
**Konzept zur schrittweisen Einführung
moderner, IT-gestützter Prozesse und
Technologien bei Planung, Bau und
Betrieb von Bauwerken –
Stufenplan zur Einführung von BIM**

Endbericht | 31.12.2015

Auftraggeber

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Bearbeitung

Planen-bauen 4.0 –
Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens,
Bauens und Betriebens mbH



1.	Einleitung.....	7
1.1	Zu diesem Dokument.....	7
1.2	Anlass und Zusammenhang	7
2.	Grundlagen und Potenziale.....	9
2.1	Einheitliches Verständnis von BIM.....	9
2.2	Voraussetzungen für digitales Planen und Bauen	9
2.3	Potenziale und Ziele	10
2.3.1	Erhöhung von Planungsgenauigkeit und Kostensicherheit	10
2.3.2	Optimierung der Kosten im Lebenszyklus	11
2.4	Umsetzung der Kernempfehlungen der Reformkommission	12
3.	Der Stufenplan	13
4.	Inhalt des Stufenplans.....	14
4.1	Leitansatz.....	14
4.2	Vision	14
4.3	Grundsätze des Stufenplans.....	15
4.4	Definition der Methode BIM	15
4.5	Der BIM-Referenzprozess	16
4.6	Merkmalsdefinition Zielniveau 1.....	19
4.7	Erläuterungen der Kriterien.....	20
4.7.1	Daten	20
4.7.2	Rahmenbedingungen	21
4.7.3	Prozesse.....	21
4.7.4	Technologie.....	22
4.7.5	Menschen	22

5.	Handlungsfelder und Maßnahmen	22
5.1	Daten	23
5.1.1	Herstellernerneutrale Datenformate und -standards.....	23
5.1.2	Modellinhalte.....	25
5.1.3	Auftraggeber-Information-Anforderungen (AIA) und ihre digitale Überprüfbarkeit.....	25
5.2	Rahmenbedingungen.....	26
5.2.1	Erarbeitung von BIM-Eignungskriterien	26
5.2.2	Prüfung des Haftungsgrundsatzes	27
5.2.3	Klärung von Urheberrechtsfragen.....	27
5.2.4	Datenschutz und –sicherheit	28
5.2.5	Entwicklung projektspezifischer AGBs und Vergabevorlagen.....	28
5.3	Prozesse	29
5.3.1	ISO 19650 und entsprechende DIN Norm.....	29
5.3.2	Entwicklung einheitlicher Vorlagen für BIM-Abwicklungspläne und Anwendungsfälle	31
5.3.3	ISO 29481 und entsprechende Richtlinien für Deutschland	31
5.4	Technologie.....	32
5.4.1	Vertiefung des Technologiewissens.....	32
5.5	Menschen	33
5.5.1	Beschreibung von BIM-relevanten Leistungsbildern	33
5.5.2	Entwicklung von ausbildungsrelevanten Inhalten für die akademische Bildung.....	34
5.5.3	Entwicklung von ausbildungsrelevanten Inhalten für die nicht-akademische Aus- und Weiterbildung.....	34
6.	Zielniveau 2	35
7.	Umsetzung und nächste Schritte	37
8.	Anhang	39
8.1	Glossar.....	39
8.2	Liste der Beteiligten	40
8.3	Referenzen	45

Zusammenfassung

Die Zukunft des Planens, Bauens und Betriebens wird durch den digitalen Wandel wesentlich verändert. In einigen Jahren wird die Erstellung digitaler, virtueller Bauwerksmodelle, die anschließend auf der Baustelle realisiert werden und dann als Grundlage für die Betriebsphase dienen, den Alltag bei Planung, Realisierung und Betrieb von Bauwerken bestimmen.

Die zunehmende Digitalisierung führt bei allem Potenzial, das in ihr gesehen wird, aber auch zu Verunsicherungen bei Auftraggebern und Auftragnehmern. Insbesondere bei kleinen und mittelständischen Unternehmen, die den deutschen Markt stark prägen, führt die Dynamik der Digitalisierung zu Unsicherheiten bezüglich der Anpassungsgeschwindigkeit. Das Fehlen einer konsistenten Nachfrage der Auftraggeber sowie unterschiedliche Auffassungen von Begriffen und Methoden führen zu einer Zurückhaltung gegenüber der Umstellung auf digitale Methoden, die international jedoch zügig voranschreitet.

Aus diesen Überlegungen heraus hat die Reformkommission Bau von Großprojekten in ihrem Endbericht vom Juni 2015 die Entwicklung eines Stufenplans empfohlen, der etappenweise die Voraussetzungen dafür schafft, dass BIM im zunehmenden Umfang bei der Planung und Realisierung von Großprojekten angewandt werden kann [4].

„Alle am Planen, Bauen und Betreiben von Bauprojekten beteiligten Personen, inklusive der öffentlichen und privaten Bauherren, der Architekten, der Planer, der Softwarehersteller, der Bauausführenden, der Zulieferer und der Betreiber sollten eine gemeinsame Vision und Strategie zur Einführung des integrierten modellorientierten Arbeitens mit kurzfristigen und langfristigen Zielen in Form eines Stufenplans entwickeln. Dieser Stufenplan muss sich an den schwächsten Gliedern der Lieferkette orientieren und dem Markt ausreichend Zeit zur Vorbereitung lassen.“
Endbericht Reformkommission, S. 89

Das BMVI hat diese Empfehlung aufgenommen und angelehnt an internationale Beispiele einen Stufenplan zur Einführung von BIM im Verkehrsbereich veröffentlicht, der ab Ende 2020 die Nutzung von BIM bei neu zu planenden Projekten in Deutschland vorsieht. In den vorhergehenden Stufen vor 2020 sollen die Fertigkeiten, Kapazitäten und Grundlagen gemeinsam geschaffen werden. Dazu werden u.a. BIM Pilotprojekte durchgeführt und wissenschaftlich ausgewertet.

Der in diesem Endbericht vorgeschlagene Stufenplan umfasst auf der strategischen Ebene einen Leitansatz, Grundsätze sowie eine Vision für die deutsche Bauwirtschaft im digitalen Zeitalter. Für die operative Ebene beschreibt der Plan sehr konkret ein erstes Leistungsniveau für die Anwendung der Methode Building Information Modeling (BIM) bei Projekten und definiert einen grundsätzlichen Referenzprozess für die Erstellung und Weitergabe digitaler Daten bei Bauprojekten. Durch die konsequente Anwendung dieses Prozesses lassen sich die vielfach beschriebenen Vorteile der Methode, wie Steigerung von Planungssicherheit, Transparenz und Effizienz, kostengünstig und risikoarm erreichen. Der vorliegende Endbericht schlägt zudem vor, dem Markt mit ausreichend Vorlaufzeit anzukündigen, worauf er sich einzustellen hat.

Die Bereitstellung abgestimmter Planungs-, Bau- und Betriebsdaten stellt, unabhängig vom jeweiligen Beschaffungsweg oder der Auftragsart, einen zeit- und aufgabenintensiven Prozess dar. Anders als bisher in der herkömmlichen Planung üblich, wird bei der Anwendung von BIM das gemeinschaftliche Arbeiten beim Austausch von Daten und Informationen konsistent und konsequent zum Mehrwert aller geregelt. Ein Mehraufwand ist mit diesem Ansatz nicht verbunden, da die erforderlichen Informationen in jedem Fall erstellt werden müssen [1]. Damit die gemeinschaftliche Zusammenarbeit jedoch auch tatsächlich funktioniert, bedarf es nicht nur eines gegenseitigen Verständnisses und Vertrauens

innerhalb des Teams, sondern auch einer weitergehenden Vereinheitlichung des Verfahrens. Nur so können die Informationen rechtzeitig zusammengestellt und verfügbar gemacht werden. Daher werden die inzwischen international anerkannten Grundprinzipien der BIM Methode auf internationaler und nationaler Ebene als Standards definiert.

Neben dem Referenzprozess beschreibt der Stufenplan weitere Merkmale eines ersten einheitlichen Zielniveaus für die Anwendung der BIM Methode. Zu diesen Merkmalen zählen die Spezifikation von Daten- und Informationsanforderungen des Auftraggebers im Rahmen der Ausschreibung sowie die Erstellung eines BIM Abwicklungsplans, der im Detail beschreibt,

wie diese Anforderungen durch das Projektteam erfüllt werden. Teil des Abwicklungsplans wiederum ist die Beschreibung von BIM Zielen und den zu ihrer Erreichung zu vollbringenden Aktivitäten. So sollen nicht wertschöpfende Tätigkeiten vermieden werden.

Über den gesamten Planungs- und Bauablauf muss sichergestellt werden, dass Daten und Informationen verlustfrei und sicher zwischen den Projektbeteiligten ausgetauscht werden können. Neben den dazu erforderlichen Prozessen ist ein weiteres Merkmal des ersten BIM Zielniveaus die Verwendung von herstellernerneutralen Datenaustauschformaten. Dadurch soll eine Unabhängigkeit von Softwareprodukten erreicht bzw. erhalten werden.

Executive Summary

The introduction of digitalisation in the built environment is ushering the construction value chain in a new era. In the future, digital asset models, developed during the design phase, becoming physical assets during construction and serving as the basis for operation and maintenance, will become commodities and set a new standard for the design, construction and operation of assets.

Although the potential benefits of increased digitalisation are generally undisputed, the change that it introduces also creates a feeling of uncertainty with clients and suppliers alike. In particular the small and medium enterprises, the engine room of Germany's economy, have concerns regarding their ability to cope with the dynamics and pace of digitalisation. The lack of a consistent demand from the public sector client base in combination with a lack of clarity regarding methods and terms lead to a general reluctance to embrace the digital methods which are advancing internationally at a very fast pace.

As one result of the considerations above, the reform committee „Major Construction Projects“ recommended, in their final report in June 2015, the need to develop a Road Map for Germany. The objective of the Road Map is to establish the basics for the adoption of Building Information Modelling (BIM) on an increasing number of design and construction projects [4].

„All parties involved in the design, construction and operation of assets in the built environment, including public and private sector clients, architects, designers, engineers, software vendors, contractors, suppliers and operators shall develop a road map for the implementation of an integrated model-based way of working, comprising a joint vision and strategy as well as short and long term objectives. The road map should have a clear target for the “trailing edge” of the supply chain and provide sufficient time for the market participants to prepare.“

Final Report, Reform Committee

„Major Construction Projects“, p. 89

Embracing the above recommendation, the Federal Ministry for Transport and Digital Infrastructure (BMVI) has published a Road Map for the transport infrastructure sector. This internationally aligned plan has been designed to facilitate the target that BIM is to be applied on all new projects in Germany from end of 2020 onwards. A phased mobilization period prior to 2020 is intended to lay the foundations and allow for the development of capability and capacity in the market. Amongst other activities, pilot projects will be carried out and peer reviewed.

At a strategic level, the Road Map as described in this report, comprises a guiding principle, a hypothesis and a vision for the German construction industry in the digital age. At an operational level, the plan describes a defined “Performance Level 1” for the use of BIM on construction projects, including a reference process for creating, managing and sharing digital data. The consistent application of this reference process can unlock the often envisaged benefits of BIM, such as increased planning security, transparency and efficiency, in a low risk and cost efficient way. This report also suggests to give the market sufficient lead time to prepare for future demand.

The provision of coordinated design, construction or operational information is a time and labour intensive process, independent of which form of contract or procurement route is used. In contrast to the traditional process in design and construction, the BIM method introduces standardized processes and consistent rules for collaboration and the exchange of data and information for the benefits of all parties involved. This approach doesn’t require additional work, as the information has always been required to be produced [1]. However, a smooth collaboration requires not only a mutual understanding and trust within a team, but also unified and robust processes to ensure provision of data in a timely manner. Therefore, internationally established principles and best practices of the BIM method are currently being developed to international and national standards.

In addition to the reference process for data and information management, the Road Map defines a minimum criteria for a first maturity level of BIM use, called Performance Level 1. These criteria include the specification of clients’ data and information requirements as part of the procurement process and the development of a BIM Execution Plan, outlining how the requirements will be met by the project team. Project-specific BIM objectives and their corresponding BIM use cases and activities form an important part of the BIM Execution Plan in order to identify wasteful and non-value adding activities.

A lossless and secure data exchange between all the parties involved, across all phases of design and construction, is paramount. In addition to the processes required to achieve this, vendor-neutral data exchange formats have been defined as additional Performance Level 1 criteria. The aim is to ascertain and sustain independence from software products and tools.

Performance Level 1 for digital processes and technology in the construction value chain is intended to lay the foundations and set the stage for an even more integrated way of working in an open and collaborative data environment. It is intentionally designed to deliver better products and data with software and tools available today and particularly under the currently existing policy, procurement and legal framework in Germany.

The aim is on one hand to increase cost certainty in design and delivery of assets. On the other hand it is aimed at the consideration of operating costs and better decisions on the basis of better information provided from the design phase.

In the future, data and information will come to the fore, instead of software and applications. Future requirements, following on from performance level 1, need to focus on improving the functional performance of assets. The saving potential of the operating phase of an assets exceeds that of the design and construction phases many times over. In an increasingly data-driven and digitalized built environment, this potential is yet to be exploited.

1. Einleitung

1.1 Zu diesem Dokument

Das vorliegende Dokument ist der Endbericht des Auftrags des BMVI zur Entwicklung eines Konzepts zur schrittweisen Einführung von modernen IT-gestützten Verfahren der Planung, des Bauens und des Betriebs von Bauwerken im Bereich der öffentlichen Hand („Stufenplan“). Die Inhalte wurden unter der Koordination der „planen-bauen 4.0 Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betriebens mbH“ (planen-bauen 4.0) durch Vertreter von Bundesministerien und öffentlichen Einrichtungen, öffentlichen und privaten Auftraggebern, Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie Spezialisten aus verschiedenen Bereichen erarbeitet. Dazu wurden drei ganztägige Workshops durchgeführt sowie Zwischenberichte des jeweiligen Entwicklungs- und Diskussionsstands zur Kommentierung und Stellungnahme veröffentlicht.

Auf dieser Grundlage wurde für den Verkehrsbereich der „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“ entwickelt, der vom BMVI am 15. Dezember 2015 veröffentlicht wurde. Der im vorliegenden Endbericht beschriebene Stufenplan ist nicht auf den Verkehrsbereich beschränkt und enthält weitergehende Erläuterungen und Details, die dem besseren Verständnis dienen sollen. Beide Dokumente sind in enger Abstimmung entstanden. Für den Verkehrsbereich ist im Zweifel der vom BMVI herausgegebene Stufenplan das maßgebliche Dokument.

1.2 Anlass und Zusammenhang

Planen und Bauen stehen für international anerkannte Kernkompetenzen Deutschlands. Die deutsche Planungs- und Bauwirtschaft stellt jedes Jahr tausendfach unter Beweis, dass sie effizient und mit hoher Qualität bauen kann. Trotzdem kam es bei einer Reihe von Großprojekten zu Verzögerungen und Kostenüberschreitungen. Deshalb hat das ehemalige Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung die Reformkommission Bau von Großprojekten einberufen, um Fehlentwicklungen entgegenzuwirken. Die Reformkommission hat in ihrem Endbericht neben zahlreichen anderen Empfehlungen hervorgehoben, dass BIM die Planung und Realisierung von Großprojekten erheblich unterstützen kann und deshalb verstärkt Anwendung finden sollte. Besondere Vorteile sind z. B. eine verbesserte Visualisierung von Projektvarianten, eine weitgehend widerspruchsfreie Planung durch frühzeitige Kollisionsprüfungen sowie ein reibungsloser Bauablauf auf der Grundlage von computergestützten Simulationen.

