

Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau

Endbericht Handlungsempfehlungen

bearbeitet von

Thomas Liebich, AEC3 Deutschland GmbH
André Borrmann, Technische Universität München
Robert Elixmann, Kapellmann und Partner Rechtsanwälte mbB
Klaus Eschenbruch, Kapellmann und Partner Rechtsanwälte mbB
Kerstin Hausknecht, AEC3 Deutschland GmbH
Marco Häußler, OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Markus Hochmuth, OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Markus König, Ruhr-Universität Bochum

als Arbeitsgemeinschaft „INFRABIM“

im Auftrag

des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

veröffentlicht am 13. April 2018

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

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM



Computing
in Engineering



AEC3

 OBERMEYER
PLANEN + BERATEN GmbH



Kapellmann
Rechtsanwälte



Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Potenziale und Hemmnisse.....	5
2.1	Potenziale	6
2.2	Hemmnisse	6
3	Handlungsempfehlungen und Maßnahmen.....	9
3.1	Handlungsempfehlungen für Verwaltung, Kammern und Verbände	10
3.1.1	Konkrete Handlungsempfehlungen	10
3.1.1.1	Daten.....	10
3.1.1.2	Prozesse.....	12
3.1.1.3	Rahmenbedingungen	13
3.1.1.4	Technologie	14
3.1.1.5	Qualifikation	15
3.1.2	Weiterführende Strategien	15
3.1.2.1	Forschung und Entwicklung.....	16
3.1.2.2	Normung und Standardisierung.....	16
3.2	Handlungsempfehlungen für öffentliche Auftraggeber	17
3.2.1	Konkrete Handlungsempfehlungen	18
3.2.1.1	Daten.....	18
3.2.1.2	Prozesse.....	19
3.2.1.3	Technologie	22
3.2.1.4	Qualifikation	23
3.3	Handlungsempfehlungen für Auftragnehmer.....	24
3.3.1	Handlungsempfehlungen für planende Unternehmen	24
3.3.1.1	Daten.....	25
3.3.1.2	Prozesse.....	26
3.3.1.3	Technologie	27
3.3.1.4	Qualifikation	28
3.3.2	Handlungsempfehlungen für bauausführende Unternehmen.....	28
3.3.2.1	Daten.....	29
3.3.2.2	Prozesse.....	29
3.3.2.3	Technologie	29
3.3.2.4	Qualifikation	29
4	Ausblick.....	29

1 Einleitung

Building Information Modeling (BIM) steht für eine kooperative und durchgängige Methode der Projektentwicklung, die auf Basis der Erstellung und vielseitigen Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen organisiert und umgesetzt wird. Damit ist die Erwartung verbunden, Bauprojekte sicherer in höherer Qualität, zu geringeren Kosten, in verlässlichen Bauzeiten und innerhalb belastbarer Kostenprognosen zu errichten und später im Betrieb effizienter zu bewirtschaften. Die stufenweise Umsetzung von BIM in Deutschland soll wesentlich zu einer neuen digitalen Planungs-, Bau- und Bewirtschaftungskultur beitragen.

Die Reformkommission „Bau von Großprojekten“ hat von 2013 bis 2015 IT-gestützte Methoden, und hierbei insbesondere das Building Information Modeling als entscheidenden Faktor, hervorgehoben. Insbesondere wurde der Bundesregierung empfohlen „einen Stufenplan für die Digitalisierung der Wertschöpfungskette Bau [...] zu entwickeln und regelmäßig zu überprüfen“. In Reaktion darauf wurde im Dezember 2015 vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) der Stufenplan „Digitales Planen und Bauen“ veröffentlicht. Darin ist festgehalten, dass „ab Ende 2020 BIM mit Leistungsniveau 1 regelmäßig im gesamten Verkehrsinfrastrukturbau bei neu zu planenden Projekten Anwendung findet“.

Zudem wurden drei Phasen zur Erreichung dieses Leistungsniveaus definiert:

- Vorbereitungsphase 2015-2017
- Erweiterte Pilotphase 2017-2020
- Leistungsniveau 1 für neu zu planende Projekte ab 2020

Im Rahmen der Vorbereitungsphase von 2015 bis 2017 wurden die ersten BIM-Pilotvorhaben durchgeführt, um Erfahrungen beim Einsatz der BIM-Methode im Infrastrukturbau zu sammeln. Die Grundlage für die hier formulierten Handlungsempfehlungen ist die wissenschaftliche Begleitung der durch das BMVI geförderten BIM-Pilotvorhaben¹:

- Brücke über den Petersdorfer See, A 19 Höhe Anschlussstelle Waren
- Talbrücke Auenbach, B 107 Südverbund Chemnitz
- Eisenbahnüberführung Filstal, Neubaustrecke Wendlingen-Ulm
- Eisenbahntunnel Rastatt, Neubaustrecke Karlsruhe-Basel

Diese Erstauswahl der BIM-Pilotvorhaben wurde später um zwei weitere Projekte erweitert, wobei nur das erste in die weitere wissenschaftliche Begleitung der dann fünf BIM-Pilotprojekte aufgenommen wurde:

- Streckenplanung B 87n, Abschnitt Eilenburg – Mockrehna
- Ingenieurbauwerke entlang Los 5 der B31 Ost, Immenstaad-Waggershausen²

Die wissenschaftliche Begleitung hatte das Ziel, den Einsatz von BIM in den einzelnen Pilotvorhaben detailliert zu dokumentieren, um noch bestehende Hürden und Defizite zu identifizieren und daraus Schlussfolgerungen auf noch zu ergreifende Maßnahmen zu ziehen.

¹ Zunächst wurden vier BIM-Pilotprojekte in die wissenschaftliche Begleitung einbezogen. In zwei Projekten, Brücke über den Petersdorfer See und Talbrücke Auenbach, wurde die Begleitung frühzeitig abgeschlossen und damit die Möglichkeit geschaffen, zwei weitere BIM-Pilotprojekte des Straßenbaus mit hinzuzunehmen.

² Das Projekt B31 Ost befand sich am Ende der wissenschaftlichen Begleitung noch in der Phase der Ausschreibung der Bauleistungen und konnte daher nicht in die weitere Auswertung mit einbezogen werden. Die Ausschreibung, die mit einer Auftraggeber-Informationsanforderung, AIA, veröffentlicht wurde, konnte inzwischen erfolgreich inklusive der BIM-Leistungen vergeben werden.

Hierzu wurde von der wissenschaftlichen Begleitung eine BIM-Reifegradmetrik³ entwickelt, welche die Tiefe der BIM-Umsetzung in einem Bauvorhaben detailliert erfasst. Für jedes der Einzelkriterien wurde der Reifegrad ermittelt und anschließend eine entsprechende Punktzahl auf einer Skala von 0 bis 5 festgesetzt.

Die Anwendung der BIM-Reifegradmetrik auf die ersten BIM-Pilotvorhaben lässt klar erkennen, dass in keinem der Vorhaben die BIM-Methodik umfassend eingesetzt wurde. Stattdessen wurden in den verschiedenen Projekten schwerpunktmäßig einzelne Teilaspekte umgesetzt. Die Ergebnisse der Reifegradbewertung zeigen einerseits, dass einige Anwendungsfälle bereits effizient und mehrwertbringend umgesetzt werden können, aber andererseits auch, dass noch erhebliches Verbesserungspotenzial in der BIM-gestützten Abwicklung von Bauvorhaben besteht. Dies ist jedoch nicht weiter überraschend, da es sich hier um die allerersten Pilotvorhaben handelt, bei denen naturgemäß das Sammeln von Erfahrungen im Vordergrund stand.

Als allgemeine BIM-Ziele standen eine erhöhte Planungsqualität und höhere Termin- und Kostensicherheit sowie ein besseres Risikomanagement im Vordergrund. Die verwendete Technologie war allgemein gut einsetzbar. Es zeigte sich allerdings auch, dass sich die Leistung der Hard- und Software sowie deren Handhabbarkeit zukünftig noch verbessern müssen, insbesondere bei umfangreichen und sehr komplexen Modellen. Die umgesetzten Anwendungsfälle umfassten im Wesentlichen Visualisierungen für Öffentlichkeitsarbeit und Koordinationsbesprechungen, automatische Planableitungen, Bauablaufsimulationen, Mengenermittlungen, Kollisionsprüfungen und den Aufbau von digitalen Modellen für die BIM-basierten Abrechnungs- bzw. Rechnungsprüfungsverfahren. Es muss betont werden, dass in vier der fünf Pilotvorhaben die BIM-Technologie nur nachgelagert oder parallel zu den herkömmlichen, zeichnungsgestützten Projektablaufen eingesetzt wurde.

In allen Pilotvorhaben wurden BIM-Abwicklungspläne (im Folgenden: BAP) in unterschiedlicher Form und Detaillierung mit den projektspezifischen Zielen, Anwendungsfällen, Rollen, Zuständigkeiten und Datenübergabepunkten erstellt und fortgeschrieben. Die für eine Beauftragung von BIM-Leistungen eigentlich erforderlichen Auftraggeber-Informationsanforderungen (im Folgenden: AIA) lagen dagegen noch nicht vor. Das Fehlen von AIA war allerdings auch zu erwarten. Zu berücksichtigen ist, dass die gewählten Bauvorhaben erst nach Vergabe der Planungs- oder Bauausführungsleistungen zu BIM-Pilotvorhaben bestimmt wurden und daher die AIA bei der Vergabe noch keine Rolle spielten.

Der Stand der ersten fünf Pilotvorhaben kann wie folgt kurz zusammengefasst werden. Zu jedem Pilotvorhaben liegt eine detaillierte Auswertung der wissenschaftlichen Begleitung vor⁴.

Im **Pilotvorhaben „Brücke über den Petersdorfer See“** wurde die BIM-Methodik erst nach Start der Vergabe ins Bauvorhaben eingebracht. Dennoch wurden auf Basis der zuvor abgeschlossenen 2D-Planung zum Teil sehr detaillierte 3D- und 4D-BIM-Modelle konstruiert. Die Modelle wurden zur Validierung der zuvor durchgeführten konventionellen Ausschreibung und Terminplanung herangezogen. Für die Abrechnung und Baufortschrittskontrolle wurden sie hingegen nicht verwendet. Das Pilotvorhaben verhalf dem Auftraggeber vor allem, einen Einstieg in die BIM-Thematik zu finden und die bestehenden technologischen Möglichkeiten kennenzulernen.

³ Die von INFRABIM entwickelte Reifegradmetrik erlaubt es, den Umsetzungsgrad von BIM in einzelnen Bauvorhaben zu messen. Dazu werden insgesamt 60 Fragen jeweils mit einem Punktwert zwischen 0=keine BIM-Umsetzung bis 5=optimale BIM-Umsetzung bewertet. Die Fragen sind in 10 Bereiche zusammengefasst, die u. a. die Kategorien AIA, BAP, BIM-Team und die einzelnen Projektphasen umfassen. Siehe auch Borrmann, André; König, Markus; Hochmuth, Markus; Liebich, Thomas; Elixmann, Robert: Die INFRABIM-Reifegradmetrik, Bautechnik 94 (4), pp. 215-219, 2017, DOI: 10.1002/bate.201700004.

⁴ Siehe „Zwischenbericht Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau“, des Konsortiums INFRABIM, veröffentlicht auf www.bmvi.de/bim

Das **Pilotvorhaben „Talbrücke Auenbachtal“** befand sich noch in einem frühen Planungsstadium. Der Fokus der BIM-Anwendung wurde daher auf die Leistungsphasen 1 und 2 gelegt. Für die Modellerstellung wurde ein Detaillierungs- bzw. Ausarbeitungsgrad definiert. Die Informationen aus den BIM-Modelle wurden primär genutzt, die weiterhin notwendigen Pläne konnten aus den Modellen abgeleitet werden. Der Umfang der BIM-Anwendung war begrenzt und konzentrierte sich auf die Mengenermittlung, Kostenschätzung, die Verknüpfung des Bauablaufes, die Visualisierung und die Planableitung. Das Potential einer Weiternutzung des Modells ist gegeben.

Im **Pilotvorhaben „Eisenbahnüberführung Filstal“** wurde der BIM-Einsatz im Zuge der Ausführung erprobt. Es wurde ohne detaillierte vertragliche Regelung zwischen AG und AN ein 3D-Modell erstellt, das dem Detaillierungsgrad einer Ausführungsplanung entspricht. Dieses Modell wurde zur Erzeugung von Schalplänen herangezogen. Bewehrungspläne wurden hingegen konventionell erstellt. Darüber hinaus wurde das 3D-Modell mit kontinuierlich aktualisierten Bauzeitenplänen verknüpft. Das resultierende 4D-Modell diente als Grundlage für die Baufortschrittskontrolle und die Abrechnung. Es zeigt sich, dass besonders an dieser Stelle die Abläufe auf AG- und AN-Seite noch besser aufeinander abgestimmt werden müssten, um einen optimalen Einsatz des Modells zu ermöglichen. Für das BIM-gestützte Mängelmanagement wurde eine Cloud-Plattform eingerichtet, die die Anzeige des Modells sowie zusätzlicher relevanter Informationen zum Modell, wie 2D Pläne, Checklisten, Fotos und Aufgaben, auf mobilen Endgeräten erlaubte. Praktische Probleme, wie die Notwendigkeit handschriftlich erstellter Protokolle, erschwerten hier bislang noch den optimalen Einsatz.

