes Szenario dar und bezieht sich auf die Gesamtheit organisatorischer, technischer und rechtlicher Voraussetzungen, die grundsätzlich zu berücksichtigen sind. Hierzu gehören u.a.

- die Verwendung einer gemeinsamen Datenumgebung (engl. Common Data Environment CDE),
- die Verfügbarkeit von Klassifikationssystemen zur Bauwerksbeschreibung,
- die Verfügbarkeit von Objektdatenbanken zur Festlegung notwendiger Attribute und Detaillierungsgrade im Modell,
- die Erstellung von Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) zur Festlegung von BIM-basierten Leistungen,
- die Erstellung von BIM-Abwicklungsplänen (BAP) durch den bzw. die Auftragnehmer zur Festlegung der Vorgehensweisen zur Umsetzung der AIA,
- die Erstellung von Modellierungsvorschriften zur Festlegung von Modellstrukturen und Modellinhalten,
- die Verfügbarkeit von Datenformaten zum verlustarmen Austausch notwendiger Modelle und Daten,

- Vergabeprozesse, die die Spezifika der BIM-Umsetzung berücksichtigen,
- Verfügbarkeit einer Planungs-Terminplanung zur Sicherstellung der Konsolidierbarkeit von Fachmodellen und weiterer relevanter Unterlagen,
- Vertragliche Regelungen,
- Auftraggeberseitige Qualitätssicherung.

Bei der Betrachtung wird davon ausgegangen, dass diese Randbedingungen ab 2020 ausreichend erfüllt sind. Der Kontext für das empfohlene Zielszenario wird in Abschnitt 5 detailliert dargestellt und bildet einen wesentlichen Bestandteil des empfohlenen Szenarios.

Folgende Bearbeitungsschritte wurden nach dieser Aufteilung von Anwendungsfällen und Kontext zur Umsetzung zunächst angewendet:

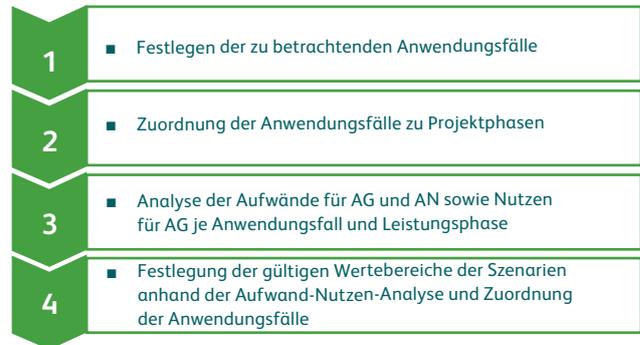


Abbildung 4: Bearbeitungsschritte zur Zuordnung von Anwendungsfällen zu den einzelnen Zielszenarien

2.1 Festlegung relevanter Anwendungsfälle

Die relevanten Anwendungsfälle (AwF) wurden szenarienunabhängig auf Basis des Status Quo sowie einer Machbarkeitsanalyse ermittelt. Alle AwF sind detailliert im Anhang beschrieben, samt einer Darstellung des antizipierten Aufwands und Nutzens. Diese Beschreibung wurde den befragten Experten als Grundlage für die Aufwand-Nutzen-Bewertung zur Verfügung gestellt.

Die Benennung von Anwendungsfällen wurde zum Teil auf Grundlage der HOAI-Leistungsbilder vorgenommen. Hiermit soll vorrangig eine einheitliche Sichtweise der geforderten Lieferleistung erzeugt und gleichzeitig betont werden, dass sich durch die Anwendung von BIM keine Planungs- oder Ausführungsleistungen ändern sollen, sondern lediglich die Methoden, um diese zu erbringen.

Die in der folgenden Tabelle dargestellten, zuvor identifizierten Anwendungsfälle wurden im Rahmen der Aufwand-Nutzen-Analyse berücksichtigt. Dabei wird darauf hingewiesen, dass es sich um die gebräuchlichsten Anwendungsfälle handelt und projektspezifisch weitere Anwendungsfälle hinzukommen können.

Nr	Anwendungsfall	Kurzbeschreibung
AwF 1	Bestandserfassung	Erfassen wesentlicher Aspekte des Bestandes durch geeignetes Aufmaß und Überführung in ein 3D-Bestandsmodell. Eingangsdaten können aus bestehenden Unterlagen, Vermessungen, 3D-Scans, Photogrammetrie oder einer Kombination daraus entnommen werden.
AwF 2	Planungsvariantenuntersuchung	Erstellung der Planungsvarianten als BIM-Modelle und Bewertung hinsichtlich der Kosten, Termine und/oder Qualität.
AwF 3	Visualisierungen	Bedarfsgerechtes Visualisieren des BIM-Modells als Basis für Projektbesprechungen im Zuge der Planung und der Ausführung sowie für die Öffentlichkeitsarbeit.
AwF 4	Bemessung und Nachweisführung	Nutzung des Modells für Bemessung und Nachweisführung, einschließlich etwaiger Simulationen wie z.B. Entrauchung, Fluchtwege etc.
AwF 5	Koordination der Fachgewerke	Zusammenführen der Fachmodelle in einem Koordinationsmodell mit anschließender automatisierter Kollisionsprüfung und systematischer Konfliktbehebung.
AwF 6	Fortschrittskontrolle der Planung	Nutzung des Modells für die Planungsfortschrittskontrolle als Grundlage des Projekt-Controllings.
AwF 7	Erstellung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen	Ableitung der wesentlichen Teile der Entwurfs- und Genehmigungspläne aus dem Modell.
AwF 8	Arbeits- und Gesundheitsschutz: Planung und Prüfung	Darstellen sicherheitsrelevanter Aspekte (z.B. Sperrzonen, Zugangsbeschränkungen, Fluchtwege, Brandbekämpfung, Betriebsabläufe usw.) im Modell, ggf. in Zusammenhang mit temporären Bauzuständen oder Einrichtungen. Durchführen sicherheitsrelevanter Dokumentations- und Kontrollprozesse während der Bauausführung, etwa mit digitalen Formularen auf mobilen Endgeräten.
AwF 9	Planungsfreigabe	Durchführen der Prüfläufe zur Freigabe der Planungsunterlagen auf Basis von 3D-Modellen und der daraus abgeleiteten 2D-Pläne.
AwF 10	Kostenschätzung und Kostenberechnung	Ermittlung strukturierter und bauteilbezogener Mengen (Volumen, Flächen, Längen, Stückzahlen) anhand des Modells als Basis für Kostenschätzungen und Kostenberechnungen.
AwF 11	Leistungsverzeichnis, Ausschreibung, Vergabe	Modellgestützte Erzeugung von mengenbezogenen Positionen des Leistungsverzeichnisses, modellbasierte Ausschreibung, Vergabe und Angebotsabgabe.
AwF 12	Terminplanung der Ausführung	Erstellung von Terminplänen. Vorgängen werden Elemente des Modells zugeordnet (4D-Modell). Damit ergeben sich auch Zuordnungen zu Mengen und damit Kosten (5D-Modell).
AwF 13	Logistikplanung	Unterstützung der Planung und Kommunikation von Logistikabläufen mithilfe von 4D- und 5D- Modellen.
AwF 14	Erstellung von Ausführungsplänen	Ableitung der wesentlichen Teile der Ausführungsplanung aus dem Modell.
AwF 15	Baufortschrittskontrolle	Nutzung des Modells für die Baufortschrittskontrolle als Grundlage des Projekt-Controllings.
AwF 16	Änderungsmanagement bei Planungsänderungen	Nutzung des Modells zur Dokumentation und Nachverfolgung von Planungsänderungen während der Bauausführung, Unterstützung der Auffindbarkeit, Nachverfolgung und ggf. die Freigabe von Projektänderungen aufgrund von Planungsänderungen.

Nr	Anwendungsfall	Kurzbeschreibung
AwF 17	Abrechnung von Bauleistungen	Nutzung des Modells – insbesondere der bauteilbezogenen Mengen – als Grundlage der Abrechnung von Bauleistungen.
AwF 18	Mängelmanagement	Nutzung des Modells zur Dokumentation von Ausführungsmängeln und deren Behebung.
AwF 19	Bauwerksdokumentation	Im Zuge des Abschlusses der Baumaßnahme wird ein Wie-Gebaut-Modell erstellt. Es beinhaltet detaillierte Informationen zur Ausführung, zu den verwendeten Materialien und Produkten sowie ggf. Verweise auf Prüfprotokolle und weitere Dokumente. Man spricht in diesem Fall auch von der „Digitalen Bauwerksakte“.
AwF 20	Nutzung für Betrieb und Erhaltung	Übernahme von Daten in entsprechende Systeme für das Erhaltungsmanagement, Darstellung und ggf. Bewertung des Bauwerkszustandes im Modell durch verortete Bauwerksschäden bzw. Angaben zu Details von durchgeführten Zustandserfassungen. Dieser Anwendungsfall sieht des Weiteren vor, die im Zuge von Inspektionen erhaltenen Informationen zum Zustand eines Bauwerks, einschließlich der ggf. identifizierten Schädigungen, in einem BIM-Modell zu hinterlegen und auf dieser Basis Instandsetzungsmaßnahmen zu planen. Durch die Nutzung eines Modells wird die Zustandsbewertung objektiver, transparenter und nachvollziehbarer. Zur Unterstützung von Inspektionen ist die Visualisierung des Modells vor Ort sowie die Möglichkeit des Verknüpfens des Modells mit Fotografien und Notizen erforderlich.

Tabelle 1: Betrachtete Anwendungsfälle

2.2 Zuordnung der Anwendungsfälle zu Projektphasen

Ein Anwendungsfall kann abhängig von der Projektphase, in der er angewendet wird, sehr unterschiedliche Ausprägungen besitzen. Zum Beispiel umfasst die Koordination der Fachgewerke zum Zeitpunkt einer Entwurfsplanung sehr wahrscheinlich einen anderen („geringeren“) Komplexitätsgrad als bei der späteren Ausführungsplanung. Um diese Ausprägungen im Hinblick auf unterschiedliche Aufwand-Nutzen-Abschätzungen berücksichtigen zu können, wurden die Anwendungsfälle aus Abschnitt 2.1 im nächsten Schritt in die Hauptgruppen „Bestandserfassung“, „Planung“, „Genehmigung“, „Vergabe“, „Ausführung“ und „Betrieb“ unterteilt und anschließend jeweils den Projektphasen zugeordnet, in denen die Anwendungsfälle erwartungsgemäß umgesetzt werden. Die Projektphasen erhielten die Bezeichnungen „1“ bis „9“ (in Anlehnung an die HOAI-Leistungsphasen(Lph)) sowie „B“ für den Betrieb. Die beschriebenen Leistungen enthalten sowohl „Grundleistungen“ (GL) als auch „Besondere Leistungen“ (BL) gemäß HOAI. Eine Zuordnung der AwF zu GL und BL wird an dieser Stelle ausdrücklich nicht vorgenommen.

Nr	Anwendungsfälle	Planung	Vergabe der Ausführung		Ausführung				Betrieb		
		Leistungsphasen gem. HOAI									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Betrieb
Bestandserfassung											
AwF 1	Bestandserfassung										
Planung											
AwF 2	Planungsvariantenuntersuchung										
AwF 3	Visualisierungen										
AwF 4	Bemessung und Nachweisführung										
AwF 5	Koordination der Fachgewerke										
AwF 6	Fortschrittkontrolle der Planung										
AwF 7	Erstellung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen										
AwF 8	Arbeits- und Gesundheitsschutz: Planung und Prüfung										
AwF 10	Kostenschätzung und Kostenberechnung										
Genehmigung											
AwF 9	Planungsfreigabe										
Vergabe											
AwF 11	Leistungsverzeichnis, Ausschreibung, Vergabe										
Ausführungsplanung und Ausführung											
AwF 12	Terminplanung der Ausführung										
AwF 13	Logistikplanung										
AwF 14	Erstellung von Ausführungsplänen										
AwF 15	Baufortschrittkontrolle										
AwF 16	Änderungsmanagement										
AwF 17	Abrechnung von Bauleistungen										
AwF18	Mängelmanagement										
AwF 19	Bauwerksdokumentation										
Betrieb											
AwF 20	Nutzung für Betrieb und Erhaltung										

Tabelle 2: Zuordnung der Anwendungsfälle zu den HOAI-Leistungsphasen

2.3 Bewertung von Aufwand und Nutzen

Die Zuordnungen von Anwendungsfällen zu den einzelnen Szenarien basiert auf der Einschätzung von Aufwand (für AG und AN) sowie Nutzen für den AG je Anwendungsfall.

Hierzu wurden die Angaben der Befragten in einem festgelegten Wertebereich zwischen 0 und 3 je Anwendungsfall erfasst.

Aufwand

Die Anwendung der BIM-Methodik bedeutet

0. keinen zusätzlichen Aufwand
1. einen leicht erhöhten Aufwand
2. einen erhöhten Aufwand
3. einen signifikant höheren Aufwand während der Implementierung und ggf. bei der regelmäßigen Anwendung gegenüber aktuell angewendeten Methoden.

Die AG- und AN-seitigen Aufwände wurden für die folgenden Bereiche bewertet:

Implementierungsaufwand

- Technologie (u.a. Anschaffungskosten für Hardware, Software (Lizenzgebühren), Datenbanken),
- Menschen (u.a. Schulungsmaßnahmen/Training, Schaffung neuer Stellen, höher qualifiziertes Personal) und
- Richtlinien (u.a. Einführung neuer Prozesse und Arbeitsweisen, Anpassung allgemeiner Richtlinien/ Regelwerke)

Potentieller Mehraufwand im Projekt

- potentieller Mehraufwand in den Bauvorhaben zu Beginn der Etablierungsphase, siehe Abbildung 2

Nutzen

Im Vergleich zu aktuell angewandten Methoden gibt es:

0. keinen erkennbaren Mehrwert
1. einen leicht erhöhten Mehrwert
2. einen erhöhten Mehrwert
3. einen deutlich erhöhten Mehrwert

Die Bereiche, in denen der Nutzen betrachtet wurde, sind:

- Qualität/Transparenz¹ (bessere Planungsdokumente, höherwertige Ausführung, bessere Bestandsdokumentation, Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen),
- Planungssicherheit (erhöhte Termin- und Kostensicherheit durch verbesserte Kommunikation, Vermeidung von Planungsfehlern durch bessere Planungsunterlagen, beschleunigte Genehmigungsverfahren, weniger Verzögerungen) und
- Kostensenkung (bessere Angebote der Auftragnehmer durch Verringerung der Projektrisiken, weniger Nachträge) sowie Verkürzung der Planungszeit, Verkürzung der Bauzeit, weniger Nachträge, schnellere Übergabe der Wie-Gebaut-Dokumentation.

¹ der mit dem jeweiligen AwF erzielte Nutzen ist detailliert im Anhang dargestellt

2.4 Bewertungsergebnisse

Entsprechend der im vorangegangenen Abschnitt dargelegten Vorgehensweise wurden die aufgelisteten Anwendungsfälle einer Aufwand-Nutzen-Betrachtung in Form einer Expertenbefragung unterzogen.

Dabei wurden wie beschrieben separate Bewertungen in Hinblick auf die Implementierungsaufwände (anfängliche Investitionen) sowie die potentiellen Mehraufwände in der Projektbearbeitung erfasst. Der Gesamtaufwand ergab sich aus einem gewichteten Mittel von 70% Implementierungsaufwand und 30% Projektaufwand, dessen Verteilung sich aus der hier verfolgten Fragestellung der Empfehlung zur Umsetzung des Stufenplans ableitet. Die Bewertung des zusätzlichen Projektaufwands bezieht sich auf das Jahr 2020. Wie in Abbildung 2 dargestellt, rechnet die BIM4INFRA2020 mit einer kontinuierlichen Abnahme des Projektaufwands bis hin zu einem Minderaufwand mit zunehmender Etablierung der BIM-Methode.

Der Nutzen wurde aus Sicht des Auftraggebers im Sinne des Erreichens der übergreifenden BIM-Ziele, wie Senkung der Kosten, Erhöhung von Planungssicherheit und der Qualität/Transparenz von Leistungen, bewertet.

Die folgende Tabelle gibt die mit Hilfe der durchgeführten Befragungen ermittelten Bewertungen des Aufwands und des Nutzens einzelner Anwendungsfälle wieder.

Nr	AwF	Implem. Aufwand	Projekt-Aufwand	Gesamt-aufwand	Nutzen für AG	Nutzen-Aufwand-Verhältnis
AwF 1	Bestandserfassung	1,7	1,1	1,5	2,5	1,67
AwF 2	Planungsvarianten-untersuchung	1,7	0,9	1,5	2,3	1,53
AwF 3	Visualisierungen	1,0	0,7	0,9	2,5	2,73
AwF 4	Bemessung und Nachweisführung	2,5	1,4	2,2	1,9	0,86
AwF 5	Koordination der Fachgewerke	1,5	0,8	1,3	2,6	1,99
AwF 6	Fortschrittskontrolle der Planung	1,8	0,7	1,5	2,0	1,35
AwF 7	Erstellung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen	1,8	0,8	1,5	2,3	1,53
AwF 8	Arbeits- und Gesundheitsschutz: Planung und Prüfung	1,8	1,3	1,7	1,7	1,01
AwF 9	Planungsfreigabe	2,0	0,8	1,7	2,1	1,26
AwF 10	Kostenschätzung und Kostenberechnung	1,9	0,6	1,5	2,5	1,71
AwF 11	Leistungsverzeichnis, Ausschreibung, Vergabe	2,1	0,9	1,8	2,6	1,47
AwF 12	Terminplanung der Ausführung	1,8	0,9	1,5	2,3	1,56
AwF 13	Logistikplanung	2,0	1,3	1,8	1,8	1,01
AwF 14	Erstellung von Ausführungsplänen	1,8	1,0	1,6	2,2	1,39
AwF 15	Baufortschrittskontrolle	1,9	0,8	1,6	2,1	1,34
AwF 16	Änderungsmanagement	1,8	0,9	1,5	2,3	1,46
AwF 17	Abrechnung von Bauleistungen	2,2	1,0	1,8	2,2	1,23
AwF 18	Mängelmanagement	1,6	0,9	1,4	2,4	1,73
AwF 19	Bauwerksdokumentation	2,3	1,5	2,0	2,6	1,31
AwF 20	Nutzung für Betrieb und Erhaltung	2,4	1,3	2,1	2,7	1,30

Abbildung 5: Bewertung von Aufwand und Nutzen der einzelnen Anwendungsfälle durch die befragten Experten.

■ Einstieg; ■ Aufbruch; ■ Höchstleistung

2.5 Zuordnung der Anwendungsfälle zu den Zielszenarien

Die Bewertung ermöglicht eine Verortung der jeweiligen Anwendungsfälle im Aufwand-Nutzen-Diagramm. Die entstehende Punktwolke kann anschließend den drei Szenarien durch eine entsprechende Regionenbildung zugeordnet werden.

Die Zuordnung von Anwendungsfällen zu den einzelnen Szenarien wurde auf Basis des jeweiligen Wirkungsgrades vorgenommen. Die erzielbare Wirkung eines Anwendungsfalles ergibt sich aus dem Verhältnis des Nutzens zum Aufwand (siehe Abbildung 6). Als Grenzwerte wurde ein Nutzen-Aufwand-Verhältnis von mindestens **1.5** für die Einordnung in das Szenario „Einstieg“ und von mindestens **1.2** für die Einordnung in das Szenario „Aufbruch“ definiert.

Der Wirkungsgrad für das Szenario „Einstieg“ ist demnach zwar am größten, da bei vergleichsweise geringem Implementierungsaufwand der größte Nutzen erzeugt werden kann. Gleichzeitig umfasst dieses Szenario aber unvermeidlich eine eingeschränkte Bandbreite an umzusetzenden Anwendungsfällen, wodurch potentiell Nutzen in bestimmten Projektphasen unberücksichtigt bleibt.