Die Erstellung digitaler, virtueller Bauwerksmodelle, die anschließend auf der Baustelle realisiert werden und dann als Grundlage für die Betriebsphase dienen, wird in einigen Jahren den Alltag bestimmen. Die Digitalisierung und die damit verbundene Bedeutung digitaler Daten und Technologien, vielfach auch als vierte industrielle Revolution bezeichnet, werden auch für die Baubranche eine immer stärker werdende Rolle einnehmen. Das spiegelt sich bereits in Entwicklungen im Ausland wider, das die flächendeckende Nutzung von BIM systematisch vorantreibt – wie z. B. die Vereinigten Staaten, der asiatischen Raum, die skandinavischen Länder und Großbritannien.

Trotz erkennbarer Veränderungen hat die dritte industrielle Revolution, die Einführung von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) wie beispielsweise CAD, in der Wertschöpfungskette Bau bisher nicht zu durchgreifenden Anpassungen von Prozessen geführt. Wie zuvor am Zeichenbrett werden nun com-

putergestützt zweidimensionale Pläne gezeichnet, die sich nur schwer auf Fehler und Unstimmigkeiten prüfen lassen und eine nur ungenügende Darstellung der Planung ermöglichen. Das moderne Bauen – u.a. charakterisiert durch einen erheblich gesteigerten Anteil der technischen Gebäudeausrüstung – und insbesondere der Betrieb haben sich jedoch geändert: Neben dem Bauwerk selbst erstellen Architekten, Ingenieure, Bauunternehmer und Handwerker zunehmend auch Daten über das Bauwerk, die für Betrieb, Wartung und Rückbau in einer immer stärker technologisierten Welt unerlässlich sind.

Selbstverständlich ist auch bei öffentlichen und privaten Baumaßnahmen bereits ein gewisser Grad an Digitalisierung gegeben. So sind heute diverse fachliche Softwaresysteme im Einsatz, z.B. Projektkommunikations-, Baumanagement-, Kostenplanungs- und Kostenkontrollsysteme sowie Software für Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung. Somit ist eine Digitalisierung von Daten und Prozessen bereits in Teilen erfolgt, bislang jedoch funktionsbezogen und schrittweise über die im Planungs- und Bauprozess eingesetzten Fachverfahren. Zudem nutzen die Beteiligten größtenteils noch keine offenen Austauschformate. Anstatt Informationen verlustfrei und wertschöpfend zwischen verschiedenen Softwaresystemen und Nutzern austauschen zu können, entwickeln sich zunehmend isolierte Insellösungen, die zu hoher Redundanz von Daten und Aktivitäten führen.

Diese Entwicklung wird sich ohne regulierenden Eingriff weiter verstärken. Nur mit Hilfe einheitlicher Regelungen über den Prozess der Informationsgewinnung ist diese Entwicklung beherrschbar. Die bei der Ausschreibung öffentlicher Aufträge vorgegebene Produktneutralität setzt einen etablierten, produktneutralen Datenaustausch-Standard und klar definierte Konventionen voraus.

BIM setzt einerseits auf bewährte Prozesse des Projektmanagements und der Planung und führt gleichzeitig neue technologie-gestützte Elemente ein: eine stärkere digitale Vernetzung der Projektbeteiligten auf Grundlage standardisierter Prozesse

des Datenmanagements und des Datenaustauschs, die einen Mehrwert für die Auswertung, Verknüpfung, Bereitstellung und Mehrfachnutzung von Daten mit sich bringen.

Die Einführung von BIM wird in Deutschland aber nicht mit einem einfachen Federstrich zu bewältigen sein. Die Arbeit mit digitalen Modellen verlangt ein hohes Maß an Koordination und Zusammenarbeit sowie eine darauf zugeschnittene Projektorganisation. Darüber hinaus müssen neue IT-Methoden erlernt und die dazugehörige Hard- und Software angeschafft werden.

All das führt zu Verunsicherungen bei Auftraggebern und Auftragnehmern. Insbesondere bei kleinen und mittelständischen Unternehmen führt die Dynamik der Digitalisierung zu Unsicherheiten bezüglich der Anpassungsgeschwindigkeit.

Der vorliegende Endbericht definiert ein gemeinsames Verständnis der Methode BIM und schlägt in einem allgemeinen Stufenplan Anforderungen vor, die öffentliche Auftragnehmer an digitale Modelle und an das gemeinschaftliche Arbeiten mit BIM stellen sollten. Zudem enthält er – angelehnt an den Stufenplan des BMVI – einen Zeitplan für die stufenweise Einführung von BIM und Hinweise für die nächsten Schritte, die zum Erreichen eines Leistungsniveaus 1 unternommen werden sollten.

Adressaten des Stufenplans sind in erster Linie die öffentlichen Auftraggeber, die das Leistungsniveau 1 in ihren Projektvergaben einfordern müssen, sowie die Auftragnehmer, die gefordert sind, sich die dafür notwendigen Kenntnisse anzueignen, sofern diese nicht bereits vorhanden sind. Aber auch private Auftraggeber können vom Stufenplan als Grundlage für die Einführung von BIM profitieren.

Um einen breiten Marktprozess auszulösen, soll die öffentliche Hand Vorbild und Impulsgeber für das digitale Bauen werden. Hierbei sollten insbesondere die kleinen und mittelständischen Unternehmen dabei unterstützt werden, den Wandel erfolgreich zu meistern, u.a. durch Pilotprojekte des BMVI.

2. Grundlagen und Potenziale

2.1 Einheitliches Verständnis von BIM

Auf internationaler Ebene hat sich die Abkürzung „BIM“ für Building Information Modeling als Oberbegriff für Arbeitsmethoden des Planens, Bauens und Betriebens von Bauwerken auf der Grundlage digitaler Technologien durchgesetzt.

Kern der Methode BIM ist die Entwicklung von dreidimensionalen Bauwerksmodellen aufbauend auf der gemeinsamen Erstellung und Verwaltung von digitalen Informationen in Bauprojekten. Die Bauwerksmodelle beinhalten vordefinierte Bauteile oder Platzhalter für Bauteile sowie Räume. Sukzessive werden die Bauwerksmodelle mit geometrischen und anderen relevanten Informationen angereichert und verknüpft. Sie beschreiben z. B. Material, Kosten, Lebensdauer, umweltrelevante und sonstige Eigenschaften, wie Schalldurchlässigkeit oder Brandschutzmerkmale. Diese Informationen dienen als Datengrundlage während Planung, Realisierung, Betrieb und Unterhaltung der Bauwerke und erleichtern damit wesentlich die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus. Soll z. B. auch der Bauprozess abgebildet werden, kommt das Merkmal Zeit hinzu. Insoweit Kosten und Zeit zusätzlich zu den geome-

trischen Dimensionen betrachtet werden, spricht man von vier- bzw. fünfdimensionaler Planung. Auf der Grundlage der damit erzeugten Datensätze können Computerprogramme die Geometrie, aber auch andere gewünschte Aspekte des Bauwerks bzw. Bauprozesses sichtbar und auswertbar machen.

Für die Anwendung in der Praxis ist es unerlässlich, sich über die Erwartungen und Ziele frühzeitig Gedanken zu machen. BIM ist eine skalierbare Methode, die eine Vielzahl von sogenannten Anwendungsfällen umfasst. Dazu zählen beispielsweise Visualisierungen für ein besseres Verständnis der Planung, die bereits erwähnte Verknüpfung von Zeit und Kosten mit der Planung (4D, 5D) oder die Erkennung von Kollisionen zwischen den Gewerken am digitalen Bauwerksmodell. Es existiert keine globale oder allgemeingültige Definition, welche dieser Anwendungsfälle konkret zur Methode „Building Information Modeling“ gehören und ab wann ein Projekt als „BIM-Projekt“ zu bezeichnen ist. Dieser Umstand führt häufig zu Unklarheit und Missverständnissen. Der vorliegende Endbericht schlägt daher eine einheitliche Definition vor (siehe Ziffer 4.5).

2.2 Voraussetzungen für digitales Planen und Bauen

Um moderne, IT-gestützte Methoden wie BIM wertschöpfend anwenden zu können, sind mehrere Grundvoraussetzungen zu erfüllen:

Die Arbeit mit BIM setzt zum einen klare vertragliche Regelungen, eine enge Zusammenarbeit und teamorientierte Planung voraus. Teilmodelle aller Beteiligten – z. B. der Fachplaner, Bausachverständigen, Tragwerksplaner oder technischen Gebäudeausrüster – müssen in enger Kooperation unter Berücksichtigung gemeinsamer Regeln und Konventionen entwickelt und regelmäßig auf ihre Konsistenz hin überprüft werden.

Der Schritt hin zu einer kooperativen, partnerschaftlichen Zusammenarbeit aller am Planungs- und Bauprozess Beteiligten kann als „Kulturwandel“ verstanden werden und verlangt neue Rollen und Funktionen, um die reibungslose Kooperation zu organisieren. Diese Rollen und Verantwortlichkeiten müssen definiert sein, bevor eine Planung beginnt.

Das gemeinsame Arbeiten mit digitalen Methoden setzt weiterhin voraus, dass die zwischen den Beteiligten ausgetauschten Daten miteinander kompatibel sind. Deshalb ist es für die volle Nutzung von BIM un-

verzichtbar, dass unabhängig von der verwendeten Software auf standardisierte und herstellerneutrale Austauschdatenformate sowie generische Bauteilbeschreibungen zugegriffen werden kann. Ein herstellerneutraler, offener Austauschstandard liegt in Form der sog. „Industry Foundation Classes“ (IFC) vor. Für den Hochbau ist dieser Standard bereits sehr weit entwickelt. Er ist international anerkannt und findet in weiten Teilen der Welt Anwendung.

Im Bundesfernstraßenbau wird derzeit der nationale „Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen“ (OKSTRA) zum Datenaustausch genutzt. Um die umfassende Verwendbarkeit des internationalen Standards IFC auch im Infrastrukturbereich zu gewährleisten, wird er gegenwärtig mit Förderung des BMVI erweitert. Neben den herstellerneutralen Austauschformaten werden klare Regelungen benötigt, welche Modellinhalte und Informationen zu verschiedenen Zeitpunkten im Lebenszyklus von Bauwerken zur Verfügung stehen sollen.

Voraussetzung für die Nutzung von BIM ist zudem eine hinreichende Kompetenz der Planer und Bauausführenden wie auch der Auftraggeber bei der Anwendung der digitalen Methoden. Die Auftraggeber müssen in der Lage sein, die BIM-Anforderungen bei

der Vergabe der Planungs- und Bauleistungen zu definieren. Hier ist es notwendig, dass die öffentlichen Auftraggeber rechtzeitig das nötige Know-how erwerben. Entsprechendes gilt für die Auftragnehmer.

Hinsichtlich der rechtlichen Rahmenbedingungen wird kein zwingender Anpassungsbedarf gesehen, um das hier vorgestellte Leistungsniveau 1 umsetzen zu können. Auch jetzt können Projekte bereits mit BIM realisiert werden – ohne Rechtsänderungen. Allerdings sollten die rechtlichen Rahmenbedingungen daraufhin überprüft werden, inwieweit Änderungen für eine erleichterte Anwendung von BIM sinnvoll sind. Es sollten zudem Handreichungen für die Marktteilnehmer entwickelt werden, worauf z. B. bei der Vertragsgestaltung oder bei einer BIM-Ausschreibung zu achten ist.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass vor einer breiteren Anwendung von BIM noch zahlreiche Aufgaben von allen Beteiligten erledigt werden müssen. Auch sind finanzielle Ressourcen notwendig, um die nötigen Kenntnisse zu erwerben und die technischen Voraussetzungen zu schaffen. Darüber hinaus müssen die neuen Planungs- und Bauprozesse in Pilotprojekten erprobt und die gewonnenen Erkenntnisse einem breiten Publikum bekannt gemacht werden.

2.3 Potenziale und Ziele

Die Zukunft gehört dem digitalen Bauen – modellbasiert, kooperativ und effizient in allen Leistungsphasen. Planungsfehler, Risiken, unerwartete Kostensteigerungen, gestörte Bauabläufe und unnötig hohe Betriebskosten – all das wird erheblich an

Bedeutung verlieren. Daraus entstehen hohe volkswirtschaftliche Erträge, die möglichst zeitnah erwirtschaftet werden sollten. Konkret ergeben sich drei zentrale Vorteile von BIM:

2.3.1 Erhöhung von Planungsgenauigkeit und Kostensicherheit

BIM bietet durch die Visualisierung von Planungsvarianten schon bei Planungsbeginn erhebliche Vorteile. Die für den Bauherrn bzw. Nutzer beste Variante kann durch Bauwerkssimulationen leichter ausge-

wählt werden. Das erhöht die Kostensicherheit, da Nachträge durch geänderte Anforderungen bisher einer der größten Kostentreiber im öffentlichen Bauwesen sind. Bei der Bürgerbeteiligung, die vor allem

bei Infrastrukturvorhaben eine wichtige Rolle spielt, vermindern Visualisierungen bestehende Unsicherheiten und tragen dazu bei, dass die Bürger sich besser informiert fühlen. Dies erhöht die Projektakzeptanz, verringert das Risiko von Bürgerprotesten und hilft, damit möglicherweise einhergehende Projektverzögerungen zu vermeiden.

Teamorientierte, kooperative Problemlösungsmechanismen sind mit hohen Effizienzvorteilen und Produktivitätssteigerungen verbunden. Fehler bzw. Lücken in der Planung können durch die enge Kooperation der Planer und IT-gestützte Kollisionsprüfungen weitgehend vermieden werden. Zudem kann die Planung rechnergestützt und damit einfacher auf Kompatibilität mit verschiedenen Bauvorschriften überprüft werden. Beide Punkte stellen erhebliche Vorteile dar, weil dadurch Nachträge und Kostensteigerungen vermieden werden können. Ein weiterer Vorteil ist, dass die für die Beteiligten jeweils relevanten Informationen jederzeit zur Verfügung stehen. Wichtige Entscheidungen können somit auf der Basis transparenter, gesicherter und umfangreicher Datensätze getroffen werden.

Aufmaße und Bauabrechnungen können durch BIM deutlich einfacher durchgeführt werden. Kommt es in einem Projekt z. B. aufgrund geänderter Bauherren-

wünsche zu Planungsänderungen, können die Folgekosten für das Gesamtprojekt durch modellbasierte, präzise Mengen- und Kostenermittlungen schneller als bei der herkömmlichen Planung ermittelt werden. Kollisionen und Platzbedarf der einzelnen Gewerke werden mit Hilfe von Koordinationsmodellen vermieden oder bereits zu einem Zeitpunkt erkannt, an dem sie kostensparend gelöst werden können.

Durch die Simulation der Bauabläufe mithilfe des BIM-Modells können Schnittstellenrisiken verringert werden. Somit wird auch die Planung der Bauabläufe verbessert. Die Bauabläufe können auf der Baustelle entsprechend der optimierten Planung realisiert werden. Sämtliche relevanten Daten stehen allen Beteiligten in Echtzeit zur Verfügung.

Zusammenfassend ist festzustellen: BIM trägt zu exakteren Planungen, Leistungsbeschreibungen, Kostenschätzungen und Bauablaufplanungen bei. Viele Risiken bei Planung, Technik, Genehmigung, Schnittstellen usw. können mit BIM reduziert werden. Zudem kann die Transparenz und Akzeptanz z. B. bei Bürgerbeteiligungen erhöht werden. Die Beherrschbarkeit von Risiken geht so weit, dass in ersten Pilotprojekten Versicherungsmodelle für das Projektkostenrisiko bei Großprojekten erprobt werden sollen.

2.3.2 Optimierung der Kosten im Lebenszyklus

Planung und Bauausführung werden in Projekten mit konventionellem Vorgehen häufig ohne ausreichende Berücksichtigung der Kosten in der Nutzungsphase angepasst. Da in der Nutzungsphase in der Regel sehr viel höhere Kosten entstehen als durch Planung und Bau, besteht hier ein hohes Kostensenkungspotenzial. Durch die modellbasierte Simulation der Planungs- und Baukosten kann eine Kostenoptimierung erfolgen, bei der die Kosten zukünftiger Instandhaltungs- und Ersatzmaßnahmen ebenso wie Betriebskosten berücksichtigt werden können.