Im **Pilotvorhaben „Eisenbahntunnel Rastatt“** wurden BIM-Konzepte bislang schwerpunktmäßig in den Leistungsphasen 3 und 4 realisiert. Zur Verbesserung der Projektkommunikation und einer Akzeptanzsteigerung der Baumaßnahmen in der Öffentlichkeit wurde zunächst ein Visualisierungsmodell erstellt, welches im Wesentlichen ein Oberflächenmodell mit entsprechenden Texturen und ausgewählten Informationen ist. Es wurde daher nicht direkt für andere BIM-Anwendungsfälle verwendet. Auf Basis der abgeschlossenen 2D-Planung wurde im Anschluss ein sehr detailliertes BIM-Modell erstellt, mit dessen Hilfe einfache Kollisionskontrollen und umfangreiche Mengenermittlungen durchgeführt wurden. Das Bauwerksmodell wurde anschließend mit Zeit und Kosteninformationen verknüpft, um ein 5D-Modell zu erstellen. Dieses bildete die Grundlage für die modellbasierte Abrechnung.

Das **Pilotvorhaben „Streckenplanung B 87n“** wurde erst im späteren Verlauf der wissenschaftlichen Begleitung als fünftes Pilotvorhaben mit aufgenommen. Der Fokus lag bislang auf der optimalen Trassierung in der Leistungsphase 2 und der möglichst effektiven Erstellung und Bewertung von Varianten. Bei der BIM-Bearbeitung konnten bereits die Erfahrungen aus den ersten vier Pilotprojekten einfließen, so dass hier die BIM-Methode weitgehend die führende Methode der Projektabwicklung war⁵.

2 Potenziale und Hemmnisse

Die untersuchten BIM-Pilotvorhaben besaßen verschiedene Schwerpunkte und waren in unterschiedlichen Leistungsphasen angesiedelt. Bei den allgemeinen BIM-Zielen dominierten die gängigen Zielvorstellungen einer erhöhten Planungsqualität und einer höheren Termin- und Kostensicherheit sowie eines besseren Risikomanagements durch eine verbesserte Kommunikation nach innen und außen.

⁵ Die Leistungsphase 2 wird voraussichtlich im dritten Quartal 2018 abgeschlossen und die BIM-basierte Trassenplanung soll nach Ende des Betrachtungszeitraums der wissenschaftlichen Begleitung als führende Methode weitergeführt werden.

Diese korrespondierten weitgehend mit den im Stufenplan genannten übergeordneten BIM-Zielen:

- Erhöhung der Transparenz
- Verminderung der Kostenrisiken
- Erhöhung der Terminalsicherheit
- Unterstützung der Öffentlichkeitsarbeit
- Verringerung der Gesamtprojektkosten

2.1 Potenziale

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung zeigen deutlich, dass wichtige BIM-Anwendungsfälle im Infrastrukturbau schon sehr gut umgesetzt werden können. Die Projektbeteiligten haben von positiven Erfahrungen berichtet, auch wenn bestimmte Anwendungen nicht immer ohne Probleme umgesetzt werden konnten. Insgesamt konnten die folgenden Potenziale bestätigt werden:

- Parametrische Modelle vereinfachen die Erstellung von Planungsvarianten.
- Koordinationsmodelle steigern die Transparenz während der Abstimmung von Fachplanungen.
- Automatische Prüfungen ermöglichen ein frühzeitiges Erkennen von Kollisionen.
- Modellbasierte Ansätze unterstützen die Ermittlung und Prüfung von Mengen und Kosten.
- Bauablaufsimulationen erhöhen das Verständnis von Abhängigkeiten während der Ausführung.
- Mobile Anwendungen zur Mängeldokumentation vereinfachen die Baudokumentation.

Im Bereich der Infrastruktur basiert die konventionelle Planung auf linien- oder achsbasierten Entwurfselementen in 2D, welche sich durch den Lageplan, den Höhenplan und dem dazugehörigen Querschnitt definieren. Die daraus entwickelte Bauwerksstruktur wird anhand von 2D-Plänen dargestellt. Durch dieses Vorgehen können Inkonsistenzen zwischen den einzelnen Darstellungen entstehen. Diese Vorgehensweise ist in der Variantendiskussion oder in der nachträglichen Anpassung oder Änderung sehr fehleranfällig und führt nicht immer zu widerspruchsfreien Bauwerks- und Streckenplanungen.

Im Zuge der Pilotprojekte offenbarten sich bei der Erstellung der Modelle durch das Zusammenführen vorher getrennt voneinander erarbeiteter Entwurfselemente und Daten Fehler in der traditionellen zeichnungsorientierten Planung, welche sich im Zuge einer BIM-basierten Vorgehensweise so nicht eingestellt hätten. Differenzen in Stationsangaben und in der geographischen Zuordnung der einzelnen Gewerke, inkonsistente Entwurfsdarstellung, Fehler in der Querprofilentwicklung und fehlende Informationen konnten im Zuge der Erarbeitung der Modelle aufgezeigt und beseitigt werden.

2.2 Hemmnisse

Die Anwendung von BIM im öffentlichen Infrastrukturbau hat gerade erst begonnen. Es hat sich gezeigt, dass auf Grund fehlender Kenntnisse und Erfahrungen im Umgang mit BIM noch Hemmnisse zur Einführung von digitalen Methoden vorhanden sind. Als Gründe für Hemmnisse konnten unter anderem erkannt werden:

- fehlende Kenntnis, welche BIM-Anwendungen bereits technisch sicher umgesetzt werden können,
- fehlende Kenntnis, welche technischen Schnittstellen für welche Anwendungen genutzt werden können,
- fehlende Leistungsbilder, Leistungsbeschreibungen und Vergütungskonzepte für BIM-Leistungen,
- unklare Aufgabenverteilung aufgrund fehlenden Rollenverständnisses beim Einsatz von BIM,
- und Unsicherheit, inwieweit bestehende Regeln und Richtlinien umgesetzt werden können.

Diese Hemmnisse haben dazu geführt, dass die im Stufenplan „Digitales Planen und Bauen“ und in den Pilotprojekten gesetzten Ziele und Anwendungen nicht vollumfänglich erreicht werden konnten. Eine vollständige Umsetzung der Vorgaben des Stufenplans konnte aufgrund des Pilotcharakters der zumeist parallelen BIM-Bearbeitung auch nicht erwartet werden. Aus den erkannten Hemmnissen können Rückschlüsse auf weitere notwendige Maßnahmen gezogen werden.

Diese erkannten Hemmnisse werden hinsichtlich der im Stufenplan „Digitales Planen und Bauen“ geforderten Schwerpunkte Daten, Prozesse, Rahmenbedingungen, Technologien und Qualifikationen kurz erläutert.

Daten

- *Stufenplan: Präzise Definition der geschuldeten Leistungen anhand der AIA*
Der Auftraggeber hat in seinen AIA genau festzulegen, welche Daten er wann benötigt. Zu Beginn der BIM-Pilotprojekte standen noch keine Vorlagen zu den AIA zur Verfügung, die für die Projekte hätten genutzt werden können. Die AIA wurden erst im Laufe des Projektes entwickelt und führten somit immer wieder zu Anpassungen der Modelle.
- *Stufenplan: Lieferung aller zu erbringender Leistungen ausschließlich auf Grundlage 3D-fachmodell-basierter Arbeit in digitaler Form*
Nicht für alle Fachplanungen stand ausgereifte Software zur Verfügung. Die Ableitung von konformen RE und RAB-ING konformen 2D-Plänen war teilweise nur mit großem Aufwand möglich. Dies lag zum einen wiederum an der Software und zum anderen an den Anforderungen gemäß RE und RAB-ING hinsichtlich Planableitungen und Schnittdarstellungen sowie Detaildarstellungen bei Strecken- und Bauwerksentwürfen.
- *Stufenplan: Zusammenfügen der Fachmodelle im Koordinationsmodell und Überprüfung auf Konsistenz*
Die Zusammenführung von sehr umfangreichen Modellen soll in Projekten systematisch aufgebaut und erprobt werden. Zu Projektbeginn ist eine Testphase vorzusehen, in der die einzusetzenden Schnittstellen, Datenformate, Modellaufbauten, wie Georeferenzierung der Modelle, sowie die zum Einsatz kommende Software im Zusammenspiel zu prüfen ist. Eine zweckbezogene Filterung und Aufteilung von Modellen für die Koordination ist sinnvoll. Da die Erstellung von Koordinationsmodellen durch den parallelen Einsatz von BIM in den ersten Pilotprojekten nur bedingt sinnvoll war, sind hier weitere Pilotanwendungen zweckmäßig.
- *Stufenplan: Überprüfung der gelieferten Daten der Auftragnehmer auf Übereinstimmung mit den AIA*
Aufgrund der fehlenden AIA wurden die digitalen Modelle nur rudimentär geprüft und besaßen somit nicht immer eine ausreichende Qualität oder sinnvolle Detaillierung. Im Zuge weiterer Pilotvorhaben soll die automatische Überprüfung der Übereinstimmung der Lieferobjekte mit den AIA priorisiert werden.
- *Stufenplan: Herstellerneutrale Datenformate für den Datenaustausch in der Ausschreibung*
Herstellerneutrale Datenformate für den Infrastrukturbau stehen aktuell nicht im erforderlichen Umfang und in erprobter Qualität der softwareseitigen Umsetzung zur Verfügung und das Wissen um deren Anwendung fehlt. Daher wurden oft proprietäre Datenformate verwendet. Im Zuge weiterer Pilotvorhaben

soll hier verifiziert werden, welche Anwendungsfälle bereits mit offenen Formaten unterstützt werden können. Handreichungen hierzu sollen praktisches Wissen unterbreiten⁶.

- *Stufenplan: Aufnahme von BIM als anzuwendendes Planungsinstrument in den Vertrag*
BIM-spezifische Verträge wurden bei den ersten BIM-Pilotprojekten nicht abgeschlossen. Es fehlten zu diesem Zeitpunkt noch entsprechende Vorgaben und Vorlagen.⁷

Prozesse

- *Stufenplan: Definition des Prozesses zur Erstellung der geforderten Daten unter Festlegung aller dafür notwendigen Rollen, Funktionen, Abläufe, Schnittstellen, Interaktionen sowie der genutzten Technologien im BAP*

Die BIM-Abwicklungspläne der einzelnen Pilotprojekte waren sehr unterschiedlich. Aufgrund fehlender Standards und Vorlagen musste erst ein einheitliches Verständnis im Projekt erarbeitet werden. Dadurch kam es zu Verzögerungen bei der Bearbeitung.

- *Stufenplan: Schaffung einer Gemeinsamen Datenumgebung (im Folgenden: CDE [engl.: Common Data Environment]) zur organisierten Aufbewahrung und zum verlustfreien Austausch der im Planungs- und Bauprozess erzeugten Daten, auf die alle Beteiligten zugreifen können*

Die teilweise sehr umfangreichen digitalen Modelle führten infolge der großen Datenmengen immer wieder zu Problemen beim Datenaustausch. Das Abrufen und die Aktualisierung von Modellen dauerten oft sehr lange. Eine Gemeinsame Datenumgebung nach prISO 19650-1 wurde aufgrund der fehlenden Technologien noch nicht verwendet.

Rahmenbedingungen, Technologien und Qualifikationen

- *Stufenplan: Wertung der BIM-Kompetenz bei der Vergabeentscheidung*

Dies ist bisher noch nicht möglich, da sowohl Vorgaben zur Bewertung als auch dazu passende Qualifizierungsprogramme fehlen. Des Weiteren fehlt noch eine genaue Definition von Rollen und Leistungsbildern für BIM.

- *Stufenplan: Berücksichtigung der Einhaltung der datenschutzrechtlichen Vorgaben*

Die Weitergabe digitaler Modelle und deren potenzielle Weiternutzung wirft immer wieder Fragen des Urheber- und Nutzungsrechts auf. Urheberrechtsfragen können die Weitergabe und Verwendung von digitalen Modellen behindern. Aufgrund des Pilotcharakters der Projekte wurden keine BIM-spezifischen Regelungen getroffen.

- *Stufenplan: Digitale Modelle sollen auf Basis von definierten Datenübergabepunkten ausgetauscht werden*

Nicht abgestimmte und unzureichend dokumentierte Datenübergabepunkte können den regelmäßigen Austausch von digitalen Modellen erschweren. Die BIM-Methode fordert eine konsequente Vorbereitung der Planung, inklusive einer klaren Spezifikation von Anforderungen, Zielen sowie den zur Zielerreichung notwendigen BIM-Anwendungsfällen.

⁶ Im Projekt zur Umsetzung des Stufenplans werden derzeit diese Handreichungen zur Verfügbarkeit offener Standards und der Umsetzung in Softwareschnittstellen erstellt.

⁷ Im Rahmen der zweiten Stufe der Umsetzung des Stufenplans werden diese vertraglichen Anforderungen jetzt untersucht und Musterverträge und Vertragsbestandteile entwickelt.

- *Stufenplan: Die Anwendung von BIM löst keinen zwingenden Änderungsbedarf der HOAI aus*
Es bestehen aktuell besonders aufseiten der Auftraggeber große Unsicherheiten, wie und welche Leistungen ausgeschrieben bzw. vertraglich festgeschrieben und auf welche Weise die Vergütung geregelt werden soll.

3 Handlungsempfehlungen und Maßnahmen

Der umfassende Einsatz von BIM bei der erfolgreichen Umsetzung von Infrastrukturbaumaßnahmen setzt voraus, dass sowohl die öffentlichen Auftraggeber in der Lage sind, Projekte mit BIM in einem definierten Leistungsniveau einfach und erfolgreich auszuschreiben, zu beauftragen und zu überwachen, als auch, dass die Auftragnehmer die Fähigkeit besitzen, die in diesen Projekten gesetzten BIM-Ziele erfolgreich zu erfüllen.