Das Szenario „Aufbruch“ schließt darauf aufbauend zusätzlich weitere Anwendungsfälle mit ein und umfasst zum einen solche Anwendungsfälle, die bei gleichbleibendem Aufwand einen etwas geringeren Nutzen bringen, zum anderen aber auch diejenigen Anwendungsfälle, die bei höherem Aufwand auch einen entsprechend höheren Nutzen erzeugen können. Dieses Szenario enthält eine große Bandbreite an Anwendungsfällen, die alle Phasen der Projektbearbeitung abdecken.

Das Szenario „Höchstleistung“ umfasst im Vergleich zum Szenario „Aufbruch“ schließlich auch diejenigen Anwendungsfälle, deren Nutzen-Aufwand-Verhältnis schwächer ausfällt, die aber dennoch eine positive Wirkung entfalten können, da ihr Nutzen größer ist als der notwendige Aufwand.

Der AwF 4, der ein gewichtetes Nutzen-Aufwand-Verhältnis von 0,86 aufweist, wurde keinem der Szenarien zugeordnet, da eine Umsetzung bis 2020 nach Einschätzung vieler Experten unrealistisch ist.

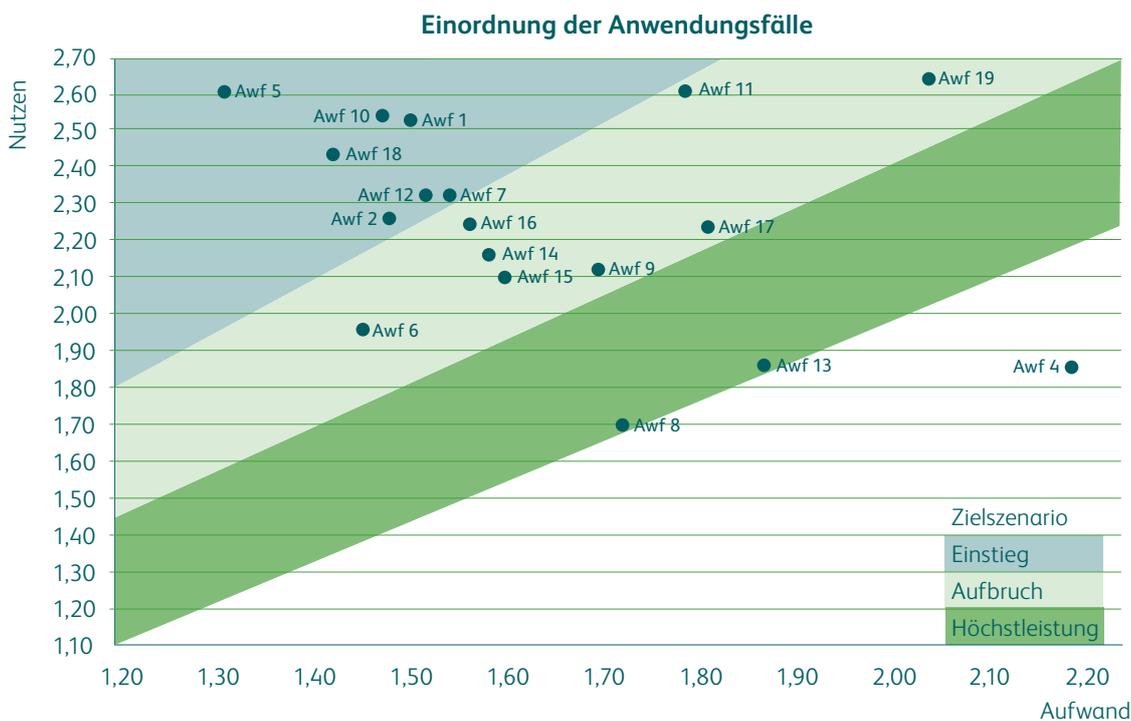


Abbildung 6: Regionenbildung zur Definition der Szenarien; Zuordnung der Anwendungsfälle

Im Folgenden werden die Analyse-Ergebnisse gemäß der vorgeschlagenen Unterteilung in die zuvor erläuterten Szenarien „Einstieg“, „Aufbruch“ und „Höchstleistung“ noch einmal tabellarisch dargestellt. ■

Nr.	Bezeichnung	Einstieg	Aufbruch	Höchstleistung
AwF 1	Bestandserfassung	X	X	X
AwF 2	Planungsvarianten- untersuchung	X	X	X
AwF 3	Visualisierungen	X	X	X
AwF 4	Bemessung und Nachweisführung	-	-	-
AwF 5	Koordination der Fachgewerke	X	X	X
AwF 6	Fortschrittskontrolle der Planung	-	X	X
AwF 7	Erstellung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen	X	X	X
AwF 8	Arbeits- und Gesundheits- schutz: Planung und Prüfung	-	-	X
AwF 9	Planungsfreigabe	-	X	X
AwF 10	Kostenschätzung und Kostenberechnung	X	X	X
AwF 11	Leistungsverzeichnis, Ausschreibung, Vergabe	-	X	X
AwF 12	Terminplanung der Ausführung	X	X	X
AwF 13	Logistikplanung	-	-	X
AwF 14	Erstellung von Ausführungsplänen	-	X	X
AwF 15	Baufortschrittskontrolle	-	X	X
AwF 16	Änderungsmanagement	-	X	X
AwF 17	Abrechnung von Bauleistungen	-	X	X
AwF 18	Mängelmanagement	X	X	X
AwF 19	Bauwerksdokumentation	-	X	X
AwF 20	Nutzung für Betrieb und Erhaltung	-	X	X
AwF 20	Nutzung für Betrieb und Erhaltung	-	X	X

Tabelle 3 : Zuordnung der Anwendungsfälle zu den Szenarien

3. Umsetzungsempfehlung

Auf Basis der vorgenommenen Analyse empfiehlt die ARGE BIM4INFRA2020 aus den im folgenden Abschnitt detailliert aufgeführten Gründen die Umsetzung des Szenarios „**Aufbruch**“ ab dem Jahr 2020.

Die Leistungsfähigkeit und der Aufwand zur Realisierung des jeweiligen Szenarios ergeben sich aus den definierten Anwendungsfällen. Im Vergleich mit dem Szenario „**Einstieg**“ ist der Mehraufwand auf Seiten der AG und AN für das Szenario „**Aufbruch**“ verhältnismäßig gering, der Nutzen jedoch deutlich erhöht. Das Szenario „Höchstleistung“ erfordert wiederum einen deutlich erhöhten Aufwand bei einem geringer ausgeprägten zusätzlichen Nutzen, der jedoch noch über dem Aufwand liegt. Zudem werden die mit dem Szenario „**Höchstleistung**“ verbundenen Umsetzungsrisiken für den Zeitpunkt 2020 als hoch eingeschätzt. Das Szenario „Aufbruch“ realisiert in starkem Maße Synergien zwischen den Anwendungsfällen. Dagegen würde das Szenario „Einstieg“ auf Grund der zugeordneten Anwendungsfälle den BIM-Einsatz in bestimmten Projektphasen ausschließen und damit eine durchgängige Nutzung von BIM unterbinden. ■

4. Begründung: Vergleichende Bewertung der Szenarien

Wesentlich für die vergleichende Bewertung der Szenarien ist neben der Betrachtung des Aufwands und Nutzens eines individuellen Anwendungsfalls insbesondere auch die Berücksichtigung der sich ergebenden Synergien zwischen den Anwendungsfällen. Beispielsweise sind die in der Leistungsphase 3 (Lph3) erstellten Modelle im Regelfall sowohl für die Anwendungsfälle „Visualisierung“ und „Erstellung der Entwurfs- und Genehmigungspläne“ als auch für die „Koordination der Fachgewerke“ einsetzbar.

Szenario Einstieg

Das Szenario **Einstieg** fokussiert auf die Anwendungsfälle, bei denen ein überschaubarer Aufwand zur Einführung im Hinblick auf Technologie, Menschen und Richtlinien einem besonders hohen Nutzen hinsichtlich Qualität, Termintreue und Kostensicherheit im Bauvorhaben gegenübersteht. Dies betrifft insbesondere:

- AwF 1
BIM-gestützte Bestandserfassung
Die Bestandserfassung erfolgt mithilfe digitaler Vermessungsmethoden, anhand von Bestandsplänen sowie durch Abfrage digitaler Datenbestände (GIS², ATKIS³ etc.). Die erhobenen Daten werden als Grundlage für die BIM-gestützte Planung verwendet. Dieser Anwendungsfall ist eine wichtige Voraussetzung für die Durchführbarkeit und Qualität der nachfolgenden Anwendungsfälle.
- AwF 2
BIM-gestützte Untersuchung von Planungsvarianten
Variantenvergleiche werden in Lph2 der HOAI für Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen gefordert. Der Einsatz von BIM-Modellen vereinfacht und beschleunigt den Vergleich verschiedener Varianten bei verbesserter Qualität durch die Nutzung von BIM-Methoden wie Planerstellung, Visualisierung und Mengenermittlung.
- AwF 3
BIM-gestützte Visualisierungen
3D-Visualisierungen unterstützen die Kommunikation mit der Öffentlichkeit bei der Planung von Projekten. Die Einbindung von erläuterndem Sprechertext oder Einblendungen hilft in einfacher Weise, eine große Anzahl von Bürgern und andere Betroffene zu erreichen und zu informieren. Diese Unterstützung wird als sehr nützlich angesehen. Weiterhin können vereinfachte technische Visualisierungen, welche auch mit geringem Aufwand direkt aus BIM-Modellen generiert werden können, in Projektbesprechungen das Verständnis des Bauvorhabens bei allen Projektbeteiligten erhöhen.
- AwF 5
BIM-gestützte Koordination der Fachgewerke
Durch Weiternutzung der Modelle der Entwurfs- und Genehmigungsplanung (Szenario Einstieg), später auch der Ausführungsplanung (Szenario Aufbruch), kann eine Koordination der Fachgewerke für wesentliche Aspekte der Planung durchgeführt werden. Die systematische Analyse korrekt konsolidierter Fachmodelle bewirkt eine transparentere Bewertung der Qualität der Leistungserbringung und vermeidet später oft nur aufwendig zu korrigierende Fehlplanungen. Der Anwendungsfall wird auch in späteren Projektphasen mit fortgeschriebenem Koordinationsmodell durchgeführt.
- AwF 7
BIM-gestützte Erstellung der Entwurfs- und Genehmigungspläne
Dieser Anwendungsfall bildet die Basis für die Durchführung vieler anderer Anwendungsfälle und erschließt Synergien. Die Erstellung von Planunterlagen aus einem BIM-Modell ist eine effiziente Methode zur Steigerung der Qualität der Planungsergebnisse. Da bestehende Regelwerke zur Gestaltung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen an der herkömmlichen händischen Erstellung von Zeichnungen orientiert

² Geographische Informationssysteme

³ Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem

sind und aus dem Modell abgeleiteten Pläne zum Teil Abweichungen aufweisen können, sind diese Regelwerke anzupassen, um dem effizienten Einsatz der BIM-Methode bei der Planerstellung gerecht zu werden. Dies kann aber auch durch entsprechende Ausnahmeklauseln vertraglich geregelt werden.

■ AwF 10

BIM-gestützte Kostenschätzung und Kostenberechnung

Die Mengenermittlung anhand eines BIM-Modells erhöht die Zuverlässigkeit der Kostenschätzung bzw. Kostenberechnung und damit die Transparenz und Kostensicherheit in einem Bauvorhaben. Für eine effiziente Umsetzung dieses Anwendungsfalls sind ggf. Regelwerke und Richtlinien zur Mengenermittlung anzupassen bzw. bei BIM-Projekten teilweise außer Kraft zu setzen.

■ AwF 12

BIM-gestützte Terminplanung der Ausführung

Dieser Anwendungsfall basiert auf 4D-Modellen und bezieht sich auf die Weiternutzung von Modellen aus der Entwurfsplanung, um in Verbindung mit dem Bauzeitenplan (Entwurfsterminplan bzw. Vertragsterminplan) den vorgesehenen Ablauf zu visualisieren und damit einhergehend die Kommunikation der Inhalte des Bauablaufs zu unterstützen sowie eine frühzeitige Koordination und Abstimmung zwischen den Projektbeteiligten zu fördern. Der Anwendungsfall wird auch in späteren Projektphasen mit entsprechend fortgeschriebenen Modellen umgesetzt, um dem vereinbarten Bau-Soll zu entsprechen. Der AG muss sicherstellen, dass die Modelle mit vertretbarem Aufwand fortgeschrieben werden können. Auch hier sind Vorgaben zur Datenübergabe erforderlich.

■ AwF 18

BIM-gestütztes Mängelmanagement

Als Grundlage für die Mängelerfassung dient vor allem die Bauwerksstruktur aus dem BIM-Modell. Mängel werden entsprechend dieser Strukturierung erfasst und dokumentiert. Es lassen sich Mängel direkt vor Ort erfassen, dokumentieren, zur Beseitigung zuteilen und nachverfolgen. Dies führt zu einer besseren Nachvollziehbarkeit und effizienteren Kommunikation zwischen den Beteiligten.

Bei diesen Anwendungsfällen sind die Hürden zur Einführung von BIM-gestützten Verfahren relativ gering. Das Szenario sieht vor, dass Modelle mit einem Detaillierungsgrad erstellt werden, der ausreichend ist, um die o.g. Anwendungsfälle umzusetzen. Es sind nur wenige Richtlinien zu überarbeiten, v.a. im Bereich der Planerstellung. Im Wesentlichen handelt es sich um Abweichungen zu Vorschriften, die dem Grunde nach Vereinfachungen und Arbeitsweisen beschreiben, die eine effiziente konventionelle Planung ermöglichen. Diese Abweichungen können ggf. auch projektspezifisch im Rahmen der AIA und der Vertragsgestaltung definiert werden. Diese Möglichkeiten werden im Bericht zum Arbeitspaket 3 (AP3) – Rechtliche Fragen – detailliert ausgeführt.

Der erforderliche Aufwand bei den Auftraggebern begrenzt sich auf Schulungen bzw. Weiterbildung, die Anschaffung entsprechender BIM-Software und ggf. leistungsfähigerer Hardware. Eine Änderung der organisatorischen Abläufe ist nur in geringem Grad erforderlich (Prüfung und Freigabe von Modellen). Zwar können mit diesem Szenario erste Vorteile der BIM-gestützten Arbeitsweise umgesetzt werden, ein Großteil des Potentials bleibt jedoch ungenutzt. Insbesondere bleiben potentielle Synergien zwischen bestimmten Anwendungsfällen unerschlossen. Als Beispiel sei genannt, dass das im Rahmen der Entwurfsplanung erstellte BIM-Modell zwar zur Koordination der Fachgewerke, aber eben nicht für die Planungsfreigabe oder die Erstellung des Leistungsverzeichnisses verwendet wird. Damit stünde dem Aufwand der Modellerstellung ein nicht vollständig erschlossener Nutzen gegenüber.

Szenario Aufbruch

Das Szenario Aufbruch erweitert die Anwendungsfälle des Szenarios Einstieg, um diejenigen Anwendungsfälle, die zwar einen erhöhten Einführungsaufwand mit sich bringen, gleichzeitig aber auch ein deutlich größeres Spektrum der Vorteile des BIM-Einsatzes erschließen. Das Szenario Aufbruch ermöglicht auch die bessere Vernetzung der Leistungen im Projekt auf Basis digitaler Datenübergaben. Die hinzukommenden BIM-Anwendungsfälle sind:

- AwF 6
BIM-gestützte Fortschrittskontrolle der Planung
Mit BIM-Modellen lässt sich der Fortschritt der Planung visualisieren und damit besser überwachen. Durch die erhöhte Transparenz wird die Terminalsicherheit des Gesamtbauvorhabens erhöht. Auf AG-Seite ist die Schaffung von Richtlinien für einheitliche Status-Meldungen und die Einführung von BIM-fähigen Softwaresystemen erforderlich.
- AwF 9
BIM-gestützte Planungsfreigabe
Die BIM-gestützte Freigabe der Planung durch die Auftraggeber sorgt für eine Steigerung der Effizienz in den Arbeitsabläufen. Insbesondere können Mängel oder Änderungswünsche mittels digitaler Formate wie dem BIM Collaboration Format (BCF) kommuniziert und ihre Abarbeitung nachverfolgt werden. Dies trägt signifikant zur Erhöhung der Terminalsicherheit bei. Die Ablösung der konventionellen Praxis der Planfreigabe durch eine BIM-gestützte Planungsfreigabe erfordert organisatorische Umstellungen auf Seiten der Auftraggeber.
- AwF 11
BIM-gestützte Erstellung des Leistungsverzeichnisses
Die Erstellung und Bewertung von Leistungsverzeichnissen auf Basis von Modellen erhöht ebenfalls signifikant die Transparenz und Sicherheit der Ausschreibungs- und Vergabeprozesse. Infolge der Abweichungen gegenüber der von geometrischen Vereinfachungen geprägten konventionellen Mengenermittlung sind Regelwerke und Richtlinien wie bspw. die VOB-C⁴ anzupassen oder ihre Anwendung in BIM-Projekten teilweise außer Kraft zu setzen.
- AwF 14
BIM-gestützte Erstellung von Ausführungsplänen
Die BIM-gestützte Erstellung der für die Bauausführung notwendigen Pläne sorgt für die Vermeidung von Unstimmigkeiten zwischen den abgeleiteten Schnitten und Grundrissen und erhöht damit die Qualität und Zuverlässigkeit der Planung.
- AwF 15
BIM-gestützte Baufortschrittskontrolle
Der Baufortschritt wird im 4D-Modell dargestellt. Die weitere Verwendung des 4D-Modells durch die Ergänzung der Ist-Termine der Ausführung unterstützt das Projektverständnis mit geringem Zusatzaufwand.
- AwF 16
BIM-gestütztes Änderungsmanagement bei Planungsänderungen
Die Dokumentation bzw. Darstellung von Änderungen, z.B. aufgrund von Wünschen des Auftraggebers oder durch Genehmigungsaufgaben innerhalb der Verortungsstruktur eines BIM-Modells, unterstützt die Auffindbarkeit, Nachverfolgung und ggf. die Freigabe von Projektänderungen. Eine Digitalisierung des Änderungsprozesses wird Aufwände für die Beteiligten vermindern, da die Einbindung von 3D-Modellen vor allem eine sehr strukturierte Dokumentationsgrundlage bildet.
- AwF 17
BIM-gestützte Abrechnung von Bauleistungen
Die BIM-gestützte Abrechnung von Bauleistungen trägt zur Erhöhung der Transparenz und der Kostensicherheit bei. Infolge der Abweichungen gegenüber der von geometrischen Vereinfachungen geprägten konventionellen Mengenermittlung sind Regelwerke und Richtlinien wie bspw. die VOB-C anzupassen oder ihre Anwendung in BIM-Projekten teilweise außer Kraft zu setzen.

4 Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil C über allgemeine technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen

■ AwF 19

BIM-gestützte Bauwerksdokumentation

Die modellgestützte Bauwerksdokumentation umfasst die Kombination der BIM-Modelle mit detaillierten Beschreibungen der verbauten Bauprodukte und -materialien einschließlich Prüfprotokollen und anderen Dokumenten in Form einer digitalen Bauwerksakte. Sie stellt eine hochwertige Quelle für Betrieb und Erhaltung dar und trägt signifikant zur Erhöhung von Qualität und Transparenz bei.