Der Bauherr bzw. Betreiber erhält das digitale Modell als Grundlage für den späteren Betrieb des Bauwerks. Damit wird der sonst übliche Wissensverlust beim Übergang vom Bauen zum Betreiben vermieden: Das Modell enthält insbesondere Informationen über jedes einzelne Bauteil wie z. B. Material, Hersteller, Kosten, Position im Bauwerk, Lebensdauer, Instandhaltungszyklen. Dies ermöglicht unter anderem die gemeinsame Optimierung von Instandhaltungs- und Ersatzinvestitionen. Darüber hinaus macht das Modell die Simulation von technischen Anlagen möglich und unterstützt somit auch die energetische Optimierung von technischen Anlagen (z. B. Tunnellüftung und -beleuchtung).

Im Bundesfernstraßenbereich spielt die Lebenszyklusbetrachtung insbesondere bei Öffentlich-Privaten-Partnerschaften (ÖPP) eine wichtige Rolle. Die privaten Vertragspartner der öffentlichen Auftraggeber bauen die Strecken nicht nur, sie übernehmen auch den späteren Betrieb und die Erhaltung über einen i. d. R. dreißigjährigen Vertragszeitraum. Zum Leistungsspektrum eines ÖPP-Projekts gehört da-

rüber hinaus auch die (anteilige) Finanzierung des Projekts. Im Rahmen eines ÖPP-Projekts werden außerdem gewisse Planungsleistungen durch die privaten Auftragnehmer erbracht, die wiederum auf den seitens der Auftraggeber zur Verfügung gestellten Planungen aufbauen. Die Bieter müssen bei ihren Angeboten die Lebenszykluskosten optimieren, um im Wettbewerb bestehen zu können.

2.4 Umsetzung der Kernempfehlungen der Reformkommission

Die Reformkommission Bau von Großprojekten hat im Juni 2015 Empfehlungen für Politik, Wirtschaft und Verwaltung vorgelegt. Eine der 10 Kernhandlungsempfehlungen bezieht sich auf die verstärkte Nutzung von BIM. Die Anwendung von BIM unterstützt jedoch auch andere Kernhandlungsempfehlungen.

Dies gilt in erster Linie für die Empfehlungen einer verstärkten Kooperation und des partnerschaftlichen Miteinanders in Teams, sei es in der Planung oder der Bauausführung. Die Umsetzung des Kommissionsvorschlags, bei öffentlichen Großprojekten ein fundiertes Risikomanagement verbindlich vorzuschreiben, wird durch die Anwendung von BIM wesentlich erleichtert.

Die Reformkommission hat vorgeschlagen, der Vergabe von Bauleistungen vermehrt als bisher üblich Qualitätskriterien zugrunde zu legen. Zu häufig

werde derzeit noch an die billigsten Bieter vergeben, die oft einen Preis unterhalb der Selbstkosten anboten und den fehlenden Betrag später über Nachträge auszugleichen versuchten. Beim Planen mit BIM können Planungsfehler oder Lücken in den Leistungsbeschreibungen, die zu Nachträgen führen können, besser vermieden werden. Dadurch wird transparenter, welches das tatsächlich wirtschaftlichste Angebot ist.

Die Forderung der Reformkommission nach mehr Transparenz und Kontrolle wird durch BIM ebenfalls unterstützt. Das gilt sowohl innerhalb des Projekts, da BIM durch die geometrische, zeit- und kostenbezogene Modellierung des Projekts ein kontinuierliches Controlling erleichtert, als durch Visualisierung und verlässlichere Abschätzung von Kosten und Risiken auch gegenüber der Öffentlichkeit.

3. Der Stufenplan

Der Stufenplan ist ein Modell, das den Weg zu einer Anwendung des digitalen Planens, Bauens und Betreibens transparent beschreibt und Auftraggeber sowie Auftragnehmer auffordert, diesen Weg zu beschreiten. Ziel des Stufenplans ist die schrittweise Einführung von modernen IT-gestützten Methoden in der Bauwirtschaft.

Die Einführung von BIM soll anhand einer zeitbezogenen, schrittweise ansteigenden Anwendung des in Kapitel 4.6 definierten Leistungsniveaus 1 für BIM in konkreten Projekten implementiert werden. Die zur Realisierung notwendigen vorbereitenden Maßnahmen sollten für alle Beteiligten beschrieben werden. Allen Beteiligten ist genügend Zeit einzuräumen, um sich auf die neue Methode vorzubereiten.

Angelehnt an den Stufenplan des BMVI werden folgende Stufen vorgeschlagen:

- Ab Mitte 2017 sollte im Rahmen einer erweiterten Pilotphase eine systematisch ansteigende Anzahl von Projekten unter Berücksichtigung der BIM-Anforderungen des Leistungsniveaus 1 durchgeführt werden.
- Nachdem die grundlegenden Voraussetzungen vorliegen, sollte BIM mit Leistungsniveau 1 ab Ende 2020 bei neu zu planenden Projekten flächendeckend Anwendung finden.

Die erste Stufe erstreckt sich damit von heute bis ins Jahr 2017 und beschreibt die Vorbereitungsphase, die u.a. der Durchführung von Pilotprojekten und Standardisierungsmaßnahmen, der Aus- und Weiterbildung, der Klärung rechtlicher Fragen sowie der Entwicklung von Leitfäden für effektive Vorgehensweisen (Prozesse) beim Planen und Bauen mit BIM gewidmet ist. Im Jahr 2017 beginnt die zweite Stufe mit der systematischen Anwendung des Leistungsniveaus 1 bei einer größeren Anzahl von Pilotprojekten. Ab Ende 2020 beginnt mit der dritten Stufe die breite Implementierung des Leistungsniveaus 1.

Ein weiter fortgeschrittenes BIM-Niveau ist im vorliegenden Plan unter Zielniveau 2 als Ausblick dargestellt. Konkrete Festlegungen sind gegenwärtig nicht realistisch.

Daraus ergibt sich für die Struktur des Stufenplans folgendes Bild:

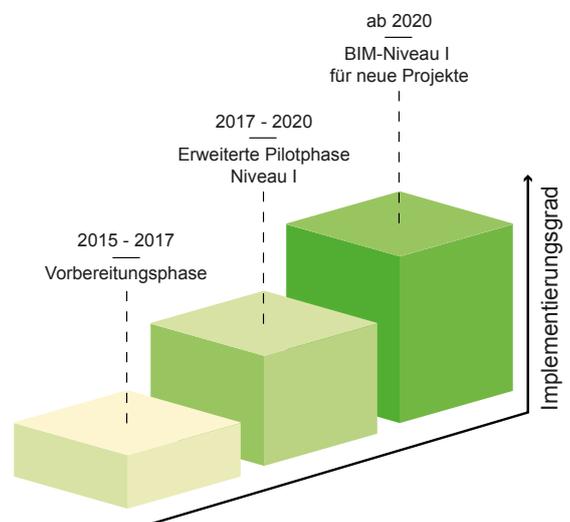


Abbildung 1: Schematische Darstellung auf Basis des Stufenplans des BMVI

Die Erfahrungen mit BIM sollen einem breiten Publikum kommuniziert werden, sodass alle Auftraggeber und Auftragnehmer daraus Nutzen ziehen können. Dadurch soll erreicht werden, dass möglichst viele öffentliche Auftraggeber aus Bund, Ländern und Gemeinden sowie private Auftraggeber von diesen Erfahrungen profitieren. So entstehen für die Auftragnehmer – also Planer, Bauausführende und Betreiber – Anreize, die von ihnen verlangten Fähigkeiten zeitnah zu erlernen und auch anzubieten.

Um auf internationaler Ebene wettbewerbsfähig zu bleiben und mit dem hohen Tempo der Digitalisierung Schritt halten zu können, ist Auftraggebern, insbesondere denen von Bund, Ländern und Kommunen, und Auftragnehmern dringend zu empfehlen, sich dieser Herausforderung jetzt zu stellen. Wer zu lange zögert, riskiert den Anschluss zu verlieren.

4. Inhalt des Stufenplans

Der vorgeschlagene Stufenplan umfasst folgende Aspekte:

- Einen allgemeinen Leitansatz zur Zielstellung des Stufenplans
- Grundsätze mit klarer Positionierung zu häufig wiederkehrenden Diskussionspunkten
- Eine Vision für die Bauwirtschaft im Zeitalter der Digitalisierung
- Eine deutschsprachige Definition des Begriffs „Building Information Modeling“
- Die Beschreibung eines Referenzprozesses des gemeinschaftlichen Arbeitens, unabhängig von der Vergabeform und des Organisationsmodells eines Projekts
- Beschreibungen von Merkmalen zur Definition eines ersten Zielniveaus als Vorgabe für Vergaben
- Eine Zeitschiene mit Handlungsfeldern zur Schaffung von Grundlagen in der Hochlaufphase bis zum Erreichen eines ersten Zielniveaus

4.1 Leitansatz

Die Digitalisierung der Wertschöpfungskette Bau bietet enorme Potenziale, um die Prozessqualität weiterzuentwickeln und damit zu verbessern. Auftraggeber und öffentliche Hand üben hierbei eine Vorbildfunktion aus, die es ihnen ermöglicht, Impulse für die Branche zu setzen.

Durch eine schrittweise Erhöhung der Anforderungen nach dem Prinzip „Fordern und Fördern“

haben die Beteiligten genügend Zeit, sich auf die jeweiligen Leistungsniveaus einzustellen. Die Auftraggeberseite kann so die Grundlagen für eine Digitalisierungsdynamik schaffen und weiter darauf aufbauen. Zugleich leistet sie, neben der Verbesserung der Planungs- und Bauprozesse, einen Beitrag zu mehr Sicherheit, Umweltschutz sowie Energieeffizienz in der Wertschöpfungskette Planen, Bauen und Betreiben.

4.2 Vision

Um langfristig die Leistungsfähigkeit von Bauwerken zu steigern und die Nachhaltigkeit unserer bebauten Umwelt zu sichern, müssen immer auch die strategischen Ziele des Innovationsstandortes Deutschland, des Umweltschutzes, der Energieeffizienz und der Wirtschaftlichkeit einbezogen werden. Somit lässt sich das übergeordnete Ziel der Digitalisierung der Wertschöpfungskette Bau, also die Vision, wie folgt formulieren:

Eine moderne und innovative Bauwirtschaft trägt durch die Lieferung leistungsfähiger Bauwerke und ihrer digitalen Daten zur Entwicklung und dem Erhalt einer lebenswerten und nachhaltigen bebauten Umwelt bei.

Damit leistet die Wertschöpfungskette Bau einen erheblichen Beitrag zur digitalen Transformation in Wirtschaft und Gesellschaft und trägt damit ihren Teil zur Bewältigung der gesellschaftlichen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts bei.

4.3 Grundsätze des Stufenplans

Der Stufenplan folgt den folgenden sieben Grundsätzen:

1. Der Stufenplan fördert eine kooperative Arbeitsmethodik innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette Planen, Bauen und Betreiben und liefert damit einen fundamentalen Beitrag zur Umsetzung des „Leitbilds Bau“, der gemeinsamen Initiative der deutschen Bauwirtschaft zur Zukunft des Planens und Bauens in Deutschland.
2. Konsistente, angemessene und verständliche Anforderungen der Auftraggeber im Vergabeprozess sollen zu einer Entfaltung des Marktes bei Wahrung von Chancengleichheit führen und die Entstehung von Monopolstellungen verhindern. So erhalten die Marktteilnehmer fundierte Grundlagen, anhand derer sie den Investitionsbedarf in Produkte, Dienstleistungen, Technologie und Qualifikation kalkulieren und entscheiden können.
3. Ein wesentliches Merkmal des modernen Bauens besteht darin, dass die geschuldeten Leistungen des Planens, Bauens und Betriebens modellbasiert erbracht und die dazugehörigen Daten in digitaler Form geliefert werden.
4. Den öffentlichen und privaten Auftraggebern sowie den Beteiligten der Lieferkette wird ausreichend Zeit eingeräumt, sich auf geänderte und teilweise neue Arbeitsmethoden und Prozesse einzustellen. Sie werden dabei mit Pilot- und Forschungsprojekten unterstützt.
5. Der besonderen Struktur der deutschen Wirtschaft mit einem hohen Anteil an kleinen und mittelständischen Unternehmen wird durch den Stufenplan Rechnung getragen. Dennoch muss Deutschland sich an internationalen Beispielen und Standards orientieren, um sich nicht durch inkompatible Ansätze auf dem Weltmarkt zu isolieren.
6. Der Stufenplan unterstützt ausdrücklich herstellernerneutrale, unabhängige und technologieoffene Standards und Prozesse.
7. Abhängigkeiten von noch zu schaffenden Voraussetzungen, z.B. rechtlichen Rahmenbedingungen, werden zumindest für das erste Zielniveau vermieden.

4.4 Definition der Methode BIM

Building Information Modeling (BIM) bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.

4.5 Der BIM-Referenzprozess

Die Bereitstellung abgestimmter Planungs-, Bau- und Betriebsdaten stellt, unabhängig vom jeweiligen Beschaffungsweg oder der Auftragsart, einen zeit- und aufgabenintensiven Prozess dar. Der nachfolgend skizzierte BIM-Referenzprozess basiert auf traditionellen, ausgereiften und praxiserprobten Aktivitäten des Managements von Bauprojekten. Anders als bisher in der herkömmlichen Planung üblich, wird bei der Anwendung von BIM das gemeinschaftliche Arbeiten beim Austausch von Daten und Informationen konsistent und konsequent zum Mehrwert aller geregelt. Durch die konsequente Anwendung dieses Prozesses lassen sich die vielfach beschriebenen Vorteile der Methode, wie Steigerung von Planungssicherheit, Transparenz und Effizienz, kostengünstig und risikoarm erreichen.

Planungsleistungen müssen unter regelmäßiger Abstimmung der Beteiligten ausgeführt werden, damit diese davon profitieren können; dies wird auch als „gemeinschaftliches Arbeiten“ bezeichnet. Voraussetzung für ein solches gemeinschaftliches Arbeiten ist, dass sich alle Beteiligten im Vorfeld auf bestimmte Regeln und Methoden einigen und Informationen anhand von einheitlichen Prozessen zusammengestellt werden. Damit wird Konsistenz im Hinblick auf Form und Qualität sichergestellt. Informationen können ohne Änderungen oder Neuauslegungen (wieder-)verwendet werden und müssen nicht neu erzeugt oder erneut eingegeben werden.

Änderungen am vereinbarten Prozess durch einzelne Personen, Teams oder Unternehmen ohne vorherige Absprache sind somit der Zusammenarbeit abträglich und müssen vermieden werden. Teilnehmer, die auf „ihrer“ Norm bestehen, gefährden in solchen Fällen die Zusammenarbeit.

Ein Mehraufwand ist mit diesem Ansatz nicht verbunden, da die erforderlichen Informationen in jedem Fall erstellt werden müssen. Damit die gemeinschaftliche Zusammenarbeit jedoch auch tatsächlich funktioniert, bedarf es nicht nur eines gegenseitigen Verständnisses und Vertrauens innerhalb des Teams, sondern auch einer weitergehenden Vereinheitlichung des Verfahrens. Nur so können die Informationen einheitlich und rechtzeitig zusammengestellt und verfügbar gemacht werden. Die Vorteile dieser Arbeitsweise sind u. a. weniger Verzögerungen und Meinungsverschiedenheiten im Team, ein verbesserter Umgang mit Projektrisiken sowie ein besseres Verständnis der Kostenstellen im Projekt.