Der Stufenplan „Digitales Planen und Bauen“ hat hierzu bereits Handlungsempfehlungen und Maßnahmen definiert und an die involvierten Zielgruppen adressiert. Diese konnten anhand der Erfahrungen der ersten BIM-Pilotprojekte im Wesentlichen bestätigt werden. Eine entscheidende Empfehlung des Stufenplans war die stufenweise Einführung von BIM, beginnend mit dem Leistungsniveau 1 ab 2020. Hierzu wurden Mindestanforderungen in den Bereichen Daten, Prozesse und Qualifikationen definiert. In den Bereichen Verträge und Technologien wurde prinzipiell davon ausgegangen, dass die vorhandenen gesetzlichen Rahmenbedingungen und die am Markt zur Verfügung stehenden Technologien ausreichende Grundlagen zur Erreichung des Leistungsniveaus 1 bilden.

Im Rahmen dieser wissenschaftlichen Begleitung wurden die Handlungsempfehlungen aus dem Stufenplan anhand der parallel initiierten fünf BIM-Pilotprojekte analysiert und zusätzlich neue Handlungsempfehlungen identifiziert, die hier in Bezug auf die bereits im Stufenplan erwähnten fünf BIM-Handlungsfelder erläutert werden:

- Daten
- Prozesse
- Rahmenbedingungen
- Technologien
- Qualifikationen

Die konkreten Handlungsempfehlungen werden durch eine Empfehlung weiterführender Umsetzungsstrategien ergänzt, insbesondere zu:

- Entwicklungsaktivitäten,
- Forschungsaktivitäten und
- Normungsaktivitäten.

Die angestrebte Umsetzung der Handlungsempfehlungen bedarf des aktiven Mitwirkens aller Akteure der deutschen Bauwirtschaft. Dies betrifft einerseits die Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen durch die verantwortlichen Ministerien, insbesondere des BMVI, und die berufspolitisch wirkenden Kammern und Verbände. Andererseits müssen die Auftraggeber, insbesondere die öffentlichen und Sektorenauftraggeber zur Umsetzung von Infrastrukturmaßnahmen des Bundes, und die Auftragnehmer, noch einmal geteilt in Planer und Bauausführende, die richtigen Maßnahmen ergreifen, um 2020 zur Umsetzung des BIM-Leistungsniveaus 1 bereit zu sein. Die Handlungsempfehlungen richten sich daher an:

- das verantwortliche Ministerium BMVI, weitere Ministerien und Anstalten, hier als Verwaltung adressiert, sowie die Kammern und Verbände der deutschen Bauwirtschaft,
- die Auftraggeber, insbesondere die öffentlichen Vorhabenträger im Infrastrukturbau, sowie die Sektorenauftraggeber im Verkehrswegebau und im verkehrsbezogenen Hochbau,
- die Auftragnehmer, insbesondere die Planer und Bauausführenden.

3.1 Handlungsempfehlungen für Verwaltung, Kammern und Verbände

Die Förderung von Pilotvorhaben zur Sammlung von anwendungsrelevanten Erfahrungen beim Einsatz von BIM-Methoden und deren wissenschaftliche Begleitung zur Bewertung dieser Erfahrungen für eine Prognose der zukünftigen Umsetzbarkeit des Leistungsniveaus 1 werden als erfolgreich eingeschätzt. Während bisher bei den geförderten Pilotprojekten zu der konventionellen Projektarbeit überwiegend die parallele Arbeit mit BIM im Vordergrund stand, wird empfohlen, bei den nächsten Projekten BIM als primäre Methode, insbesondere für die bereits als reif in der Umsetzung betrachteten Anwendungsfälle, zu setzen.

Um die Erkenntnisse aus der Erprobung von BIM-Anwendungsfällen in Pilotprojekten in die Planungs- und Baubranche zu tragen, wird an die Bauverbände und Kammern die Empfehlung gerichtet, an der Verbreitung dieser Erkenntnisse in den Markt mitzuwirken. Pilotvorhaben sollten daher weiterhin mit Bundesmitteln gefördert und wissenschaftlich begleitet werden.

Zusammenfassend können im Ausgangspunkt die nachfolgenden, allgemeinen Handlungsempfehlungen formuliert werden:

- Dem BMVI wird empfohlen, weitere Pilotprojekte für den Einsatz von BIM in laufenden Infrastrukturmaßnahmen des Bundes zu fördern. Dabei müssen zunehmend die Projekte im Fokus stehen, in denen BIM die primäre Methode der Projektabwicklung bildet und in denen weitere Anwendungsfälle pilotiert werden⁸.
- Den Kammern und Verbänden der deutschen Bauwirtschaft wird empfohlen, die praktischen Erkenntnisse aus den durchgeführten BIM-Pilotprojekten ihren Mitgliedern vorzustellen, zu erläutern und in die eigenen Informations- und Weiterbildungsaktivitäten zum Thema BIM miteinzubeziehen.

3.1.1 Konkrete Handlungsempfehlungen

Um die umfassende Einführung von BIM gemäß den Zielen und Etappen des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“ zu fördern und zu gewährleisten, soll die Verwaltung in den BIM-Handlungsfeldern folgende Maßnahmen ergreifen.

3.1.1.1 Daten

Ein digitales Informationsmanagement ist die Basis von BIM. Auftraggeber und Auftragnehmer müssen ein einheitliches Verständnis zu den im Prozess benötigten Daten erlangen, damit die digitalen Informationen zur Entscheidungsfindung geliefert werden können, die zu einer sicheren Projektabwicklung benötigt wer-

⁸ Das BMVI fördert seit Ende 2016 weitere BIM-Pilotprojekte im Straßenbau, Wasserbau und Schienenbau im Rahmen der zweiten Stufe des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“. Derzeit werden im Rahmen des Projekts zur Unterstützung der Umsetzung des Stufenplans sieben weitere Pilotprojekte im Straßen- und Wasserstraßenbau gefördert und auf Basis eines Rahmenvertrags mit der Deutschen Bahn dreizehn neue Pilotprojekte im Schienenbau, einschließlich einer wissenschaftlichen Begleitung.

den. Maßnahmen, die diese Grundvoraussetzung etablieren, beinhalten allgemeine Vorgaben zur Detaillierung der zu erstellenden Fachmodelle für die verschiedenen Bauwerkstypen, zum Datenaustausch bei Berücksichtigung herstellernerneutraler und offener Lieferformate, zur Prüffähigkeit der beauftragten Informationslieferungen und generell zur weiteren Verwendung der Daten im Rahmen hoheitlicher Bewirtschaftungs- und Archivierungsaufgaben. Die Vorgabe offener und herstellernerneutraler Lieferformate ist insbesondere zur Vermeidung von Monopolbildungen im Softwarebereich und damit einhergehender Abhängigkeiten wichtig.

Um einheitliche Informationsanforderungen an die BIM-Anwendungen in den Infrastrukturmaßnahmen stellen zu können, müssen gemeinsame Objekt- und Attributkataloge definiert werden, die als Grundlage für die Beschreibung der Informationsanforderungen an die BIM-Lieferobjekte der beauftragten Planer dienen. Die hierfür notwendigen einheitlichen Vorgaben und Strukturen, einschließlich der erforderlichen Standardisierung, müssen durch die Verwaltung gesetzt werden. Die Ausarbeitung für die spezifischen Informationsanforderungen der jeweiligen Bauwerkstypen, wie Brücken, Tunnel, Schienen, Straßen und Wasserstraßen, soll dann in der Verantwortung der öffentlichen und Sektorenauftraggeber, wie der Straßenbauverwaltung der Länder, der Deutschen Bahn, der DEGES und Bundesanstalten, wie das Eisenbahn-Bundesamt, EBA, der Bundesanstalt für Straßenwesen, BASt, und der Bundesanstalt für Wasserbau, BAW, erfolgen. Im Rahmen der finanziellen Förderung der Pilotprojekte kann das BMVI auf die Entwicklung von gemeinsamen AIA und BAP Vorlagen, sowie von Informationsanforderungen und Modellierungsstandards in den Projekten hinwirken. Der Impuls hierzu sollte durch das BMVI gesetzt und damit der Wissenstransfer in alle Landesbauverwaltungen sichergestellt werden (siehe 3.1.1.2).

Die hierfür notwendigen generellen Rahmenbedingungen sollen durch die Verwaltung gesetzt und dann, unterstützt durch weiterführende Forschungs- und Standardisierungsaktivitäten, umgesetzt werden.

- Dem BMVI und den zugeordneten Behörden, wie der BASt, WSV, BAW, wird empfohlen, die für die klassischen Bauwerkstypen des Bundesstraßen- und Bundeswasserstraßenbaus notwendigen Klassifikationen, Element- und Attributkataloge sowie Vorlagen für den zu erreichenden geometrischen Detaillierungsgrad in den einzelnen Leistungsphasen zu entwickeln und dabei sowohl die vorhandenen Fachverfahren als auch die neuen BIM-konformen Beschreibungsmethoden, wie die „Level of Information Needs“ (prISO 19650-1), zu berücksichtigen⁹.
- Ebenfalls wird empfohlen, den Einsatz herstellernerneutraler, offener Datenschnittstellen zu fördern, in dem einerseits die Qualität der dafür notwendigen Softwareschnittstellen durch ein gemeinsam mit der Industrie zu entwickelndes Zertifizierungsprogramm auf einem hohen Standard garantiert wird, und andererseits durch konkrete Handreichungen deren zielführender Einsatz für die verschiedenen Anwendungsfälle unterstützt wird.
- Insbesondere wird empfohlen, die bereits in der Umsetzung befindlichen Erweiterungen des internationalen Standards DIN EN ISO 16739 „Industry Foundation Classes (IFC)“ in den Bereichen Brücke, Straße und Schiene fortzuführen und Forschungsvorhaben für eine Ausweitung auf die Bereiche Tunnel und Wasserstraße zu fördern.

⁹ Im Januar 2018 wurde durch die ARGE BIM4INFRA 2020 im Auftrag des BMVI ein BIM-Datenbankkonzept veröffentlicht, welches auch die Entwicklung von Klassifikationen, Element- und Attributkatalogen, sowie Vorlagen für den zu erreichenden geometrischen Detaillierungsgrad vorsieht.

- Gleichzeitig wird dem BMVI empfohlen, die Grundlagen dafür zu schaffen, dass die Informationsanforderungen der Vorhabenträger an die Datenübergaben zu den wesentlichen Meilensteinen im Projekt digital auswertbar beschrieben werden und damit gleichzeitig durch geeignete Prüfroutinen automatisch digital validierbar sind¹⁰. Auf Basis dieser Vorgaben sollten Vorhabenträger geeignete Werkzeuge zur Prüfung der AIA beschaffen. Dazu bedarf es einer standardisierten Definition der Prüfroutinen.

3.1.1.2 Prozesse

BIM ist gleichzeitig eine Methode zur Umsetzung eines projektbezogenen Prozessmanagements. Eine zentrale Frage dabei ist, wie die dem BIM-Begriff inhärente kooperative und durchgängige Methode der Projektabwicklung zwischen den Auftraggebern und Auftragnehmern, sowie innerhalb der Auftragnehmer, gestaltet werden kann. Die alleinige Einführung von BIM-Technologien auf beiden Seiten bewirkt noch keine Änderung hinsichtlich verbesserter Kooperation zwischen den Projektparteien¹¹.

Folgende Punkte wurden im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung identifiziert:

- Notwendigkeit klarer und effizient umsetzbarer Vorgaben der Auftraggeber an die Projektabwicklung im Sinne von Anwendungs-, Prozess- und Meilensteinvorgaben als Teil der AIA.
- Praktikable Festlegungen aller für die Umsetzung der AIA notwendigen Rollen, Funktionen, Abläufe, Meilensteine, Schnittstellen sowie der genutzten Technologien in einem BAP.

Beiden Dokumenten, AIA und BAP, sollten bundeseinheitliche Vorlagen zur Verfügung gestellt werden. Diese sollten Teil einer allgemeinen BIM-Richtlinie sein, die übergreifend und tiefgehend die generellen Verfahrensabläufe in den Leistungsphasen der Projektabwicklung festlegt und die notwendigen Qualifikationen und Nachweise für die Beteiligten zur Umsetzung des Informationsmanagements im Projekt beschreibt.

Für eine Übergangszeit und insbesondere mit dem Ziel, ab 2020 die Bundesverkehrsinfrastruktur mit BIM zu planen und zu errichten, ist es sinnvoll, einen Leitfaden für AIA und BAP für Verkehrsinfrastrukturbaumaßnahmen zu erstellen, der sowohl einen Katalog von realisierbaren BIM-Anwendungsfällen mit Bezug zu den Leistungsphasen, als auch die Etablierung und Nutzung einer gemeinsamen Datenumgebung (CDE) einbezieht. Das erfolgt gegenwärtig im Rahmen des vom BMVI finanzierten Forschungs- und Beratungsprojekts BIM4INFRA2020, das die Umsetzung des Stufenplans unterstützen soll.

Die derzeit im zweiten Abstimmungsumlauf befindliche prISO 19650 (Teil 1 und 2) kann, bei Verabschiedung, eine allgemeine Grundlage hierzu bilden. Da der internationale Standard nur sehr verallgemeinerte Vorgaben aufstellen kann, ist dieser durch eine geeignete europäische und nationale Umsetzungsrichtlinie zu ergänzen, wie im Kapitel Normierung beschrieben wird. Als international erfolgreiches Beispiel wird hier die britische PAS 1192-2 und 1192-3 gesehen; erste Ansätze in Deutschland werden in der VDI 2552-10 entwickelt. Diese nationalen Ergänzungen sollten auf Europäischer Ebene durch das CEN/TC 442 „BIM“ harmonisiert werden.

¹⁰ Teil des genannten BIM-Datenbankkonzepts ist die Entwicklung von standardisierten Werkzeugen zur Prüfung von digitalen Modellen gegenüber den Informationsanforderungen, die in den AIA vorgegeben werden.