■ AwF 20

Nutzung von BIM-Modellen für Betrieb und Erhaltung

Die Weiternutzung von BIM-Modellen für Betrieb und Instandhaltung erlaubt es dem AG, die Vorteile der digitalen Planung und Ausführung auch für die anschließenden Phasen des Lebenszyklus zu erschließen. Mit der automatisierten Übernahme in BIM-fähige Systeme der Bestandsverwaltung entfallen die heute noch aufwändigen und fehleranfälligen Verfahren der manuellen Neueingabe. Die Modelle können als Basis für Inspektionen, die Zustandsbewertung und die Planung von Instandsetzungsmaßnahmen einschließlich der zu erwartenden Kosten eingesetzt werden. BIM-Modelle erlauben die klare Zuordnung von Schädigungen zu Bauteilen und reduzieren das Risiko der Fehlinterpretation. Damit werden Kosten eingespart und die Qualität und Transparenz des Prozesses erhöht. AG-seitig sind die Entwicklung und Inbetriebnahme entsprechender BIM-fähiger Software und Datenbanken für den Betrieb sowie die Definition von Übergabeformaten und Modellinhalten notwendig.

Bei diesen Anwendungsfällen ist der AG- und AN-seitige Aufwand zur Einführung von BIM-gestützten Verfahren als moderat einzuschätzen. Das Szenario sieht vor, dass Modelle mit dem Ziel der Verwendung im Betrieb vom Projektstart bis zur Übergabe fortgeschrieben und für die Erstellung von Planunterlagen genutzt werden. Dies erfolgt auch in der Erwartung, dass sich der Planungsprozess und die Lieferung der Planungsergebnisse in höherer Qualität mit verbesserter Kosten- und Terminalsicherheit vollziehen. Das Szenario wird um weitere Anwendungsfälle ergänzt, die auf Basis der Modelle einen großen Nutzen für die Kostensicherheit in Planung und Vergabe bewirken. Es sind Richtlinien zu überarbeiten, v.a. im Bereich

der Planerstellung, zu Mengenermittlungen und für die Überführung der Daten in den Betrieb. Der erforderliche Aufwand bei den Vorhabensträgern liegt insbesondere in der Definition der AIA. In Bezug auf Beteiligung am Prozess begrenzt sich der Aufwand bei den Vorhabensträgern auf die Anschaffung entsprechender Betrachtungs- und Prüfsoftware und ggf. leistungsfähiger Hardware sowie die Notwendigkeit zur Durchführung von Schulungen. Die Änderung der organisatorischen Abläufe wird als moderat erachtet. Mit diesem Szenario der BIM-gestützten Arbeitsweise wird ein Großteil des Potentials genutzt und eine strukturierte Projektbearbeitung mit besseren Planungsergebnissen und reduzierten Projektrisiken gefördert. Dies kommt der gesamten Wertschöpfungskette Bau zu Gute.

Szenario Höchstleistung

Das Szenario Höchstleistung geht noch einmal einen Schritt weiter und beinhaltet alle hier betrachteten Anwendungsfälle, darunter auch solche, die einen vergleichsweise hohen Aufwand bei der Einführung erfordern bzw. nur einen begrenzten Nutzen für den Auftraggeber aufzeigen.

■ AwF 8

Arbeits- und Gesundheitsschutz: BIM-gestützte Planung und Prüfung

Für die Arbeits- und Gesundheitsschutzplanung werden relevante Informationen und Ansichten aus dem Modell gewonnen, wie zum Beispiel Absturzhöhen bei bestimmten Bauzuständen. Es werden die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen mit Bezug zum Modell dokumentiert. Auf diese arbeitssicherheitsrelevanten Informationen lässt sich während der Bauausführung einfach zugreifen. Die Verfügbarkeit der erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen und die damit einhergehenden Sicherheitseinweisungen der betroffenen Arbeitnehmer werden verbessert. Ebenso können die vom Sicherheits- und Gesundheitskoordinator (SiGeKo) durchgeführten Prüfungen der Baustelle effizienter durchgeführt und dokumentiert werden.

Die Arbeits- und Gesundheitsschutzprüfung, also die Sicherstellung von geplanten arbeits- und gesundheitschutzbezogenen Maßnahmen während der Bauausführung, wird durch Nutzung mobiler Technologien auf der Baustelle unterstützt. Abweichungen werden unmittelbar im Modell verortet, dokumentiert und Handlungsanweisungen adressiert.

■ AwF 13

BIM-gestützte Logistikplanung

Die Möglichkeit der Datenanalyse hinsichtlich logistischer Zwangspunkte unter Beachtung einer aktuellen Planung kann helfen, zeitlich-räumliche Konflikte (z.B. Platzmangel, beschränkte Anfahrtswege) zu identifizieren und frühzeitig zu lösen. Der mögliche Einsatz grafischer Komponenten analog zum 4D-Modell hilft hierbei, komplexe Situationen einfacher zu erfassen und Entscheidungen informierter zu treffen.

Bei diesen Anwendungsfällen ist das Verhältnis von Aufwand zur Einführung von BIM-gestützten Verfahren zum erwarteten Nutzen schlechter als in den vorangegangenen Szenarien. Das heißt, dieses Szenario ist derzeit mit relativ hohem Einführungsaufwand und Unsicherheiten aus einigen wenigen Anwendungsfällen behaftet und sollte zunächst nicht realisiert werden. Die Anwendungsfälle lassen sich im weiteren Zeitverlauf mit begleitenden beziehungsweise vorbereitenden Maßnahmen einführen.

Nicht eingeordneter Anwendungsfall

Der Anwendungsfall „BIM-gestützte Bemessung und Nachweisführung“ wurde mit einem sehr hohen Implementierungsaufwand bewertet, sodass seine verpflichtende Umsetzung bis zum Jahr 2020 als unrealistisch eingeschätzt wird. Damit kann der Anwendungsfall auch keinem der Szenarien zugeordnet werden. Hintergrund ist die heute im Bereich Baustatik etablierte Praxis der Arbeit mit dimensionsreduzierten Modellen, bei der beispielsweise Wandscheiben nicht als Volumenobjekt, sondern als Flächenobjekt mathematisch beschrieben und berechnet werden. Dies vermindert den Rechenaufwand und erhöht die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse. Zudem werden viele baustatische Nachweise lediglich an einem (kritischen) 2D-Schnitt geführt, da hier mit adäquatem Aufwand die entscheidenden Erkenntnisse zur Dimensionierung von Bauteilen gewonnen werden können.

Diese Berechnungsmodelle können heute noch nicht immer einwandfrei automatisiert aus einem BIM-Modell abgeleitet werden und erfordern dann eine entsprechend aufwändige händische Nachbearbeitung. Nichtsdestotrotz kann die Umsetzung dieses AwF in geeigneten BIM-Projekten bereits heute sinnvoll sein. Bei einem entsprechenden Vorlauf können die noch bestehenden technischen und organisatorischen Probleme überwunden werden. Daher sollte der AwF mittelfristig auch in der Breite verpflichtend eingeführt werden.

■ AwF 4

BIM-gestützte Bemessung und Nachweisführung

Die BIM-gestützte Bemessung und Nachweisführung erlaubt die weitere Erhöhung der Konsistenz und Qualität der Planungsunterlagen, da alle notwendigen Eingangsinformationen für Bemessungen und Nachweisführung direkt aus dem Modell entnommen werden. Insbesondere die BIM-gestützte Nachweisführung entsprechend der gültigen Normen setzt aber die Etablierung von Prozessen und die Verfügbarkeit von entsprechenden Softwareprodukten zur Gewinnung dimensionsreduzierter Tragwerksmodelle aus dem 3D-Volumenmodell voraus.

Abschließende Bewertung

Anhand der zuvor dargestellten Aufwand-Nutzen-Relation für die einzelnen Anwendungsfälle lässt sich zusammenfassend feststellen, dass das Szenario „Aufbruch“ das günstigste Aufwand-Nutzen-Verhältnis aufweist. Während der Aufwand zur Einführung der zusätzlichen BIM-Anwendungsfälle leicht über dem des Szenarios „Einstieg“ liegt, ergeben sich deutliche Zugewinne im Nutzen

für die Auftraggeber. Dies rührt u.a. aus den sich ergebenden Synergien der Anwendungsfälle her (Abbildung 7). Der Aufwand zur Einführung der darüberhinausgehenden Anwendungsfälle, die dem Szenario „Höchstleistung“ zugeordnet worden sind, ist in Relation zu dem Nutzen jedoch vergleichsweise hoch; dazu kommen höhere Risiken der Umsetzbarkeit. ■

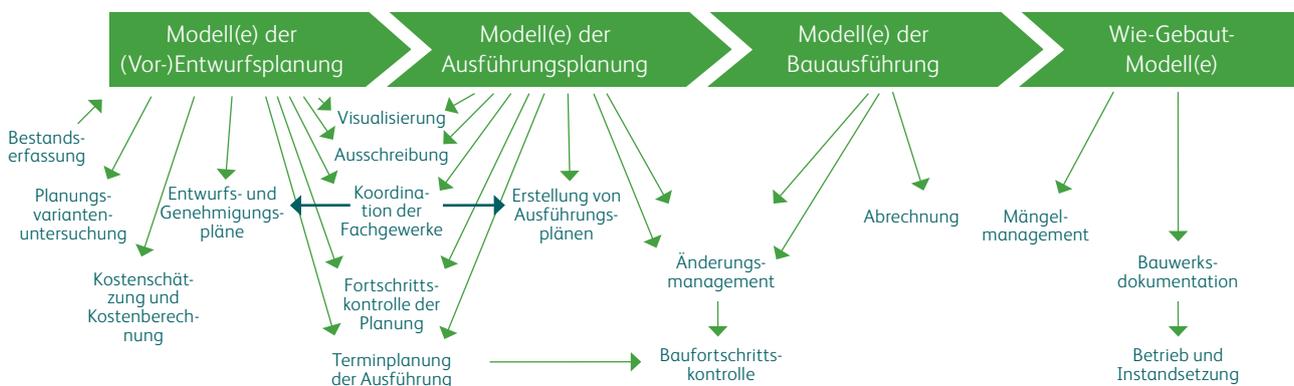


Abbildung 7: Synergien zwischen den Anwendungsfällen

5. Ausführliche Beschreibung des gewählten Szenarios

Die ARGE BIM4INFRA2020 empfiehlt, dass alle Bauvorhaben des Bundesfernstraßen- und Bundeswasserstraßenbaus ab 2020 standardmäßig BIM-gestützt entsprechend

dem oben definierten Szenario „**Aufbruch**“ abgewickelt (siehe Tabelle 1), d.h., alle dort enthaltenen BIM-Anwendungsfälle in einem Bauvorhaben umgesetzt werden. Die Anwendungsfälle und ihre Umsetzung werden im Anhang dieses Berichts detailliert beschrieben.

Projektspezifische Abweichungen hinsichtlich des Umfangs und Grades der BIM-Umsetzung sollen möglich sein, bedürfen aber einer detaillierten Begründung.

Für die effiziente Abwicklung von BIM-Vorhaben spielen neben den BIM-Anwendungsfällen die Rahmenbedingungen eine wichtige Rolle. Diese werden ebenfalls eingehend erläutert.

5.1 Anwendungsfälle

Im Anhang wird die Umsetzung der Anwendungsfälle detailliert beschrieben. Dort wird zunächst der aktuelle Stand anhand der durchgeführten Status Quo-Analyse wiedergegeben. Des Weiteren wird jeder Anwendungsfall

detailliert erläutert, die Auswirkungen der Nutzung von BIM für die Projektbeteiligten im Anwendungsfall werden beschrieben und der mögliche Nutzen für die Projektausführung aufgeführt.

5.2 Projektabwicklung: Vergabeformen, AIA und BAP

5.2.1 Vergabeformen

Die gewählte Vergabeform (Vergabepakete) wird durch die Anwendung der BIM-Methode grundsätzlich nicht berührt. So ist nach wie vor sowohl die getrennte Vergabe einzelner Planungs- und Bauleistungen als auch die zusammengefasste Vergabe von Leistungsphasen möglich,

wie die im Infrastrukturbau mitunter praktizierte Vergabe von Bauausführungsleistungen einschließlich der Ausführungsplanung. Im Regelfall müssen für die einzelnen Phasen gesondert AIA und BAP erstellt werden.

5.2.2 Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA)

Sie benennen BIM-Ziele, BIM-Anwendungsfälle und daraus abgeleitete Anforderungen hinsichtlich des Ausarbeitungsgrades (engl. Level of Development, LOD), der Klassifizierung, Attribuierung, einzusetzender Dateiformate und

ggf. Vorgaben zu BIM-Rollen und zur Qualitätssicherung. Es ist erstrebenswert, dass die AIA deutschlandweit einheitlichen Mustern folgen, die im Rahmen der Umsetzung des ausgewählten Szenarios entwickelt werden müssen.

5.2.3 BIM-Abwicklungsplan (BAP)

Ein BAP legt detailliert dar, wie die definierten BIM-Anwendungsfälle im Projekt umgesetzt, welche Software eingesetzt und wie die Kommunikation mit dem AG und den Planungsbeteiligten abgewickelt werden soll. Je nach

gewählter Ausprägung kann der BAP durch den AG vorgegeben oder durch den AN erstellt werden (Details im folgenden Abschnitt).

5.2.4 Leistungsbeschreibung

Bei der Anwendung der BIM-Methode wird es alle bisher bekannten Leistungsbeschreibungsformen geben. Auf der Grundlage eines BIM-Modells können sowohl Mengengerüste für Leistungsverzeichnisse erzeugt werden als auch funktionale Leistungsbeschreibungen.

Bei der Beauftragung von Planungs- und Baubeteiligten ergibt sich für den Fall der BIM-Anwendung die Notwendigkeit, die Anforderungen an die BIM-Arbeitsmethode in der jeweiligen Leistungsbeschreibung festzulegen. Grundlage der Beschaffung von BIM-gestützten Leistungen bilden die auftraggeberseitigen AIA. Durch Vorgabe der AIA

können die Leistungsziele für den digitalen Planungs- oder Bauausführungsprozess qualifiziert beschrieben werden. AIA sollen standardisiert für entsprechende Beschaffungsvorgänge zur Verfügung gestellt werden (siehe Abschnitt 5.2.2).

Weitere Details, insbesondere zur Vorgehensweise bei der Umsetzung der BIM-Arbeitsmethode, werden typischerweise im BAP festgeschrieben. Ob und inwieweit diese detaillierten Vorgaben für die BIM-Anwendung bereits bei der Beauftragung selbst definiert sein sollen bzw. müssen, hängt von verschiedenen Umständen ab:

- von der vorhandenen Expertise des Auftraggebers,
- von den vorhandenen Ausschreibungsstandards,
- von der zulässigen Vergabeart, zumal dann, wenn öffentliche Auftraggeber entsprechende Leistungen vergeben,
- von der zu übertragenden Planungs- oder Bauaufgabe als Objektplanung, Fachplanung, Generalplanung, Einzelunternehmen oder Generalunternehmung,
- von den konkreten Projektrahmenbedingungen, insbesondere der Komplexität der Anforderungen an Planung und Ausführung,
- von den konkreten Wettbewerbsbedingungen im Markt, insbesondere von den zur Verfügung stehenden Ressourcen bei Planern und ausführenden Unternehmen.

Es gibt vier grundsätzliche Ausprägungen von Vorgaben für BIM-spezifische Leistungsbeschreibungen bzgl. der Konkretisierung der BIM-Anforderungen an einzelne Bieter, und zwar wie folgt:

- a) Der AG gibt die AIA und den BAP vollständig vor; die Bieter haben die Anforderungen umzusetzen.
- b) Der AG gibt die AIA vor und für die weiteren BIM-Anwendungen lediglich einen BAP-Rahmen; die Bieter können die verbliebenen Freiräume im Planungsteam nutzen/festlegen.

- c) Der AG gibt die AIA vor; der BAP wird in einem Verhandlungsverfahren zwischen AG und Bieter abgestimmt.
- d) Der AG gibt nur die AIA vor; die Bieter legen den BAP selbstständig im Planungsteam fest.

In vielen Fällen, speziell in einer Übergangszeit bis zur Einführung branchenweit akzeptierter BAP-Standards, muss das notwendige Fachwissen bei den Auftraggebern in der Breite erst entstehen, um BAP-Anforderungen endgültig und bereits zu Beginn eines Beschaffungsverfahrens vorzugeben. Das gilt umso mehr, als Auftraggeber in dieser Zeit schwer abschätzen können, welche Ressourcen für die Auftragsabwicklung in Planermärkten zur Verfügung stehen. In einem Markt mit Ressourcenengpässen für Planer und ausführende Unternehmen wird zudem der Auftraggeber eher dazu neigen, weniger Vorgaben für die Planungs- und Baubeteiligten zu definieren.

Die für öffentliche Auftraggeber relevanten Vergabeverfahren für die Beschaffung von Planungs- und Bauleistungen spielen bei der Frage der Ausgestaltung der Leistungsbeschreibung in Bezug auf BAP-Anforderungen eine gewichtige Rolle. Soweit mittels klassischer Ausschreibungen, etwa bei Bauvergaben, vorgegangen werden muss, wird im Regelfall eine eindeutige Definition der BAP-Anforderungen bei Einleitung des Vergabeverfahrens notwendig sein. Denkbar wäre es auch, zumindest BAP-Rahmenbedingungen zu benennen und dem Bieter lediglich Freiheiten innerhalb definierter Funktionen zuzubilligen. In Verhandlungsverfahren, z.B. als Regelbeschaffungsverfahren für die Beauftragung der Planer nach der Vergabeordnung, wird es dagegen möglich und oftmals auch sinnvoll sein, letzte Einzelheiten der BAP-Anforderungen in konkreten Verhandlungen mit dem Bieter, nämlich dem Objektplaner, festzulegen. Das kann auch in der Form geschehen, dass der Bieter einen Vor-BAP⁵ einzureichen hat, der Gegenstand der Verhandlungen wird. Nach der Auftragserteilung wird im Zuge der Projektbearbeitung ein weiter detaillierter BAP ausgearbeitet (Nach-Vertrags-BAP), der fortlaufend an die Erfordernisse und Gegebenheit des Projekts angepasst wird und der zur Dokumentation der gemeinsamen Festlegungen zwischen AG und AN dient.

⁵ Vor-BAP meint den BAP, der als Teil des Angebots vom Bieter vorgelegt wird und darlegt, wie die Anforderungen der AIA erfüllt werden sollen. Er kann ggf. bei der Angebotswertung berücksichtigt werden.

Ähnliches gilt im Falle zulässigerweise umzusetzender Beschaffungen im Wege des wettbewerblichen Dialoges oder sog. Innovationspartnerschaft. Zu guter Letzt ist auch denkbar, dass der Auftraggeber nur AIA definiert und den Bietern die Freiheit lässt, die BAP-Anforderungen im Planungsteam selbst festzulegen. Ein derartiges Vorgehen wird sich insbesondere dann anbieten, wenn

Planungsteams beauftragt werden (etwa auch als Generalplaner) oder Planung und Bau im Rahmen einer Totalunternehmerbeschaffung zusammengeführt werden. Dem Auftraggeber kann es in derartigen Fällen allein auf das Ergebnis des Planungs- und/oder Bauprozesses ankommen.