Nach Möglichkeit sollte der Grundsatz der schlanken Projektdurchführung auch bezüglich der Senkung des Aufwands im Hinblick auf Ressourcen Anwendung finden, welche nicht die Wertschöpfung für den Auftraggeber zum Ziel haben. Unwirtschaftliche Aktivitäten sollen unbedingt vermieden oder gesenkt werden, beispielsweise:

- Warten auf und Suche nach Informationen;
- Übermäßige Generierung von Daten ohne festgelegtes Ziel;
- Übermäßige Verarbeitung von Informationen, nur weil die Technologie das möglich macht;
- Fehler durch mangelhafte Koordinierung zwischen geometrischen und anderen, nicht-geometrischen Datensätzen, welche eine Überarbeitung erfordern.

Bei der Arbeitsmethodik BIM werden Datenmodelle für bestimmte Anwendungszwecke erstellt. Mit Hilfe dieser Datenmodelle können über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken hinweg Informationen unterschiedlichster Art erzeugt, genutzt und ausgetauscht werden. Damit jedoch tatsächlich nur so viele Daten erzeugt werden wie benötigt, ist das Wissen um die spätere Verwendung dieser Informationen entscheidend. Wenn also der Zweck schon am Anfang berücksichtigt wird, können die notwendigen

Daten für die nachgelagerten Anwendungsfälle identifiziert werden. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass die im Rahmen der Projektplanung und -erstellung generierten Daten auch für die Nutzungsdauer des Objekts weiterverwendet werden können.

Die nachfolgende Grafik des Referenzprozesses zeigt dieses Prinzip eines Kreislaufs der Informationsbereitstellung sowie des entsprechenden Projektmanagements.

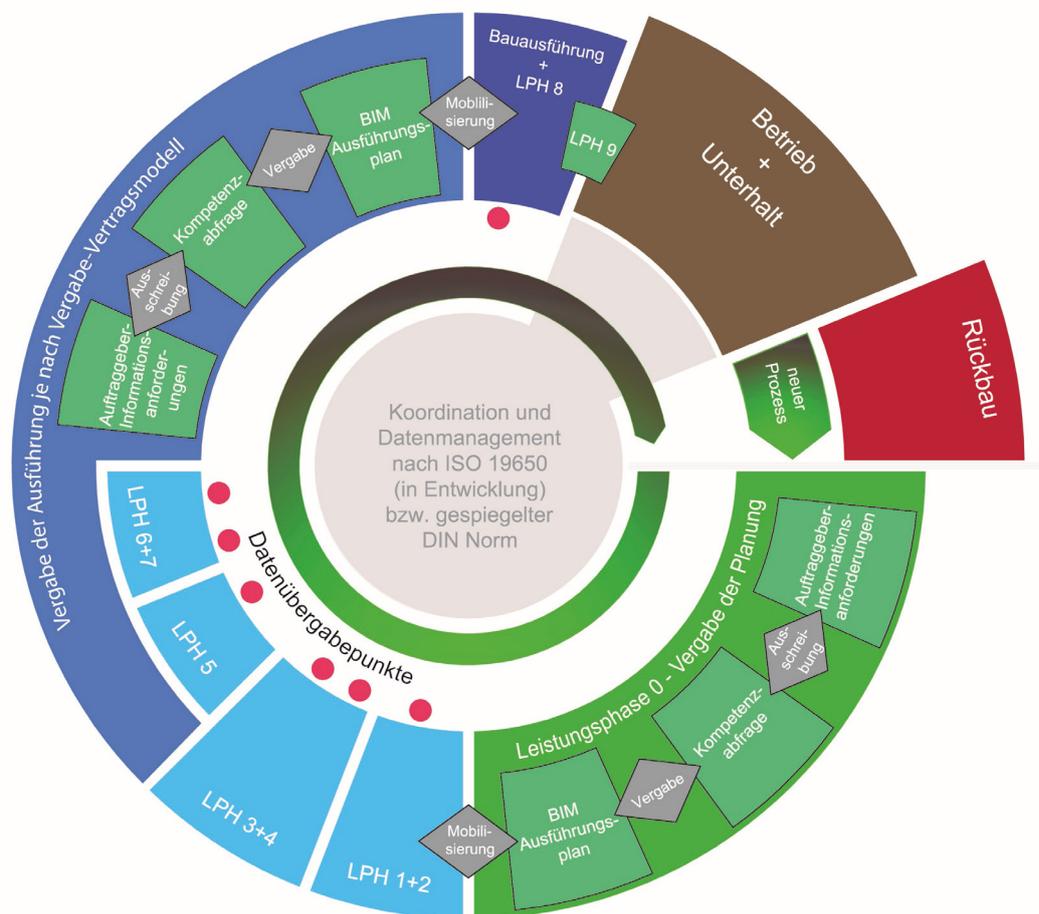


Abbildung 2: Schematische Darstellung des BIM-Referenzprozesses

Zu Beginn der Investitionsphase (grüner Bereich, „Leistungsphase 0“) müssen die Anforderungen an das zu errichtende oder zu sanierende Bauwerk spezifiziert werden. Dabei sind die Anforderungen an Daten und Informationen zu beschreiben, die während der Planung, Errichtung, des Betriebs und eines späteren Rückbaus erforderlich sind. Diese werden in den sogenannten **Auftraggeber-Information-Anforderungen** zusammengefasst, die Teil der Vergabe werden (siehe Erläuterungen im nächsten Kapitel).

Nach erfolgter Vergabe, unabhängig von Projektorganisation und Vergabestrategie, erstellen die zu diesem Zeitpunkt feststehenden Projektbeteiligten gemeinsam den **BIM-Abwicklungsplan**, in dem als Teil des Projekthandbuchs projektspezifisch festgehalten wird, wie die Informations-Anforderungen erfüllt werden (siehe Erläuterungen im nächsten Kapitel). Der BIM-Abwicklungsplan ist dabei als ein lebendes Dokument zu verstehen, das im Verlauf des Projekts fortgeschrieben und angepasst wird. Das ist besonders dann von Relevanz, wenn Planungs- und Bauleistungen getrennt ausgeschrieben werden. Die Vergabe von Bauleistungen wird im Hoch- und Infrastrukturbau unterschiedlich gehandhabt. Der Referenzprozess zielt nicht darauf ab, dies zu ändern. Er ist als Prinzip auf jede Form der Vergabe und Projektorganisation anwendbar. Der dunkelblaue Bereich, der in der Grafik die Vergabe von Bauleistungen darstellt, soll als zeitlich flexibel verstanden werden.

Die eigentliche Erstellung und Bereitstellung von Informationen während der Planung und Bauphase (hell- und dunkelblaue Bereiche, Leistungsphasen 1-8) erfolgt mithilfe klar formulierter Prozesse und Regeln. Dies wird durch Technologie in Form einer einheitlichen Datenumgebung unterstützt. Hierzu werden aktuell ISO-Standards bzw. entsprechende DIN Normen sowie weitere deutschland-spezifische Richtlinien entwickelt.¹

Zu bestimmten Zeitpunkten während der Projektdurchführung müssen wichtige Entscheidungen getroffen werden. Dies kann beispielsweise den Fortgang des Projekts oder die Entscheidung für eine Planungsvariante betreffen. Zeitlich an diese Entscheidungspunkte angelehnt erfolgt eine Datenübergabe an den Auftraggeber, dargestellt als hellrote Punkte. Diese Zeitpunkte sind projektspezifisch zu identifizieren.

Die Erstellung der Dokumentation für die Inbetriebnahme sowie die Übergabe digitaler Daten an die Betreibenden erfordert u.U. eine Fortführung der Auftraggeber-Information-Anforderungen, da möglicherweise nicht alle Anforderungen von Beginn an bekannt sind.

Während des Betriebs sind die übergebenen Daten fortzuführen und zu aktualisieren. Erkenntnisse aus der Betriebsphase sind zu Beginn einer neuen Investitionsphase verfügbar zu machen. Nur so kann langfristig das Verbesserungs- und Innovationspotenzial aus vorherigen Projekten genutzt werden.

¹ ISO 19650, DIN Spiegelnorm zu ISO 19650, VDI 2552 Blatt 1-9, alle in Entwicklung (Stand Dez. 2015)

4.6 Merkmalsdefinition Zielniveau 1

Leistungsniveau 1 beschreibt die Mindestanforderungen, die mit BIM stufenweise erfüllt werden sollen. Wenn die öffentlichen Auftraggeber dies umsetzen wollen, müssen sie dazu in der Lage sein, die hier spezifizierten Anforderungen in Ausschreibungen von Planungsleistungen anzuwenden. Dazu gehört auch die Entscheidung darüber, ob die Koordination der BIM-Aktivitäten vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt oder auf einen Auftragnehmer übertragen wird. Auftragnehmer müssen lernen, ihre Leistungen entsprechend der Auftraggeberanforderungen anzubieten, wie im vorherigen Kapitel „Referenzprozess“ dargestellt.

Die Mindestkriterien, die ein BIM-Projekt nach „Zielniveau 1“ zu erfüllen hat, sind nachfolgend gruppiert nach Daten, Rahmenbedingungen, Prozessen, Technologie und Menschen dargestellt. Sie sind inhaltlich identisch mit den Merkmalskriterien des Stufenplans des BMVI, wurden aber in der Gruppierung dargestellt, wie sie im Rahmen der Koordinierungsworkshops erarbeitet wurden.

Die Mindestkriterien für Daten sind:

Das 3D-fachmodell-basierte Arbeiten mit Plan- und Informationsableitung und die Erstellung und Fortführung von spezifizierten Auftraggeber-Informations-Anforderungen. Die Übergabe von Daten an definierten Übergabepunkten, angelehnt an Projekt-Haltepunkte, erfolgt in herstellerneutralen, offenen Datenübergabeformaten für Im- und Export, wie ISO 16739 und die digitale Überprüfbarkeit von Daten gegen spezifizierte Auftraggeber-Informations-Anforderungen wird gewährleistet.

Die Mindestkriterien für Rahmenbedingungen sind:

BIM-Kompetenz als Eignungskriterium im Vergabeverfahren.

Die Mindestkriterien für Prozesse sind:

Das Koordinationsmodell wird auf der Basis von Fachmodellen, der BIM-Abwicklungsplan auf der Basis von Auftraggeber-Informa-

tions-Anforderungen erstellt und fortgeführt. Die projektspezifischen BIM-Ziele und Anwendungsfälle werden definiert und im BIM-Abwicklungsplan dokumentiert. Die Erstellung, Verwaltung und der Austausch von Informationen erfolgt gemäß ISO 19650, bzw. entsprechender DIN Norm (in Entwicklung).

Die Mindestkriterien für Technologie sind:

Die Technologie zur Erstellung, Verwaltung und zum Austausch von Informationen muss den Anforderungen entsprechend angemessen sein.

Die Mindestkriterien für Menschen sind:

Die Verantwortlichkeiten für BIM-relevante Leistungen müssen zugewiesen und von qualifiziertem Personal ausgeführt werden. Zudem muss ein klares Bekenntnis zu einem kooperativen, fairen, transparenten und partnerschaftlichen Verhalten, z.B. durch Erstellung einer Projekt-Charta oder dem dokumentierten Bekenntnis zum „Leitbild Bau“, vorhanden sein.

4.7 Erläuterungen der Kriterien

4.7.1 Daten

3D-Fachmodell-basiertes Arbeiten mit Plan- und Informationsableitung:

Der Grundsatz der Planung in getrennten Gewerken und Disziplinen wird gegenüber der traditionellen Planungsmethodik nicht verändert. Dazu werden von den jeweiligen Gewerken Fachmodelle erarbeitet. Sie müssen bei der Erstellung gemeinsamen Regeln und Konventionen folgen, damit die einzelnen Modelle ohne Datenverlust in einem Gesamtmodell zusammengeführt werden können.

Sofern weiterhin 2D-Pläne erstellt und übergeben werden, sollen diese aus den 3D-Modellen abgeleitet werden. In Konfliktfällen hat das 3D-Modell Vorrang. Auch andere Informationen, wie Analyseergebnisse, Mengen, Berechnungen etc. werden aus den 3D-Modellen abgeleitet.

Spezifizierte Auftraggeber-Informations-Anforderungen werden erstellt und fortgeführt:

In einer zunehmend komplexen und digitalisierten bebauten Umwelt soll der Auftraggeber zukünftig nicht nur das Bauwerk, sondern das Bauwerk und seine digitalen Daten bei der Lieferkette bestellen. Teile dieser Informationen sind relevant für Entscheidungen während der Planungs- und Bauphase, andere Daten sind für den Betrieb und die Wartung erforderlich. Der Auftraggeber soll spezifizieren, welche Daten er zu welchem Zeitpunkt in welcher Detailtiefe, Genauigkeit, Umfang, Format etc. zusätzlich zur Beschreibung der gewünschten Funktionalität und Spezifikation des Bauwerks benötigt.

Übergabe von Daten an definierten Übergabepunkten, angelehnt an Projekt-Haltepunkte, erfolgt in herstellerneutralen, offenen Datenübergabeformaten für Im- und Export:

In jedem Projekt muss der Auftraggeber wiederholt finanzwirksame und richtungsweisende Entscheidungen für den Fortgang des Projekts treffen. Um diese Entscheidungen auf der Grundlage aktueller, umfassender und relevanter Informationen treffen zu können, sollen Datenübergabepunkte im Projektverlauf definiert werden (siehe auch vorheriges Kapitel BIM-Referenzprozess). Bisher werden oft von einzelnen Softwarehäusern entwickelte Datenübergabeformate verwendet, da übergreifende Standards z.T. noch fehlen.

Um einen diskriminierungsfreien Marktzutritt zu ermöglichen, sind herstellerneutrale Datenübergabeformate, gemäß dem Stand der Technik, für Im- und Export an definierten Datenübergabepunkten einzufordern. Offene Datenformate, wie in ISO 16739 beschrieben, sowie deren Weiterentwicklungen sind für einen freien Wettbewerb zwischen den Softwareanbietern wichtig und fördern den Marktzugang von kleinen und mittelständischen Unternehmen.

Wenn frühzeitig ein klares Signal zur künftig zwingenden Verwendung dieser Formate gegeben wird, können sich Softwarehersteller darauf einstellen. Bisher vorhandene „Reibungsverluste“ durch die Umwandlungen in verschiedene Datenübergabeformate können vermieden werden.

Digitale Überprüfbarkeit von Daten gegen spezifizierte Auftraggeber-Informations-Anforderungen:

Digitale Daten der Lieferanten können bereits mit heute verfügbaren Mitteln gegen die vom Auftraggeber spezifizierten Anforderungen regelbasiert geprüft werden. Dieser Vorgang beschleunigt Qualitätssicherungsverfahren und kann zu qualitätsbasierten Vergabekriterien herangezogen werden. Prüfkriterien und Prüfverfahren sollen dabei offen gelegt werden, damit die Auftragnehmer diese Prüfverfahren als Eigenvalidierung und zur Qualitätsverbesserung nutzen können. Damit kann auch eine stärkere Durchsetzbarkeit von Qualitätsmerkmalen im Vergabeverfahren erreicht werden.

4.7.2 Rahmenbedingungen

BIM-Kompetenz im Vergabeverfahren:

Im Vergabeverfahren ist zu gewährleisten, dass die Auftragnehmer über die zur Umsetzung des Leistungsniveaus 1 notwendigen Kompetenzen und Kenntnis-

se verfügen. Die Prüfung der Kompetenz sollte sich dabei auf die Kompetenz zur Lieferung der Daten, wie vom Auftraggeber spezifiziert, konzentrieren.

4.7.3 Prozesse

Koordinationsmodell wird auf der Basis von Fachmodellen erstellt:

Die Fachplanung folgt einheitlichen Regeln und Konventionen, die eine Kombination von Fachmodellen in einem Koordinationsmodell ermöglichen. Dies ermöglicht unter anderem die regelmäßige Durchführung von Kollisionserkennung und -vermeidung sowie den disziplinübergreifenden Austausch von Informationen.