¹¹ Da die wissenschaftlich begleiteten ersten BIM-Pilotvorhaben im Wesentlichen BIM parallel zur konventionellen Projektabwicklung umgesetzt haben, konnte der Einfluss der BIM-Anwendung auf die Kooperation der Parteien unter realen Projektbedingungen nicht untersucht werden. Hierbei besteht weiterhin Handlungsbedarf.

- Das BMVI sollte in seiner Vorreiterrolle bei der Umsetzung einer bundeseinheitlichen BIM-Strategie mit den anderen Ministerien und den Kammern und Verbänden der deutschen Bauwirtschaft weitere Richtlinien und Vorgehensweisen zur Einführung von digitalen Verwaltungsprozessen initiieren. Insbesondere die Genehmigungsbehörden könnten von der Verfügbarkeit von digitalen Bauwerksmodellen profitieren.
- Die deutsche Bauwirtschaft sollte sich aktiv in die Abstimmung und Umsetzung einer solchen Referenzrichtlinie einbringen, entweder auf Basis der zur Abstimmung stehenden prISO 19650 oder äquivalenter deutscher und europäischer Normen, die im Rahmen der EN/DIN-Normierung und der VDI Richtlinienerstellung umgesetzt werden können.
- Insbesondere sollte das BMVI für seinen Wirkungsbereich Muster-AIA und Muster-BAP veröffentlichen, die allen Auftraggebern von Infrastrukturbaumaßnahmen als Vorlagen für ihre Projekte dienen. Diese Muster sollten mit der Europäischen Standardisierungsinitiative in CEN/TC 442/WG 3 und der deutschen Richtlinienarbeit in VDI 2552-10 abgestimmt sein¹².

3.1.1.3 Rahmenbedingungen

Die BIM-Pilotprojekte zeigten, dass sich BIM-Projekte mit den gängigen Leistungsbildern nach HOAI und den üblichen Bauleistungsverzeichnissen abwickeln lassen. Ergänzende, BIM-spezifische Leistungen können als Besondere Leistungen bzw. zusätzliche Positionen des Bauleistungsverzeichnisses ergänzt werden. Nähere Einzelheiten zu den zu erzeugenden BIM-Modellen, den anzuwendenden BIM-Anwendungsfällen und den umzusetzenden Prozessen können in AIA und einem BAP beschrieben werden.

Diese Erkenntnisse decken sich mit den Erfahrungen aus BIM-Projekten außerhalb des Forschungsauftrags. Speziell die Leistungsbilder nach HOAI beschreiben im Wesentlichen methodenneutral die für die Umsetzung eines Bauvorhabens erforderlichen Leistungen. Die Beauftragung dieser Leistungen ist weiterhin notwendig zur Umsetzung eines Bauvorhabens. Ein Zusammenwirken der Projektbeteiligten entsprechend der Verantwortlichkeiten nach diesen Leistungsbildern ist auch in BIM-Projekten umsetzbar.

In den BIM-Pilotprojekten wurde als Problem adressiert, dass als Hilfsmittel verfügbare Projektplattformdienste oftmals datenschutzrechtlich bedenklich seien, insbesondere wenn diese Datenverarbeitungsprozesse in den USA durchführen und personenbezogene Nutzerprofile vorsehen. In der Zukunft werden eindeutige Anforderungen an Projektplattformen zu definieren sein, die datenschutzrechtliche Bedenken minimieren. Soweit die Verarbeitung personenbezogener Daten im Zusammenhang mit dem Einsatz einer Projektplattform zwingend erforderlich bleiben sollte, wird in der Zukunft im höheren Maße als bisher darauf geachtet werden müssen, dass die Betroffenen eine datenschutzrechtliche Einwilligung in die Verarbeitung ihrer personenbezogenen Daten abgegeben haben..

In den BIM-Pilotprojekten wurden einzelne Vorschriften, VOB/B und der VOB/C, als anpassungsbedürftig eingestuft, weil diese den Austausch und die Verarbeitung digitaler Bauwerksinformationen nicht berücksichtigen. Soweit in der VOB/B auf „Pläne“ verwiesen wird, ist es im Rahmen der juristischen Auslegung durchaus möglich, darunter auch digitale Pläne in Form von BIM-Modellen zu fassen. Ein Anpassungsbedarf an der VOB/B wird daher nicht gesehen.

¹² Die ARGE BIM4INFRA 2020 entwickelt im Auftrag des BMVI zur weiteren Umsetzung des Stufenplans bis Mitte 2018 Muster und Vorlagen für AIA und BAP für die Verwendung im Straßen- und Wasserstraßenbau.

Ein praktisches Problem in Einzelfällen sind allerdings die in der VOB/C in Bezug gesetzten Abrechnungsvorschriften der dort zitierten DIN-Normen. Diese DIN-Normen enthalten Rundungsregelungen, die sich nicht ausschließlich an den Volumen der einzelnen Bauteile orientieren und daher eine modellbasierte Mengenermittlung erschweren. Aus Modellen lassen sich tatsächliche Mengen ("Nettomengen") ableiten, die in der derzeitigen Baupraxis durch Berechnung oder Schätzung wieder zu VOB/C-konformen Rundungsmengen vergrößert werden. § 8 a Abs. 1 VOB/A (wortgleich § 8a Abs. 3 EU VOB/A) verpflichtet den öffentlichen Auftraggeber, die VOB/C in Bauverträgen zu vereinbaren. Abweichungen von der VOB/C sind nur in den engen Grenzen des § 8 Abs. 3 VOB/A zulässig (entsprechendes gilt für die wortgleichen Parallelnormen nach § 8 a EU VOB/A). Es wird empfohlen, in den Allgemeinen Bestimmungen für Bauleistungen aller Art (DIN 18299, Bestandteil der VOB/C) sowie in § 8a VOB/A und § 8a EU VOB/A Öffnungsklauseln aufzunehmen, die es Auftraggebern ermöglichen, eine modellbasierte Abrechnung zu vereinbaren.

Die VOB/C-Abrechnungsvorschriften behalten auch unter BIM zukünftig ihre Berechtigung. Allerdings wird empfohlen, in § 8a Abs. 3 VOB/A klarzustellen, dass Bauvertragsparteien vertragliche Ergänzungen für eine modellbasierte Abrechnung in Abweichung von den VOB/C-Regelungen vereinbaren können.

Im Vergleich zu konventionellen Ausschreibungsunterlagen müssen bei BIM-Projekten eindeutige Vorgaben in Bezug auf die AIA und insbesondere dem BAP erfolgen (siehe 3.1.1.2). Die grundsätzlich methodenneutralen Leistungsbilder der HOAI enthalten keine für BIM-Projekte relevante Spezifizierung der notwendigen Zusammenarbeitsprozesse und es bedarf daher standardisierter Texte für Grundleistungen und Besondere Leistungen in Bezug auf BIM. Gleiches gilt für Standardleistungstexte zu BIM-Leistungen in Bauausschreibungen. Schließlich bedarf es ergänzender Standardvertragsklauseln.

Die folgenden Handlungsempfehlungen werden zur Veränderung der Rahmenbedingungen für die Abwicklung von BIM-Projekten an die nachfolgend benannten Stellen adressiert:

- Das BMVI ist angesprochen, Vorlagen und Muster für ergänzte Leistungsbilder, Standardleistungstexte und Vertragsklauseln für öffentliche Bauvorhaben zu entwickeln.¹³
- Dem BMVI wird ferner empfohlen, über die Amtsleitung auf eine Gesetzesinitiative hinzuwirken, die zu einer Klarstellung innerhalb der VOB/A und EU VOB/A führt, wonach der öffentliche Auftraggeber in Bauprojekten anstelle der Rundungsregelungen VOB/C-DIN-Abrechnungsnormen eine Abrechnung nach exakten Mengen vereinbaren kann.

3.1.1.4 Technologie

Generell hat die wissenschaftliche Begleitung die grundsätzliche Annahme des Stufenplans bestätigt, dass für viele in den Projekten vorgesehene BIM-Anwendungsfälle geeignete BIM-Software am Markt existiert.

Teilweise ergab die Erprobung jedoch auch Hinweise auf Probleme mit der Leistungsfähigkeit gerade bei umfangreichen und datenintensiven Infrastrukturmaßnahmen und Probleme bei der Anwendung der von den Softwareanbietern bereitgestellten offenen Datenschnittstellen¹⁴.

¹³ Erste Muster werden durch das Konsortium BIM4INFRA2020 im Rahmen des Beratungs- und Unterstützungsauftrags zur Umsetzung des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“ erarbeitet.

¹⁴ Die Datenschnittstellen von aktuellen BIM-fähigen Softwarewerkzeugen sind deutlich leistungsfähiger geworden. Zum Zeitpunkt der wissenschaftlichen Begleitung standen diese so noch nicht zur Verfügung. Es ist zu erwarten, dass diese Entwicklung anhält.

Außerhalb der Pilotprojekte wurde beobachtet, dass BIM-Software, insbesondere aus dem Hochbau, für Anwendungsfälle, wie Trassierung oder andere infrastrukturenspezifische Aufgaben, zur Verwendung ausgeschrieben wurden, obwohl diese dafür weder geeignet noch vorgesehen sind. Hier muss im Rahmen der Qualifikation das Wissen verbreitet werden, dass es weiterhin spezielle Software für Spezialanwendungen geben wird und viele der bislang bereits verwendeten Softwaresysteme durch entsprechende Produktweiterentwicklung jetzt selbst BIM-fähig sind.

In einigen Bereichen, insbesondere dem Erhalt, Betrieb und der Bestandserfassung von Infrastrukturbauten, ist der Bund selbst Auftraggeber und Nutzer eigener Softwarelösungen, wie der SIB-Bauwerke. Diese sind derzeit noch nicht für die Übernahme von BIM-Datensätzen aus der Planung und Ausführung geeignet. Hier besteht ein Handlungsbedarf zur Befähigung eigener IT-Lösungen hinsichtlich BIM. Auch bei den Vorhabenträgern in den Ländern existieren aktuell noch keine IT-Lösungen zum BIM-basierten Datenmanagement.

Daher wird Folgendes empfohlen:

- Das BMVI sollte zusammen mit den Vorhabenträgern eine koordinierte Beschaffung und Weiterentwicklung von BIM-fähiger Software zum Datenmanagement anstreben. Abgestimmte Systeme begünstigen den Datenaustausch zwischen dem BMVI und den Vorhabenträgern und können Aufwände infolge von Einarbeitungszeiten bei den planenden und ausführenden Unternehmen verringern.
- Das BMVI sollte zusammen mit den Vorhabenträgern und betreibenden Stellen kurzfristig Entwicklungen anstoßen, um die BIM-Fähigkeit der bestehenden Systeme zum Erhaltungs- und Betriebsmanagement zu ermöglichen.

3.1.1.5 Qualifikation

Die wichtigste Säule der fünf Handlungsfelder ist der Mensch. Der Kompetenzaufbau, sowohl auf Auftraggeber- als auch auf Auftragnehmerseite, ist eine der entscheidendsten Maßnahmen. Die hierfür notwendigen Rahmenbedingungen und die initiale Förderung sollen vonseiten der Verwaltung gesetzt werden. In der Umsetzung sollen sowohl die Auftraggeber als auch die Auftragnehmer durch spezielle Formate der Qualifizierung erreicht werden. Hierbei müssen Universitäten, Weiterbildungsinstitute und sonstige Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung gemeinsam agieren.

Am besten kann die initiale Förderung durch das Etablieren eines Kompetenzzentrums erreicht werden.

- Dem BMVI wird empfohlen, ein Kompetenzzentrum „BIM im Infrastrukturbereich“ zu initiieren, um Informationsvermittlung, Sensibilisierungsmaßnahmen sowie die fachliche Begleitung und Mobilisierung des Mittelstandes zu fördern.
- Im Rahmen des Kompetenzzentrums „BIM im Infrastrukturbereich“ sollen die Erfahrungen aus erfolgreichen Pilotanwendungen im Sinne des „best practice“ allen im Infrastrukturbau tätigen Mitarbeitern zugänglich gemacht werden.

3.1.2 Weiterführende Strategien

Zur Umsetzung der Handlungsempfehlungen sind weitere Entwicklungs-, Forschungs- und Normungsaktivitäten notwendig. Die öffentliche Hand und die Projektträger, aber auch die an Forschung, Entwicklung und

Normung beteiligten Institutionen müssen ihren Beitrag zu der breitenwirksamen Einführung der Methode BIM im Bereich des Infrastrukturbaus leisten.

3.1.2.1 Forschung und Entwicklung

Anwendungsbezogene Grundlagenforschung bildet die Basis für Innovationen in vielen Industriefeldern und damit für den fortwährenden wirtschaftlichen Erfolg Deutschlands. Dies gilt insbesondere auch für die Digitalisierung des Bauwesens, für die von Hochschulen und Forschungseinrichtungen zunächst essentielle technologische und methodische Grundlagen erarbeitet werden müssen, bevor eine Anwendung in der Praxis möglich ist. Auch die modellgestützte Planung und Ausführung mit BIM basiert auf einer langjährigen Vorarbeit von Universitäten und Forschungsinstituten.

Um die Vision des „Bauen 4.0“ als hocheffiziente, digitalisierte Produktion von Bauwerken zu realisieren, gibt es in vielen Bereichen noch erheblichen Forschungsbedarf. Insbesondere darf die Umsetzung von BIM nicht von der weiterführenden Agenda der „Digitalisierung der Bauwirtschaft“ getrennt betrachtet werden. Im Folgenden werden beispielhaft einige forschungsrelevante Fragestellungen aufgeführt:

- semiautomatisches Erstellen von BIM-Modellen für Bestandsbauwerke
- automatisiertes Prüfen der Einhaltung von Normen und Richtlinien
- vollautomatisierte Baufortschrittskontrolle
- 3D-Druck im Bauwesen
- Robotergestütztes Bauen
- Einsatz von Technologien des Internet of Things (IoT)

Die Entwicklung derartiger Technologien ist ohne eine anteilige staatliche Förderung im Rahmen von Forschungsprogrammen nicht möglich, da die Bauwirtschaft durch ihren hohen KMU-Anteil nicht über die notwendigen Ressourcen zur Investition in tiefgreifende Forschung und Entwicklung verfügt.