Grundausrprägungen von BAP-Leistungsbeschreibungen

– in Abhängigkeit von AG-seitiger BIM-Expertise, Beschaffungsformen und Adressaten –

1	AG gibt AIA und BAP vor. Bieter haben diese umzusetzen	AG verfügt über BIM-Expertise und gibt für sein Projekt einheitliche Standards vor.
		Im Regelfall bei klassischen Ausschreibungen, insbesondere im Verhältnis zu ausführenden Unternehmen.
		Geeignet auch bei Fachplaner-Vergaben, nach vorlaufender Festlegung mit dem Objektplaner..
2	AG gibt AIA und BAP-Rahmen vor. Bieter können im Planungsteam Freiräume ausprägen.	Bei allen Beschaffungsformen und grundsätzlich allen Bieterkonstellationen in unterschiedlichen Ausprägungen geeignet; lässt Planern Freiräumen.
		Geeignet auch bei weniger komplexen Projektanforderungen.
3	AG gibt AIA vor. BAP wird in einem Verhandlungsverfahren gemeinsam abgestimmt.	Eine Variante für Verhandlungsverfahren nach der VgV mit der Objektplanung oder einem Generalplaner.
		Wenn ein Verhandlungsverf. (oder wettb.) Dialog/Innovationspartnerschaft) ausnahmsweise zulässig ist, auch im Verhältnis zu ausführenden Unternehmen,
		Die Verhandlungen können auch aufgrund eines Vor-BAP des Bieters erfolgen.
4	AG gibt nur AIA vor. Bieter legen den BAP im Planungsteam fest.	Wenn BIM-Expertise auf der AG-Seite für BAP-Erstellung nur begrenzt vorhanden ist.
		Vornehmlich bei Teambauftragungen, insbesondere Generalplanerbeschaffungen oder Totalunternehmerauftragungen im Verhandlungsverfahren (wettbewerblichen Dialog/Innovationspartnerschaft).
		Geeignet auch bei weniger komplexen Projektanforderungen

Abbildung 8: Grundausrprägungen von BAP-Leistungsbeschreibungen

Es ist eine strategische Entscheidung des Auftraggebers, ob und in welchem Umfang er in die unternehmerische Freiheit der Art und Weise der Leistungserbringung beauftragter Planer und Bauausführender durch die Vorgabe von Zusammenarbeitsprozessen und einzusetzender Software im Wege von BAP-Vorgaben eingreift oder die Festlegung der Methoden und Prozesse zur Umsetzung der AIA-Anforderungen den Auftragnehmern überlässt. Übliche Vertragsmuster über Planungs- oder Bauleistungen fokussieren auf die Beschreibung der geschuldeten Abgabeleistungen – die Beschaffenheit der geschuldeten Planungsleistung oder des zu errichtenden Bauwerks. Entsprechend der gewählten Auftraggeber-Strategie wird ein BAP bereits zur Vergabe vorgegeben (z.B. als vorläufiger BAP) oder die Erstellung des BAP den beauftragten

Auftragnehmern nach Vertragsschluss zur Strukturierung ihrer Zusammenarbeit zur Umsetzung der AIA überlassen.

In Bezug auf die Anwendung des BAP prädominiert oft die Vorstellung, es handele sich a priori um ein „lebendes Dokument“. Hier werden häufig Analogien zur Verwendung von Projekthandbüchern, die ebenfalls üblicherweise Vorgaben für Arbeitsabläufe enthalten, gezogen. Im hier in Rede stehenden Kontext standardisiert zu beauftragender Leistungen (keine Individualregelungen) muss allerdings davon ausgegangen werden, dass ein Auftraggeber nicht einseitige Festlegungen zur Veränderung eines einmal vereinbarten BAP treffen kann. Derartige Veränderungen sind immer im Rahmen eines vertraglichen Änderungsmanagements zu behandeln. Das bedeutet

auch, dass spätere Festlegungen im Projekt, die bei den Vertragspartnern infolge der Änderung von BAP-Anforderungen zusätzliche Aufwendungen auslösen, zu Mehrvergütungsansprüchen führen können. Selbstverständlich bleibt es möglich, den BAP als „lebendes Dokument“ in

der Form zu behandeln, dass jede Änderung von einer allseitigen Zustimmung der Beteiligten abhängig ist. Auch kann im Rahmen von Individualvereinbarungen eine weitergehende Bestimmungsbefugnis des Auftraggebers zur nachträglichen Anpassung von BAP vorgesehen werden.

5.2.5 Eignungs- und Zuschlagskriterien für die Vergabeverfahren

Der Auswahl qualifizierter und erfahrener Planungs- und Ausführungsbeteiligter kommt bei der Abwicklung von digitalen Projektabwicklungsstrategien entscheidende Bedeutung zu. Projektbeteiligte, die nicht die erforderliche fachliche und erfahrungsbasierte Qualifikation mitbringen, können den gesamten Abwicklungsprozess modellbasierten Planens gravierend stören. Dementsprechend ist bei der Beschaffung entsprechender Leistungen hinsichtlich der die Feststellung der Eignung der Beteiligten und der Bewertung des wirtschaftlichsten Angebotes besondere Sorgfalt anzuwenden. In Zukunft sollten Musteranschläge mit Bewertungskriterien für die Feststellung der Eignung und den Zuschlag festgelegt werden.

Dazu können gehören:

Eignungskriterien: BIM-Kenntnisse und Erfahrungen des Bieters/ der Bietergemeinschaft durch Vorlage von geeigneten Referenzen über Leistungen vergleichbarer Art (bereits abgewickelte Tätigkeiten, Vorhaben und Projekte). Zulässig ist ebenfalls die Forderung nach Schulungsnachweisen zertifizierter Fortbildungsanbieter.

Zuschlagskriterien: Neben Kriterien der Wirtschaftlichkeit sind grundsätzlich qualitative Wertungskriterien zu benennen. Die Kriterien, ihre Gewichtung und die konkrete Wertungsmethodik sind zu veröffentlichen. Als qualitatives Bewertungskriterium kann die Qualifikation des Projektteams bewertet werden, gemessen an Erfahrungen des eingesetzten Personals mit Projekten möglichst vergleichbarer Art, belegt durch persönliche Referenzprojekte. Darüber hinaus kann als weiteres Kriterium die Qualität des BIM-Umsetzungskonzepts BAP bewertet werden.

Wichtig ist, dass sowohl die Eignungs- wie auch die Zuschlagskriterien zu Beginn des Vergabeverfahrens eindeutig definiert werden.

Die Qualifikation des Projektteams kann grundsätzlich als Eignungs- oder als Zuschlagskriterium ausgestaltet werden. Nach alter Rechtslage war umstritten, ob eine besondere Erfahrung/Qualifikation/Referenzlage des eingesetzten Personals auf Ebene der Zuschlagskriterien berücksichtigt werden durfte. Nach neuer Rechtslage ist dagegen eine Berücksichtigung der fachlichen Qualifikation des eingesetzten Personals ausdrücklich zulässig, „wenn die Qualität des eingesetzten Personals erheblichen Einfluss auf das Niveau der Auftragsausführung haben kann“ (vgl. § 16d EU Abs. 2 Nr. 2 VOB/A, § 58 Abs. 2 VgV). Die Berücksichtigung der Qualität des eingesetzten Personals im Rahmen der Wertung des Angebots eröffnet dem öffentlichen Auftraggeber die Möglichkeit auf eine besonders hochwertige Leistungserbringung durch das Projektteam hinzuwirken. Sofern es daher bei der Erbringung der ausgeschriebenen Leistung besonders auf das eingesetzte Personal ankommt, sollte die Qualität des Projektteams als Zuschlagskriterium bewertet werden. Wichtig ist allerdings, dass die Qualifikation des Projektteams nicht doppelt sowohl als Eignungs- als auch Zuschlagskriterium berücksichtigt wird (Stichwort: „Verbot der Doppelbewertung“).

5.3 Vertragsregelungen⁶

Das modellbasierte Arbeiten erfordert keine vollständig neuen vertragsrechtlichen Rahmenbedingungen. Planungs- und Baubeteiligte können mit herkömmlichen Vertragsstrategien und Vertragsmustern beauftragt werden. Allerdings empfehlen sich Klarstellungen in Bezug auf Leistungsanforderungen, Haftung, Urheberrechte und Vertraulichkeit. Diese besonderen vertraglichen Anforderungen müssen bei jeder BIM-Beauftragung sorgfältig geprüft werden; sie können in sog. „Besonderen Vertragsbedingungen BIM“ (BIM-BVB) zusammengefasst werden. In Zukunft sollten Standardmuster für entsprechende

BIM-BVB entwickelt werden, um eine marktgerechte und standardisierte Beauftragung sicherstellen zu können.

Bei Beschaffung und Vertragsgestaltung wird es wesentlich sein, die **Rolle des digitalen Modells** als Beauftragungsgrundlage zu definieren. Es wird zu klären sein, ob das digitale Modell die alleinige, vorrangige, nachrangige oder nur ergänzende Vertragsgrundlage, etwa für bauausführende Unternehmen, darstellt. Diese Frage hat vor allem bei Unstimmigkeiten zwischen Plänen und Modellen erhebliche Bedeutung.

5.4 Umfang und Inhalt der Modelle

5.4.1 Zusammenspiel von Streckenplanung und Bauwerksplanung

Das gewählte Szenario sieht die BIM-gestützte Umsetzung der o.g. Anwendungsfälle vor. Die Interpretation des BIM-Begriffs seitens der ARGE umfasst hierbei die Erstellung und durchgehende Nutzung hochwertiger digitaler Daten, die sich primär aus Objekten mit zugeordneten Attributen, Beziehungen und einer geometrischen Repräsentation zusammensetzen.

Insbesondere für die Ingenieurbauwerke (Brücke, Tunnel, Schleuse, Wehr etc.) geht damit die Forderung nach Erstellung und Nutzung von hinreichend detaillierten 3D-Modellen einher. In Bezug auf die Planung von Strecken bedeutet die BIM-gestützte Umsetzung aber keinesfalls die Abschaffung der etablierten Planungsmethodik, die auf einer getrennten Betrachtung in Grundriss und Längsschnitt beruht und mitunter auch als 2.5D-Modellierung bezeichnet wird. Diese Planungsmethodik ermöglicht die Fokussierung auf die ingenieurtechnisch relevanten Aspekte (wie Kurvenradius, Steigung, Wannenausrundung) in der jeweiligen Planungsansicht und bietet die Möglichkeit, die Einhaltung entsprechender Regelwerke zu prüfen. Es gibt eine große Zahl ausgereifter Softwarewerkzeuge, die diese Entwurfsmethodik umsetzen. Wichtig für die

Umsetzbarkeit bestimmter BIM-Anwendungsfälle, wie beispielsweise die Kostenschätzung und Kostenberechnung mit BIM-gestützter Mengenermittlung, und das Zusammenspiel mit der 3D-Konstruktion von Ingenieurbauwerken ist die Möglichkeit, ein konsistentes 3D-Modell aus dieser Datengrundlage zu generieren bzw. Eingangsgrößen (z.B. Trassierung, Querprofile) für die 3D-Konstruktion von Ingenieurbauwerken (Brücken, Tunnel, Stützbauwerke etc.) zur Verfügung zu stellen. Hierbei spielen herstellernerneutrale Dateiformate zum Transport entsprechender Daten eine signifikante Rolle.

⁶ Detaillierte Empfehlungen und Handreichungen zur Vertragsgestaltung werden in Rahmen von AP3 erarbeitet und veröffentlicht

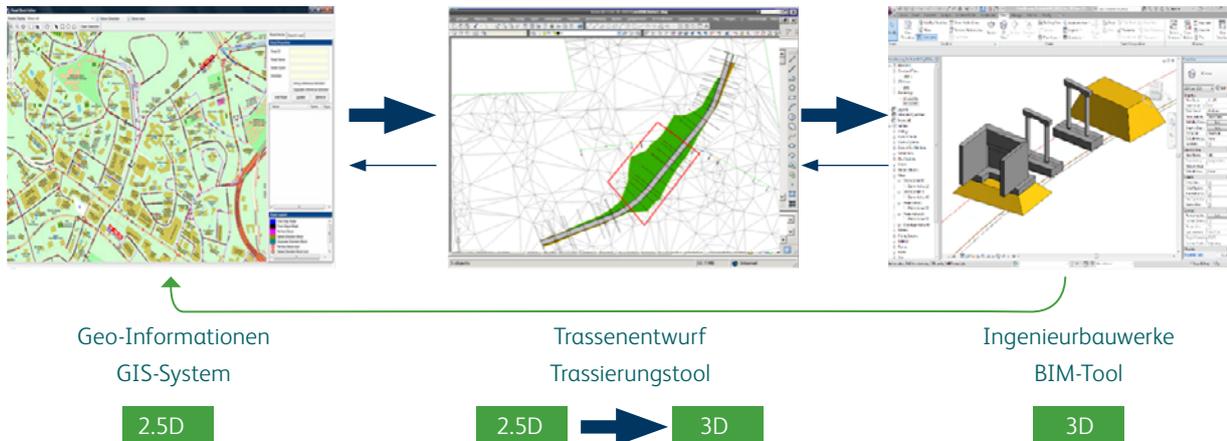


Abbildung 9: BIM im Infrastrukturbau bedeutet die Integration unterschiedlicher Systeme durch Weitergabe hochwertiger digitaler Informationen zwischen diesen. Dabei können weiterhin 2.5D-Repräsentationen verwendet und, wo notwendig, in eine 3D-Repräsentationen überführt werden.

5.4.2 Umfang der Modelle

Die Modelle sollen im Regelfall das gesamte Bauvorhaben, also Streckenabschnitte und Ingenieurbauwerke, umfassen. Reine Streckenabschnitte können mit 2.5D-Planungswerkzeugen erstellt, müssen aber zum Zwecke der Konsistenzsicherung mit der Planung der Ingenieurbauwerke, für

die Kollisionskontrolle, für die Mengenermittlung und für die Terminplanung in ein 3D-Bauwerksmodell überführt werden. Digitale Geländemodelle sind zu integrieren. Der Baugrund wird auf Basis gegebener Baugrundgutachten in einem 3D-Baugrundmodell dargestellt.

5.4.3 Modellinhalte und Detaillierungsgrade

Der Detaillierungsgrad richtet sich nach den BIM-Anwendungsfällen. Es müssen bundesweit einheitliche Vorgaben hinsichtlich der geometrischen Detaillierung (engl. Level of Geometry, LOG) und der Informationstiefe der geforderten Attribuierung (engl. Level of Information, LOI) definiert werden. Auch eine Koppelung mit HOAI-Leistungsphasen ist möglich, auch im Sinne von Mindestanforderungen, um dem werkvertraglichen Charakter dieser Verträge Raum zu geben. Der Detaillierungsgrad könnte somit zukünftig anhand von einheitlichen Standards weitergehend definiert und auch projektspezifisch kategorisiert werden.

für die Modellinhalte (z.B. mvdXML) als Teil der AIA bereitgestellt, die auch zur späteren Überprüfung der Modelle gemäß der LOI-Vorgaben dienen.

Die Modellinhalte werden bei der Übergabe an den Auftraggeber durch diesen visuell geprüft, automatisierte Prüfungen der Attribuierung bzgl. der AIA sowie automatisierte Prüfung einzelner Regelwerke sollen schrittweise bis 2020 umgesetzt werden.

Für die einheitliche Auszeichnung von Modellinhalten ist die Verwendung einer nationalen Klassifikation auf Basis der ISO 12006 erforderlich.

Die Modellinhalte werden in den AIA genau festgelegt. Zusätzlich werden computerinterpretierbare Spezifikationen

5.5 Nutzung herstellerneutraler Datenformate

Um zu verhindern, dass der freie Wettbewerb der Softwarehersteller künstlich gestört wird, und um Monopolstellungen einzelner Hersteller vorzubeugen, empfiehlt die ARGE BIM4INFRA2020 den ausschließlichen Einsatz herstellerneutraler, standardisierter Datenformate für die Übergabe von Modellen und Daten an den Auftraggeber. Dazu gehören insbesondere:

- Industry Foundation Classes (ISO EN DIN 16739 / IFC)
- der Objektkatalog für das Straßenwesen (OKSTRA)
- Formate der Geoinformatik (GML, CityGML, InfraGML)

- Container-Datenformate (z.B. gemäß ISO 21597, in Entwicklung)

Um dies zu ermöglichen, ist der intensive Einsatz von diesen Formaten in den Pilotvorhaben zum Zweck des Testens und Sammelns von Erfahrungen erforderlich. Auf dieser Grundlage sind weiterhin genau Festlegungen zum Gebrauch der Formate zu treffen. Beispielsweise müssen für die Verwendung des IFC-Formats in den Bauvorhaben des Bundesfernstraßen- und des Bundeswasserstraßenbaus entsprechende Erweiterungen und Umsetzungen (Model View Definitionen) erarbeitet werden, die genau festlegen, wann welche Entitäten des IFC-Formats für welche Zwecke eingesetzt werden.

5.6 Nutzung einer gemeinsamen Datenumgebung

In den Projekten werden geeignete gemeinsame Datenumgebungen gemäß ISO 19650-2 (in Entwicklung) mit formalisierten Status, Arbeitsabläufen und detaillierten Vorschriften zum Statusübergang von Teilmodellen sowie

Änderungsmanagement eingesetzt. Es wird empfohlen, bundeseinheitliche Richtlinien für Status und Statusübergänge zu schaffen.

5.7 Modellübergabe und Modellprüfung

Der AN übergibt dem AG zu den zuvor festgelegten Datenübergabepunkten (z.B. am Ende einer Leistungsphase) die geforderten Modelle als Teil seiner Planungs- bzw. Ausführungsleistung. Vor der Übergabe an den AG muss eine AN-seitige Prüfung der übergebenen Modelle hinsichtlich Kollisionen zwischen den Fachmodellen und der geforderten Modellinhalte (Klassifikationen, Merkmale) durchgeführt werden. Der AN hat die Konsistenz zwischen den übergebenen Modellen und den 2D-Plänen sicherzustellen. Diese Aufgaben können ggf. von einem BIM-Gesamtkoordinator übernommen werden.

Der AG überprüft die erhaltenen Modelle mithilfe eines Prüfwerkzeuges (Model Checker). Dabei macht er neben einer rein visuellen Prüfung auch Gebrauch von formalisierten Prüfmechanismen wie sie bspw. unter Verwendung von mvdXML zur Verfügung stehen. ■

6. Zusammenfassung

In diesem Bericht werden die drei Szenarien für die verbindliche Einführung von Building Information Modeling (BIM) im Straßen- und Wasserwegebau des Bundes ab dem Jahr 2020 definiert, miteinander verglichen und eine Empfehlung zur Umsetzung abgegeben.

Die definierten Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich des finanziellen, technischen und organisatorischen Aufwands (einschließlich Prozessänderung, Richtliniensetzung, Weiterbildung etc.), der notwendig ist, um sie auftraggeber- und auftragnehmerseitig einzuführen und in den Projekten dauerhaft zu realisieren. Sie unterscheiden sich aber auch hinsichtlich der erzielbaren Wirkung im Hinblick auf die Erhöhung der Effizienz der Bauwirtschaft und insbesondere die Erhöhung der Qualität und Transparenz sowie der Planungssicherheit und Kostensenkungen bei Bauvorhaben. Alle drei Szenarien entsprechen den Mindestanforderungen aus dem BIM-Stufenplan „Digitales Planen und Bauen“ des BMVI.

Kern und Ausgangspunkt der vorgenommenen Szenariendefinition ist die Festlegung von BIM-Anwendungsfällen. Die definierten Anwendungsfälle wurden anschließend einer detaillierten Aufwand-Nutzen-Analyse unterzogen. Das Ergebnis dieser Analyse erlaubt die Zuordnung einzelner Anwendungsfälle zu den drei Szenarien.

Anhand eines detaillierten Vergleichs des Aufwands, des Nutzens und der Risiken der drei Szenarien wird die Empfehlung zur Umsetzung des Szenarios „Aufbruch“ ausgesprochen. Dies impliziert die Empfehlung zur standardmäßigen Umsetzung aller damit verbundenen Anwendungsfälle in allen Bauvorhaben des Bundesfernstraßen- und Bundeswasserstraßenbaus. Abweichungen von diesem Vorgehen müssen gut begründet werden. Während der Aufwand zur Umsetzung der zusätzlichen BIM-Anwendungsfälle für das Szenario „Aufbruch“ leicht über dem des Szenarios „Einstieg“ liegt, ergeben sich deutliche Zugewinne im Nutzen für die Auftraggeber. Der Aufwand zur Einführung der darüber hinaus gehenden Anwendungsfälle, die dem Szenario „Höchstleistung“ zugeordnet wurden, wird derzeit noch als zu hoch eingeschätzt, bei einem nur moderaten zusätzlichen Nutzen, aber deutlichen Risiken für den Auftraggeber.

