

Datenanalysekonzept für die Anwendung von BIM in der Bauausführung von Infrastrukturprojekten

Tim Noack¹ , Philip Markert², Björn Buuck³, Caroline Barr², Al-Hakam Hamdan³, Chongjie Kang¹ 
and Steffen Marx^{1,2} 

¹Institut für Massivbau (IMB), TU Dresden, Dresden, Germany

²Marx-Krontal Partner GmbH, Weimar, Germany

³A+S Consult GmbH, Dresden, Germany

E-mail(s): tim.noack@tu-dresden.de, philip.markert@marxkrontal.com, bjoern.buuck@apluss.de,
caroline.barr@marxkrontal.com, al-hakam.hamdan@apluss.de, chongjie.kang@tu-dresden.de,
steffen.marx1@tu-dresden.de

Abstract: Building Information Modelling (BIM) wird durch verschiedene Vorgaben von Behörden im Infrastrukturbau wie beispielsweise dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) bereits bei der Planung vieler Infrastrukturprojekte eingesetzt. Bei der Bauausführung hingegen kommt BIM aktuell nur in Pilotprojekten zum Einsatz. Im Zuge des Testprogramms „BIM2Build“ wurden und werden nun auch bei Projekten der DB InfraGO BIM-Methoden bei der Bauausführung eingesetzt. Durch systematische Analysen und Vergleiche von ausgewählten Projekten untereinander und mit vergleichbaren konventionellen Planungen wird eine Bewertung der Effizienz- und Qualitätssteigerung durch die Anwendung der BIM-Methodik angestrebt. Für diese Analyse wird ein Datenanalysekonzept erarbeitet, bei dem quantitative und qualitative Bewertungsparameter gefunden werden, die einen positiven oder negativen Beitrag von BIM zur Effizienz- und Qualitätssteigerung der Bauausführung objektiv messbar machen. Eine Bewertung der extrahierten Parameter erfolgt über Schulnoten. Um den Einfluss der unterschiedlichen Parameter auf das Endergebnis zu erfassen, wird zudem eine Wichtung der Bewertungsparameter vorgenommen. Durch die Kombination aus vergebenen Noten und Wichtung lassen sich die unterschiedlichen Infrastrukturprojekte objektiv und vergleichbar bewerten. Basierend auf den Erkenntnissen der Analyse werden in zukünftigen Schritten aus den analysierten Projekten Standardisierungs- und Optimierungspotenziale ermittelt und Handlungsempfehlungen zur effizienteren Anwendung von BIM bei der Bauausführung von Infrastrukturprojekten abgeleitet.

Keywords: Building information modeling (BIM), Bauausführung, Schieneninfrastruktur, Datenanalyse



DOI: 10.18154/RWTH-CONV-254907. Published in the conference proceedings of the 36. Forum Bauinformatik 2025, Aachen, Germany.
© 2025 The copyright for this article lies with the authors. This publication, except for quotations and otherwise indicated parts, is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.

1 Einführung

Die Verbindung von dreidimensionaler Geometrie mit weiteren Informationen, wie bspw. Materialdaten oder Verknüpfungen zu Bauphasen, in Informationsmodellen hat die Methode des Building Information Modelling (BIM) zu einer der wichtigsten Technologien im modernen Bauwesen befördert. Das Potenzial der Methode ist enorm, weshalb auch deutsche Behörden vorhaben, BIM immer weiter in der Branche zu etablieren. Der „Stufenplan Digitales Bauen“ vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur [1] und die davon abgeleitete VR-I-BIM Strategie der Deutsche Bahn AG (DB) [2] sind prominente Beispiele aus dem Infrastruktursektor. Um das volle Potenzial der Methode auszuschöpfen, sollte diese nicht nur in den Planungsphasen eingesetzt werden, wie es derzeit noch sehr häufig praktiziert wird. Durchgängige digitale Prozesse von der Planungsphase über die Bauphase bis zum Anlagenmanagement werden benötigt. Dafür werden allerdings auf der einen Seite das Know-How aller Beteiligten und auf der anderen Seite Standardisierungen und klare Vorgaben von den Auftraggebern benötigt. Die DB InfraGO AG hat mit dem Ziel, beide Aspekte zu fördern, das Pilotprogramm „BIM2Build“ ins Leben gerufen [3]. In diesem sind verschiedenste Bauprojekte aus der Schieneninfrastruktur vereint, bei denen der Einsatz von BIM in allen Leistungsphasen, besonders aber bei der Bauausführung, getestet werden soll. Nachdem sich mittlerweile einige dieser Projekte in der Ausführungsphase befinden, oder diese sogar bereits abgeschlossen haben, wurde das gleichnamige mFUND-Forschungsprojekt „BIM2Build“ gestartet, in dem die gewonnenen Erfahrungen zur Optimierung und Standardisierung der Anwendung der BIM-Methodik in der Bauausführung von Infrastrukturbauwerken genutzt werden sollen.