Es wird daher die Einrichtung und Förderung von Forschungsclustern empfohlen, in denen Universitäten und Forschungseinrichtungen mit forschungsorientierten Unternehmen zusammenwirken.

- Für die Entwicklung innovativer Technologien und deren Transfer in die Praxis wird den zuständigen Ministerien die Einrichtung und Förderung von Forschungsclustern empfohlen. Sie ermöglichen das intensive Zusammenwirken zwischen Hochschulen, Forschungsinstituten und Unternehmen der Bauwirtschaft.

3.1.2.2 Normung und Standardisierung

Eine wesentliche Grundlage für die Einführung von BIM im Infrastrukturbereich ist die verlässliche Zusammenarbeit zwischen dem zumeist öffentlichen Auftraggeber und den Auftragnehmern entlang der Wertschöpfungskette. Diese müssen gleichzeitig den digitalen und medienbruchfreien Informationsfluss gewährleisten. In den begleiteten Pilotprojekten war eine durchgängige Anwendung der BIM-Methode über mehrere Leistungsphasen hinweg mit offenen Standards nicht ausgeprägt, da diese noch nicht vorlagen, oder der Kenntnisstand über das bereits mögliche noch unzureichend war. Daher ist eine Förderung der Entwicklung bzw. Weiterentwicklung dieser Standards von enormer Bedeutung, um die Vorgaben des Stufenplans zur Verwendung offener herstellerneutraler Formate umzusetzen. Gleichzeitig muss der Einsatz offener Formate in den weiteren BIM-Pilotvorhaben verpflichtend gefordert und geprüft werden.

Es müssen entsprechende Standards, Richtlinien, Leitfäden und Handlungsanweisungen erarbeitet werden, damit öffentliche Auftraggeber sicher neue Projekte mit BIM ausschreiben und abwickeln können. Im Bereich standardisierter Datenaustauschformate wird eine strikte Zertifizierung empfohlen und darauf aufbauend mittelfristig die ausschließliche Verwendung zertifizierter Softwareprodukte in BIM-Vorhaben.

Derzeit sind BIM-Standards für den Infrastrukturbereich, im Gegensatz zu den bereits etablierten Standards im Hochbau, auch international noch in der Entwicklung. Dies gilt insbesondere für die Datenstandards, um eine herstellerneutrale Ausschreibung im Sinne der zu verwendenden Software zu ermöglichen, und für die Definition der notwendigen Dateninhalte der geforderten BIM-Fachmodelle. Eine Fortsetzung des Engagements Deutschlands auf internationaler und europäischer Ebene zur Schaffung hochwertiger, in Deutschland einsetzbarer Standards ist daher unabdingbar.

- Normung und Standardisierung bilden eine wichtige Grundlage für die effiziente Abwicklung von BIM-Projekten und die Gewährleistung eines fairen Wettbewerbs auf den Märkten der Softwareanbieter, der Planer und der Ausführenden. Die begonnenen Standardisierungsaktivitäten müssen intensiv fortgesetzt werden. Dabei ist das Einbringen deutscher Interessen in europäische und internationale Standardisierungsaktivitäten unabdingbar.
- Dem BMVI und den im Infrastrukturbereich tätigen Kammern und Verbänden der deutschen Bauwirtschaft wird empfohlen, sich stärker in der internationalen und europäischen Standardisierung zu engagieren und die BIM-Normierung in ISO/TC 59/SC 13¹⁵ und CEN/TC 442¹⁶ aus deutscher Sicht mitzugestalten, um sicherzustellen, dass diese Standards auch im Infrastrukturbau entsprechend anwendbar sind.
- Bestehende Standards aus den Bereichen BIM und GIS müssen stärker aufeinander abgestimmt werden. Hierbei sollen Initiativen, welche die Interoperabilität zwischen ISO 19136 (gml) und ISO 16739 (IFC) verbessern helfen, gefördert werden. Dabei soll bestehendes deutsches Fachwissen aus der Entwicklung von OKSTRA miteinfließen.
- Als Grundlage für die einheitlichen Element- und Attributkataloge sollte die europäische Standardisierung zu den Informationsanforderungen und den Produktdaten in CEN/TC 442¹⁷ unterstützt und eine darauf aufbauende Merkmalsdatenbank initiiert werden.

3.2 Handlungsempfehlungen für öffentliche Auftraggeber

Die öffentlichen Auftraggeber im Infrastrukturbereich müssen in die Lage versetzt werden, BIM-Projekte auszuschreiben, zu vergeben, zu betreuen und die BIM-Lieferleistung zu prüfen. Dies bedeutet eine schrittweise Abkehr von der derzeit gelebten dokumentenbasierten Erstellung, Übergabe, Auswertung und Prüfung von Planungsinformationen. Hierbei müssen neben der Durchsetzung des technologischen Umbruchs insbesondere die „weichen Kriterien“ des Kulturwandels und der Umgang mit den durch die technologischen und methodischen Änderungen betroffenen Mitarbeiter beachtet werden.

¹⁵ Das Technische Komitee ISO/TC 59/SC 13 „Organization of information about construction works“ beschäftigt sich mit der Entwicklung von internationalen Normen zum Informationsmanagement und Datenaustausch im Bauwesen.

¹⁶ Das technische Komitee CEN/TC 442 „BIM“ erarbeitet Europäische Normen zur Anwendung von BIM im Lebenszyklus der gebauten Umwelt, insbesondere zur Definitionen von Datenaustausch, Informationsmanagement und für die Nutzung einheitlicher Merkmale.

¹⁷ Die Definition von Informationsanforderungen, engl. „Level of Information Needs“ LOIN (siehe prEN ISO 19650) wird im Rahmen der Europäischen Standardisierung vorangetrieben und ersetzt den bislang gebräuchlichen Begriff der LOD.

Ein wesentlicher Baustein hierfür ist das Durchführen einer größeren Anzahl von BIM-Pilotvorhaben, an denen diese Vorgehensweise erprobt, Erfahrungen unter den Mitarbeitern aufgebaut und noch bestehende Defizite erkannt werden. In diesem Zusammenhang sind interne Schulungsaktivitäten im Hinblick auf die Abwicklung von BIM-Vorhaben auszuweiten.

Öffentliche Auftraggeber, die bislang keine Erfahrung mit der BIM-Methode haben, müssen verstärkte Anstrengungen zum Schließen der Wissens- und Erfahrungslücken unternehmen. Vorhabenträgern, die bereits BIM-Erfahrungen in Pilotprojekten sammeln konnten, sollte es ermöglicht werden, die gewonnenen Erfahrungen einem breiten Kreis von Anwendern bekanntzumachen. Hierzu sollte das unter 3.1.1.5 empfohlene Kompetenzzentrum „BIM im Infrastrukturbereich“ den organisatorischen Rahmen bilden.

3.2.1 Konkrete Handlungsempfehlungen

Die Fähigkeit, dass Auftraggeber ihre konkreten Informationsanforderungen zur Bewertung, Prüfung und Abnahme von modellbasierten Planungsleistungen und zum Aufbau der Datenbanken für die Betriebsphase formulieren können, wird in Zukunft eine entscheidende Komponente der Bestellerkompetenz sein. Hierzu sollen die Auftraggeber folgende Maßnahmen ergreifen.

3.2.1.1 Daten

Der Auftraggeber definiert seine Anforderungen an die Umsetzung der BIM-Methode in der Projektabwicklung durch die Erstellung von AIA. Die aus der wissenschaftlichen Begleitung der fünf Pilotprojekte gewonnenen Erkenntnisse bestärken die grundsätzliche zentrale Bedeutung der AIA für eine einheitliche BIM-Einführung für den Bundesinfrastrukturbau im Leistungsniveau 1.

Für die BIM-Projektabwicklung entsprechend der prISO 19650 sind gemeinsame Datenumgebungen zu schaffen und in Betrieb zu nehmen. Hierbei ist zu prüfen, ob eine bundesweit einheitliche Beschaffung sinnvoll und zielgerecht ist, siehe auch 3.1.1.4, oder ob je nach Einsatzgebiet spezielle Lösungen gefordert sind.

Die Auftraggeber müssen in die Lage versetzt werden, die digitalen Bauwerksmodelle als „Wie-Gebaut-Modelle“, die nach Abschluss der Baumaßnahme übergeben werden, in sinnvoller Weise für die Aufgaben des Erhaltungsmanagements zu überführen. Hierfür sind für eine Übergangszeit Schnittstellen zu bestehenden Systemen der Bestandsverwaltung zu schaffen und gleichzeitig auf Bundesebene die Entwicklung neuer, BIM-basierter Systeme für den Erhalt und Betrieb voranzutreiben, wie in 3.1.1.4 empfohlen.

- Die öffentlichen Auftraggeber müssen in die Lage versetzt werden, BIM-Leistungen auszuschreiben, zu vergeben und BIM-Lieferleistungen zu prüfen und abzunehmen. Das hierzu notwendige Wissen muss in Schulungen vermittelt werden. Darüber hinaus ist es erforderlich, in umfangreicher Weise weitere Pilotvorhaben durchzuführen.
- Dem Ausbildungs- und Schulungssektor müssen die Schulungsbedürfnisse der öffentlichen AG durch diese vermittelt werden. Grundlage dafür sollten die Erfahrungen der Pilotprojekte sein.
- Die öffentlichen Auftraggeber sollten eine Herangehensweise für sich entwickeln, wie schrittweise digitale Bauwerksmodelle als Datengrundlage für die eingesetzten Systeme für den Erhalt und Betrieb von Infrastrukturbauten genutzt werden können und die hierfür nötigen Datenanforderungen ihren AIA zugrunde legen.

Damit eine bundesweit einheitliche Herangehensweise umgesetzt werden kann, wird dem öffentlichen Auftraggeber die Umsetzung folgender Punkte empfohlen:

- Auf Basis der vom Bund bereitgestellten einheitlichen Element- und Attributkataloge sollen durch die Vorhabenträger konkrete Kataloge für die verschiedenen Bauwerkstypen in deren Wirkungsbereich umgesetzt werden. Der Anteil der bundesweit einheitlichen Definitionen sollte möglichst hoch sein, damit die Auftragnehmer, aber auch die Softwareindustrie, generelle Lösungen bereitstellen können.¹⁸
- Auf Basis der empfohlenen bundesweit einheitlichen Vorgaben in Hinblick auf die Informationsanforderungen hinsichtlich der geometrischen und attributiven Detaillierung (siehe 3.1.1.1) sollten die Vorhabenträger diese Informationsanforderungen für alle maßgeblichen Objekte des Straßen-, Wasserstraßen- und Schienenwegebaus übernehmen und ggf. weiter konkretisieren. Es sollte vermieden werden, dass sich hier unterschiedliche Strukturen etablieren, die dann den Anpassungsaufwand für die Auftragnehmer für die jeweiligen BIM-Lieferobjekte erhöhen.
- Auf Basis der vom Bund bereitgestellten einheitlichen Muster für die AIA, und unter Einbeziehung der konkreten Kataloge für die Informationsanforderungen sollten die öffentlichen Auftraggeber ihre AIA erstellen und zur Ausschreibung und Vergabe von Planungs- und Bauleistungen einsetzen. Diese AIA verweisen auf die o.g. Informationsanforderungen um festzuhalten, welche konkreten Modellinhalte zu den in den Verträgen festgelegten Meilensteinen der Informationsübergabe geliefert werden müssen.
- Die Vorhabenträger sollten das notwendige Fachwissen für die Erstellung der AIA und die Steuerung und Abwicklung der Projekte unter Verfolgung und Prüfung der AIA erlangen. Dazu gehört die Beschaffung und Anwendung geeigneter technischer Lösungen zur Erstellung der AIA, der digitalen Verwaltung von Element- und Attributkatalogen und der zur Abnahme notwendigen Prüfsoftware, um die Einhaltung der Vorgaben zur Informationslieferung zu validieren.
- Die Vorhabenträger sollten unter Einhaltung der Vorgaben des Stufenplans herstellerneutrale Datenformate fordern und diese nutzen und bewerten können. Hierzu müssen bereits in den AIA wesentliche Festlegungen hinsichtlich der konkreten Lieferqualität der Daten in diesen Formaten, insbesondere IFC und OKSTRA, getroffen werden. In der derzeitigen frühen Umsetzungsphase von BIM sind konkrete Handreichungen für die Auftragnehmer zur Lieferung von IFC- und OKSTRA-Daten empfehlenswert¹⁹.

3.2.1.2 Prozesse

Prozesse und geschuldete Prozessergebnisse müssen vertraglich abgebildet werden. Wenn in der Zukunft BIM-Leistungen flächendeckend bei Infrastrukturbaumaßnahmen im Hoheitsbereich des Bundes vonseiten des Auftraggebers abgefordert werden sollen, bedarf es standardisierter Vertragsstrukturen für die Beauftragung von BIM-Leistungen, die eine klare und transparente Kommunikation der spezifischen BIM-Anforderungen an den Bieter ermöglichen, dem Bieter einen schnellen Überblick über die ausgeschriebenen

¹⁸ Das durch die ARGE BIM4INFRA2020 im Rahmen der Beauftragung zur Umsetzung des Stufenplans erarbeitete Datenbankkonzept beinhaltet Leistungsbeschreibungen zur zentralen Definition, Verwaltung und fortlaufenden Pflege derartiger Element- und Attributkataloge.