Zusätzlich wurden weitere Randbedingungen definiert, die notwendig sind, um BIM-Projekte effizient entsprechend des gewählten Szenarios umzusetzen. Dazu gehören Festlegungen zu den Vergabeprozessen und Vertragsregelungen sowie zur Beschaffenheit, zum Umfang und zum Management der Modelle.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die Etablierung der BIM-Methodik einen Investitionsaufwand erfordert, der mit zusätzlichen Kosten in der Anlaufphase einhergeht, aber nach erfolgter Einführung eine Reduktion der Gesamtprojektkosten von Bauvorhaben erwarten lässt. Die detaillierte Definition der notwendigen Umsetzungsschritte im Sinne eines Aktionsplans ist für den weiteren Projektverlauf vorgesehen.

Anhang A: Detaillierte Beschreibung der Anwendungsfälle

Die folgende detaillierte Beschreibung der Anwendungsfälle wurden den Experten als Basis für die Bewertung des Aufwand-Nutzen-Verhältnisses bereitgestellt.

AwF 1	Bestandserfassung
Kurzbeschreibung	Erfassung der wesentlichen Aspekte des Bestandes und Überführung in eine 3D-Ansicht durch ein geeignetes Aufmaß. Eingangsdaten können aus bestehenden Unterlagen, Vermessungen, Laserscanning, Photogrammetrie, Geographischen Informationssystemen oder einer Kombination daraus entnommen werden.
Detaillierung	Entsprechend der Projektanforderung werden erforderliche Daten zur Bestandsaufnahme definiert und die geometrisch notwendige Information aufgenommen. Anhand der Eingangsdaten wird ein BIM-Modell unter Einsatz referenzierter Daten erstellt. Dieses BIM-Modell wird unter Beachtung technischer und wirtschaftlicher Aspekte idealisiert konstruiert und ggf. Bauteilverformungen sowie Bautoleranzen berücksichtigt. Hierdurch wird ein strukturiertes Modell mit semantischen Informationen aufgebaut, das eine hochwertige Informationsbasis für den weiteren Projektverlauf bildet. Die hierbei erstellten 3D-Modelle werden in der Regel zunächst eher vereinfacht modelliert. Im weiteren Projektverlauf kann sich in Teilbereichen ggf. eine Anforderung an eine höhere Genauigkeit stellen. Das Modell kann demzufolge noch weiter detailliert werden.
Nutzen	Der AwF wird in der Planungsphase verwendet, um in der Planung den Projektkontext nachvollziehbar zu referenzieren und Risiken der Bauausführung zu reduzieren. Das 3D-Bestandsmodell und die enthaltene Information können vom AG genutzt werden, um Entscheidungsprozesse im Projektverlauf zu unterstützen. Die strukturierte Aufnahme und Dokumentation vorhandener Bestandsobjekte ermöglicht auch die Wiederverwendung oder Fortschreibung von Daten. Die durchgängige Nutzung von BIM kann zukünftig die Kosten für eine erneute Bestandserfassung für bereits erfasste Bauwerke senken.
Status Quo	Die Modellerstellung auf Basis der o.g. Daten ist technisch bereits heute machbar und wird in vielen BIM-Projekten umgesetzt.
Implementierungsaufwand	Für den AG ergibt sich die Notwendigkeit, eine Spezifikation zum erforderlichen Inhalt, der Struktur und dem Umfang der 3D-Bestandsmodelle zu erstellen. Hierbei sollten geltende Vorgaben zur Erfassung von Bestandsbauwerken und ggf. deren Umgebung, insbesondere in Hinblick auf zu erfassende Materialien oder weitere Eigenschaften berücksichtigt werden, um den anvisierten Nutzen erbringen zu können. Der Schulungsaufwand für die Anwendung von Werkzeugen zur Betrachtung und Prüfung der 3D-Bestandsmodelle wird als gering eingeschätzt. AN müssen sich Kenntnisse und Techniken zur Überführung von erfassten Daten und zur Erstellung des Bestandsmodells aneignen. Ggf. ist die Anschaffung von BIM-fähigen Softwareprodukten erforderlich.

AwF 1	Bestandserfassung
Mehr- und Minder- aufwände in der Projektbearbeitung	Für die Projektbeteiligten ändert sich die Darstellung des Bestandes und relevanter Bauteilinformation von einer 2D-Darstellung in ein strukturiertes 3D-Bestandsmodell. Die grundsätzliche Anforderung einer Aufnahme der bestehenden Baufeld- und Umgebungsinformationen ändert sich durch den Einsatz der BIM-Methode nicht. Die Erstellung von 3D-Bestandsmodellen bedeutet an sich ggf. einen höheren Aufwand, der projektspezifisch unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit bewertet werden muss.

AwF 2	Planungsvariantenuntersuchung
Kurzbeschreibung	Planungsvarianten werden als BIM-Modell erstellt und hinsichtlich Kosten, Terminen bzw. Qualität bewertet.
Detaillierung	Planungsvarianten können mit BIM in der Regel schneller erstellt und sogar mit groben Kostenschätzungen versehen werden. Variantenvergleiche werden in Lph2 der HOAI für Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen gefordert. Entsprechend werden planungsphasengerecht detaillierte 3D-Modelle erstellt, die mit BIM-Methoden für den Vergleich der erstellten Varianten genutzt werden. Die zeichnerische Darstellung der Varianten auf Plänen erfolgt durch eine BIM-basierte Planerstellung. Die Nutzung der Modelle für einfache, nichtfotorealistische Visualisierungen ist möglich. Die erforderlichen Mengengerüste für die Kostenschätzungen werden transparent durch eine BIM-basierte Mengenermittlung extrahiert und können zur Plausibilisierung genutzt werden. Die Anforderungen an diese BIM-Modelle in Lph2 sollten gering ausfallen, gleichzeitig eine spätere Detaillierung im Entwurf ermöglichen.
Nutzen	Die einheitliche und transparente Erstellung und Bewertung der Planungsvarianten stellt eine gegenüber der konventionellen Arbeitsweise deutlich verbesserte Entscheidungsgrundlage für den AG dar. Vor allem in der durchgängigen Erstellung von Planungsunterlagen und der Ableitung von Mengen und Kosten aus einem BIM-Modell liegt ein entscheidender Qualitätsvorteil. Es ist davon auszugehen, dass auch das Raumordnungsverfahren durch die BIM-Variantenvergleiche sowie die Visualisierung (siehe AwF 3) erleichtert wird, wenn die dafür relevanten Attribute abgebildet werden.
Status Quo	Bereits heute gibt es bei Einsatz geeigneter Software die Möglichkeit der Variantenuntersuchung von Strecken und Ingenieurbauwerken. Dieser Anwendungsfall wird in den Pilotvorhaben bereits häufig durchgeführt.
Implementierungsaufwand	Der Implementierungsaufwand ist gering. Der AG-seitige Schulungsaufwand für die Nutzung von Werkzeugen zur Betrachtung der BIM-Modelle wird als gering eingeschätzt. AN müssen sich Kenntnisse und Techniken aneignen.
Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung	Unter der Maßgabe, dass die Detaillierung der geforderten Leistung identisch mit den aktuellen Anforderungen bleibt, ist davon auszugehen, dass Mehraufwände nicht entstehen. Die BIM-gestützte Planvariantenuntersuchung wird nur dann Mehraufwand für die Projektbeteiligten bedeuten, wenn sich hierbei die grundlegenden Anforderungen verändern. In diesem Fall ergibt sich aber auch ein erhöhter Nutzen durch vertiefte Variantenuntersuchungen. Für den AG ergeben sich keine Änderung.

AwF 3	Visualisierung
Kurzbeschreibung	Bedarfsgerechte Visualisierung auf Grundlage des BIM-Modells als Basis für Projektbesprechungen im Zuge der Planung und der Ausführung sowie für die Öffentlichkeitsarbeit.
Detaillierung	Auf Basis von BIM-Modellen werden mithilfe geeigneter Softwareprodukte Visualisierungen in Form von Bildern und/oder Filmen erstellt. Dies kann auch einfache Animationen und interaktive Visualisierungen beinhalten. BIM-Modelle aus dem Planungsprozess können direkt für einfache Visualisierungen übernommen werden. Voraussetzung für die Erstellung von fotorealistischen Visualisierungen sind spezielle Softwareprodukte und Fachwissen auf Auftragnehmerseite. In diesem Fall ist ein Zusatzaufwand für die Definition von Materialien und Beleuchtungsquellen erforderlich, die auch die Anpassung vorhandener Modelle einschließen können. Der Einsatz von Visualisierungen kann bei allen Bauwerkstypen und Komplexitätsgraden erfolgen.
Nutzen	Visualisierungen unterstützen die Entscheidungsfindung durch die verständliche Darstellung komplexer Zusammenhänge in geometrischer und visueller Form. Ein ganz wesentlicher Nutzen liegt im Einsatz von Visualisierungen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit. Visualisierungen unterstützen die verständliche Kommunikation der Bauaufgabe und können die Akzeptanz von Vorhaben erhöhen.
Status Quo	Die BIM-gestützte Visualisierung ist bereits heute aus technischer und organisatorischer Sicht ohne Probleme realisierbar und wird bereits in vielen BIM-Projekten eingesetzt.
Implementierungsaufwand	Der Implementierungsaufwand für AN ist gering, sofern es sich um einfache Visualisierungen handelt, die sich direkt mit einem BIM-Werkzeug erstellen lassen. Für die Erstellung fotorealistischer Visualisierungen ist ggf. die Anschaffung von Spezialsoftware erforderlich. AG-seitig sind keine speziellen Kenntnisse oder Softwarepakete erforderlich.
Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung	Der Zusatzaufwand in der Projektbearbeitung ist als vernachlässigbar gering einzuschätzen. Im Gegenteil ist der Aufwand zur Erstellung von Visualisierungen geringer als bei der konventionellen Arbeitsweise, da hier meist gesonderte Modelle ohne Planungsrelevanz erstellt werden. Davon unbenommen bleibt, dass im Falle fotorealistischer Visualisierungen Zusatzaufwände zur Definition von Oberflächen und Beleuchtungsquellen erforderlich wären. Der AG muss an dieser Stelle sorgfältig zwischen Aufwand und Nutzen abwägen.

AwF 4	Bemessung und Nachweisführung
Kurzbeschreibung	Nutzung des Modells für Bemessung und Nachweisführung (insbesondere Baustatik), einschließlich etwaiger Simulationen wie z.B. Überflutung, Lärm- und Schadstoffausbreitung etc.
Detaillierung	<p>Für die baustatische Bemessung wird entsprechend der gewählten Methodik ein Berechnungsmodell erstellt. Beim Berechnungsmodell handelt es sich in den meisten Fällen um idealisierte Modelle (Stäbe oder Scheiben), mitunter aber auch um ein 3D-Volumenmodell. Für eine durchgängige Nutzung der BIM-Methode werden diese Modelle direkt aus den Planungsmodellen abgeleitet. Diese Anforderung ist aber insbesondere für Stab- und Scheibentragwerke aufgrund der notwendigen Idealisierung zu einem sinnvollen statischen System zur Berechnung nur eingeschränkt automatisiert umzusetzen. Im Zuge der Modellerstellung müssen in der Software zusätzlich die statischen, materialspezifischen und ggf. die geometrischen Kennwerte der Querschnitte und die Lasten für die Berechnung definiert werden. Mit dem statischen Modell und den Definitionen werden dann Ergebnisse wie z.B. Querschnittsspannungen oder Verformungen errechnet, die für erforderliche Nachweise genutzt werden. Die Ergebnisse werden dann in den Prozess der BIM-gestützten Planung übernommen und die daraus resultierenden Planunterlagen mit den Ergebnissen der Berechnung zur Prüfung weitergeleitet. Für weitere Nachweise mit Bezug auf Emissionen/Immissionen wie Lärm/ Energiebedarf oder Analysen von Wirkungen oder Risiken durch Umwelteinflüsse wie Wind- einflüsse oder Überschwemmungen ist die Geometrie des Bauwerks ebenso erforderlich. Abhängig vom gewählten Verfahren werden auch hier geometrisch exakte oder idealisierte Modelle für die Berechnung erstellt. Für eine durchgängige Nutzung der BIM-Methode werden diese Modelle direkt aus den Planungsmodellen abgeleitet. Die Planungsmodelle stellen neben geometrischen Informationen auch zusätzliche Parameter bereit, die für die Berechnung genutzt werden. Im Zuge der Erstellung des Berechnungsmodells müssen in der Software zusätzlich die nachweisrelevanten Parameter für die Berechnung definiert werden. Nach Definition der Modelle werden die Berechnungen durchgeführt und die Ergebnisse in die erforderlichen Dokumente übernommen und bewertet.</p>
Nutzen	Die BIM-gestützte Bemessung und Nachweisführung erlaubt die weitere Erhöhung der Konsistenz und Qualität der Planungsunterlagen, da alle notwendigen Eingangsinformationen für Bemessungen und Nachweisführung direkt aus dem Modell abgeleitet werden. Bei durchgängiger Nutzung von BIM-Modellen können Aufwände bei der Eingabe geometrischer Randbedingungen vermindert werden. Ein weiterer Nutzen entsteht für den Ersteller von Nachweisen und für die Prüfer durch die strukturierte Aufbereitung von Informationen in einem BIM-Modell, die die Nachvollziehbarkeit erhöht.

AwF 4	Bemessung und Nachweisführung
<p>Status Quo</p>	<p>Baustatische Berechnungen werden bislang nur selten BIM-gestützt durchgeführt. Hintergrund ist, dass nach den aktuell gültigen Normen eine Bemessung und Nachweisführung am Ersatzmodell notwendig ist. Bislang ist die konsistente und ingenieurgerechte Überführung der 3D-Geometrie in dimensionsreduzierte statische Berechnungsmodelle nur mit erheblichen Aufwand möglich. Ebenso stehen die traditionellen Prozesse der Kommunikation zwischen Statikern und Prüfstatikern, die auf dem Austausch von 2D-Zeichnungen und Berechnung beruhen, der BIM-Nutzung entgegen. Weitere Simulationen wie Lärm- und Schadstoffausbreitung sowie Überflutungssimulationen können bereits heute BIM-gestützt durchgeführt werden, wie mehrere BIM-Pilotvorhaben belegen konnten.</p>
<p>Implementierungsaufwand</p>	<p>Es ergeben sich Aufwände bei der Weiterentwicklung von Softwareprodukten. Für die teilautomatisierte Erstellung von dimensionsreduzierten Ersatzmodellen aus BIM-Modellen müssen die bestehenden Softwarelösungen weiterentwickelt werden. Zudem muss der Datenaustausch zwischen Konstruktions- und Berechnungssoftware verbessert werden.</p> <p>Für prüfende und bewertende Beteiligte von Berechnungen und Nachweisen ist zu erwarten, dass die aktuellen Prozesse umgestellt werden müssen. Es ist zu klären, inwieweit auch bestehende Regularien betroffen sind, da die aktuellen Prozesse 2D-Planunterlagen und Dokumenten erfordern.</p>
<p>Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung</p>	<p>Die durchgängige Nutzung von BIM-Modellen kann eine Reduktion des Aufwands in der Projektbearbeitung ermöglichen. Voraussetzung dafür ist aber ein reibungsfreier Datenaustausch zwischen den beteiligten Softwaresystemen.</p>

AwF 5	Koordination der Fachgewerke
Kurzbeschreibung	Regelmäßiges Zusammenführen der Fachmodelle in einem Koordinationsmodell, mit anschließender automatisierter Kollisionsprüfung und systematischer Konfliktbehebung.
Detaillierung	Die Koordination der Fachgewerke erfolgt auf Basis der Modelle der einzelnen Fachplaner. Der Datenaustausch der BIM-Modelle für die Koordination soll möglichst mithilfe einer gemeinsamen Datenumgebung realisiert werden, die eine formalisierte Zuweisung von Status und Statusübergängen umsetzt. Für die Beteiligten sind für den Datenaustausch vor allem Anforderungen in Bezug auf Modellinhalte, -einheiten und Koordinaten festzulegen, um die Konsolidierung aller 3D-Modelle zum Koordinationsmodell zu ermöglichen. Es ist unbedingt zu beachten, eine kontinuierliche Planungsdetailierung und die phasengerechte Analyse und Bewertung der Konflikte zu vereinbaren.
Nutzen	Die Koordination der Fachgewerke und die Konfliktbehebung im Planungsprozess verbessert die Planungsqualität und verringert signifikant die Risiken in Bezug auf Kosten und Termine.
Status Quo	Dieser Anwendungsfall ist aus technischer Sicht bereits heute gut handhabbar und wird bereits in vielen BIM-Projekten umgesetzt.
Implementierungsaufwand	Der Implementierungsaufwand ist gering. AN müssen sich Kenntnisse und Techniken zur BIM-gestützten Koordination aneignen. Die notwendige Software ist zu geringen Kosten verfügbar. Der wesentliche Implementierungsaufwand liegt in der Definition von Prozessen zur formalen Behandlung von Konflikten. Auf AG-Seite entsteht nur dann Implementierungsaufwand, sofern er eigene Kollisionskontrollen durchführen will.
Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung	BIM bietet deutlich bessere und mehr Möglichkeiten um die Koordination der Fachgewerke durchzuführen. Probleme, die heute bei der konventionellen Planung oft auch aufgrund der Planungsmethode in der Koordination auftreten, können durch BIM-gestützte Planung vermieden werden. Ein Beispiel ist die Kollision von Fundamenten (für Schutzeinrichtungen, Beschilderung) mit der Entwässerung. Durch die frühzeitige Identifizierung und Verhinderung von Kollisionen können vermeidbare Folgeaufwendungen und -kosten im Gesamtplanungsprozess vermieden werden. Insgesamt kann damit für das Gesamtbauvorhaben eine Reduktion des Aufwandes erreicht werden.

AwF 6	Fortschrittskontrolle der Planung
Kurzbeschreibung	Nutzung des Modells für die Planungsfortschrittskontrolle als Grundlage des Controllings.
Detaillierung	Mit BIM-Modellen lässt sich der Fortschritt der Planung visualisieren und damit besser überwachen. Durch die erhöhte Transparenz wird die Terminalsicherheit des Gesamtbauvorhabens signifikant erhöht. In BIM-Projekten werden Modelle für verschiedene AwF in einem strukturierten Prozess auf Basis von gemeinsamen Projektanforderungen erstellt. Somit lassen die verschiedenen Informations-Anforderungen und Ergebnisse aus anderen Anwendungsfällen Rückschlüsse auf den Planungsfortschritt zu, z.B. können die Ergebnisse aus der „Koordination der Fachgewerke“ für eine Bewertung des Planungsfortschritts herangezogen werden. Weiter stehen die Informationen im Modell zur Prüfung auf Vollständigkeit in Bezug auf die Planungsphase zur Verfügung. Die Anforderung eines Modelllieferplans erleichtert die koordinierte Erstellung der verschiedenen Fachmodelle und unterstützt die terminliche Abwicklung des Planungsprozesses.
Nutzen	Die Erweiterung der Bewertungskriterien für die Fortschrittskontrolle über die Planlieferung hinaus erhöht die Transparenz des Planungsfortschritts in Bezug auf Terminalsicherheit. Die Prüfung der Modellinformationen lassen auch einen Rückschluss auf Planungsinhalte und nicht nur Plandarstellungen zu.
Status Quo	Dieser Anwendungsfall wird zum jetzigen Zeitpunkt nur in einem sehr eingeschränkten Umfang umgesetzt. Aus technischer Perspektive ist dieser Anwendungsfall problemlos realisierbar.
Implementierungsaufwand	Die AG-seitigen Aufwände zur Einführung dieses AwF liegen in der Festlegung von Richtlinien hinsichtlich der Meldung von Status, der Einführung entsprechender Softwaresysteme und der Schulung der eigenen Mitarbeiter. Es müssen Systeme definiert werden, die für eine Zusammenführung und Darstellung der Informationen geeignet sind. Es wird für andere Projektbeteiligte nur ein geringer Schulungsaufwand erwartet, da ein Berichtswesen zum Planungsfortschritt auch aktuell abgefordert werden kann.
Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung	Die Projektbeteiligten müssen die Informationen, die zur Auswertung genutzt werden, entsprechend der Projektvorgaben strukturiert und modellbezogen dokumentieren, um ein Controlling zu ermöglichen. Für den AG ergibt sich keine Änderung, da die Lieferleistung nicht verändert wird. Ergebnisse werden in Berichtsform erstellt und übergeben.