BIM-Abwicklungsplan wird auf der Basis von Auftraggeber-Informations-Anforderungen erstellt und fortgeführt:

Ein BIM-Abwicklungsplan bildet das projektspezifische Rückgrat eines Projekts hinsichtlich der Erstellung, Weitergabe und Verwaltung von Daten und Informationen. Er beantwortet konkret und spezifisch, wie die Rollen und Verantwortlichkeiten verteilt sind, welche Technologie zum Einsatz kommt, wie oft und wann Planungsbesprechungen durchgeführt werden, welche Teile der Planung zu welchem Zeitpunkt in welcher Detailtiefe modelliert und geplant werden und vieles mehr. Der BIM-Abwicklungsplan wird nach Bedarf in Abstimmung weiterentwickelt und angepasst.

Projektspezifische BIM-Ziele und Anwendungsfälle werden aus den Auftraggeber-Informations-Anforderungen abgeleitet und im BIM-Abwicklungsplan dokumentiert:

In einem Projekt existiert eine große Breite von planungsrelevanten Aktivitäten, beispielsweise 4D-Planung (3D plus Zeit), 5D-Planung (3D plus Zeit plus Kosten), Visualisierung, Kollisionserkennung, Mengenermittlung, etc. Diese Aktivitäten, oder auch BIM-Anwendungsfälle, dienen dem Erreichen bestimmter Ziele, z.B. der besseren Kontrolle oder einem besseren Projektverständnis. Zu Beginn eines Projekts müssen die projektspezifischen Ziele und die dafür erforderlichen BIM-Anwendungsfälle definiert und im BIM-Abwicklungsplan dokumentiert werden, u.a. um eine Überproduktion und nicht-wertschöpfende Aktivitäten zu vermeiden.

Erstellung, Verwaltung und Austausch von Informationen erfolgt gemäß ISO 19650, bzw. entsprechender DIN Norm (in Entwicklung):

Eine gemeinsame Datenumgebung, bestehend aus konsistenten Prozessen, Konventionen, Regeln und unterstützender Technologie, ermöglicht eine verlustfreie, effiziente und gesicherte Erstellung und Austausch von Daten sowie Informationen. Diese Prozesse und Regeln sind Bestandteil einer sich in der Entwicklung befindenden ISO Norm (ISO 19650). Im Deutschen Institut für Normung (DIN) wurde ein Arbeitskreis zur Spiegelung der ISO 19650 eingerichtet. Die ISO 19650 bildet international die Grundlage für die Implementierung des im vorherigen Kapitel vorgestellten BIM-Referenzprozesses. Die nationale Umsetzung wird im Rahmen der VDI Richtlinien 2552 derzeit entwickelt.

4.7.4 Technologie

Technologie zur Erstellung, Verwaltung und Austausch von Informationen muss den Anforderungen entsprechend angemessen sein:

Die Implementierung der zuvor erwähnten Prozessnormen stellt einige grundlegende Anforderungen

an den Einsatz von Technologie. So ist beispielsweise die Bereitstellung einer zugänglichen, gesicherten Datenumgebung für den Prozess unerlässlich. Welche Technologie dabei zum Einsatz kommt, soll hier nicht definiert bzw. vorgegeben werden.

4.7.5 Menschen

Verantwortlichkeiten für BIM-relevante Leistungen müssen zugewiesen und von qualifiziertem Personal ausgeführt werden:

Unverändert zum herkömmlichen Prozess existieren innerhalb eines Projektteams klare Verantwortlichkeiten zur Erfüllung bestimmter Aufgaben. Der BIM-Prozess legt einen stärkeren Schwerpunkt auf das Management und die Koordination von Informationen. Die dazu erforderlichen Aktivitäten müssen eindeutig verteilt sein und von qualifizierten Personen durchgeführt werden. Eine Übertragung der Risiken oder der Planungsverantwortung muss nicht zwingend damit einhergehen.

Klares Bekenntnis zu einem kooperativen, fairen, transparenten und partnerschaftlichen Verhalten, z.B. durch Erstellung einer Projekt-Charta oder dem dokumentierten Bekenntnis zum „Leitbild Bau“^[2]:

Ohne partnerschaftliche Zusammenarbeit ist BIM nicht machbar. Daher sollte zunächst in einer Projektcharta festgeschrieben werden, wie man sich gegenüber anderen Projektbeteiligten verhalten sollte und welche Streitlösungsmechanismen vorgesehen sind. Hierbei kann Bezug auf das Leitbild Bau genommen werden, welches bereits existiert und in dem diese Aspekte ausführlich beschrieben werden.

5. Handlungsfelder und Maßnahmen

Die nachfolgend dargestellten Handlungsfelder beschreiben den identifizierten Entwicklungs-, Forschungs- und Handlungsbedarf auf einer strategischen Ebene. Um eine bessere Zuordnung des Handlungs-

bedarfs und der Zielsetzung zu ermöglichen, sind die Handlungsfelder an die vorgenommene Gruppierung der Merkmalskriterien für Zielniveau 1 angelehnt.

5.1 Daten

Daten und Informationen nehmen in der BIM-Methode eine zentrale Rolle ein. Zusammengefasst hier noch einmal die Daten-relevanten Kriterien für Zielniveau 1:

- 3D-Fachmodell-basiertes Arbeiten mit Plan- und Informationsableitung
- Spezifizierte Auftraggeber-Informations-Anforderungen werden erstellt und fortgeführt

- Übergabe von Daten an definierten Übergabepunkten, angelehnt an Projekt-Haltepunkte, erfolgt in herstellerneutralen, offenen Datenübergabeformaten für Im- und Export, wie ISO 16739
- Digitale Überprüfbarkeit von Daten gegen spezifizierte Auftraggeber-Informations-Anforderungen

Aus diesen Kriterien resultieren nachfolgende Empfehlungen für den Bereich Daten:

5.1.1 Herstellerneutrale Datenformate und -standards

Standardisierung im Bereich BIM trägt explizit dazu bei, die staatliche Regelung in diesem Bereich zu entlasten. Sie ist letztendlich eine Grundvoraussetzung für die Berücksichtigung digitaler Methoden im öffentlichen Auftragswesen. Die in diesem Bereich erforderliche Koordination vieler betroffenen Interessengruppen, die Bündelung der bereits in unterschiedlichen Standardisierungsorganisationen laufenden Initiativen sowie die Implementierung des Querschnittsthemas Digitalisierung in weiteren Standardisierungsvorhaben erfordert die Unterstützung durch eine zentrale Koordinierungs- und Beratungsstelle.

Die Entwicklung des herstellerneutralen Datenformats IFC findet auf internationaler Ebene statt und ist bereits als ISO 16739 verfügbar. IFC hat den Vorteil, dass dieses Format bereits weltweit Anwendung findet und so dem Bestehen im internationalen Wettbewerb förderlich ist. Die Entwicklung von IFC, die für den Hochbau bereits sehr weit fortgeschritten ist, wird bei Straße und Schienenwegen auf internationaler Ebene gerade durch buildingSMART vorangetrieben. Anschließend werden die Ergebnisse in die Weiterentwicklung der ISO 16739 einfließen. Diese wird wiederum zuerst in eine europäische und dann in eine deutsche DIN Norm übernommen. Solange IFC in bestimmten Bereichen noch nicht hinreichend entwickelt ist, können Anwender auf andere, schon vorliegende Formate, wie z. B. OKSTRA für den Straßenbau, zurückgreifen.

Was ist zu tun:

Die öffentliche Hand sollte dafür Sorge tragen, dass deutsche Experten an den **internationalen Standardisierungsprozessen beteiligt** sind, um die Erfahrungen mit deutschen Standards, wie z. B. OKSTRA, in diese Prozesse einzubringen und deutsche Interessen zu wahren. Zu diesem Zweck fördert das BMVI eine deutsche Beteiligung an der Entwicklung von IFC für Straße und Schiene.

Die Privatwirtschaft sollte **Zertifizierungsverfahren** zur Bewertung von Softwareangeboten in Bezug auf die Umsetzung von IFC entwickeln. Bei unzureichender Umsetzung kann es beispielsweise zu Datenverlusten beim Informationsaustausch oder zu Fehlern in der Datenverarbeitung kommen. Die Privatwirtschaft sollte zudem **softwareneutrale Prüfregelein** zur Qualitätssicherung entwickeln, insbesondere für die Umsetzung in Prüfwerkzeugen zur Validierung der Datenübergabe in Projekten. Beides sollte koordiniert erfolgen, um Doppelarbeit und Parallelentwicklungen zu vermeiden.

Konkret ergeben sich daraus folgende Handlungsfelder:

Schaffung, Abstimmung und Umsetzung herstellerneutraler Datenaustauschformate. Deutschland ist angehalten, internationale Entwicklungen mitzutragen und umzusetzen. Dies bedeutet: die Förderung der Entwicklung und Umsetzung offener, europäisch abgestimmter Datenformate für BIM, wie führend ISO 16739 (IFC), unter Berücksichtigung deutscher Regelsetzungen und Vorarbeiten (z.B. OKSTRA und GAEB).

Weiterführung und Unterstützung des am 01. April 2015 neu gegründeten Normenausschusses DIN-005-01-39AA „Building Information Modeling“. Bereitstellung und Finanzierung des Obmannes des Normenausschusses sowie Übernahme und Finanzierung von CEN/ ISO-Sekretariaten.

Erstellung einer Übersicht zu berücksichtigender Standards und mitgeltender Unterlagen sowie aktiver Normungsgremien. Entwicklung des Vorschlages für das Arbeitsprogramm des Ausschusses – sowie ggf. für Unterausschüsse zu spiegelnden Gremien.

Koordination zu berücksichtigender Interessenkreise, wie Wissenschaft (Hochschulen), Auftraggeber/Betreiber (Bauherren öffentlich/privat, Bauherrenvertreter, Facility Manager), Planer (Ingenieure, Architekten, Projektmanager/ -steuerer), Bauausführung (Generalunternehmer, Fachgewerke), Hersteller (Baustoffindustrie, Fachhandel) und Bausoftwarebranche.

Schaffung geeigneter Strukturen und Koordinationsmechanismen für eine effiziente Gremienarbeit und zur Vermeidung von Doppelarbeit durch verschiedene Initiativen (buildingSMART, VDI, DIN, ÖNorm, ISO, CEN etc.). Beseitigung von Teilnahme-, Bezugs- und Anwendungshindernissen.

Entwicklung eines Zertifizierungsverfahrens zur Bewertung von Softwareangeboten in Bezug auf die Umsetzung der offenen Datenformate (IFC).

Wer sollte aktiv werden:

Die Umsetzung der Handlungsempfehlungen für Daten erfordert ein klar abgestimmtes Vorgehen der öffentlichen Hand, der Bauwirtschaft und der nationalen sowie europäischen Normungsorganisationen. Nur so können einheitliche, mittelstandsfördernde Standards und Richtlinien entwickelt und umgesetzt werden. Es wird daher empfohlen, dass die Aktivitäten der Akteure (Bund, Länder, Verbände, DIN, VDI, buildingSMART und andere) über eine zentrale Anlaufstelle koordiniert werden. Dabei sollte die öffentliche Hand die Aktivitäten der Koordinierungsstelle im Standardisierungskontext finanziell unterstützen.

Eine unabhängige Koordinierungsstelle sollte die relevanten Standardisierungsorganisationen bei der Berücksichtigung aller Interessengruppen, der Gestaltung von Normungsaktivitäten und der Einbeziehung von Querschnittsaspekten der Digitalisierung in weitergehende (nationale, europäische und internationale) Normen beraten und unterstützen.

Die im normungspolitischen Konzept der Bundesregierung formulierten Ziele bilden einen Kriterienkatalog, der als Grundlage für entsprechende Fördermaßnahmen betroffener Ressorts des Bundes dienen kann und ebenso für den Querschnittsbereich BIM zutrifft.

Für die Umsetzung der genannten Maßnahmen sind im Normungsbereich sowohl die öffentliche Hand als auch die Wirtschaft gefordert. Das kann direkt durch eine Finanzierungsbeteiligung oder indirekt durch die Freistellung und Entsendung von Experten in die jeweiligen Gremien erfolgen. Die Zertifizierung der Software kann dem Markt überlassen bleiben.

Die Standardisierung im Querschnittsbereich Digitalisierung ist mit höchster Priorität voranzutreiben.

5.1.2 Modellinhalte

Festgelegte Modellinhalte bilden die Grundlage für die Zusammenarbeit aller Beteiligten im Lebenszyklus eines Gebäudes. Die Modellinhalte umfassen einerseits fachliche Informationen, die sich auf Bauteile (Objekte) beziehen, und andererseits Ausarbeitungs- bzw. Detaillierungsgrade (LoD - Level of Development). Die konkreten Modellinhalte müssen, abhängig von definierten Zielen, Anforderungen, BIM-Anwendungen und Datenübergabepunkten, über die verschiedenen Phasen der Entwicklung hinweg definiert werden.

Was ist zu tun:

Um eine Eindeutigkeit der zu liefernden Informationen für Bauteile, d.h. Produkte und Materialien, zu erhalten, ist es erforderlich, generische Produktdatenstrukturen jeder einzelnen Produktgruppe zu entwickeln. Für den offenen Zugang zu entsprechenden Inhalten müssen, auf der Grundlage generischer, branchenspezifischer Produktdatenvorlagen, einerseits entsprechende Modell-Objekte in den Softwaresystemen vorgehalten werden, andererseits Produktdatenbanken aufgebaut werden, welche die erforderlichen generischen Informationen, bzw. in späteren Projektstadien die erforderlichen Hersteller-Informationen zur Verfügung stellen können. Diese Datenbanken können, abhängig von Projektarten (z.B. Hochbau, Straße, etc.), BIM-Anwendungen, Phasen, Beteiligten und Auftraggeber-Anforderungen, die erforderlichen Informationen für die Modellinhalte zur Verfügung stellen.

Wer sollte aktiv werden:

Die Entwicklung der generischen Produktdatenstrukturen jeder einzelnen Produktgruppe kann im Grunde nur durch entsprechend repräsentative Herstellergruppen durchgeführt und zu einem (internationalen) Branchenstandard getrieben werden. Die erforderlichen BIM-Software-Systeme stellen virtuelle Bauteile und Objekte mit entsprechenden Eigenschaftsstrukturen zur Verfügung, welche die Informationen in der einheitlichen Datenstruktur verwalten können. Die erforderlichen Produktdatenbanken (mit einem web-basierten Zugangsportale), die entsprechende Informationsinhalte zur Verfügung stellen, sollten marktkonform von den Herstellern bzw. Herstellerverbänden aufgebaut und betrieben werden.

Die genannten Maßnahmen sollten möglichst koordiniert entwickelt werden, um Doppelarbeit zu vermeiden. Verantwortlich für die Finanzierung der Maßnahmen sind grundsätzlich die jeweiligen Marktteilnehmer.

5.1.3 Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) und ihre digitale Überprüfbarkeit

Die Spezifizierung von Anforderungen im Vergabeverfahren umfasst bei BIM neben den geforderten Bauwerkseigenschaften die Festlegung, zu welchem Zeitpunkt im Planungs- und Bauprozess wichtige Entscheidungen zu treffen sind und welche Informationen dafür benötigt werden. Der Auftraggeber kann hier Vorfestlegungen treffen, die dann im

BIM-Abwicklungsplan aufgegriffen werden müssen. Weiterhin soll der spätere Nutzer frühzeitig in diese Überlegungen einbezogen werden und seinen Daten- und Informationsbedarf ebenfalls spezifizieren. So kann sichergestellt werden, dass zum richtigen Zeitpunkt die richtige Menge, Detailtiefe und Qualität an Daten und Informationen bereitgestellt wird.

Die vom Auftragnehmer gelieferten Daten können mit Hilfe geeigneter und teilweise schon am Markt verfügbarer Werkzeuge mit den Anforderungen des Auftraggebers abgeglichen werden. Mit Hilfe der qualitätsgeprüften Daten kann der Auftraggeber beurteilen, ob die Planungen der Auftragnehmer z. B. die Vorgaben zur dauerhaften Belastbarkeit einer Brücke zum Schallschutz oder auch zum Energieverbrauch eines Bauwerks erfüllen.