¹⁹ Erste Handreichungen werden derzeit durch die ARGE BIM4INFRA2020 im Rahmen der Beauftragung zur Umsetzung des Stufenplans erstellt.

Leistungen verschaffen und zugleich geeignet sind, den Beschaffungsbedarf ohne die Auferlegung unkalkulierbarer Wagnisse vollständig zu beschreiben. Der öffentliche Auftraggeber muss seine Ausschreibungs- und Vergabeprozesse an die BIM-Methode anpassen und die hierfür notwendige Bestellerkompetenz aufbauen. Wie bereits ausgeführt, wird empfohlen, zukünftig entsprechend der Vorgaben des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“ in einem Projekt AIA und BAP zu vereinbaren.

Wie die Abgrenzung zwischen AIA und BAP im Detail erfolgen soll, ist noch nicht abschließend geklärt. Bisherige Definitionen ermöglichen keine hinreichend trennscharfe Abgrenzung. Im Markt sind völlig unterschiedliche Handhabungen zu beobachten.

Aus Sicht der Arbeitsgemeinschaft INFRABIM ist es zweckmäßig, grob zwischen den werkvertraglichen Leistungszielen (dem „Was“) und dem zur Umsetzung der Leistungsziele geschuldeten Leistungsumfang (dem „Wie“) zu differenzieren. Der Auftraggeber definiert die AIA hiernach mit Schwerpunkt auf die BIM-Abgabeleistungen (Leistungsziele) und in dem BAP werden eher die Prozesse der BIM-basierten Zusammenarbeit zur Umsetzung der AIA beschrieben (Leistungsumfang). Diese Abgrenzung kann letztlich auch nur eine grobe Richtschnur darstellen.

Die Erstellung der AIA ist dabei von zentraler Bedeutung, weil ohne eine Klarheit über die Leistungsziele der „BIM-Beschaffungsbedarf“ nicht hinreichend bestimmt ist. Zur Erstellung der AIA haben sich die Auftraggeber in den bisherigen Pilotprojekten (auch außerhalb der ersten BIM-Pilotvorhaben des BMVI) teilweise der Kenntnisse eines beauftragten Auftragnehmers (z. B. des Objektplaners), teilweise der Kenntnisse eines externen Beraters („BIM-Berater“ bzw. „BIM-Manger“) bedient. Mittelfristig sollten externe Beratungsleistungen zur Erstellung der AIA allenfalls bei komplexen Spezialthemen erforderlich sein und im Übrigen AIA mithilfe standardisierter Vorlagen erstellt werden können.

Im Vergleich zu konventionellen Ausschreibungsunterlagen ist auffallend, dass in BIM-Projekten durch die Vereinbarung eines BAP deutlich detailliertere Vorgaben zum Leistungsumfang erfolgen als bisher in üblichen Vertragsgrundlagen. Während beispielsweise im Bereich der Planung in konventionellen Bauprojekten im Wesentlichen auf die Leistungsbilder nach HOAI Bezug genommen wurde, enthalten zusätzlich vereinbarte BAP in der Regel detaillierte Prozessbeschreibungen über die Zusammenarbeit im Projekt. Im Zusammenhang mit dem BAP ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Der erfolgreiche Einsatz von BIM bei der Abwicklung von Baumaßnahmen fordert eine kooperative Arbeitsmethodik zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer auf Basis von digitalen Bauwerksmodellen im Gesamtprozess von Planen, Bauen und Betreiben. Dabei soll der Auftraggeber in die BIM-basierten Koordinationsprozesse zu den vereinbarten Abstimmungszyklen miteinbezogen werden.
- Der Auftraggeber soll für Projekte ab einer relevanten Größe die Nutzung einer Projektplattform für eine Gemeinsame Datenumgebung (CDE) vorgeben und diese bereitstellen.
- Zu definierten Meilensteinen und am Projektende muss der Auftraggeber in der Lage sein, die erstellten digitalen Bauwerksmodelle auf die Einhaltung der in den AIA geforderten und im BAP fortgeschriebenen Qualitätsvorgaben zu prüfen und abzunehmen. Hierbei ist die Abnahme der „Wie-Gebaut-Modelle“ für die Betriebsphase besonders wichtig. In der BIM-Methode erfahrene Auftraggeber werden zusätzlich bei BIM-Anwendungsfällen, wie der Baufortschrittskontrolle, Abrechnung anhand eines Leistungsmodells, oder des Qualitäts- und Mängelmanagements mitwirken.

Empfohlen wird, dass öffentliche Auftraggeber in Abhängigkeit von den Projektrahmenbedingungen entscheiden, ob und in welchem Umfang Festlegungen zu einem BAP auftraggeberseitig verbindlich vorgege-

ben werden oder der BAP auftragnehmerseitig erstellt werden wird. In der Praxis haben sich unterschiedliche Herangehensweisen herausgebildet:

- **Variante 1:** Der Auftraggeber gibt im Rahmen der Ausschreibung neben den üblichen Vertragsgrundlagen lediglich AIA vor und keinen BAP. Die Auftragnehmer werden verpflichtet, nach Beauftragung in Abstimmung mit den weiteren Projektbeteiligten einen BAP aufzusetzen, um Festlegungen zu geplanter Zusammenarbeit zur Umsetzung der AIA zu dokumentieren. Die Leistungen können im Wettbewerb ohne zusätzliche Qualitätskriterien als qualitative Zuschlagskriterien vergeben werden.
- **Variante 2:** Der Auftraggeber erstellt neben den AIA einen BAP, der sämtliche Details der späteren BIM-Abwicklung vorgibt. Die Leistungen können im reinen Preiswettbewerb vergeben werden.
- **Variante 3:** Der Auftraggeber gibt AIA vor und fordert von den Bietern im Vergabeverfahren eine vorläufige Fassung eines BAP (im Folgenden: Vor-BAP) ab, in welchem die Bieter ihre Umsetzungskonzepte für die Erfüllung der AIA beschreiben. Die AIA und der vom Bieter erstellte Vor-BAP werden Vertragsanlage. Die Qualität des vom Bieter erstellten Vor-BAP kann ein qualitatives Wertungskriterium für den späteren Zuschlag sein. Es ist indessen nicht zwingend erforderlich, entsprechende qualitative Wertungskriterien vorzusehen. Der Vor-BAP wird nach Beauftragung von den Auftragnehmern zu einem BAP weiter detailliert.
- **Variante 4:** Der Auftraggeber gibt AIA vor und fordert von den Bietern im Vergabeverfahren einen Vor-BAP ab, allerdings stellt der Auftraggeber ein Muster für einen Vor-BAP, welches von den Bietern auszufüllen ist. Die AIA und der vom Bieter erstellte Vor-BAP werden Vertragsanlage. Der Vor-BAP kann als Qualitätskriterium gewertet werden. Der Vor-BAP wird nach Beauftragung zu einem BAP weiter detailliert.

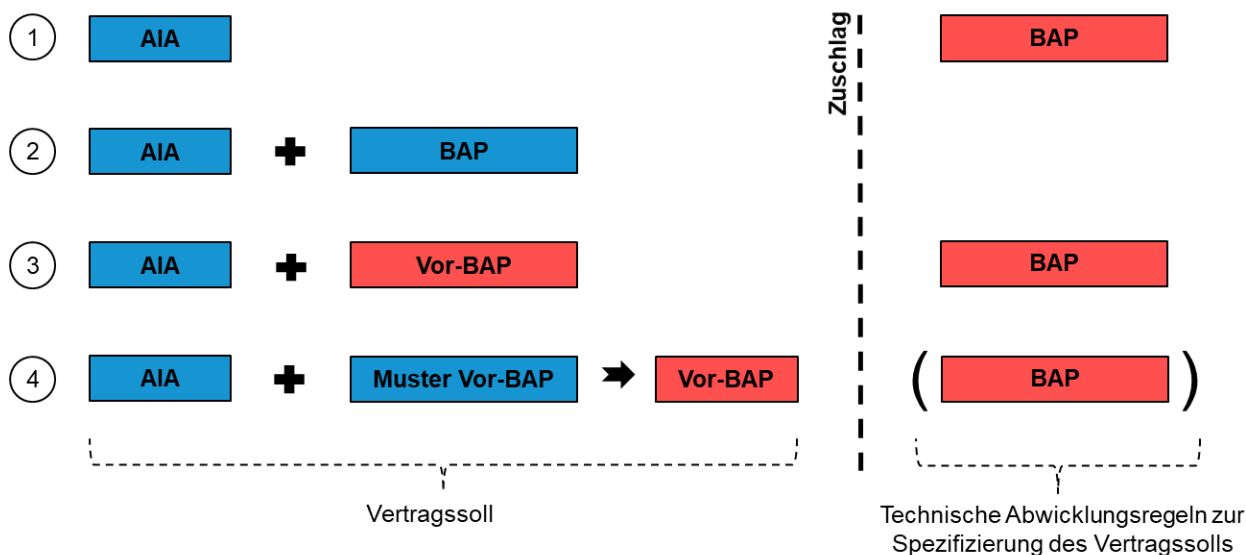


Abbildung 1: Varianten der Festlegungen in AIA und BAP (blau vom AG erstellt, rot vom AN erstellt)
Quelle: BIM4INFRA2020

Die vorgestellten Varianten können kombiniert werden und sollen verdeutlichen, dass unterschiedliche Vorgehensweisen denkbar sind, um zu Festlegungen in einem Projekt über die BIM-basierte Zusammenarbeit zu gelangen. Auftraggeber müssen nach eigener Risikoaffinität und nach den verfügbaren, eigenen Ressourcen entscheiden, in welcher Tiefe sie sich selbst in Datenaustauschprozesse einbringen und hierzu

Detailvorgaben machen möchten. Denkbar sind auch unterschiedliche Vorgehenskonzepte für Projekte desselben Auftraggebers je nach Projektkomplexität, Projektgröße oder ausgeschriebener Leistung (z. B. Unterscheidung zwischen Planung und Ausführung).

Der Auftraggeber muss darüber hinaus in der Lage sein, die BIM-relevanten Kompetenzen und Angebote der Bieter im Vergabeprozess bewerten zu können. Nach Vertragsabschluss hat der Auftraggeber ein Interesse, die BAP der beauftragten Planer und Bauausführenden zu bewerten und während des Projektverlaufs die Einhaltung seiner AIA zu prüfen.

Daher wird dem öffentlichen Auftraggeber Folgendes empfohlen:

- Der öffentliche Auftraggeber muss seine Bestellerkompetenz für die von Auftragnehmern mit BIM zu erbringenden Leistungen aufbauen und eigene Vorgaben im Sinne der AIA erstellen lernen.
- Der öffentliche Auftraggeber soll in der Lage sein, die Angebote von BIM-Leistungen bewerten und die Kompetenz der Anbieter einschätzen zu können. In Abhängigkeit vom Vergabemodell muss er insbesondere das relevante Prozesswissen erwerben, um mit Auftragnehmern auf Augenhöhe an dem Koordinationsprozess mittels BIM mitwirken zu können.
- Der öffentliche Auftraggeber soll die für ihn relevanten BIM-Anwendungsfälle kennen, in den AIA und Verträgen verankern, im BAP die entsprechenden Prozesse gestalten und in der Projektabwicklung in diesen mitwirken können. Er sollte für sich entscheiden können, welche Variante der AIA und BAP Festlegungen für das jeweilige Projekt am sinnvollsten ist.

3.2.1.3 Technologie

Der Auftraggeber muss technologisch auf Augenhöhe mit den Auftragnehmern die Potenziale der Bauwerksmodelle erschließen können. Für die BIM-basierte Projektierung, Abwicklung und den Betrieb von Infrastrukturen sind verschiedene Technologien notwendig:

- Die Definition und Verwaltung von AIA sollte durch geeignete Software unterstützt werden. Dies betrifft insbesondere Anhänge, in denen Modellinhalte definiert werden. Dadurch können zum einen der Erstellungsaufwand reduziert und zum anderen einheitliche Standards etabliert werden.
- Werkzeuge zur Visualisierung und Analyse von Bauwerksmodellen müssen in der Lage sein, verschiedene Auswertungen, z. B. bezüglich Qualitätsbetrachtung, Kosten und Termine, umsetzen zu können. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Informationen im Rahmen der Entscheidungsunterstützung (z. B. für eine Vorzugsvariante) adäquat verwendet werden können.
- Die fachliche und inhaltliche Prüfung der Bauwerksmodelle auf Basis der vertraglich vereinbarten AIA ist durch geeignete Systeme zu unterstützen. Hierzu eignen sich insbesondere Softwarewerkzeuge zur regelbasierten Modellprüfung.
- Für die modellgestützte Zusammenarbeit sind Besprechungsräume mit Hard- und Software so auszustatten, dass eine Zusammenführung, Visualisierung und objektbezogene Kommentierung von Bauwerksmodellen unterstützt wird und dass die Nutzung der digitalen Bauwerksmodelle somit in allen Jour fixes erfolgen kann.
- Der Austausch von Bauwerksmodellen erfolgt auf Basis einer gemeinsamen Datenumgebung nach prISO 19650-1. Hierzu müssen entsprechende Systeme bei den öffentlichen Auftraggebern eingerichtet und gewartet werden.

In bestimmten Bereichen übernimmt der öffentliche Auftraggeber selbst Planungsaufgaben und somit die Erarbeitung und Pflege von digitalen Bauwerksmodellen. Hierzu sind in Zukunft BIM-fähige Planungswerkzeuge auf Basis adäquater Hardwareausstattung zu verwenden, die je nach Aufgaben gegebenenfalls neu beschafft werden müssen. Weiterhin gelten in diesem Fall die Empfehlungen zum Technologieeinsatz für Planer, siehe 3.3.1.4.