AwF 7	Erstellung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen
Kurzbeschreibung	Ableitung der wesentlichen Teile der Entwurfs- und Genehmigungspläne bis zu einem festzulegenden Maßstab aus dem Modell.
Detaillierung	Für die Planerstellung werden im 3D-Modell Projektionen erstellt, die in einer 2D-Ansicht der Planungssoftware z.B. für einen Grundrissplan oder einen Schnitt genutzt werden. Diese Ansichten werden dann mit 2D-Informationen wie Maßketten oder Beschreibungen sowie Plankopf und Planrahmen ergänzt und als Zeichnung gespeichert. In diesem Prozess sollten ausreichend viele Planungsdetails im BIM-Modell hinterlegt werden, um auf diese bei der Planerstellung zurückgreifen zu können. Dies wird analog zur herkömmlichen 2D-Planung umgesetzt, bei der textuelle und symbolische Ergänzungen auf dem Plan manuell eingefügt werden. Details (insbesondere Standarddetails) können aus Effizienzgründen weiterhin als 2D-Zeichnung erstellt werden, sodass das BIM-Modell insgesamt in einem zweckmäßigen Detaillierungsgrad ausgearbeitet wird. Hintergrund ist, dass der Aufwand, ein Detail an allen Stellen in 3D zu modellieren, angesichts des überschaubaren Nutzens zu groß ist. Genaue Festlegungen, welche Bauteile wie detailliert modelliert werden, müssen im Projekt getroffen werden. Dies hängt besondere auch von der Bedeutung für die Korrektheit der Kostenschätzung ab. Die geometrische Kompatibilität von Detailzeichnungen und BIM-Modell ist in jedem Fall sicherzustellen.
Nutzen	Die Ableitung der Planunterlagen aus BIM-Modellen verringert den Koordinations- und Erstellungsaufwand für die Erstellung von Schnitten und Ansichten bei verbesserter Qualität, da die Konsistenz durch Nutzung einer einheitlichen Quelle gesichert ist.
Status Quo	Das Ableiten der Entwurfs- und Genehmigungspläne aus dem Modell ist bereits zum jetzigen Zeitpunkt i.d.R. gut möglich und wird in nahezu allen BIM-Projekten umgesetzt. Bei einer komplexeren Geometrie kommt es mitunter noch zu Problemen in der Zeichnungsgenerierung, die aber bis 2020 überwunden sein sollten.
Implementierungsaufwand	Die aus BIM-Modellen abgeleiteten Pläne entsprechen zum Teil nicht vollständig den heute geltenden Richtlinien zur Darstellung von Planunterlagen. Daher ist zu prüfen, ob eine Abweichungsbefugnis eingeräumt werden kann oder eine Anpassung der entsprechenden Richtlinien erforderlich ist. Für den AG ergeben sich insofern Änderungen, dass Vorgaben zur Übergabe elektronischer Zeichnungen (z.B. Layervorgaben) außer Kraft gesetzt werden können, da sie beim modellgestützten Arbeiten keine Bedeutung mehr haben.
Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung	Insgesamt ist ein reduzierter Aufwand durch den Einsatz einer einheitlichen Quelle zur Erstellung der Entwurfs- und Genehmigungspläne zu erwarten. Dies gilt insbesondere bei auftretenden Planungsänderungen, die bei der konventionellen Arbeitsweise ein aufwändiges und fehleranfälliges manuelles Nachführen aller betroffenen Zeichnungen notwendig machen. Für die Begrenzung des Aufwands auf ein adäquates Maß ist die Vereinbarung eines sinnvollen Detaillierungsgrades für Zeichnungen wichtig, die aus den Modellen generiert werden sollen. Die Erstellung von Detailplänen aus Modellen wäre mit einem erhöhten Aufwand verbunden. Da der Einsatz von Standarddetails übliche Praxis ist, sollte dies jedoch auch im Rahmen der Anwendung von BIM berücksichtigt werden.

AwF 8	Arbeits- und Gesundheitsschutz: Planung und Prüfung
<p>Kurzbeschreibung</p>	<p>Darstellen sicherheitsrelevanter Aspekte (z.B. Sperrzonen, Zugangsbeschränkungen, Fluchtwege, Brandbekämpfung, Betriebsabläufe, usw.) im Modell, ggf. mit zeitlicher Auswirkung temporärer Bauzustände oder Einrichtungen. Überwachung der erforderlichen Maßnahmen während der Bauausführung und Dokumentation notwendiger Korrekturen mit automatisierten Benachrichtigungen betroffener Projektbeteiligter.</p>
<p>Detaillierung</p>	<p>Um die Sicherheit auf Baustellen zu gewährleisten gibt es im Projekt verschiedene Anforderungen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz. Diese werden z.B. durch den Sicherheits- und Gesundheits- Koordinator (SiGeKo) vor Projektbeginn analysiert und erforderliche Maßnahmen dokumentiert. Um eine bessere Transparenz zu erhalten, werden wesentliche Aspekte (z.B. Sperrzonen, Fluchtwege...) im 4D-Modell ergänzt. Eine visuelle Kontrolle des vollständigen 4D-Modells unterstützt die abschließende Bewertung der SiGeKo Festlegungen. Die Daten werden dann weiter in den erforderlichen Einweisungen von Baustellenpersonal genutzt um das Verständnis für die Sicherheitsrelevanten Themen zu erhöhen.</p> <p>Der Anwendungsfall basiert auf der Nutzung Cloud- bzw. internetbasierte Softwareprogramme. Entsprechend der Anforderungen des SiGeKo werden Anforderungen in Aufgaben oder Prüfpunkte überführt, die während der Ausführung beachtet und kontrolliert werden müssen. Die Systeme erlauben es, entsprechende Aufgaben sofort während einer Sicherheitsbegehung an die Zuständigen zu verteilen und in einer Datenbank zu verwalten. Die Systeme stellen über diese Datenbank dann allen Beteiligten entsprechend angepasste Berichtslisten über offene, geänderte, geklärt und erledigte Aufgaben in Echtzeit bereit. Diese Automatismen beschleunigen und vereinfachen die Kommunikations- und Dokumentationsprozesse drastisch. Die Systeme erlauben auch über Online-Formulare eine bauteilbezogene Standardisierung der Qualitätsprüfung. Diese Formulare unterstützen proaktives Handeln im Gegensatz zur reinen Identifikation von Risiken und die Veranlassung der notwendigen Maßnahme mit herkömmlichen Werkzeugen.</p>
<p>Nutzen</p>	<p>Bessere Kommunikation sicherheitsrelevanter Aspekte. Zur Arbeits- und Gesundheitsschutzplanung werden relevante Informationen und Sichten aus dem Modell gewonnen. Der Nutzen liegt hier wiederum vor allem in der Steigerung der Qualität durch Sicherung der Konsistenz der Planunterlagen und visuell unterstützter Einweisung anstelle rein dokumentenbasierter Einweisung sowie der Senkung der Prozess- und Gesundheitsrisiken in der Bauausführung.</p> <p>Strukturierte Dokumentation von Begehungen und beschleunigte Weitergabe von Informationen in sicherheitsrelevanten Bereichen. Die Nutzung von Datenbanken verbessert Nachverfolgung und Berichtswesen für arbeitsschutz- und sicherheitsrelevante Themen. Dieser Anwendungsfall wird zu einer drastischen Vereinfachung der Dokumentations- und Kontrollprozesse führen.</p>
<p>Status Quo</p>	<p>Dieser Anwendungsfall wird zum jetzigen Zeitpunkt nicht bzw. nur in sehr eingeschränktem Umfang mit der BIM-Methode umgesetzt. Aus technischer Sicht gibt es keine signifikanten Hürden. Die Akzeptanz durch die Genehmigungsbehörden kann bis 2020 erreicht werden.</p>

AwF 8	Arbeits- und Gesundheitsschutz: Planung und Prüfung
<p>Implementierungsaufwand</p>	<p>Die AG-seitigen Aufwände zur Einführung dieses AwF sind gering. Die Arbeits- und Gesundheitsschutzprüfung wird durch Nutzung mobiler Technologien auf der Baustelle unterstützt. Abweichungen werden unmittelbar im Modell verortet dokumentiert und Handlungsanweisungen adressiert. Auf der Seite der AN müssen für die Umsetzung Systeme konfiguriert und bereitgestellt werden, die eine Aufnahme und Übergabe der dokumentierten Aufgaben ermöglichen. Diese Systeme können ggf. von der Softwareindustrie bereitgestellt werden, so dass keine Entwicklungsaufwände, sondern nur Lizenzkosten entstehen. Es werden auch Schulungsaufwände für die projektspezifische Administration erwartet.</p>
<p>Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung</p>	<p>Die Integration der SiGeKo-Anforderungen in ein 4D-Modell bedeutet einen erhöhten Aufwand für den Ersteller. Auf Seite des Bauherrn würde die Erweiterung der SiGeKo Tätigkeit um ein 4D-Modell nicht zu Mehraufwänden führen, die Steuerung des Bauablaufes obliegt dem Bauausführenden. Der Schulungsaufwand für die Nutzung von Werkzeugen zur Betrachtung von 4D-Modellen wird als gering eingeschätzt. In der Projektausführung wird es für die Durchführung von Begehungen kaum Auswirkungen geben, aber im administrativen Bereich sind Aufwandsreduzierungen zu erwarten. Auf Seite des Bauherrn würde die Bereitstellung eines entsprechenden Systems zu Mehraufwänden führen um übergreifend zu steuern und zu überwachen. Die Aufgabe der Dokumentation obliegt aber den bauausführenden Projektbeteiligten, die somit auch optimierte Systeme liefern sollten. Der Schulungsaufwand für die Nutzung von Werkzeugen zur mobilen Kommunikation von Aufgaben wird als gering eingeschätzt.</p>

AwF 9	Planungsfreigabe
Kurzbeschreibung	Durchführen der Prüfläufe zur Freigabe der Planung auf Basis von BIM-Modellen und der daraus abgeleiteten 2D-Pläne.
Detaillierung	<p>Die BIM-gestützte Freigabe der Planung durch die Auftraggeber sorgt für eine Steigerung der Effizienz in den Arbeitsabläufen. Insbesondere können Mängel oder Änderungswünsche mittels digitaler Formate wie BIM Collaboration Format (BCF) kommuniziert und bei Einsatz entsprechender Serverlösungen ihre Abarbeitung nachverfolgt werden. Dies trägt signifikant zur Erhöhung der Terminalsicherheit im Planungsprozess bei. 3D-Modelle werden entsprechend der AIA mit Informationen angereichert und zusätzlich zu den daraus extrahierten 2D-Planunterlagen in einen digitalen Prozess übergeben. Zu diesen Daten übergibt der Autor der Daten eine Übereinstimmungserklärung (2D/3D). Alle Prüfungsbeteiligten greifen entsprechend der Prozessdefinition auf die Planungsdaten zu und erzeugen digitale Kommentare entsprechend ihrer Verantwortung. Prüfungen von Planunterlagen entsprechen inhaltlich heutigen Anforderungen und können durch die Nutzung der BIM-Modelle unterstützt werden. Die Prüfungen von BIM-Modellen erfolgt unter Nutzung entsprechender Prüfsoftware (Model Checker) in Hinblick auf AIA-Konformität bzgl. Vollständigkeit, Detaillierungsgrad und vereinbarter Dateninhalte. Weiter werden die 3D-Modelle genutzt um die Einhaltung von allgemeinen Planungsvorgaben aus Normung oder Standardisierung (z.B. Fluchtwege, erforderliche Türbreiten) automatisiert zu prüfen. Eine vollinhaltliche Prüfung sämtlicher Planungsanforderungen an 3D-Modellen ist aktuell noch nicht möglich, da die Umsetzung in Prüfsoftware unter Nutzung entsprechender Prüfregeln erst über einen höheren Grad an Standardisierung sinnvoll erreichbar ist. Neben einer automatisierten Prüfung allgemeiner Planungsvorgaben werden Modelle also vorrangig als Referenz zur (vorrangig händischen) Prüfung herangezogen. Dieser Prozess erfolgt iterativ bis zu geplanten Freigabe für die nachfolgenden Aufgaben (z.B. Phasenabschluss oder Bauausführung).</p>
Nutzen	<p>Die Digitalisierung der Prozesse erhöht die Nachverfolgbarkeit von Anmerkungen, die auf den 2D-Planunterlagen oder im 3D-Modell gemacht werden. Durch die Ergänzung von Anmerkungen im 3D-Modell, die bspw. über das BCF-Format kommuniziert und verwaltet werden können, erhöht sich die Verständlichkeit von Informationen und damit die Effizienz des Prüf- und anschließenden Bearbeitungsvorgangs. Prüfern wird zudem die Möglichkeit eröffnet, stichprobenartig geometrische Aspekte zu prüfen. Die Übergabe der 3D-Modelle mit enthaltenen Informationen entsprechend der vereinbarten Inhalte kann automatisiert und somit mit geringem Aufwand erfolgen.</p>
Status Quo	<p>Die Planung wird heute im Regelfall noch nicht digital freigegeben, die Freigabe erfolgt stattdessen in Papierform und ausschließlich für 2D-Pläne. Dieses Vorgehen wird bei Auftragnehmern intern schon häufig durch digitale Kommentare auf 2D-Planunterlagen in Datenräumen in Verbindung mit zugewiesenen Aufgaben zu Vorabstimmung unterstützt. Eine Einbindung des AG in den digitalen Prozess ist nicht die Regel und die erforderliche Freigabe erfolgt mangels rechtssicherer Dokumentation konventionell. Technisch ist eine digitale Freigabe von Modell und abgeleiteten Plänen möglich. In BIM-Pilotvorhaben wurden bereits digitale Freigaben von Modellen erfolgreich praktiziert.</p>

AwF 9	Planungsfreigabe
<p>Implementierungsaufwand</p>	<p>Die Ablösung der konventionellen Praxis der Planfreigabe durch eine BIM-gestützte Planungsfreigabe erfordert einen erheblichen Aufwand in der organisatorischen Umstellung und der Schulung der Mitarbeiter auf Seiten der Auftraggeber. Zusätzlich sind zur effizienten Prüfung der 3D-Modelle die Anforderungen an Inhalte nach Phasen und automatisierte Prüfmechanismen zu erstellen. Beim Auftragnehmer wird von keinem oder nur einem geringen Mehraufwand ausgegangen, da der Einsatz digitalisierter Prozesse in Datenräumen schon häufig erfolgt.</p>
<p>Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung</p>	<p>Eine Prüfung von 3D-Modellen neben den üblichen 2D-Planunterlagen ist eine zusätzliche Aufgabe in der Projektabwicklung. Es wird davon ausgegangen, dass AIA nach einer ersten Standardisierungsphase nur noch wenig Volatilität unterliegen. Mehraufwände für die Prüfung von 3D-Modellen sollten durch eine automatisierte Prüfung von Vorgaben sehr gering sein und nur bei Änderungen der Anforderungen relevant werden. Die digitalisierte Prüfung und Freigabe von Dokumenten und 2D-Planunterlagen bewirkt einen administrativen Minderaufwand im Prozessverlauf. Prüfkommunikation anderer Beteiligten können im Rahmen von Berechtigungskonzepten eingesehen werden und somit zusätzliche Minderaufwände in der Erzeugung und Übernahme von Anmerkungen erzeugen.</p>

AwF 10	Kostenschätzung und Kostenberechnung
Kurzbeschreibung	Ermittlung strukturierter und bauteilbezogener Mengen (Volumen, Flächen, Längen, Stückzahlen) anhand des Modells als Basis für Kostenschätzungen und Kostenberechnungen nach üblichen Kostengliederungen (DIN 276-4, VV-WSV 2107 etc.).
Detaillierung	Für die Kostenschätzung und Kostenberechnung bilden Mengen eine wesentliche Grundlage. BIM-Modelle der Planung enthalten gemäß der Anforderung für die Planerstellung wesentliche Informationen, die zur Gruppierung von Elementen und der Zuordnung zu Kostengruppen genutzt werden können. Weiterhin werden die genauen geometrischen Informationen der Modelle (z.B. Volumen, Fläche) aus dem BIM-Modell genutzt, um die Mengen dieser Elementgruppen entsprechend der Bezugseinheiten nachvollziehbar und effizient zu ermitteln.
Nutzen	Die Nutzung von BIM-Modellen als Grundlage für die Kostenschätzung und Kostenberechnung erhöht signifikant die Genauigkeit, Transparenz und Prüfbarkeit der Ergebnisse und dient damit unmittelbar dem Ziel einer erhöhten Kostensicherheit des Gesamtprojekts.
Status Quo	Eine Mengenermittlung anhand des Modells und eine darauf beruhende Kostenschätzung und Kostenberechnung ist technisch bereits zum jetzigen Zeitpunkt gut möglich und wird in vielen BIM-Projekten angewendet.
Implementierungsaufwand	Es ergibt sich für den AG die Notwendigkeit der Einführung von Software zur Prüfung der BIM-gestützten Mengenermittlung verbunden mit entsprechenden Schulungen. AN müssen sich Kenntnisse und Techniken zur BIM-gestützten Kostenschätzung und Kostenberechnung aneignen. Der Einsatz einer modellbasierten Mengenermittlung kann zum Teil mittels Standardfunktionalitäten von BIM-Modellierern realisiert werden, zum Teil ist aber auch die Nutzung spezieller Softwareprodukte erforderlich.
Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung	Die Verwendung des BIM-Modells für die Mengenermittlung reduziert den Aufwand für die Kostenschätzung und Kostenberechnung. Vor dem Hintergrund der Festlegung eines wirtschaftlichen Detaillierungsgrades in BIM-Modellen ist aber nicht zu erwarten, dass alle Mengenpositionen BIM-basiert extrahiert werden können. An dieser Stelle ergeben sich daher gleichbleibende Aufwände. Die Aktualisierung der Mengenermittlung im Fall von Planungsänderungen ist bei der BIM-basierten Methode aufwandsreduziert umsetzbar. Die Mengen können auch für die Terminplanung genutzt werden und Aufwände für mehrfache Mengenauszüge werden reduziert.