Was ist zu tun:

Kataloge mit Musteranforderungen sollten erarbeitet werden, die einen Großteil typischer Anforderungen umfassen. Spezifische Anforderungen können je nach Projektbedarf ergänzt werden. Die Anforderungskataloge sollten für unterschiedliche Bauwerke des Infrastruktur- und Hochbaus entwickelt werden.

Die Auftraggeber sollten Pilotprojekte durchführen, die auch die Frühphase eines Projekts und die Erarbeitung von AIA abdecken. Die Auftraggeber sollten Prüfregeln für digitale Daten erarbeiten, um die AIA mit den von den Auftragnehmern gelieferten Daten abgleichen zu können.

Wer sollte aktiv werden:

Die genannten Maßnahmen sollten möglichst koordiniert entwickelt werden, um Doppelarbeit zu vermeiden. Verantwortlich für die Finanzierung der Maßnahmen sind grundsätzlich die jeweiligen Auftraggeber.

5.2 Rahmenbedingungen

Die Vereinbarkeit der BIM-Methode mit den in Deutschland geltenden Rahmenbedingungen ist Thema vieler Diskussionen und Forschungsarbeiten. Nach aktueller Einschätzung der an der Entwicklung des Stufenplans Beteiligten setzt das hier beschriebene Leistungsniveau 1 keine zwingende Änderung von HOAI oder anderen Rahmenbedingungen voraus. Mit Blick auf eine flächendeckende Einführung von BIM sollte jedoch geprüft werden, inwieweit die Honorarvereinbarung durch

eine bessere Einbeziehung der BIM-Leistungen in die Leistungsbilder erleichtert und transparenter werden kann.

Es ist daher empfehlenswert, Handreichungen und Vorlagen für die Marktteilnehmer, die ausführen, worauf z. B. bei der Vertragsgestaltung oder bei einer BIM-Ausschreibung zu achten ist, zu entwickeln und anzubieten. Daraus ergeben sich die nachfolgend zusammengefassten Empfehlungen:

5.2.1 Erarbeitung von BIM-Eignungskriterien

Im Verlauf eines Vergabeverfahrens, unabhängig davon ob für Planungs-, Bau- oder sonstige Leistungen bei einem Projekt, muss ein Bieter darstellen, wie er die Anforderungen des Auftraggebers erfüllen möchte. Solche Kriterien sind oft ein zweischneidiges Schwert. Sie sollen einerseits eine faire, fachliche und qualitativ beurteilbare Entscheidungsgrundlage bieten. Sind die Kriterien andererseits jedoch zu eng gefasst, werden durchaus geeignete Anbieter kate-

gorisch ausgeschlossen. Daher muss die Erarbeitung von BIM-Kompetenzkriterien mit viel Bedacht erfolgen. Keinesfalls darf nur abgefragt werden, wie viele vergleichbare Projekte bisher erfolgreich in einem bestimmten Zeitraum geliefert wurden.

Was ist zu tun:

Im Vergabeverfahren muss in Erfahrung gebracht werden, ob die BIM-Kompetenzen eines Bieters für

die Erfüllung des Auftrags ausreichen. Daher sollte die BIM-Kompetenz sowie die Bereitschaft und Fähigkeit zur partnerschaftlichen Zusammenarbeit durch geeignete Fragen geprüft werden.

Wer sollte aktiv werden:

BIM-Kompetenznachweise sollten von den öffentlichen Auftraggebern entwickelt werden. Sie sollten sich hierbei an dem internationalen Erfahrungsschatz bedienen.

5.2.2 Prüfung des Haftungsgrundsatzes

Die gemeinschaftliche, in engen Intervallen abgestimmte Entwicklung einer Planung führt zu vielen Unsicherheiten hinsichtlich der Haftung. Es bestehen Befürchtungen, dass nicht nachvollziehbar ist, wer einen Fehler verursacht und wer ihn hätte erkennen, bzw. verhindern können.

Was ist zu tun:

Es ist zu klären, inwieweit bei einer gemeinschaftlichen Planungsmethode Planungsfehler exakt zugeordnet werden können. Andernfalls sollte eine gemeinsame Haftung aller Beteiligten ange-

strebt werden. Dazu ist die Verpflichtung zur Zusammenarbeit in projektspezifischen Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGBs) zu regeln und entsprechende Versicherungen mit der Versicherungswirtschaft abzuklären.

Wer sollte aktiv werden:

Die Zusammenarbeit der Beteiligten der Wirtschaft und der Versicherungsbranche sollte von einer geeigneten Koordinierungsstelle übernommen werden. Die Ausschreibung von unterstützenden Forschungsaufträgen der öffentlichen Hand wird empfohlen.

5.2.3 Klärung von Urheberrechtsfragen

Die Weitergabe digitaler Modelle und deren potenzielle Weiternutzung wirft immer wieder Fragen des Urheber- und Nutzungsrechts auf, die geklärt werden müssen, damit eine ausreichende Akzeptanz der Methode erreicht wird. Zur Klärung sollten die Nutzungsrechte und Verschwiegenheitspflichten vertraglich vereinbart werden. Weiterhin ist zu differenzieren, welche weitergehenden Nutzungsmöglichkeiten bei Folgeprojekten und Mitnahme von Daten aus einem gemeinsamen Datenraum möglich sein sollen. Dabei ist zwischen dem Schutz des Bauwerks und einzelner Planungsbestandteile zu unterscheiden.

Was ist zu tun:

Es sind Vertragsbausteine für Nutzungsrechte und Verschwiegenheitspflichten zu entwickeln. Weiterhin ist zu prüfen, inwieweit mit Blick auf das bestehende Urheberrecht Unklarheiten bestehen.

Wer sollte aktiv werden:

Die Ausschreibung von entsprechenden Forschungsaufträgen der öffentlichen Hand wird empfohlen.

5.2.4 Datenschutz und –sicherheit

Als eine Konsequenz der intensiveren Nutzung und der Abhängigkeit von digitalen Daten und der Informations- und Kommunikationstechnologie im Zusammenhang mit der bebauten Umwelt, ist die Angreifbarkeit und das Schadenpotenzial durch Missbrauch oder Fehlfunktionen zu adressieren. Dazu zählt z.B. der besondere Schutz von Informationen über Ort und Eigenschaften sensitiver, bzw. kritischer Einrichtungen oder Systeme, die andernfalls nicht zugänglich oder verfügbar wären. Weiterhin ist zu beachten, dass die Aggregation von detaillierten und transparenten Bauwerksinformationen ein höheres Missbrauchsrisiko darstellt.

Auch die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Vorgaben ist unbedingt zu berücksichtigen. So darf beispielsweise keine Möglichkeit zur Offenlegung der Identität eines Mit- oder Bearbeiters des öffentlichen Auftraggebers bestehen.

Die Belange des Datenschutzes in einem durch BIM veränderten Arbeitsumfeld sind mit höchster Priorität anzugehen.

Was ist zu tun:

Es sind bestehende Sicherheitsrichtlinien und Vorgaben zu Datenschutz und -nutzung auf nationaler wie internationaler Ebene zu prüfen und ggf. zu ergänzen bzw. anzupassen. Daraus sind Leitlinien und Vorgaben für die Verwendung an Projekten zu erstellen.

Wer sollte aktiv werden:

Die Ausschreibung von entsprechenden Forschungsaufträgen seitens der öffentlichen Hand wird empfohlen.

5.2.5 Entwicklung projektspezifischer AGBs und Vergabevorlagen

Es bestehen aktuell besonders auf Seiten der Auftraggeber große Unsicherheiten, wie und welche Leistungen ausgeschrieben bzw. vertraglich festgeschrieben werden sollen und auf welche Weise die Vergütung geregelt werden soll.

Was ist zu tun:

Es sind Leitfäden für Vergabestellen, Checklisten für Auftraggeber, Vorlagen für Allgemeine Geschäftsbedingungen sowie andere Hilfsmittel zu entwickeln, die konkrete Hilfestellungen für die Durchführung eines BIM-Projekts „Zielniveau 1“ hinsichtlich der Rahmenbedingungen geben.

Wer sollte aktiv werden:

Die Ausschreibung von entsprechenden Forschungsaufträgen seitens der öffentlichen Hand wird empfohlen. Zudem wird die Koordination dieser Entwicklungen durch eine geeignete Stelle angeregt.

Die Belange hinsichtlich der Rahmenbedingungen in einem durch BIM geänderten Arbeitsumfeld sind mit hoher Priorität anzugehen.

5.3 Prozesse

Ein grundlegendes Merkmal von BIM ist die kooperative Arbeitsweise in standardisierten Prozessen und zu Projektbeginn festgelegte Zuständigkeiten – wer macht was, wann und wie. Dazu wird ein BIM-Abwicklungsplan erstellt, der die Arbeitsabläufe durch eine genaue Definition der Schnittstellen der verschiedenen Akteure, deren Rollen und Interaktionen dokumentiert. Die Grundlagen und Regeln der Erstellung, Verwertung, Verwaltung und Weitergabe von Informationen werden auf internationaler Ebene als ISO 19650 (in Entwicklung) beschrieben. Das Deutsche Institut für Normung hat einen Arbeitskreis zur Spiegelung der ISO 10659 eingerichtet. Die nationale Umsetzung wird derzeit in den VDI Richtlinien 2552 entwickelt.

Die Mindestkriterien für Prozesse im ersten Zielniveau lauten:

- Das Koordinationsmodell wird auf der Basis von Fachmodellen erstellt.
- Der BIM-Abwicklungsplan wird auf der Basis von Auftraggeber-Informations-Anforderungen erstellt und fortgeführt.
- Projektspezifische BIM-Ziele und Anwendungsfälle werden definiert und im BIM-Abwicklungsplan dokumentiert.
- Die Erstellung, Verwaltung und Austausch von Informationen erfolgt gemäß ISO 19650 bzw. entsprechender DIN Norm (in Entwicklung).

Vor diesem Hintergrund ergeben sich die im Folgenden angeführten Empfehlungen:

5.3.1 ISO 19650 und entsprechende DIN Norm

Auf internationaler Ebene wird derzeit (Stand Dezember 2015) an der Entwicklung einer ISO Norm gearbeitet, welche das grundlegende Prinzip und die Regeln der Erstellung, Verwendung, Verwaltung und Weitergabe von Informationen während der Planungs- und Bauphase detailliert beschreibt. Durch die Implementierung dieses Prozessstandards können die allgemeinen Ziele einer höheren Transparenz, Konsistenz, Effizienz und Risikominimierung erreicht werden. International werden die in der Norm beschriebenen Prozesse und Regeln als das eigentliche Fundament der BIM-Methode angesehen. Auch der hier vorgestellte BIM-Referenzprozess ist an die ISO Norm angelehnt.

Seit dem 01. April 2015 existiert der DIN 005-01-30 Arbeitsausschuss BIM. Unterhalb des Arbeitsausschusses beschäftigt sich seit September 2015 ein Arbeitskreis mit der Dokumentation und Kommentie-

rung der ISO Norm sowie der Entwicklung einer DIN Spiegelnorm. Auch auf CEN-Ebene etablieren sich derzeit Arbeitsgruppen. Es wäre sinnvoll, eines der Arbeitsgruppensekretariate zu besetzen sowie Experten zu entsenden, um auf die international entstehenden Normen Einfluss nehmen zu können.

Auch in anderen relevanten Gremien und Organisationen befasst man sich intensiv mit der deutschen Anwendung der ISO 19650. In der VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik existiert seit 2013 ein BIM-Koordinierungskreis. Dort entsteht eine Richtlinienreihe (VDI 2552) sowie ein VDI-Handbuch zu BIM, ebenfalls unter Berücksichtigung der genannten ISO Norm. Diese Aktivitäten sind von höchster Priorität, da sich Deutschland nicht durch eigene Entwicklungen von einem internationalen Markt isolieren und keine Zeit verlieren darf.

Was ist zu tun:²

- Schaffung, Abstimmung und Umsetzung einer deutschen Spiegelnorm zu ISO 19650. Das beinhaltet die Förderung der Entwicklung und Umsetzung internationaler Prozessstandards unter Berücksichtigung deutscher Regelungen und Vorarbeiten (z.B. VDI, DIN, buildingSMARTe.V.)
- Vorbereitung und Besetzung des am 01. April 2015 neu gegründeten Normenausschusses „Building Information Modeling“ sowie des DIN Arbeitskreises „Informationsmanagement mit BIM“
- Bereitstellung und Finanzierung des Obmannes des Normenausschusses sowie Übernahme und Finanzierung von CEN/ ISO Sekretariaten
- Entsendung von Experten in die europäischen und internationalen Gremien und Arbeitsgruppen
- Schaffung geeigneter Strukturen und Koordinationsmechanismen für eine effiziente Gremienarbeit sowie zur Vermeidung von Doppelarbeit (verschiedener Initiativen (VDI, DIN ÖNorm ISO CEN etc.). Beseitigung von Teilnahme-, Bezugs- und Anwendungshindernisse

Wer sollte aktiv werden:²

Die Umsetzung der Handlungsempfehlungen für Prozesse erfordert ein klar abgestimmtes Vorgehen der öffentlichen Hand, der Bauwirtschaft und der nationalen sowie europäischen Normungsorganisationen. Nur so können einheitliche mittelstandsfördernde Standards und Richtlinien entwickelt und umgesetzt werden. Es wird daher empfohlen, dass

die Aktivitäten der Akteure Bund, Länder, Verbände, DIN, VDI, buildingSMART und andere über eine zentrale Anlaufstelle koordiniert werden. Dabei sollte die öffentliche Hand die Aktivitäten der Koordinierungsstelle im Standardisierungskontext finanzieren. Eine unabhängige Koordinierungsstelle sollte die relevanten Standardisierungsorganisationen bei der Berücksichtigung aller Interessengruppen, Gestaltung von Normungsaktivitäten und Einbeziehung von Querschnittsaspekten der Digitalisierung in weitergehende (nationale, europäische und internationale) Normen beraten und unterstützen.

Die im normungspolitischen Konzept der Bundesregierung formulierten Ziele bilden einen Kriterienkatalog, der als Grundlage für entsprechende Fördermaßnahmen betroffener Ressorts des Bundes dient und auch für den Querschnittsbereich BIM zutrifft.

Die Normungsaktivitäten sollten von der öffentlichen Hand und der Wirtschaft vorangetrieben werden. Angebote und Schulungen sollte der Markt zur Verfügung stellen.

Die eigentliche Arbeit innerhalb der Gremien sollte weiterhin durch die Wirtschaft unterstützt werden. Das kann durch eine direkte Beteiligung an der Finanzierung oder indirekt durch die Freistellung und Entsendung von geeigneten Personen in die jeweiligen Gremien erfolgen.

Die Belange der Standardisierung im Querschnittsbereich der Digitalisierung sind mit höchster Priorität voranzutreiben.

2 Siehe auch Kap. 5.1.1

5.3.2 Entwicklung einheitlicher Vorlagen für BIM-Abwicklungspläne und Anwendungsfälle

Die BIM-Methode fordert u.a. durch den beschriebenen Referenzprozess eine konsequente Planung der Planung, inklusive einer klaren Spezifikation von Anforderungen, Zielen sowie den zur Zielerreichung notwendigen Aktivitäten, den sogenannten BIM-Anwendungsfällen. Vorlagen, Praxisbeispiele und Wissenstransfer verringern den Anfangsaufwand und die damit verbundenen Kosten. Sie sorgen außerdem für eine Konsistenz der Inhalte und Begriffe und verhindern, dass wichtige Belange übersehen werden.

Was ist zu tun:

Es sind Leitfäden, Vorlagen, Checklisten, Hilfsmittel und Schulungsangebote für Auftraggeber, Projektmanager und Projektsteuerer zu entwickeln, die konkrete Hilfestellung für die Durchführung eines BIM-Projekts „Zielniveau 1“ hinsichtlich der Prozessanforderungen geben.