- Dem öffentlichen Auftraggeber wird empfohlen, aktuelle Software und Hardware zur Anforderungsspezifikation, Visualisierung, Analyse, Prüfung, Zusammenführung und zum Austausch von digitalen Bauwerksmodellen anzuschaffen.
- Die Nutzung einer den BIM-Prozess unterstützenden Projektplattform für die Gemeinsame Datenumgebung (CDE) soll für Projekte ab einer relevanten Größe generell vorgesehen und durch den Auftraggeber bereitgestellt werden.
- Dabei ist die BIM-Fähigkeit bereits eingesetzter Software zuerst zu evaluieren und, falls nicht gleichzeitig eigene Planungstätigkeiten durchgeführt werden, der Fokus auf Software für die auftraggeberseitige Projektabwicklung zu legen.
- Es ist zu prüfen, ob eine gemeinsame Strategie der öffentlichen Auftraggeber entwickelt werden soll, um insbesondere Softwaresysteme zentral einkaufen zu können. Der Qualitätsgrad der Unterstützung von herstellerneutralen Datenformaten, insbesondere IFC und OKSTRA, ist dabei besonders zu werten, um eine Monopolisierung auf dem Softwaremarkt zu verhindern.

3.2.1.4 Qualifikation

Der effiziente Einsatz von digitalen Bauwerksmodellen erfordert zusätzliche Kompetenzen aufseiten der öffentlichen Auftraggeber. Die Kompetenzen sind spezifisch für die einzelnen Aufgaben bei den öffentlichen Auftraggebern zu definieren. Eine Sonderrolle nehmen Baubehörden ein, die selbst Planungsleistungen erbringen. Hier sind umfangreiche Kenntnisse in der Erstellung von BIM-Modellen und der Abwicklung verschiedener BIM-Anwendungsfälle (BIM-gestützte Koordination, Erstellung des Leistungsverzeichnisses, etc.) erforderlich. In diesem Fall sind besonders intensive Schulungsmaßnahmen nötig.

Die folgende Zusammenfassung von einzelnen Kompetenzen zu bestimmten BIM-Rollen hat sich in der Praxis etabliert:

- BIM-Nutzer: Alle beteiligten Personen sollten in der Lage sein, digitale Bauwerksmodelle für eigene Aufgaben nutzen zu können, d. h. die Bauwerksmodelle sollten geöffnet und ausgewertet werden können. Gegebenenfalls sollten ausgewählte Informationen ergänzt oder geändert werden können.
- BIM-Management: Kenntnisse zur Steuerung des Informationsmanagements mit BIM sind AG-seitig vorzusehen. Dazu gehören die Erstellung von verschiedenen Vorlagen, internen Standards, und insbesondere das Qualitätsmanagement für die BIM-basierte Projektabwicklung. Hierzu gehört auch die Abnahme von BIM-Lieferleistungen mit der Prüfung der Modelle auf Korrektheit und Vollständigkeit sowie grundlegende Kompetenz zur Einrichtung einer gemeinsamen Datenumgebung.

Wenn selbst Planungsleistungen erbracht werden, treffen auch diese BIM-Rollen auf die Vorhabenträger zu:

- BIM-Autoren: Zur Erstellung, Änderung und Verknüpfung von digitalen Bauwerksmodellen sind spezielle Kompetenzen notwendig. Diese BIM-Fähigkeiten sind neben den baufachlichen Kompetenzen (Objektplanung, Tragwerksplanung, etc.) im Rahmen von Qualifizierungsmaßnahmen zu erwerben.

- BIM-Koordination: Kenntnisse zur Zusammenführung und informationstechnischen Prüfung der Bauwerksmodelle sind wichtig, falls der Auftraggeber die einzelnen Fachplanungen selber koordinieren muss. Auch die Dokumentation und Nachverfolgung von Änderungen ist eine wesentliche Aufgabe.

Nicht alle Rollen werden bei allen öffentlichen Auftraggebern benötigt. Daher sollte vor der Entwicklung von Qualifizierungsprogrammen eine detaillierte und umfangreiche Bedarfsanalyse durchgeführt werden.

- Die öffentlichen Auftraggeber sollten im ersten Schritt ein Verständnis für die Veränderungen entwickeln, die sich durch den Einsatz von digitalen Bauwerkmodellen ergeben.
- Des Weiteren wird empfohlen, ein Qualifizierungsprogramm zur Schulung der eigenen Mitarbeiter zu erarbeiten und umzusetzen, welches konkret auf die relevanten BIM-Rollen in der eigenen Organisation eingeht. Dazu sind zunächst geeignete Konzepte zu entwickeln.
- Es empfiehlt sich der Aufbau eines BIM-Kompetenzteams bei jedem Auftraggeber. Die Teams können projektübergreifend Erfahrungen akkumulieren und diese innerhalb der Behörde weitergeben. Damit ist insbesondere eine zeitliche Freistellung durch Reduktion anderer Aufgaben bzw. eine personelle Aufstockung verbunden.

3.3 Handlungsempfehlungen für Auftragnehmer

Die potenziellen Auftragnehmer, insbesondere Planer und Bauausführende, müssen Kompetenzen aufbauen, um Aufträge mit BIM im Sinne der vom Auftraggeber definierten Ziele erfolgreich erfüllen zu können. Folglich gelten die zuvor aufgeführten Handlungsempfehlungen für Auftraggeber spiegelbildlich für Auftragnehmer. Im Einzelnen können die nachfolgenden Handlungsempfehlungen für Auftragnehmer ausgesprochen werden.

3.3.1 Handlungsempfehlungen für planende Unternehmen

Die planenden Unternehmen (Auftragnehmer) im Infrastrukturbereich müssen sich in die Lage versetzen, BIM-Projekte in der Planungsphase mit den durch den Auftraggeber definierten Anforderungen umzusetzen.

Ein wesentlicher Baustein hierfür ist das Durchführen einer größeren Zahl von BIM-Projekten, an denen die Umsetzung der vorgegebenen Anwendungsfälle erprobt und noch bestehende Defizite erkannt und bestenfalls beseitigt werden. In diesem Zusammenhang sind interne Schulungsaktivitäten im Hinblick auf die Abwicklung von BIM-Vorhaben auszuweiten. Auftragnehmer, die bislang keine Erfahrung mit der BIM-Methode haben, müssen verstärkte Anstrengungen zum Schließen der Wissens- und Erfahrungslücken unternehmen. Folgende wesentliche BIM-Anwendungsfälle wurden im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung erfasst und analysiert:

- BIM-gestützte Bestandserfassung
- BIM-gestützte Planungsvariantenuntersuchung
- BIM-gestützte Visualisierung
- BIM-gestützte Koordination der Fachgewerke
- BIM-gestützte Erstellung der Vor-, Entwurfs- und Genehmigungsplanung
- BIM-gestützte Kostenschätzung und -berechnung
- BIM-gestützte Erstellung von Ausführungsplänen
- BIM-gestützte Erstellung von Leistungsverzeichnissen und Ausschreibungen

3.3.1.1 Daten

Die Planer müssen die Informationsanforderungen im Projekt verstehen und die zu den verschiedenen Meilensteinen benötigten und geforderten Datenübergaben leisten können. Der Auftragnehmer muss dazu die vom Auftraggeber in den AIA geforderten Modellinhalte verstehen, seine Modellierungsumgebung entsprechend konfigurieren, um diese Daten im definierten Übergabeformat und in der festgeschriebenen Qualität und Umfang termingerecht zu liefern. Hierfür müssen sich die Auftragnehmer rechtzeitig das erforderliche Wissen und die notwendigen Kenntnisse aneignen.

Die Umsetzung von Projekten mit der BIM-Methode muss anhand eines stringenten Informationsmanagements erfolgen. Bauwerksmodelle sind in Form von gewerkespezifischen Fachmodellen zu erstellen, auszuwerten und anderen Beteiligten sowie dem Auftraggeber zu definierten Übergabepunkten in den Planungsprozessen bereitzustellen. Der Koordinationsprozess muss durch die Zusammenstellung der Fachmodelle in einem Koordinationsmodell ermöglicht werden, um gewerkeübergreifende Zusammenarbeit zu unterstützen.

Die Datenübernahme aus vorgelagerten Planungsphasen sowie die Datenübergabe an nachfolgende Phasen dienen der Aufwands- und damit der Kostenreduktion. Dabei muss realistisch festgelegt werden, welche Teile der Bauwerksmodelle zur direkten Überarbeitung übernommen werden und welche Inhalte zur Dokumentierung des vorherigen Standes referenziert werden, um darauf aufbauend neue Fachmodelle zu erstellen. Die dabei zu verwendenden Datenformate und die erforderlichen Modellinhalte sollten zu Projektbeginn festgelegt und im BAP dokumentiert werden. Für die Abstimmungsprozesse innerhalb des Planungsprozesses können Detailfestlegungen zur Vereinfachung des Datenaustausches sinnvoll sein, die nicht auftraggeberseitig in den AIA gefordert waren.

Für eine erfolgreiche Kommunikation mit dem Auftraggeber, anderen Planern und Bauausführenden wird die Beachtung folgender Punkte empfohlen:

- Entwicklung interner Vorlagen bzw. standardisierter Übernahme einheitlicher Objekt- und Attributkataloge für die Erstellung von Bauwerksmodellen für die jeweiligen Bauwerkstypen,
- Entwicklung und Überprüfung eines digitalen Datenflusses zur Integration verschiedener Planungsobjekte zu verschiedenen Projektzeitpunkten mit einer genauen Definition von Datenübergabepunkten,
- Weiterentwicklung und Fortschreibung gemeinsamer Vorgaben für die Informationsanforderungen, LOIN, und deren Zuordnung zu Anwendungsfällen und Leistungsphasen, einschließlich geometrischer Detaillierungsgrade und notwendiger Attribuierung,
- Aufbau eigener Erfahrung und darauf aufbauend konkrete Festlegungen hinsichtlich der Abbildung der eigenen Vorlagen und der genutzten Objekt- und Attributkataloge auf die Abbildung im herstellerneutralen Format IFC für die Weitergabe der eigenen Fachmodelle.

Die Auftragnehmer müssen sich generell in die Lage versetzen, die jeweiligen während und nach Abschluss einer Leistungsphase erstellten Modelle in sinnvoller Weise für die parallelen und weiteren Planungsphasen zu nutzen, weiterzubearbeiten, zu detaillieren und standardisiert in die nächste Leistungsphase zu überführen. Hierfür muss zum einen die Qualität des Imports bei Einsatz von herstellerneutralen Schnittstellen wie IFC und OKSTRA von den Softwareherstellern eingefordert und zum anderen Erfahrungen bei der Konfiguration der Import- und Exportmodule gesammelt werden. Es empfiehlt sich, die erworbenen Erkenntnisse zu dokumentieren und im Rahmen der verschiedenen Verbände auszutauschen.

- Die planenden Unternehmen müssen sich in die Lage versetzen, ausgeschriebene BIM-Leistungen und deren Informationsanforderungen zu verstehen, zu beurteilen und zu bewerten. Weiterhin

müssen sie die vom Auftraggeber geforderten AIA interpretieren und in einem mit dem Auftraggeber abgestimmten BAP umsetzen können.

- Die planenden Unternehmen müssen die für die jeweiligen Bauwerkstypen geforderten Objekt- und Attributkataloge als Vorlagen für ihre zur Modellierung eingesetzte Software übernehmen können.
- Das operative Wissen um den richtigen Einsatz von Datenschnittstellen zur Übernahme und Übergabe von Fachmodellen muss erworben werden. Für die Übergabe an öffentliche Auftraggeber muss dabei insbesondere die Anwendung von herstellernerneutralen Formaten und die Konfiguration in der verwendeten Software verstanden werden.

3.3.1.2 Prozesse

Verbunden mit einem methodischen Wechsel in Richtung BIM ist es unter Umständen notwendig, firmeninterne und projektspezifische Prozesse anzupassen. Dies betrifft nicht nur die bereits erwähnten Überlegungen hinsichtlich des digitalen Prozesses bzgl. Datenerzeugung und -transfer. Es wird ebenfalls empfohlen, dass firmen- und projektspezifische Arbeitsprozesse kritisch mit Blick auf die BIM-Methodik geprüft werden. Dabei sollten sowohl technologische Aspekte als auch vorhandene Standards in die Überlegungen miteinbezogen sowie bei notwendigen Änderungen ein firmeninternes Change Management aufgesetzt werden. Die Auftragnehmer sind dann in der Lage, eine entsprechende BIM-Strategie für das eigene Unternehmen und die jeweiligen Projekte zu entwickeln.

Bieter sollten in Ausschreibungsunterlagen beigefügte AIA oder (vorläufige) BAP in Bezug auf Widerspruchsfreiheit, technische Umsetzbarkeit und Aufwand der Leistungserbringung interpretieren können. Dieser Aspekt ist bereits zuvor in dem Unterkapitel "Daten" angesprochen worden. Insbesondere sollten sich Auftragnehmer mit den noch zu veröffentlichenden Standards des BMVI zu BIM auseinandersetzen und ein Grundverständnis hierzu entwickeln, um Anforderungen zu erfassen und Leistungen kalkulieren zu können.

Erkannte Schwierigkeiten bei der Anwendung von vorhandenen Standards, wie DIN- und EN-Normen, die der uneingeschränkten Anwendung der BIM-Methodik entgegenstehen könnten, sollten in einer konstruktiven Gesprächskultur mit dem Auftraggeber vor Beauftragung, z. B. durch Bieteranfragen oder im Verhandlungsverfahren, besprochen werden. Ebenso sollten mögliche Unstimmigkeiten zwischen AIA und HOAI-Leistungsphasen sowie Anwendungsprobleme von VOB/C-Regelungen proaktiv adressiert werden. Unter Einbeziehung der fachlich betroffenen Verbände sollten allgemeine Lösungen zu diesen Friktionen gefunden werden. Die planenden Unternehmen sollen prüfen, inwieweit sich firmeninterne Effizienzgewinne durch den Einsatz der BIM-Methode, zum Beispiel für die Projektbearbeitung oder das Controlling, realisieren lassen.