AwF 11	Erstellung des Leistungsverzeichnisses
<p>Kurzbeschreibung</p>	<p>Modellgestütztes Erzeugen von mengenbezogenen Positionen des Leistungsverzeichnisses, modellbasierte Ausschreibung, Vergabe und Angebotsabgabe auf Basis der vorliegenden Planung. Das modellgestützte Erzeugen von mengenbezogenen Positionen des Leistungsverzeichnisses (LV) ist technisch bereits zum jetzigen Zeitpunkt möglich. Eine Entwicklungslücke existiert heute noch bei der gekoppelten Übermittlung von Modell und LV. Grundlage für die Erstellung von LV bleibt der Standardleistungskatalog für den Straßen- und Brückenbau des FGSV bzw. der Standardleistungskatalog der WSV für den Wasserbau, mit seinen hinterlegten Leistungsbereichen (LB).</p>
<p>Detaillierung</p>	<p>Im Anwendungsfall wird eine BIM-basierte Mengenermittlung mit einer Zuweisung von Leistungspositionen zu 3D-Modellelementen durchgeführt. Die Positionen des Leistungsverzeichnisses werden mit modellbasierten Mengen gefüllt. Die Detaillierung des Modells ist ein limitierender Faktor, der festlegt, bis zu welchem Umfang ein Leistungsverzeichnis BIM-basiert mit Mengen gefüllt werden kann. Besonders effizient ist der Anwendungsfall bei der Ermittlung von Raum-, Flächen- oder Längenmaß sowie Stückzahlen. Ein vollständiges Planungsmodell mit typisierten Bauteilen erlaubt zudem die Nutzung der Elementtypen bei der Definition der erforderlichen Leistungspositionen. Die Projekt- (auch Modell-), Vorgangs-/Terminplan- und LV-Struktur sollten aufeinander abgestimmt entwickelt und gegebenenfalls vorgegeben werden. Dies ist notwendig, um die Erstellung von 4D- und 5D-Modellen zu erleichtern, bei der zukünftig auch die Terminplanung berücksichtigt werden muss.</p> <p>Weitergehende Veränderungen bei Ausschreibung und Vergabe werden nicht erwartet. Der heute praktizierte Datenaustausch über die vorhandene GAEB -Schnittstelle ist weiterhin möglich. Sofern sinnvoll, ist die Erstellung eines bepreisten LV auf Basis der BIM-Mengen möglich.</p>
<p>Nutzen</p>	<p>Die Verwendung des BIM-Modells für die Mengenermittlung reduziert den Aufwand für die Erstellung des LV und hilft dabei, Fehler im LV und daraus resultierende kostenintensive Nachträge zu vermeiden. Der AwF dient damit unmittelbar dem übergeordneten Ziel der erhöhten Kostensicherheit des Gesamtprojekts. Aktualisierungen von Mengenermittlungen für das Leistungsverzeichnis sind bei der BIM-basierten Methode in der Regel als weniger aufwendig einzuschätzen. Aufwände für mehrfache Mengenauszüge werden reduziert und die Transparenz und Prüfbarkeit der Ergebnisse verbessert.</p>
<p>Status Quo</p>	<p>Dieser Anwendungsfall wird zwar bereits zum Teil durchgeführt, allerdings i.d.R. nicht als durchgängiger Prozess von LV-Erstellung über Ausschreibung bis hin zur Vergabe. Meist werden Haupt-Positionen eines LV mit modellgestützt erzeugten Mengen bestückt oder verifiziert, oder es werden separat hiervon Modelle – dann ohne Mengengerüst – auf informativer Basis mit Ausschreibungen zur Verfügung gestellt.</p>

AwF 11	Erstellung des Leistungsverzeichnisses
Implementierungsaufwand	<p>Für den AG ergibt sich die Notwendigkeit der Einführung von Software zur Prüfung der BIM-gestützt erstellten LVs verbunden mit entsprechenden Schulungen. AN müssen sich Kenntnisse und Techniken zur BIM-gestützten LV-Erstellung aneignen. Zudem ist die Einführung geeigneter Softwareprodukte und die damit verbundene Schulung notwendig.</p> <p>Eine Effizienzsteigerung der Mengenermittlung kann durch die Anpassung der Normierung für Mengenberechnungen (z.B. VOB-C oder DIN4124) erreicht werden. Die Regularien, die einer Vereinfachung der 2D-basierten Mengenermittlung dienen, erhöhen bei der BIM-Methode den Aufwand.</p>
Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung	<p>Die Weiterverwendung von modellbasierten Informationen bei der Erstellung ggf. vollständiger Leistungsverzeichnisse reduziert zwar den Aufwand der Mengenermittlung bei den Projektbeteiligten. Die vorgesehene Detaillierung der BIM-Modelle muss aber die Anforderungen dieses Anwendungsfalls berücksichtigen und gleichzeitig wirtschaftlich bleiben. Eine vollständige Ermittlung aller Mengenpositionen direkt aus den Modellen ist insbesondere unter Betrachtung der Planung mit 2D-Standarddetails nicht zu erwarten. Somit ist in Einzelfällen die Verwendung von Platzhalterobjekten zu berücksichtigen, um die Konsistenz von Modell und extrahierten Informationen zu wahren. Hieraus kann ein geringer Mehraufwand entstehen.</p>

AwF 12	Terminplanung der Ausführung
Kurzbeschreibung	Erstellung eines 4D-Modells zur Verknüpfung von Vorgängen der Terminplanung mit den zugehörigen Elementen des Modells zur Beschreibung des geplanten Bauablaufs.
Detaillierung	Die Verknüpfung der 3D-Modelle mit der Terminplanung zur Schaffung von 4D-Modellen erfolgt mithilfe von entsprechenden Softwareprodukten. Dabei ist eine teilautomatische Verknüpfung der einzelnen Modellelemente mit den entsprechenden Vorgängen möglich. Es ist zu beachten, dass im Lauf des Projekts Terminpläne mit bestimmter Konkretisierung erzeugt werden, reichend von Rahmenterminplänen über Grobterminpläne (Meilensteinterminpläne) bis hin zu Detailterminplänen. Je nach Anwendungsphase wird der Bauzeitenplan der Entwurfsphase oder der zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber vereinbarte Vertragsterminplan zu Grunde gelegt. Hinweise zu den verschiedenen Detaillierungsstufen gibt die VDI-Richtlinie 2552-3. Damit 3D-Modell und Bauzeitenplan sinnvoll verknüpft werden können, muss die jeweilige Struktur des Modells, des Vorgangs-/Terminplans und des LV aufeinander abgestimmt entwickelt und gegebenenfalls vorgegeben werden. Aufgrund der Vernetzung der Modelldaten mit Termini- und Terminplanstellen Änderungen, zum Beispiel infolge von Bauablaufstörungen, eine zusätzliche Herausforderung dar. Als Beispiel lässt sich nennen, dass neu hinzugekommene Elemente in einem zusätzlichen Arbeitsschritt vernetzt werden müssen. Die Vorgehensweise dazu ist ggf. über die AIA anzufordern und im BAP zu beschreiben.
Nutzen	Der AwF trägt unmittelbar zum übergeordneten Ziel der Erhöhung der Terminalsicherheit bei. Bei der Erstellung des 4D-Modells werden Terminpläne mit Modellelementen verknüpft. Bei diesem Prozess werden häufig Unregelmäßigkeiten zwischen 3D-Modell und Terminplan aufgedeckt, die z.B. durch fehlende Bauvorgänge begründet sein können. Durch die Zusammenführung der Terminplanung und der BIM-basierten Mengenermittlung können Modellmengen den Vorgängen zugewiesen werden. Somit kann der Terminplan unter Beachtung der geplanten Aufwandswerte in Bezug auf initial geplante Vorgangsdauern verifiziert werden. Weiter lässt sich die visuelle Komponente des 4D-Modells gut in der Abstimmung mit dem Auftraggeber und der Kommunikation mit der Öffentlichkeit einsetzen.
Status Quo	Die Verknüpfung des BIM-Modells mit dem Bauablauf ist zum jetzigen Zeitpunkt technisch auch für komplexere Bauvorhaben bereits möglich und wird praktiziert. Die Anwendung erfolgt derzeit vorrangig zur Visualisierung und Auswertung von existierenden Terminplänen, nicht zur eigentlichen Erstellung der Terminpläne. Eine Fortschreibung der 4D-Modellierung während der Ausführung wird häufig noch nicht umgesetzt.
Implementierungsaufwand	Für die AG ergibt sich die Notwendigkeit zur Einführung von Softwarewerkzeugen zur Visualisierung und Prüfung von 4D-Modellen. Der Schulungsaufwand für die Nutzung dieser Werkzeuge wird als gering eingeschätzt.

AwF 12	Terminplanung der Ausführung
Mehr- und Minder- aufwände in der Projektbearbeitung	<p>Die Erstellung oder Aktualisierung von 4D-Modellen bedeutet im Regelfall einen zusätzlichen Aufwand im Projekt. Eine Einteilung von Modellelementen, etwa in Betonierabschnitte, muss gegebenenfalls vorgenommen werden, was den Planungsaufwand in einen früheren Zeitpunkt verlagert. Es kann aber auch eine Detaillierung im Rahmen der 4D-Modell-Erstellung erfolgen, was die Aufwände auf den Ersteller des 4D-Modells verlagert.</p> <p>Im Prozess der Erstellung des 4D-Modells erfolgt aber eine implizite Prüfung der zugrundeliegenden Daten, da diese vollständig sein müssen. Im Bereich der gemeinsamen Koordination werden durch die Visualisierung effizientere Abstimmungen möglich, die aus Sicht des Gesamtvorhabens Aufwände einsparen.</p>

AwF 13	Logistikplanung
Kurzbeschreibung	Unterstützung der Planung und Kommunikation von Logistikabläufen (Baustelleinrichtung, der Baustelleninfrastruktur, Verkehrsphasen und der Verkehrsführung) auf Basis von 4D-Modellen.
Detaillierung	Für die Logistikplanung werden CAD-Systeme genutzt, in welche das BIM-Modell importiert und mit Elementen der Baustelleinrichtung, Schalung & Rüstung etc. angereichert wird. Diese Modellelemente müssen in den Unternehmen, bzw. als generische Elemente auf Seiten der Planer, in Wiederverwendungsbibliotheken angelegt werden, damit der Aufwand reduziert wird. Auch stellt der Import des Bauwerksmodells aus dem Autorensystem des Planers oft eine Herausforderung für Bauunternehmen dar. Die Logistikplanung baut zudem auf den Ergebnissen der 4D-Modellierung auf. Durch die Verfügbarkeit terminierter Mengen aus diesen Anwendungsfällen liegt ein wichtiger Bestandteil für die Logistikplanung vor, der geplante Ressourceneinsatz von Baumaterialien bezogen auf das gesamte Projekt. Es müssen weitere logistische Anforderungen aufgenommen werden, die sich aus den temporären Zwischenständen der Projektausführung ergeben (z.B. Baustelleinrichtung, Verkehrsführung). Die Logistikplanung erfolgt mit Unterstützung von Datenbanksystemen, die bereits existieren. Die Erstellung eines 4D-Modells würde bei der Analyse unterstützen.
Nutzen	Eine BIM-basierte Logistikplanung unterstützt die Durchgängigkeit der Datennutzung und reduziert Aufwände bei der Grundlagenermittlung. Der mögliche Einsatz graphischer Komponenten analog zum 4D-Modell hilft, komplexe Situationen einfach erfassbar zu machen und Entscheidungen zu treffen. Die Möglichkeit der Datenanalyse unter Beachtung einer aktuellen Planung kann helfen, logistische Konflikte (z.B. Platzmangel, beschränkte Anfahrtswege) zu identifizieren und frühzeitig zu lösen.
Status Quo	Bei den heute eingesetzten Systemen für die Planung von Logistikabläufen handelt es sich häufig um isolierte Programme. Zur effizienten Durchführung der Logistikplanung fehlen bislang Möglichkeiten für die Übernahme von Modellinformationen.
Implementierungsaufwand	Es sind Softwarelösungen zu schaffen, die eine BIM-gestützte Logistikplanung ermöglichen. Diese Systeme müssen AN-seitig eingeführt werden, verbunden mit entsprechenden Schulungen. Für den AG ergibt sich kein Implementierungsaufwand.
Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung	Das bestehende Bauwerksmodell muss ergänzt werden. Der Aufwand für diese Ergänzungen lässt sich durch das Vorhandensein von Bibliothekselementen zur Baustelleinrichtung etc. reduzieren. Durch die Wiederverwendung von strukturierten Informationen liegen Eingangsdaten für die Logistikplanung vor, wodurch Effizienzgewinne realisiert werden können.

AwF 14	Erstellung von Ausführungsplänen
Kurzbeschreibung	Ableitung der wesentlichen Teile der Ausführungspläne bis zu einem festzulegenden Maßstab aus dem Modell.
Detaillierung	Auf Basis des Planungsmodells wird ein Produktionsmodell entwickelt, das die Belange der technischen und wirtschaftlichen Ausführung des Bauvorhabens vollständig berücksichtigt. In diesem Modell werden die Ausführungsplanungen der Fachgewerke integriert. Die Ableitung der Ausführungspläne wird abhängig von der Vergabestrategie von den beteiligten Fachplanern oder von den bauausführenden Unternehmen verantwortet. Für die Planerstellung werden im 3D-Modell Projektionen bzw. Schnitte erstellt, die in einer 2D-Ansicht in der Software z.B. für einen Grundrissplan oder einen Schnitt genutzt werden. Diese Ansichten werden dann mit 2D-Informationen wie Maßketten oder Beschreibungen, sowie Plankopf und Planrahmen ergänzt und als Plan gespeichert. Für detailliertere Pläne, die größere Projektausschnitte darstellen, z.B. Schnittdarstellungen im Maßstab 1:20 werden zusätzlich 2D-Elemente für eine Detaillierung ergänzt, die im Modell nicht enthalten sind. Im BIM-Prozess werden die Informationen im Modell gespeichert, um auf diese bei der Planerstellung zurückzugreifen, im Gegensatz zur 2D-Planung, bei der die Informationen vom Planbearbeiter gepflegt werden müssen.
Nutzen	Der AwF dient unmittelbar dem übergeordneten Ziel der Erhöhung der Qualität der Planung und trägt damit zur Erhöhung der Termin- und Kostensicherheit bei. Die Ableitung der Planunterlagen aus BIM-Modellen verringert die Fehleranfälligkeit und den Koordinationsaufwand für die Erstellung von Schnitten und Ansichten, da eine einheitliche Quelle genutzt wird. Damit verringern sich Unstimmigkeiten, die bei Nichterkennen zu erheblichen Kosten und Terminverzögerungen in der Bauausführung führen können.
Status Quo	Das Ableiten der Ausführungspläne aus dem Modell ist bereits zum jetzigen Zeitpunkt im Regelfall gut möglich und wird in nahezu allen BIM-Projekten umgesetzt. Bei komplexeren Geometrien kommt es mitunter noch zu Problemen in der Zeichnungsgenerierung, die aber bis 2020 überwunden sein sollten.
Implementierungsaufwand	Die aus BIM-Modellen abgeleiteten Pläne entsprechen zum Teil nicht vollständig den heute geltenden Richtlinien zur Darstellung von Planunterlagen. Daher ist zu prüfen, ob eine Abweichungsbefugnis eingeräumt werden kann oder eine Anpassung der entsprechenden Richtlinien erforderlich ist. Für den AG ergeben sich insofern Änderungen, dass Vorgaben zur Übergabe elektronischer Zeichnungen (z.B. Layervorgaben) außer Kraft gesetzt werden können, da sie beim modellgestützten Arbeiten keine Bedeutung mehr haben.

AwF 14	Erstellung von Ausführungsplänen
Mehr- und Minder- aufwände in der Projektbearbeitung	<p>Insgesamt ist ein reduzierter Aufwand durch den Einsatz einer einheitlichen Quelle zur Erstellung der Ausführungspläne zu erwarten. Dies gilt insbesondere bei auftretenden Planungsänderungen, die bei der konventionellen Arbeitsweise ein aufwändiges und fehleranfälliges manuelles Nachführen aller betroffenen Zeichnungen notwendig machen.</p> <p>Für die Aufwandsbetrachtung wichtig ist die Vereinbarung eines sinnvollen Detaillierungsgrades, die aus den Modellen generiert werden soll. Die Erstellung von Detailplänen aus Modellen wäre mit einem erhöhten Aufwand verbunden. Da der Einsatz von Standarddetails übliche Praxis ist, sollte dies jedoch auch im Rahmen der Anwendung von BIM berücksichtigt werden.</p>

AwF 15	Baufortschrittskontrolle
Kurzbeschreibung	Nutzung des Modells für die terminliche Baufortschrittskontrolle als Grundlage des Projekt-Controllings.
Detaillierung	Auf Grundlage des terminlichen Soll-Zustands, welcher modellbasiert im 4D-Bauablaufmodell (vgl. AwF 12) abgebildet wird, werden in der Bauausführung die tatsächlichen Ist-Termine der Fertigstellung der Bauabschnitte bzw. Bauelemente eingetragen. Aus der Differenz der Termine können Abweichungen farblich im Modell dargestellt werden. Diese Differenzen müssen sich zwar nicht zwangsläufig auf den Endtermin auswirken, stellen aber dennoch einen Indikator für instabile Prozesse dar. Daher sollte ihnen im Rahmen des Termincontrollings entsprechende Aufmerksamkeit zuteil werden. Das Konzept der Soll-/Ist-Terminverfolgung lässt sich auch ohne zusätzlichen technischen Aufwand auf wichtige Liefervorgänge, wie z.B. Fertigteil- oder Stahlbauteile, ausweiten.
Nutzen	Ein wesentlicher Nutzen der Integration der Ist-Termine in das 4D-Modell zum Zwecke der Baufortschrittskontrolle ist die schnelle Analyse von Bereichen mit unzureichender Leistung. Diese frühe Identifikation befördert eine rechtzeitige Entscheidung für Gegenmaßnahmen und reduziert damit Terminüberschreitungen.
Status Quo	Die Nutzung des Modells für die terminliche Baufortschrittskontrolle stellt zwar technisch kein Problem dar. Sie wird dennoch heute nur zum Teil, etwa in Form von Visualisierungen der Soll- und Ist-Darstellungen der geleisteten Arbeiten auf Basis eines 4D-Modells, umgesetzt. Die Schwierigkeit besteht darin, den Baufortschritt im Modell (also objektorientiert) zufriedenstellend bewerten bzw. abbilden zu können. Teilleistungen müssten eindeutig am referenzierten Objekt verortet werden. Das wird bislang vertraglich oft nicht so vereinbart.
Implementierungsaufwand	Technisch erfordert dieser Anwendungsfall auf AN-Seite eine 4D-Software, die eine zusätzliche Erfassung der Ist-Termine sowie die Einfärbung von Bauteilen auf Basis von Rechenregeln ermöglicht. Solche Programme sind am Markt erhältlich. Es ist die Einführung von Softwareprodukten für die 4D-Modellierung und die Schulung der Mitarbeiter notwendig. Für den AG genügt auch hier ein entsprechender Viewer. Der organisatorische Aufwand ist jedoch im hohen Maße von der Detaillierung und Frequenz der Baufortschrittskontrolle abhängig. Daher sind AG-seitig Prozesse und Vorgehensweisen für die modellgestützte Baufortschrittskontrolle festzulegen. Dies betrifft die Frequenz der Fortschrittsmeldung ebenso wie das Vorgehen bei strittigen Fragen der Verzögerungsursachen.
Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung	Eine fortlaufende modellbasierte Baufortschrittskontrolle stellt für den AN und auch für den AG einen beherrschbaren Mehraufwand dar. Das Modell ist für den AwF gemäß der Terminplanstruktur durch Bildung von Bauabschnitten vorzubereiten und entsprechend dem tatsächlichen Baufortschritt zu aktualisieren (Soll-Ist-Abgleich). Auf der anderen Seite können bei entsprechender Detaillierung auf Seite des AN Abstreichpläne entfallen. Auf Seiten des AG kann der Aufwand zur Baufortschrittsbeschreibung deutlich vereinfacht und besser veranschaulicht werden. Bei entsprechender Strukturierung kann die Baufortschrittskontrolle auch als Grundlage für den AwF „Modellbasierte Abrechnung“ dienen.