Wer sollte aktiv werden:

Die Ausschreibung von entsprechenden Forschungsaufträgen der öffentlichen Hand wird empfohlen. Zudem wird die Koordination dieser Entwicklungen durch eine geeignete Stelle angeregt.

5.3.3 ISO 29481 und entsprechende Richtlinien für Deutschland

Die ISO-Norm 29481 (Information Delivery Manual) beschreibt die Methode zur projektspezifischen Erfassung der Prozesse und Anforderungen. Die Inhalte der Norm sollten bekannt sein und, durch entsprechende Anwendungshinweise und Richtlinien unterstützt, auch in Deutschland angewandt werden.

Was ist zu tun:

Es sind Übersetzungen und deutschsprachige Anwendungshinweise zur ISO 29481 zu entwickeln. Weiterhin ist zu prüfen, ob die VDI 2552 Richtlinien die nationale Umsetzung der ISO 29481 im ausreichenden Maße berücksichtigen.

Wer sollte aktiv werden:

Es wird die Koordination dieser Entwicklungen durch eine geeignete Stelle angeregt.

5.4 Technologie

Die Merkmalskriterien für Technologie im ersten Zielniveau lauten: Technologie zur Erstellung, Verwaltung und Austausch von Informationen muss

den Anforderungen entsprechend angemessen sein. Daraus ergeben sich folgende Empfehlungen:

5.4.1 Vertiefung des Technologiewissens

Die digitale Technologie zur Erstellung, Verwaltung und Nutzung von Informationen eines Bauprojekts ist sehr vielfältig. Sie reicht von Software zur Modellierung und Analyse über Kommunikationsmedien bis hin zur geeigneten Hardware und mobilen Geräten. Um die der Größe und Komplexität eines Projekts entsprechende Technologie angemessen zu nutzen, ist ein umfassendes Wissen und Technologieverständnis erforderlich, das noch nicht bei allen Beteiligten vorhanden ist.

Das Risiko von Monopolstellungen betrifft hier insbesondere kleine und mittelständische Technologieunternehmen. Dabei eröffnen sich für sie neue Geschäftsmodelle, beispielsweise durch flexible Mietangebote oder spezialisierte Technologie-Dienstleister.

Gemäß der in diesem Stufenplan verankerten Grundsätze sind auch die kleinen und mittelständischen Technologieanbieter zu fördern und zu unterstützen. Der berechtigte Ruf nach Schnittstellen für offene und herstellerneutrale Standards darf nicht dazu führen, dass KMUs im Technologiebereich überfordert werden und sich nicht am Markt behaupten können.

Was ist zu tun:

Es besteht Bedarf an einem breiten Schulungs- und Informationsangebot zur Vertiefung des Technologiewissens. Eine Qualitätssicherung des Angebots kann über ein entsprechendes Zertifikat erreicht werden. Darüber hinaus sind produktneutrale Schulungen und Trainings zu den einzelnen Technologiebereichen zu schaffen.

Wer sollte aktiv werden:

Technologieanbieter sollen verschiedene Marketing- und Kommunikationskanäle nutzen, um ihr Angebot zu erläutern. Eine koordinierende Stelle kann einen Schutz vor Überfrachtung des Markts bei gleichzeitiger Qualitätskontrolle sicherstellen. Auftraggeber sollten Schulungsangebote nutzen und sich umfassend informieren.

Es sollten Förder- und Forschungsprogramme der öffentlichen Hand, wie beispielsweise Hack-Days oder Innovationspreise, aufgelegt werden, um die Vielfalt der Technologieanbieter zu stärken.

5.5 Menschen

Eine durchgängig wertschöpfende Implementierung von BIM ist zu großen Teilen davon abhängig, inwieweit Menschen bereit und in der Lage sind, neue Wege zu gehen.

Wenn entsprechende Fertigkeiten und Ressourcen fehlen, fühlen sich Menschen häufig überfordert und frustriert – ein Umstand, der Wandel behindert. Das Erkennen eigener Vorteile wirkt dagegen motivierend.

Entscheidend ist daher, dass von den Führungsebenen der jeweiligen Einrichtungen, Verbänden, Ressorts oder Unternehmen die entsprechenden Impulse ausgehen.

Der öffentliche Auftraggeber und die Behörden haben eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung des Stufenplans und der Einführung von BIM-Richtlinien inne. Ein wichtiger Punkt ist die Vermittlung von Informationen über die BIM-Methode und die damit erreichba-

ren Ziele, ohne dabei unrealistische Erwartungen zu wecken. Damit die Prozessbeteiligten qualifiziert und motiviert handeln können, sind konkrete Voraussetzungen zu schaffen. Hierfür Zertifizierungen zu entwickeln, erscheint insbesondere für den Mittelstand als zu teuer und wird nicht für notwendig erachtet.

Die Mindestkriterien für den Bereich Menschen im ersten Zielniveau sind:

- Verantwortlichkeiten für BIM-relevante Leistungen müssen zugewiesen und von qualifiziertem Personal ausgeführt werden
- Ein klares Bekenntnis zu einem kooperativen, fairen, transparenten und partnerschaftlichen Verhalten, z.B. durch die Erstellung einer Projekt-Charta oder dem dokumentierten Bekenntnis zum „Leitbild Bau“

Daraus resultieren die folgenden Empfehlungen:

5.5.1 Beschreibung von BIM-relevanten Leistungsbildern

Eine der wichtigsten Fragen bei der Abwicklung von Bauprojekten ist immer wieder: wer macht was, wer ist wofür verantwortlich und wer trägt welches Risiko? Durch die Einführung der BIM-Methode verändern sich traditionelle Aktivitäten, neue kommen hinzu und Verantwortungen müssen anders verteilt werden. Es besteht aktuell Unklarheit darüber, wie diese Neuverteilung aussieht und welche Rollen und Leistungsbilder sie betrifft.

Was ist zu tun:

BIM-relevante Leistungsbilder müssen einheitlich beschrieben und benannt werden. Erst wenn diese Voraussetzung geschaffen ist, können daran ausgerichtete Schulungs- und Ausbildungsinhalte entwickelt und Qualitätsstandards definiert werden.

Wer sollte aktiv werden:

Aktuell erörtern die zuständigen Gremien des Ausschusses der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V. (AHO) unter Mitwirkung der Mitgliedsverbände für Architekten und Ingenieure, des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB), der betroffenen Verbände der Bauwirtschaft, des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI), des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) sowie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) die Berücksichtigung von BIM in den Leistungsbildern.

Eine koordinierende Stelle ist erforderlich, um sicherzustellen, dass keine widersprüchlichen oder unvollständigen Leistungsbilder auf den Markt gebracht werden und für weitere Unklarheit sorgen. Ein entsprechender Forschungsauftrag des Bundes wird dringend empfohlen.

Aufgrund der hohen Abhängigkeiten anderer Aktivitäten von der Beschreibung der Leistungsbilder muss diese Aktivität mit höchster Priorität behandelt werden.

5.5.2 Entwicklung von ausbildungsrelevanten Inhalten für die akademische Bildung

Die Änderung der Arbeitsweise unter der BIM-Methode muss Eingang in die akademische Ausbildung finden, damit die kommende Generation von Architekten und Ingenieuren mit den Prozessen und Technologien vertraut ist. Gefordert sind in der akademischen Ausbildung die Universitäten, da sie ihren Studierenden die für die Praxis notwendigen Kenntnisse vermitteln sollten. Hier sollten die öffentlichen und privaten Auftraggeber ebenso wie die Verbände der Planungs- und Bauwirtschaft aktiv auf die Universitäten zugehen und gemeinsam nach Wegen suchen, wie die fachlichen Bedürfnisse des modernen Bauens erfüllt werden können.

nierten Zielniveau 1 ergeben, müssen relevante Inhalte in die akademische Bildung aufgenommen werden.

Wer sollte aktiv werden:

Arbeitskreise und Gremien der akademischen Landschaft, unterstützt von Verbänden, Kammern und Praktikern, erörtern die veränderten Anforderungen aus der Praxis an die Ausbildung. Wichtig ist, dass hier fach- und disziplinübergreifend kommuniziert und agiert wird. Die Ergebnisse der laufenden Pilotprojekte fließen in die Entwicklung ein.

Was ist zu tun:

In Anlehnung an die zu erarbeitenden Leistungsbilder und andere Anforderungen, die sich aus dem vorliegenden Stufenplan und dem hier defi-

Eine zentrale Koordinierungsstelle sorgt für einen fachübergreifenden Austausch und verhindert Doppelarbeit. Entsprechende Förderprogramme durch die öffentliche Hand zur Unterstützung der Aktivitäten werden empfohlen.

5.5.3 Entwicklung von ausbildungsrelevanten Inhalten für die nicht-akademische Aus- und Weiterbildung

Anders als andere Länder verfügt Deutschland mit dem dualen Ausbildungssystem über hervorragende Voraussetzungen für eine hochqualitative Aus- und Weiterbildung von nicht-akademischen Berufen. Diese Chance gilt es zu nutzen und neue Berufsbilder, in Abstimmung mit den Inhalten der Leistungsbeschreibungen der BIM-relevanten Rollen, zu schaffen.

Wer sollte aktiv werden:

Die Berufsgenossenschaften und Verbände sind angehalten, eine Anpassung der Aus- und Weiterbildung unter Berücksichtigung von BIM zu entwickeln. Unterstützung erfahren sie durch das Bundesinstitut für berufliche Bildung sowie durch die Forschungsgesellschaft für Straße und Verkehr. Weitere relevante Organisationen sollten in diese Aktivitäten einbezogen werden. Eine zentrale Koordinierungsstelle sorgt für einen fachübergreifenden Austausch und verhindert Doppelarbeit. Entsprechende Förderprogramme durch die öffentliche Hand zur Unterstützung der Aktivitäten werden empfohlen.

Was ist zu tun:

In Anlehnung an die zu erarbeitenden Leistungsbilder und andere Anforderungen, die sich aus dem vorliegenden Stufenplan und dem hier definierten Zielniveau 1 ergeben, müssen relevante Inhalte in die akademische Bildung aufgenommen werden.

6. Zielniveau 2

Konzepte der Industrie 4.0, die momentan maßgeblich für die Fahrzeug- und Maschinenbauindustrie entwickelt und in der Praxis umgesetzt werden, versprechen auch für die Bauindustrie eine erhebliche Effizienz- und Qualitätssteigerung. Im Mittelpunkt steht dabei die Nutzung automatisierter Fertigungstechniken unter Verwendung der vorhandenen digitalen Modellinformationen. Um entsprechende Technologien zu entwickeln, sind zunächst grundlegende Forschungsinitiativen erforderlich. Es wird daher die Auflage eines entsprechenden Forschungsprogramms empfohlen.

Das hier beschriebene erste Zielniveau für digitale Prozesse und Technologien in der Wertschöpfungskette Bau schafft die Grundlagen und Voraussetzungen für eine noch stärker integrierte Arbeitsweise in einer offenen, gemeinschaftlichen Datenumgebung. Das erste Niveau wurde absichtlich so spezifiziert, dass bessere Produkte und Daten mit heute verfügbaren Softwareprogrammen und Werkzeugen, aber vor allem unter bereits existierenden Rahmenbedingungen, geliefert werden können. So soll einerseits die Kostensicherheit bei der Planung und Lieferung von Bauwerken erhöht werden. Andererseits soll dies dazu führen, dass die operativen Kosten bereits in der Planung berücksichtigt werden und Entscheidungen auf der Basis einer verbesserten Informationsgrundlage getroffen werden.

In Zukunft werden Daten und Informationen im Vordergrund stehen, anstatt wie heute Software und Applikationen. Das zweite Zielniveau soll zu einer funktionellen Leistungssteigerung von Bauwerken führen. Besonders bei hochkomplexen Bauwerken, wie beispielsweise Krankenhäusern oder Flughäfen, können die Folgekosten schlechter Planung im Betrieb die eigentlichen Bauwerkskosten um ein Vielfaches übersteigen. Zusätzlich nimmt der Anteil von Neubauten im Vergleich zu Ausbau, Sanierung und Renovierung der Bestandsbauten weiter ab.

In einer zunehmend technologisierten Welt werden Bauwerke durch moderne Management-Systeme betrieben, erhalten und gewartet, wie beispielsweise Smart Meter, Gebäude-Management-Systeme oder, im privaten Bereich, Smart Home-Systeme. Alle diese Systeme benötigen und produzieren große Mengen digitaler Daten. Diese Daten stammen teilweise aus der Planungs- und Bauphase eines Objekts; diese werden als BIM-Daten bezeichnet. Ein sehr viel größeres Volumen an Daten stammt jedoch von Sensoren, Anlagen, Mobilgeräten und Maschinen. Messungen von Sensoren und Mobilgeräten erzeugen eine noch nie zuvor existierende Datenbasis über den Zustand und die Leistungsfähigkeit von Bauwerken. Sie beinhaltet Daten über Temperatur, Luftfeuchte, Energieverbrauch, Nutzerverhalten, Auslastung, Ausfall, Verlustzeit und mehr. Die Daten werden in vielen Einzelsystemen gemessen und als Big Data und über das Internet der Dinge kommuniziert. Untersuchungen zeigen, dass sich der globale Datenverkehr über das Internet, Cloud-basierte Systeme oder mobile Geräte in einem Zeitraum von 2014 bis 2019 verdreifachen wird [5]. Dem „Internet of Everything“ (IoE) und Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M) werden besonders in den Bereichen Gesundheitswesen, Produktion und Fertigung, Einzelhandel sowie Transport starke Wachstumsraten prognostiziert. Die Menge der ermittelten Daten kann analysiert und zur Erkenntnisgewinnung über das Verhalten und die Leistung von Objekten und Systemen genutzt werden.

Die Baubranche ist aktuell von einem linearen Prozess gekennzeichnet: Spezifikation der Anforderungen, Planung, Bau, Inbetriebnahme und Betrieb, Rückbau. Die Dauer dieses Zyklus beträgt in der Regel 50 bis 100 Jahre, teilweise weit mehr.

Eine Rückkopplung der tatsächlichen zur vorgeesehenen Leistungsfähigkeit eines Bauwerks findet selten statt. Um die gewonnenen Erkenntnisse nutzen zu können, muss der lineare Prozess in einen Kreislauf überführt werden, in dem Daten und Informationen, die aus dem Betrieb gewonnen werden, in die Spezifikation und Planung einbezogen wer-

den. Um dies flächendeckend und wertschöpfend zu erreichen, muss ein Zielniveau 2, noch stärker als Zielniveau 1, informationszentrisch ausgelegt sein. Dem hier angewandten Konzept von Daten, Technologie, Rahmenbedingungen, Prozessen und Menschen folgend, könnte ein Zielniveau 2 wie folgt umschrieben werden:

Die Mindestkriterien für Daten sind:

Analysen von Betriebsdaten und daraus gewonnene Erkenntnisse fließen in die Spezifikation von Anforderungen einer Investitionsphase ein. Digitale Daten zu Bauwerken sind in gesicherten, zugänglichen und gut strukturierten Datenumgebungen verfügbar und die Austauschbarkeit von Daten über den gesamten Lebenszyklus wird durch herstellereutrale und technologieoffene Standards sichergestellt. Zudem enthalten digitale Bauwerksmodelle Verknüpfungen zu Dokumenten und anderen Informationsquellen.

Die Mindestkriterien für Rahmenbedingungen sind:

Das Autoren- und Urheberprinzip wird durch projektbezogene Betrachtungen abgelöst und neue Vertrags- und Geschäftsmodelle ermöglichen eine stärkere Einbindung von Kompetenzen aller am Wertschöpfungsprozess Beteiligten.

Die Mindestkriterien für Prozesse sind:

Die gesamte Lieferkette wird zur Optimierung der Prozesskette, inklusive Logistik, Vorfertigung, Beschaffung, etc., eingebunden und das

Schnittstellenmanagement durch Weiterentwicklung des BIM-Referenzprozesses optimiert. Datenschutz und -sicherheit werden sichergestellt.