Die Planer müssen die Erfahrung aufbauen, die Umsetzung der BIM-Methode in der Projektabwicklung durch die Erstellung des BAP, auf Basis der AIA, zu definieren und fortzuschreiben.

- Es wird den planenden Unternehmen empfohlen, sowohl firmeninterne als auch projektbezogene Prozesse hinsichtlich der BIM-Methodik kritisch zu prüfen und ggf. Änderungen herbeizuführen.
- Planende Unternehmen sollten sich mit den in Kürze veröffentlichten Standards des BMVI zu BIM vertraut machen, um Anforderungen zu erfassen und Leistungen kalkulieren zu können.
- Der BIM-Methodik entgegenstehende Vorgaben aus vorhandenen Normen und Richtlinien sollten dem Auftraggeber gegenüber so früh wie möglich kommuniziert werden. Es wird den planenden Unternehmen empfohlen an der Lösungsfindung aktiv mitzuwirken. Fachverbände sollten hierbei unterstützen.

- Es wird empfohlen, sowohl den Veränderungsprozess als auch die veränderten Prozesse einer ständigen Überwachung zu unterziehen. Damit lassen sich Fehlentwicklungen und damit Effizienzverluste identifizieren. Entsprechende Gegenlenkungsmaßnahmen können fundiert auf den Erkenntnissen aufgebaut werden.

3.3.1.3 Technologie

Die Umsetzung der wesentlichen BIM-Anwendungsfälle im Rahmen der Planung erfordert den Einsatz entsprechender Technologien. Am Markt sind zahlreiche Technologien (Hard- und Software) verfügbar und müssen bei den Unternehmen für den jeweiligen Anwendungsfall geprüft und bei Eignung eingeführt werden. Hierbei sollte beachtet werden, dass offene Schnittstellen für den Datenaustausch unterstützt werden. Auf Basis der digitalen Bauwerksmodelle ergeben sich jedoch auch weitere Potenziale zur Automatisierung unter Verwendung von innovativen Technologien. Hier sind die Themenfelder Simulation und modellgestützte Qualitätssicherung besonders erwähnenswert. Die wesentlichen Anforderungen an entsprechende Technologien sind nachfolgend aufgelistet:

- Werkzeuge zur Modellierung von Infrastrukturbauwerken sollten einen einfachen Austausch auf Basis einer gemeinsamen Datenumgebung ermöglichen.
- Die Modellierung der Bauwerksmodelle sollte möglichst parametrisch erfolgen. Die Anreicherung der geometrischen Modelle mit zusätzlichen nicht-geometrischen Informationen sollte sowohl direkt im Modellierungswerkzeug als auch durch verknüpfte Datenbanken möglich sein.
- Werkzeuge zur Visualisierung und Analyse von Bauwerksmodellen sollten in der Lage sein, verschiedene Auswertungen (z. B. bzgl. Mengen und Kosten) teilautomatisiert erzeugen und wiederverwendbar definieren zu können. Neben einem Effizienzgewinn werden objektive Variantenvergleiche ermöglicht.
- Analysewerkzeuge sollten die fachliche und inhaltliche Prüfung von Bauwerksmodellen (Qualitätssicherung) unterstützen. Es eignen sich insbesondere Werkzeuge zur Modellprüfung im Sinne einer Bauregel- und Kollisionsprüfung.
- Überwiegend sollte nicht die Technologie den Arbeitsprozess definieren, sondern der Arbeitsprozess die eingesetzte Technologie.
- Für die modellgestützte Zusammenarbeit sind Besprechungsräume mit Hard- und Software so auszustatten, dass eine Zusammenführung, Visualisierung und Annotation von Bauwerksmodellen unterstützt wird.

Nicht alle planenden Unternehmen werden alle Technologien benötigen bzw. müssen diese nicht erst neu beschaffen. In sehr vielen Fällen werden geeignete Technologien schon verwendet und müssen schließlich nur noch effizient in den BIM-Anwendungen eingesetzt werden.

- Den planenden Unternehmen wird empfohlen, verfügbare Technologien für die wesentlichen BIM-Anwendungsfälle zu evaluieren und in die eigenen Arbeitsabläufe zu integrieren. Erst durch die Erprobung von neuen Technologien lassen sich diese erfolgversprechend im Unternehmen einsetzen.
- Die Weiterentwicklung von innovativen Technologien zur Unterstützung der BIM-Anwendungsfälle sollte durch die planenden Unternehmen aktiv mitgestaltet werden. Hierzu sollten möglichst praxisnahe Forschungsprojekte initiiert werden. Die Bundesregierung hat eine Vielzahl von anwendungsorientierten Forschungsprogrammen aufgelegt. Die Unternehmen sollten sich diesbezüglich informieren und Kooperationen mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen vertiefen.

- Es wird empfohlen die existierenden Arbeitsprozesse hinsichtlich der BIM-Methodik kritisch zu prüfen und ggf. anzupassen. Es wird aber nicht empfohlen, die Arbeitsprozesse ausschließlich auf Grund von Restriktionen einer Software zu ändern.

3.3.1.4 Qualifikation

Die Digitalisierung der eigenen Wertschöpfung ist ein wesentliches Ziel der planenden Unternehmen und muss durch geeignete Kompetenzentwicklung unterstützt werden. Neben Kenntnissen zur Verwendung von digitalen Modellen sollte auch die Prozessgestaltung und Entwicklung von innovativen Geschäftsmodellen im Vordergrund stehen. Die betriebliche Aus- und Weiterbildung muss an die BIM-Methode angepasst und die Qualifizierung des eigenen Personals vorangetrieben werden. Des Weiteren sollte eine Anpassung der Arbeits- und Prozessorganisation vorgenommen sowie die Schaffung von internen Rahmenbedingungen priorisiert werden.

Der effiziente Einsatz von digitalen Bauwerksmodellen erfordert zusätzliche Kompetenzen aufseiten der planenden Unternehmen. Die Kompetenzen sind spezifisch für die einzelnen Aufgaben bei den planenden Unternehmen zu definieren, und den unterschiedlichen BIM-Rollen zuzuordnen.

- Die planenden Unternehmen sollten ein Verständnis für die Veränderungen entwickeln, die sich durch den Einsatz von digitalen Bauwerksmodellen ergeben.
- Die Aus- und Weiterbildung muss durch die Unternehmen als Führungsaufgabe verstanden und verankert werden. Wichtig ist dabei, die Belegschaft für die Notwendigkeit der Maßnahmen zu sensibilisieren, um keine Abwehrhaltung zu riskieren.
- Es wird empfohlen ein Qualifizierungsprogramm zur Schulung der eigenen Mitarbeiter zu erarbeiten und umzusetzen bzw. entsprechende Programme von Weiterbildungsträgern zu nutzen.
- Die Belegschaft sollte aufgefordert werden, die Aus- und Weiterbildung aktiv und eigenverantwortlich zu übernehmen. Entsprechende Freiräume für die Qualifizierung sind zu schaffen.

3.3.2 Handlungsempfehlungen für bauausführende Unternehmen

Auch für bauausführende Unternehmen gilt, dass diese sich in die Lage versetzen müssen, die in der Phase der Bauausführung zukünftig geforderten BIM-Anwendungsfälle abwickeln zu können. Folgende BIM-Anwendungsfälle wurden im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung erfasst und analysiert:

- BIM-gestützte Terminplanung der Ausführung
- BIM-gestützte Baufortschrittskontrolle
- BIM-gestützte Mängelerfassung
- BIM-gestützte Abrechnung
- BIM-gestützte Bauwerksdokumentation („Wie-Gebaut-Modell“)

Die bauausführenden Unternehmen müssen sich entsprechende Kenntnisse und Fähigkeiten aneignen. Hierzu wird die Durchführung unternehmensinterner Pilotvorhaben empfohlen, bei denen die Anwendungsfälle detailliert durchgespielt werden.

3.3.2.1 Daten

Die Handlungsempfehlungen für planende Auftragnehmer, siehe 3.3.1.1, können auf bauausführende Auftragnehmer übertragen werden. Ergänzend werden die folgenden Handlungsempfehlungen gegeben.

- Die bauausführenden Unternehmen sollten die von der Planung übergebenen Bauwerksmodelle übernehmen und auf deren Basis eigene Bau- und Montagemodelle erzeugen können. Hierfür sollten vom Auftraggeber geforderte Objekt- und Attributkataloge insbesondere für die spätere Betriebsphase eingebunden werden.
- Wenn die bauausführenden Unternehmen die Bestandsdokumentation als "Wie-Gebaut-Modelle" übernehmen, sollte deren Bereitstellung um die Verlinkung der entsprechenden Dokumente wie Prüf- und Abnahmeprotokolle erweiterbar sein, um die Erstellung einer digitalen Bauakte zu entwickeln und zu erproben.

3.3.2.2 Prozesse

Analog zu den Handlungsempfehlungen für planende Unternehmen zu Prozessen (siehe 3.3.1.2) aufgeführten Maßnahmen sollten auch bauausführende Unternehmen ihre firmeninternen und projektspezifischen Prozesse analysieren und an die BIM-Methodik anpassen.

3.3.2.3 Technologie

Analog zu den Handlungsempfehlungen für planende Unternehmen zu Technologie (siehe 3.3.1.3) aufgeführten Maßnahmen sollten auch bauausführende Unternehmen ihre firmeninternen und projektspezifischen Prozesse analysieren und an die BIM-Methodik anpassen.

3.3.2.4 Qualifikation

Analog zu den Handlungsempfehlungen für planende Unternehmen zu Qualifikation (siehe 3.3.1.4) aufgeführten Maßnahmen sollten auch bauausführende Unternehmen die interne Qualifizierung für die Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen fördern.

Einige bauausführende Unternehmen haben schon frühzeitig erkannt, dass der Einsatz der BIM-Methode die interne Wertschöpfung signifikant verbessern kann. Insbesondere im Rahmen der Angebotsbearbeitung und Arbeitsvorbereitung können digitale Modelle schon recht effizient eingesetzt werden.

4 Ausblick

Das BMVI hat mit der Ankündigung der verpflichtenden Nutzung von BIM ab dem Jahr 2020 einen entscheidenden Impuls für die gesamte Bauwirtschaft ausgelöst. Die ersten Pilotvorhaben haben bereits vielversprechende Ergebnisse gezeigt. Gleichzeitig ist jedoch klargeworden, dass es an vielen Stellen verstärkter Anstrengungen bedarf, um BIM effizient in der Breite einsetzen zu können. Dazu gehört die Erarbeitung und Bereitstellung von Vorlagen, Mustern und Handreichungen für vertragliche und technische Aspekte der Projektentwicklung. Insbesondere ist ein weiterer Aufbau von Kenntnissen und Erfahrungen bei allen Beteiligten erforderlich.

Außerdem sollten weitere BIM-Pilotvorhaben mit immer höheren BIM-Anforderungen durchgeführt werden, flankiert durch entsprechende Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen und die Schaffung von Möglichkeiten für den Erfahrungsaustausch. Darüber hinaus sind auch technische Entwicklungen notwendig, wie ein zentraler Dienst für die Verwaltung von Objekttypen und Eigenschaftssätzen oder Systeme für das BIM-gestützte Erhaltungsmanagement. Diese Schritte sind insbesondere auch notwendig, um das im Stufenplan geforderte BIM-Niveau 1 erfolgreich umzusetzen.

Zur Überwachung des Erfolges der Maßnahmen empfiehlt sich die regelmäßige Durchführung von repräsentativen Umfragen mit dem Ziel, den Stand der Verbreitung von BIM in der Praxis zu messen und ggf. entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

Nach Erreichen des BIM Leistungsniveaus 1 ist ein weiterer Ausbau der Digitalisierung im Bauwesen anzustreben. Hierzu sollen zeitnah erste prognostizierende Definitionen der folgenden Leistungsniveaus 2 und 3 erarbeitet werden, um den Stufenplan „Digitales Planen und Bauen“ über das Jahr 2020 hinaus zukunftssicher zu machen. Mögliche Herausforderungen für zukünftige Leistungsniveaus sind:

- das umfassende Einbeziehen der Betriebsphase in die BIM-Methodik hinsichtlich eines digitalen Planens, Bauens und Betreibens,
- die Entwicklung weiterführender Verfahren für die automatisierte Erfassung von Bestandsbauwerken und die Erzeugung von BIM-Bestandsmodellen,
- die Nutzung weitergehender Technologien wie bspw. die Nutzung von Cloud-Services für die intensivierte Koordination und Zusammenarbeit, die automatisierte Fertigung, wie generative Fertigungsverfahren und Robotereinsatz, die automatisierte Überwachung des Baufortschritts sowie die Nutzung des Internet of Things für die Übermittlung von Sensordaten vom Bauwerk,
- und die Umsetzung des Konzepts eines digitalen Zwillings über den gesamten Lebenszyklus.

Für die Entwicklung derartig tiefgreifender neuer Technologien wird die Einrichtung von Forschungsclustern empfohlen, die die forschungsorientierte Zusammenarbeit von Universitäten, Forschungsinstituten, öffentlichen Auftraggebern und Unternehmen der Bauwirtschaft gezielt fördern. Die Förderung der umfassenden Digitalen Agenda des Bauwesens sollte ein wesentlicher Teil der digitalen Agenda der Bundesregierung sein.