AwF 16	Änderungsmanagement bei Planungsänderungen
Beschreibung	Nutzung des Modells zur Dokumentation, Nachverfolgung und Freigabe von Planungsänderungen während der Bauausführung.
Detaillierung	Im Zuge der Bauausführung können Planungsänderungen auftreten, die hinsichtlich Umfang und Veranlasser sowie erfolgter Umsetzung dokumentiert werden müssen. Im Anwendungsfall werden Kommunikationslösungen genutzt, die den Projektbeteiligten erlauben, mit modellbasierten Klärungs- bzw. Änderungsanfragen einen dokumentierten Lösungsprozess anzustoßen. Wird eine Änderung weiterverfolgt, werden auch die Ergebnisse der Bearbeitung mit der Änderungsanfrage verknüpft.
Nutzen	Das BIM-gestützte Änderungsmanagement erlaubt eine durchgängige Nachverfolgung und Dokumentation von Projektänderungen. Damit wird sichergestellt, dass Änderungen an alle Beteiligten kommuniziert und von diesen umgesetzt wurden. Auch wird die Ursache für die Notwendigkeit von Änderungen und deren (ggf. finanziellen) Auswirkungen festgehalten. Die doppelte Bearbeitung von einzelnen Themen wird vermieden – insbesondere bei großen Projekten.
Status Quo	Das BIM-gestützte Änderungsmanagement kann bereits heute bei Einsatz geeigneter technischer Lösungen technisch einwandfrei realisiert werden. Bislang wurde dieser AwF nur in wenigen BIM-Projekten konsequent umgesetzt.
Implementierungsaufwand	Es sind Prozesse und Vorgehensweisen festzulegen und geeignete Softwaresysteme (gemeinsame Datenumgebung) mit Unterstützung für die Nachverfolgung von Änderungen einzuführen. Zur effizienten Nutzung dieser Systeme sind Schulungen erforderlich.
Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung	Eine Digitalisierung des Änderungsprozesses wird Aufwände für die Beteiligten vermindern, da die Einbindung von 3D-Modellen eine strukturierte Dokumentationsgrundlage bildet. Der Inhalt der Anfragen wird sich im Wesentlichen nicht ändern.

AwF 17	Abrechnung von Bauleistungen
<p>Beschreibung</p>	<p>Nutzung von BIM-Modellen für die regelmäßige Dokumentation und die Abrechnung von Bauleistungen, d.h. für das Stellen von Abschlagsrechnungen und der Schlussrechnung.</p>
<p>Detaillierung</p>	<p>Die Abrechnung von Bauleistungen mithilfe der Formate REB DA11 und GAEB erfolgt derzeit auf rein alphanumerischer Basis. Da Auftraggeber und Auftragnehmer dabei eine meist manuell erstellte Tabelle der Aufmaße austauschen, ist eine Nachvollziehbarkeit der Mengen nur bedingt gegeben. Daher ist eine abgestimmte Verwendung von BIM-Modellen mit entsprechenden Verknüpfungen zu GAEB- und REB-Positionen wünschenswert.</p> <p>Die DIN SPEC 91350 erlaubt die digitale Verknüpfung zwischen Leistungsaustausch (z.B. GAEB), Aufmaßen (z.B. REB) und Objektmodellen (z.B. ISO 16793). Die Norm ist offen für die Anwendung im Infrastrukturbau, z.B. in Verbindung mit dem jeweiligen Standardleistungskatalog für Straßen-, Brücken- bzw. Wasserbau und OKSTRA. Die VDI 2552-3 erläutert die BIM-Verfahren zur Kosten- und Terminplanung sowie zur Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung. Der Umgang mit Mehr- und Mindermengen erfolgt analog zur herkömmlichen Arbeitsweise. Die BIM-gestützte Baufortschrittskontrolle kann eine Grundlage für die Umsetzung dieses AwF bilden.</p>
<p>Nutzen</p>	<p>Der Nutzen der BIM-Methodik für die Abrechnung ergibt sich aus der erheblichen Vereinfachung der Prüfverfahren für den Auftraggeber sowie der Verwendung derselben Daten ohne Medienbrüche. Durch die schnellere Prüfung wird der Zahlungsfluss für den Auftragnehmer berechenbarer.</p> <p>Die Mengen des Planungsmodells VA-Mengen dienen dabei zur Prüfung der Ausschreibung und als Basis der Kalkulation. Bei Auftragsvergabe erstellt der AN im Rahmen der Arbeitsvorbereitung ein detaillierteres Modell unter Berücksichtigung der Bauablaufplanung und der Anforderungen an die Modelle für die Maschinensteuerung. Dieses Modell kann auch die Mengen für Abschlagsrechnungen liefern. Für Abschläge können teilweise fertiggestellte Objekte mit einem Faktor belegt werden. Im optimalen Fall werden Änderungen in der Realität während der Bauausführung in einem Wie-Gebaut-Modell abgebildet. Moderne Maschinensteuerungen und Baustellen-Systeme sind dazu in der Lage. Werden solche Verfahren eingesetzt, können die Zwischenstände des Wie-Gebaut-Modells auch zur Abrechnung (Abschlagszahlung) genutzt werden. Der Endzustand des Wie-Gebaut-Modells dient der Bestandsdokumentation und zur Aufstellung der Schlussrechnung. Nach Abschluss der Baumaßnahme besteht mit geeigneter Vermessungs-Software zusätzlich die Möglichkeit, das Modell mit der Wirklichkeit zu vergleichen. Für die elektronische Prüfung der Mengenermittlung sind die etablierten Verfahren der REB (VB 23.003 und VB 22.013) weiterhin gut geeignet. Mengenänderungen lassen sich durch Vergleich zwischen Planungs- und Wie-Gebaut-Modell leicht nachverfolgen, wenn die Objekte einen Schlüssel enthalten, der bei fachlich identischen Körpern in beiden Modellen gleich ist. Neue oder entfallene Körper lassen sich auf diese Weise ebenso leicht identifizieren.</p>

AwF 17	Abrechnung von Bauleistungen
<p>Status Quo</p>	<p>Bauleistungen werden bereits heute zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern digital abgeglichen und abgerechnet. Dabei werden mit den bestehenden Schnittstellen wie REB und GAEB jedoch rein alphanumerische Daten ausgetauscht. Um die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der abgerechneten Mengen zu erhöhen, muss eine Verknüpfung mit dem BIM-Modell geschaffen werden. Eine BIM-gestützte Abrechnung wird derzeit in verschiedenen BIM-Pilotvorhaben erprobt.</p>
<p>Implementierungsaufwand</p>	<p>Der AG muss in den AIA die für die Abrechnung benötigten Modelldaten definieren. Hierfür müssen allgemein gültige Richtlinien erarbeitet werden. Dabei ist zu beachten, dass die Anforderung an den Grad der Informationstiefe nicht das notwendige Maß für eine angemessene und nachvollziehbare Leistungsermittlung bzw. Rechnungsprüfung überschreitet. Dabei sind die VOB Teil C und die zusätzlichen Vertragsbedingungen ZVB/E-StB 2014 zu berücksichtigen oder Ausnahmeklauseln zu definieren. Analog der DIN SPEC 91400 für die Verknüpfung von Leistungen und Modellen im Hochbau ist eine standardisierte Möglichkeit zur Verknüpfung eines Modells des Tiefbaus mit Positionen der Standardleistungskataloge im Straßen-, Brücken- und Wasserbau zu entwickeln. Es sind von Seiten der Auftraggeber Erweiterungen der vorhandenen Prüfprogramme in Auftrag zu geben, die neben der Richtigkeit der vorhandenen Teilformate auch die korrekte Verknüpfung zum Objektmodell darstellen können. Die bereits vorhandenen digitalen Verfahren bei den Auftragnehmern sind den erweiterten Vorgaben der Auftraggeber anzupassen.</p>
<p>Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung</p>	<p>Wenn Auftraggeber, Planer und Auftragnehmer mit denselben Datenmodellen im Planungsprozess bis zur Abrechnung arbeiten können, reduziert sich der Aufwand der Datenbearbeitung durch Vermeidung von wiederholten Eingaben erheblich. Langfristig ergeben sich weitere Ersparnisse durch die Verwendung von Daten aus den Baumaschinen und automatischen Aufmaß-Systemen. Koordinierungen zwischen den Beteiligten werden durch die bessere Visualisierung und automatische Konflikterkennung erheblich beschleunigt. Die Prüfung mit den angepassten Prüfprogrammen wird deutlich weniger Zeit in Anspruch nehmen.</p>

AwF 18	Mängelmanagement
Beschreibung	Nutzung des Modells zur Verortung und Dokumentation von Ausführungsmängeln und deren Behebung sowie von Klärpunkten. Über den Orts- und Vorgangsbezug lassen sich auch Fotografien strukturierter speichern und abrufen.
Detaillierung	Für die Mängelerfassung dienen Bauwerksstruktur und Elemente aus dem BIM-Modell als Grundlage. Mängel werden entsprechend dieser Strukturierung erfasst und dokumentiert. Die technische Grundlage bildet eine geeignete Plattform mit Anbindung von Mobilgeräten. Dadurch lassen sich Mängel direkt vor Ort erfassen, dokumentieren, zur Beseitigung zuteilen und nachverfolgen.
Nutzen	Für den AN reduziert die workfloworientierte Form der Mängelerfassung im Vergleich zu dokumentenorientierten, manuellen Mängelverwaltungsprozessen den Verwaltungsaufwand der Daten signifikant. Durch Einbeziehen weiterer Bearbeitungsschritte wie den Versand der Information an beteiligte Unternehmen können Administrationsaufwände reduziert und Prozesse beschleunigt werden. Dasselbe gilt auch für die Qualitätssicherungsprozesse des AG. Die Erfassung der Daten in einem System vereinfacht die übergreifende Auswertung vorhandener Mängel, erlaubt die räumliche Verortung und die Analyse des Fortschritts der Abarbeitung.
Status Quo	Dieser Anwendungsfall lässt sich aus technischer Sicht bereits zum jetzigen Zeitpunkt umsetzen und wird in verschiedenen BIM-Pilotvorhaben praktiziert.
Implementierungsaufwand	Es sind Prozesse und Vorgehensweisen (wer darf welche Mängel erfassen, den Status ändern etc.) festzulegen und geeignete Softwaresysteme einzuführen. Zur effizienten Nutzung dieser Systeme sind Schulungen erforderlich. In der Übergangszeit ist es für Vor-Ort-Kontrollen sinnvoll, Tablet-Computer zur Mängelerfassung mit entsprechender Mobilfunkanbindung bereitzustellen.
Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung	Im Vergleich zur konventionellen Aufnahme von Mängeln wird keine Veränderung der Aufwände der Aufnahme erwartet, im nachgelagerten Datenmanagement ergeben sich aber signifikant reduzierte Aufwände. Für die Vorhabensträger ergeben sich keine zusätzlichen Aufwände im Prozess. Der Schulungsaufwand für die Nutzung von Werkzeugen zur Bewertung des Mängelmanagements wird als gering eingeschätzt.

AwF 19	Bauwerksdokumentation
Beschreibung	Im Zuge des Abschlusses der Baumaßnahme wird ein Wie-Gebaut-Modell erstellt. Es beinhaltet detaillierte Informationen zur Ausführung, zu den verwendeten Materialien und Produkten sowie ggf. Verweise auf Prüfprotokolle und weitere Dokumente. Man spricht in diesem Fall auch von der „Digitalen Bauwerksakte“.
Detaillierung	Die Erstellung einer Bauwerksdokumentation (z.B. verbaute Produkte, Beschreibungen und Prüfprotokolle) ist aktuell mit großem Aufwand verbunden. Informationen, die über den Projektverlauf entstehen, werden zu Projektende wieder zusammengeführt und üblicherweise in einer dateibasierten Form übergeben. Bei der BIM-gestützten Bauwerksdokumentation werden Wie-Gebaut-Modelle erstellt und die wesentlichen Dokumente mit Modellelementen verknüpft, um die Auffindbarkeit von Informationen zu verbessern. Dabei kann das Modell der Ausführungsplanung als Grundlage dienen, es wird aber bei größeren Abweichungen aktualisiert (geometrisch und attributiv) bzw. um zusätzliche Objekte (verlorene Schalung etc.) ergänzt.
Nutzen	Durch die Nutzung eines BIM-Modells als Grundlage der Dokumentation sowie die Integration von Bauwerksmodell und Dokumenten erhöhen sich die Zugreifbarkeit und Weiterverarbeitbarkeit der Daten eines Bauwerks. Dem AG wird eine an die Bauwerksstruktur angelehnte Dokumentation bereitgestellt, die im Weiteren als Datengrundlage für Systeme des Bauwerksbetriebs herangezogen werden kann.
Status Quo	Die Umsetzung dieses Anwendungsfalles ist technisch machbar, wird in der Praxis aber oft noch nicht realisiert, da der Aufwand als zu hoch angesehen wird und eine Weiterverwendbarkeit der Informationen noch nicht gegeben ist.
Implementierungsaufwand	Für eine tiefgreifende Weiterverwendbarkeit des Modells und der verknüpften Dokumente müssen Vorgaben und Richtlinien für die digitale Bauwerksakte festgelegt werden. Die Vorgaben sollten die Lieferung von Teilen der Dokumentation im Projektverlauf berücksichtigen, damit Daten kontinuierlich strukturiert von den Erstellern gesammelt werden. Zudem ist die Festlegung von geeigneten Container-Formaten für die gekoppelte Datenübergabe von Modellen und Dokumenten erforderlich. Wichtig sind auch Festlegungen in Bezug darauf, welche Anforderungen an das Wie-Gebaut-Modell im Vergleich mit dem Modell der Ausführungsplanung vorliegen und welche Daten nicht erforderlich sind. Es ist festzulegen, ab wann es bei geometrischen Abweichungen der Bauausführung nachzuführen ist (Toleranzen). Zusätzlich ist die Bereitstellung und Konfiguration eines Systems zur integrierten Darstellung von Modellen und Dokumenten notwendig. Der Schulungsaufwand für die Nutzung von Werkzeugen zur Betrachtung der Wie-Gebaut-Modelle wird als eher gering eingeschätzt.
Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung	Die Erstellung eines Wie-Gebaut-Modells ist mit einem zusätzlichen Aufwand für den AN verbunden, dessen Umfang abhängig von den vorgelagerten BIM-Prozessen ist. Durch kontinuierliche Fortschreibung des Modells während der Bauausführung können sich Synergieeffekte ergeben, die den Aufwand zur Modellerstellung entsprechend reduzieren. Der Aufwand des AN ergibt sich durch die Anforderung einer besonders strukturierten Ablage von Dokumenten, der Erzeugung bzw. dem Anpassen des Modells sowie der Verknüpfung von Dokumenten mit Bauteilen des Modells. Für den AG ergibt sich die Notwendigkeit der Prüfung des empfangenen Modells.

AwF 20	Nutzung für Betrieb und Erhaltung
<p>Beschreibung</p>	<p>Übernahme von Daten aus dem Bestandsmodell in entsprechende Systeme für das Erhaltungsmanagement, Darstellung und ggf. Bewertung des Bauwerkszustandes im Modell durch verortete Bauwerksschäden, bzw. Angaben zu Details von durchgeführten Zustandserfassungen. Nachführen des Modells im Fall von Instandsetzungsmaßnahmen.</p>
<p>Detaillierung</p>	<p>Auf Basis der vorliegenden Struktur der Projektausführung wird das Erhaltungsmanagement aufgesetzt und erlaubt den Zugriff auf relevante, bereits vorhandene Daten. Der Anwendungsfall sieht vor, die im Zuge von Inspektionen erhaltenen Informationen zum Zustand eines Bauwerks einschließlich der ggf. identifizierten Schädigungen in einem BIM-Modell zu hinterlegen und auf dieser Basis den Bauwerkszustand zu bewerten und ggf. entsprechende Instandsetzungsmaßnahmen zu planen. Zur Unterstützung von Inspektionen ist die Visualisierung des Modells vor Ort sowie die Möglichkeit des Verknüpfens des Modells mit Fotografien und Notizen erforderlich.</p>
<p>Nutzen</p>	<p>Durch die Nutzung eines Modells wird die Zustandsbewertung objektiver, transparenter und nachvollziehbarer. Die Erfassung der Daten in der Struktur des Planungs- und Ausführungsprozesses erlaubt dem Nutzer auch den einfachen Zugang zu relevanten Daten der Bauwerksdokumentation. Weiter unterstützt eine übergreifend, strukturierte Darstellung der Informationen ein übergeordnetes Berichtswesen.</p>
<p>Status Quo</p>	<p>Ein Softwaresystem zur Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen als Grundlage für das Erhaltungsmanagement existiert zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht. Es ist aber davon auszugehen, dass bis 2020 Lösungen entwickelt werden, die eine Umsetzung dieses Anwendungsfalles effizient ermöglichen.</p>
<p>Implementierungsaufwand</p>	<p>Der initiale Aufwand für die Erweiterung der vorhandenen Systeme bzw. Schaffung neuerer Softwaresysteme für das BIM-gestützte Erhaltungsmanagement ist als hoch anzusetzen. Hier empfiehlt es sich, die Anstrengungen zu bündeln und eine deutschlandweit einsetzbare Lösung zu entwickeln. Zudem ergibt sich ein signifikanter Schulungs- und Betreuungsaufwand für den Kreis der Anwender auf Betreiberseite.</p>
<p>Mehr- und Minderaufwände in der Projektbearbeitung</p>	<p>Für die gesamte Lebensdauer wird durch die strukturierte Datenübernahme, Auffindbarkeit von Informationen und die digitalisierte Datenerfassung im Betrieb eine hohe Effizienzsteigerung erwartet.</p>

Anhang B: Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber		
AIA	Auftraggeber-Informationen-Anforderungen	IFC	Industry Foundation Classes
AN	Auftragnehmer	ISO	Internationale Organisation für Normung
AP	Arbeitspaket im Rahmen der wissenschaftl. Begleitung der BIM Pilotprojekte zur Umsetzung des BIM-Stufenplans	LB	Leistungsbereiche
ARGE	Arbeitsgemeinschaft	LOD	Engl. Level of Development – Ausarbeitungsgrad
AwF	Anwendungsfall	LOG	Engl. Level of Geometry, Definition des geometrischen Detaillierungsgrades
BAP	BIM-Abwicklungsplan	LOI	Engl. Level of Information, Definition des alphanumerischen Detaillierungsgrades
BCF	Engl. BIM-Collaboration Format	Lph	Leistungsphase nach HOAI
BIM	Building Information Modeling	LV	Leistungsverzeichnis
BIM-BVB	Besondere Vertragsbedingungen BIM	MVD	Engl. Model View Definition
BL	Besondere Leistungen gemäß HOAI	mvdXML	Eine formale, computerinterpretierbare Spezifikation und Datei, in der Prüfreden zur Überprüfung der Vollständigkeit einer Datenübergabe festgelegt werden können
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	OKSTRA	Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen
CAD	Engl. Computer-Aided Design – computergestütztes Konstruieren	RE (o. RI)	Richtlinie
CDE	Engl. Common Data Environment – Gemeinsame Datenumgebung	REB	Regeln für die Elektronische Bauabrechnung
DA11	Datenart 11	SiGeKo	Sicherheits- und Gesundheitskoordinator
DIN	Deutsches Institut für Normung	SBV	Straßenbauverwaltung
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen	VB	Etablierte Verfahren der REB für die elektronische Prüfung der Mengenermittlung
FStrAbG	Gesetz über den Ausbau der Bundesfernstraßen	VDI	Verein Deutscher Ingenieure
GAEB	Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen	VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
GIS	Geoinformationssystem	VT	Vorhabenträger
GL	Grundleistungen gemäß HOAI	WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
GML	Engl. Geographic Modeling Language – Auszeichnungssprache zum Austausch raumbezogener Objekte	ZVB	Zusätzliche Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure		

Konsortium



Kontakt

Email: beratung@bim4infra.de
www.bim4infra.de