Die Mindestkriterien für Technologie sind:

Die Nutzung digitaler und „smarter“ Technologien inklusive Datenerfassung, -analyse und -mehrfachnutzung während der gesamten Wertschöpfungskette Planen, Bauen und Betreiben, die Nutzung von Entwicklungen in anderen Industrien und Branchen, beispielsweise der Spieleindustrie, Produktion, Vorfertigung sowie die Automatisierung der Bauverfahren durch den Einsatz von Robotern und Cyber Physical Systems (Industrie 4.0).

Die Mindestkriterien für Menschen sind:

Ein besseres Verständnis des allgemeinen Mehrwerts von gemeinschaftlich genutzten Daten, die Zusammenführung strategischer Ziele bezüglich Umweltschutz, Nachhaltigkeit, Energieeffizienz, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit, das Verständnis von BIM als normale, wertschöpfende und vorteilsbringende Arbeitsweise sowie eine partnerschaftliche Projektkultur.

Zum Erreichen eines solchen Zielniveaus muss konsequent an den Handlungsbereichen des ersten Zielniveaus weitergearbeitet werden.

Hervorzuheben ist insbesondere der Bereich Standardisierung im Bereich der Digitalisierung, unter Berücksichtigung von Daten, Prozessen, Sicherheit, Anlagen und Anwendungen.

Weiterhin muss die Datensicherheit gewährleistet werden.

Die bessere Nutzung technischer Möglichkeiten erfordert den Ausbau von Analysekapazitäten; hier entstehen vielfältige neue Geschäftsmodelle.

Die Akzeptanz neuer Methoden, Verfahren und Prozesse wird stark von dem Verständnis, dem eigenen Mehrwert, den persönlichen Fertigkeiten und den verfügbaren Ressourcen der Akteure abhängen. Daher ist hier ein intensiver Bedarf an Schulung, Ausbildung und der Einführung von Querschnittsdisziplinen festzustellen.

7. Umsetzung und nächste Schritte

Der vorgeschlagene Stufenplan und insbesondere das detailliert beschriebene Zielniveau 1 schafft für alle Beteiligte Klarheit darüber, auf welche Anforderungen sie sich zukünftig einstellen müssen. Ihnen sollte bei der Umsetzung genügend Zeit für die notwendigen Veränderungen eingeräumt werden. Die vielen kleinen und mittelständischen Unternehmen sollen dabei unterstützt werden, den Wandel erfolgreich zu bewältigen. Dennoch muss jedem klar sein, dass die Umsetzung der hier beschriebenen Maßnahmen enormer Anstrengungen bedarf.

Die zu erledigenden Aufgaben sind mit einem finanziellen Aufwand verbunden, der sich nicht nur auf die öffentliche Hand und öffentliche und private Auftraggeber sowie Verbände und Kammern, sondern auch auf die Unternehmen der Planungs- und Bauwirtschaft verteilt.

Das BMVI fördert bereits vier BIM-Pilotprojekte, einschließlich einer Forschungsbegleitung in den Bereichen Straße und Schiene, mit insgesamt ca. 3,8 Mio. €, deren Ergebnisse 2017 vorliegen werden.

Im Bereich der Bundesfernstraßen fördert das BMVI zwei Straßenbauprojekte, die von der DEGES (Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH) durchgeführt werden. Das BMVI plant derzeit in Abstimmung mit den 16 Bundesländern, die die Bundesfernstraßen im Auftrag des Bundes

planen und bauen und bereits in die Erstellung des Stufenplans eingebunden wurden, die Durchführung weiterer Pilotprojekte im Straßenbau. Auch im Rahmen der Beschaffungsvariante ÖPP (Öffentlich-Private-Partnerschaft) im Bundesfernstraßenbereich hat das BMVI angekündigt, Pilotprojekte zu konzipieren. Im ersten Projekt der „neuen Generation“, der A 10/A 24 in Brandenburg, soll BIM innerhalb des Projekts auf einem noch zu definierenden Streckenabschnitt angewendet werden.

Im Bereich Schienenverkehr hat das BMVI angekündigt, die DB Netz AG in den Jahren 2016 bis 2018, über die bereits laufenden Pilotprojekte hinaus, mit Finanzmitteln in zweistelliger Millionenhöhe bei der Durchführung weiterer BIM-Pilotprojekte zu unterstützen. Die DB Netz AG will BIM im Infrastrukturbereich zügig einführen und den Stufenplan umsetzen. Die DB Station & Service AG ist bei der Anwendung von BIM bereits so weit fortgeschritten, dass sie ab 2017 alle Haltestationen mit BIM planen und bauen will.

In den Bereichen Straße und Wasserstraße sollen ebenfalls weitere Piloten zur systematischen Anwendung von BIM auf den Weg gebracht werden. Gegenwärtig sind das BMVI, die Länder und die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung dabei, geeignete Projekte auszuwählen. Weitere Pilotprojekte aus dem Hochbau sind wünschenswert.

Weltweit gehen in vergleichbaren strategischen Ansätzen die entscheidenden Impulse von den Auftraggebern und Betreibern von Bauwerken aus. In Deutschland ist das BMVI aktuell der stärkste Impulsgeber und Initiator auf der politischen Ebene. Künftig werden gerade von den öffentlichen, zunehmend aber auch den privaten Bauherren Signale ausgehen, sich auf die neue Methode umstellen zu wollen.

Zweckmäßigerweise gilt es, bestehende Strukturen und Einrichtungen derart auszurichten, dass sie ihre Arbeit an den o.g. Maßnahmen orientieren. Der Verein buildingSMART e.V. ist seit Jahren national und international bestens aufgestellt. Auch der VDI hat in vielen Bereichen das Thema Digitalisierung bereits fest verankert. Eine Neuorientierung beginnt aktuell beim AHO sowie bei DIN. Weitere Akteure, wie der Gemeinsame Ausschuss

Elektronik im Bauwesen (GAEB)³, die technischen Hochschulen und Universitäten, die Forschungseinrichtungen von Bund und Ländern, aber auch weitere private Unternehmen werden folgen.

Eine wesentliche Rolle kommt hierbei den Verbänden zu. Sie werden neben der Aufklärung und Schulung ihrer Mitglieder, z.B. bezüglich der geänderten Prozesse und der Nutzung von Daten, auch eigene konkrete Arbeiten anstoßen, wie z.B. die Herausgabe gewerkspezifischer BIM-Richtlinien.

Aus dem vorliegenden Stufenplan leiten sich Entwicklungs-, Forschungs- und Förderbedarf ab. Gleichzeitig sind Adressaten benannt, an die sich die Handlungsempfehlungen richten. Ein wichtiger Aspekt ist die Koordination der anstehenden Aufgaben in den nächsten Jahren. ■

3 www.gaeb.de

8. Anhang

8.1 Glossar

AIA	Auftraggeber-Informationen-Anforderungen
AGBs	Allgemeine Geschäftsbedingungen
BAP	BIM-Abwicklungsplan
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BIM	Building Information Modeling
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CAD	Computer Aided Design
CEN	Comité Européen de Normalisation
DEGES	Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
DIN	Deutsches Institut für Normung
GAEB	Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen
IFC	Industry Foundation Classes
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IoE	Internet of Everything
IoT	Internet of Things (Internet der Dinge)
ISO	International Organization for Standardization
LoD	Level of Development
M2M	Machine-to-Machine
OKSTRA	Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen
ÖPP	Öffentlich-Private-Partnerschaften
VDI	Verein Deutscher Ingenieure

8.2 Liste der Beteiligten

Vorname	Nachname	Organisation	Autorengruppe	Teilnahme Expertenwork- shops	Teilnahme Koordinierungs- workshops	Review Gruppe
Lutz	Adam					x
Stefanie	Berkner	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Technologie Land Schleswig-Holstein			x	x
Swetlana	Borchert- Prante	Senatsverwaltung für Stadt- entwicklung und Umwelt, Berlin			x	
André	Borrmann	Technische Universität München	x	x	x	x
Helmut	Bramann	planen-bauen 4.0	x	x	x	x
Werner	Breinig	DEGES Deutsche Einheit Fern- straßenplanungs- und -bau GmbH			x	x
Kolja	Breitbach	Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz			x	
Achim	Carius	MotioMedia				x
Karl-Heinz	Collmeier	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit			x	x
Susann	Cordes	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen			x	x
Frank	Dahl				x	x
Wolfgang	Eckart	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	x	x	x	x
Heinz	Ehrbar	DB Netz AG		x	x	x
Erasmus	Eller	Eller + Eller Architekten GmbH			x	
Martin	Falenski	Bundesingenieurkammer			x	x
Lothar	Fehn Krestas	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung			x	x
Gerit	Fischer	Bundesanstalt für Immobilienaufgaben			x	x
Ralf	Franke	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie				x
Achim	Frieling	Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen				x
Katharina	Gäbel	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit			x	x
Stephan	Gabriel	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin			x	x

Torsten	Ganz	Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt					x
Martin	Gerth	Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen					x
Andreas	Geyer	Zentralverband Deutsches Baugewerbe				x	x
Markus	Glöckner	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr Saarland				x	
Sebastian	Goitowski	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung				x	x
Karl	Goj	Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern					x
Gerd	Grabau	Bund der Öffentlich bestellten Vermessungsingenieure				x	x
Martin	Grassl	Verband Beratender Ingenieure				x	x
Hugo	Gratza	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur					x
Peter	Haardt	Bundesanstalt für Straßenwesen				x	x
Jochen	Hahn	Landesbetrieb Straßenbau Saarland				x	
Elmar	Halbach-Velken	Bundesvereinigung Mittelständischer Bauunternehmen				x	x
Imke	Halbauer	Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen				x	x
Michael	Halstenberg	HFK Rechtsanwälte LLP			x	x	x
Thomas	Hansen	Freie und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer					x
Günther	Hermann	Günther Hermann Architekten					x
Wolfgang	Herrmann	Max Bögl Bauservice GmbH und Co. KG				x	x
Michael	Herrscher	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	x	x		x	x
Angela	Hertel	Bundesanstalt für Immobilienaufgaben				x	x
Sylvia	Hipfl	Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement				x	x
Günther	Hoffmann	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit					x
Burkhard	Horn	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin					x
Martin	Huber						x

Lutz	Irmer	Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr					X
Andreas	Irngartinger	DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH		X	X		X
Arndt	Jäger	Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement			X		X
Frank	Jansen	Verein Deutscher Ingenieure					X
Markus	Kelle	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit			X		X
Gerd	Kellermann	Bundesanstalt für Straßenwesen			X		X
Thomas	Kirmayr	Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP		X	X		X
Gert	Klaiber	Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg					X
Jürgen	Koggelmann	planen-bauen 4.0	X	X	X		X
Markus	König	Ruhr-Universität Bochum	X	X	X		X
Rainer	Kosmider	Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern					X
Elke	Kuhlmann	German Facility Management Association					X
Stephanie	Külzer	Fraport		X			X
Arndt	Lagemann	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur			X		X
Jessica	Langer	SUB Erste Lesung GmbH			X		X
Judith	L'huillier	Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung Brandenburg			X		
Thomas	Liebich	AEC3 Deutschland GmbH	X	X	X		X
Jan Eike	Linkenbach	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur			X		X
Michael	Löring	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung			X		X
Thierry	Mansion	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung			X		X
Regine	Maruska	Zentralverband Deutsches Baugewerbe			X		X
Ilka	May	planen-bauen 4.0	X	X	X		X
Daniel	Mondino	Core Architekten	X	X	X		X
Markus	Mühl	Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen			X		X
Carsten	Neuberg	Landesamt für Straßenbau und Verkehr Sachsen			X		X
Egbert	Neumann	Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung Brandenburg					X

Peter	Noisten	Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP			x	
Klaus	Noll	Ministerium des Innern, für Sport und Infrastruktur Rheinland-Pfalz			x	x
Hans-Georg	Oltmanns	planen-bauen 4.0	x	x	x	x
Felix	Pakleppa	Bundesvereinigung Bauwirtschaft				x
Andreas	Paul	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur			x	x
Gabriele	Peschken	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur			x	x
Lutz	Pinkofsky	Bundesanstalt für Straßenwesen			x	x
Wolfgang	Piroutek	Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr				x
Gunnar	Polzin	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen				x
Tillmann	Prinz	Bundesarchitektenkammer			x	x
Jörg	Przesang	Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt			x	x
Winfried	Pudenz	Landesbetriebs Straßenbau Nordrhein-Westfalen				x
Matthias	Reif	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung			x	x
Patrick	Reininger	MotioMedia			x	x
Jörg	Repple	Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg			x	x
Klaus-Jürgen	Reuter	Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt				x
Harald	Rohr	Fraport AG			x	x
Petra	Rother	Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr			x	x
Bernd	Sablotny	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr Sachsen				x
Andreas	Schade	Landesbehörde Straßenbau Brandenburg			x	
Clemens	Schickel	Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung			x	x
Thomas	Schräder	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau			x	x
Martin	Schuff	Bundesverband Bausoftware			x	x
Rene	Schumann	Hochtief ViCon			x	x
Hannes	Schwarzwälder	Zentraler Immobilienausschuss			x	x
Achim	Sieker	Bundesministerium für Arbeit und Soziales				x

Frank	Steffens	Bundesvereinigung Mittelständischer Bauunternehmen			x	x
Rasso	Steinmann	Hochschule München				x
Ingrid	Strohe	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung			x	x
Manfred	Tiedemann	Bundesvereinigung der Prüfungenieure für Bautechnik				x
Jan	Tulke	Hochtief ViCon	x	x	x	x
Hans Günter	van Deel	Bundesministerium der Verteidigung				x
Hans-Joachim	von der Osten	Thüringisches Landesamt für Bau und Verkehr			x	
Annette	von Hagel	Bundesanstalt für Immobilienaufgaben		x	x	x
Dieter	von Weschpfenning	Die Bundesanstalt für Straßenwesen				x
Thilo	Wachholz	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt			x	x
Reinhard	Wagner	Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr			x	x
Anna	Wanderwitz	SUB Erste Lesung GmbH			x	x
Albert	Weber	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur			x	x
Malte	Welschoff	Bundesministerium für Bildung und Forschung				x
Siegfried	Wernik	buildingSMART e.V.				x
Donata	Widera					x
Karl	Wiebel	Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr				x
Christoph	Wilk	Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr				x
Gunther	Wölfle	buildingSMART e.V.				x
Erhard	Wollny	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Technologie Land Schleswig-Holstein				x

8.3 Referenzen

[1] British Standard Institute, 2013:

Specification for information management for capital/
delivery phase of construction projects using Building Information Modelling.

Zugriff: <http://shop.bsigroup.com/navigate-by/pas/pas-1192-22013/>

(abgerufen 11.09.2015)

[2] Bundesarchitektenkammer, Bundesingenieurkammer, Bundesverband Baustoffe - Steine und Erden, Bundesvereinigung Mittelständischer Bauunternehmen, GEFMA Deutscher Verband für Facility Management, Hauptverband der Deutschen Bauindustrie, Industriegewerkschaft Bau- en-Agrar-Umwelt, Verband Beratender Ingenieure, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau, Zentralverband Deutsches Baugewerbe und Zweckverbund Ostdeutscher Bauverbände (Hrsg.), 2009:

Leitbild Bau.

Zugriff: http://www.bauindustrie.de/media/attachments/Leitbild_Bau_final.pdf

(abgerufen 11.09.2015)

[3] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2013:

BIM-Leitfaden für Deutschland. Information und Ratgeber.

Zugriff: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/3Rahmenbedingungen/2013/BIMLeitfaden/Endbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=2

(abgerufen am 20.05.2015).

[4] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), 2015:

Reformkommission Bau von Großprojekten. Endbericht.

Zugriff: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/reformkommission-on-bau-grossprojekte-endbericht.pdf?__blob=publicationFile

(abgerufen 11.10.2015)

[5] Cisco, 2015:

Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2014–2019.

Zugriff: http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/ip-ngn-ip-next-generation-network/white_paper_c11-481360.pdf

(abgerufen 03.11.2015).