2 Methodik

Das Forschungsprojekt verfolgt die Methodik der sogenannten DIKW-Pyramide. Diese basiert auf R. Ackoff 1989 [4] und J. Rowley 2007 [5], die beschrieben haben, wie im Bereich des Informationsmanagements aus Daten Weisheit generiert werden kann. Im Fall von BIM2Build hat die Pyramide den Aufbau nach Abbildung 1. Die hier dargestellte Pyramide besteht aus vier Stufen: Daten (en. *Data*), Informationen (*Information*), Wissen (*Knowledge*) und Weisheit (*Wisdom*).

2.1 Stufe 1: Daten

Für die erste Stufe der Pyramide werden Projektdaten von Schieneninfrastrukturprojekten gesammelt, gesichtet und ihre Qualität geprüft. Die Projekte stammen aus allen Bereichen des Eisenbahnbaus; Eisenbahnbrücken, (Tief-)Bahnhöfe, Tunnel und der Schieneneroberbau wurden hier mithilfe von BIM geplant und ausgeführt. Es werden neben bereits abgeschlossenen Projekten auch in Ausführung befindliche Projekte ausgewertet. Die Daten setzen sich aus vertraglichen Dokumenten wie den Ausschreibungsunterlagen, den Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) und dem BIM-Abwicklungsplan (BAP), BIM-Modellen aus den einzelnen Leistungsphasen, Mengenberechnungen und -abrechnungen, Kosten- und Terminplänen, Protokollen der Bauüberwachung und der Baubesprechungen, Bautagebüchern, Fotos der Bauausführung, Mängellisten und weiteren Dokumenten zusammen. Hinzu kommen Mitschriften von Interviews mit Projektbeteiligten wie beispielsweise aus dem BIM-Management. Dadurch lassen sich auch die Erfahrungen der Beteiligten einbeziehen.



Abbildung 1: DIKW-Pyramide für die Infrastrukturprojektdaten

2.2 Stufe 2: Informationen

Dieser Schritt besteht darin, aus den Daten Informationen zu extrahieren. Das geschieht durch eine Kontextualisierung, Klassifizierung und Verdichtung, um die relevanten Daten zu ermitteln. Diese werden anschließend mithilfe eines eigens aufgestellten Datenanalysekonzepts (siehe Abschnitt 3) analysiert und bewertet.

2.3 Stufe 3: Wissen

Die Projekte werden untereinander und mit der konventionellen Planungs- und Ausführungsweise verglichen, wodurch die in Stufe 2 angehäuften Informationen vernetzt und zu Wissen umgewandelt werden. Durch die Vergleiche lassen sich Vor- und Nachteile der BIM-Methodik für die Ausführung der Infrastrukturprojekte erkennen. Ebenso lässt sich ermitteln, an welchen Stellen in der Planung und Ausführung eine Optimierung der Arbeitsweise mithilfe von BIM möglich ist.

2.4 Stufe 4: Weisheit

Die Stufe der Weisheit besteht aus der Anwendung des Wissens. Aus den in Stufe 3 ermittelten Optimierungspotenzialen lassen sich Handlungsempfehlungen zur optimalen Anwendung der BIM-Methodik ableiten. Neben den Handlungsempfehlungen werden auch Gestaltungshinweise für BIM-Modelle und Informationsaustauschprozesse in den relevanten Leistungsphasen veröffentlicht. Ziel ist eine Optimierung und Standardisierung der BIM-Anwendung für die Ausführungsphase von Infrastrukturprojekten, um durchgängige digitale Prozesse über den Lebenszyklus der betreffenden Bauwerke zu ermöglichen.

3 Datenanalysekonzept

Für die Schieneninfrastrukturprojekte aus dem Testprogramm BIM2Build der DB InfraGO wurde ein Datenanalysekonzept entwickelt, das eine objektive und vergleichbare Bewertung der Anwendung von BIM ermöglichen soll. Das Datenanalysekonzept ist der zentrale Baustein der zweiten Stufe der DIKW-Pyramide (siehe Abschnitt 2.2). Es basiert auf einer Matrix von zwölf Bewertungsparametern, die in Kombination mit Schulnoten und einer Wichtung eine objektive Bewertung jedes Projektes in

Form einer Gesamtnote ermöglichen. Die Abstufungen der Schulnoten sind ausschließlich ganzzahlig zwischen 1 (sehr gut) und 5 (ungenügend), um klare und vergleichbare Bewertungen zu fördern. Es gibt jeweils Checklisten, was erfüllt sein muss, um die Note 1, 2, 3 oder 4 zu vergeben. Eine 5 gibt es bei Nichterfüllung der Anforderungen für Note 4. Für die Wichtungen siehe Abschnitt 3.2. Die Parameter sind in vier Kategorien gegliedert, die nachfolgend genauer erläutert werden.

3.1 Bewertungsparameter

Die zwölf Bewertungsparameter sind dargestellt in Abbildung 2. Sie bauen häufig auf den Handreichungen und Leitfäden der Arbeitsgemeinschaft BIM4INFRA2020 [6] und den anschließend entwickelten Richtlinien und Musterdokumenten der DB und anderer Behörden auf.

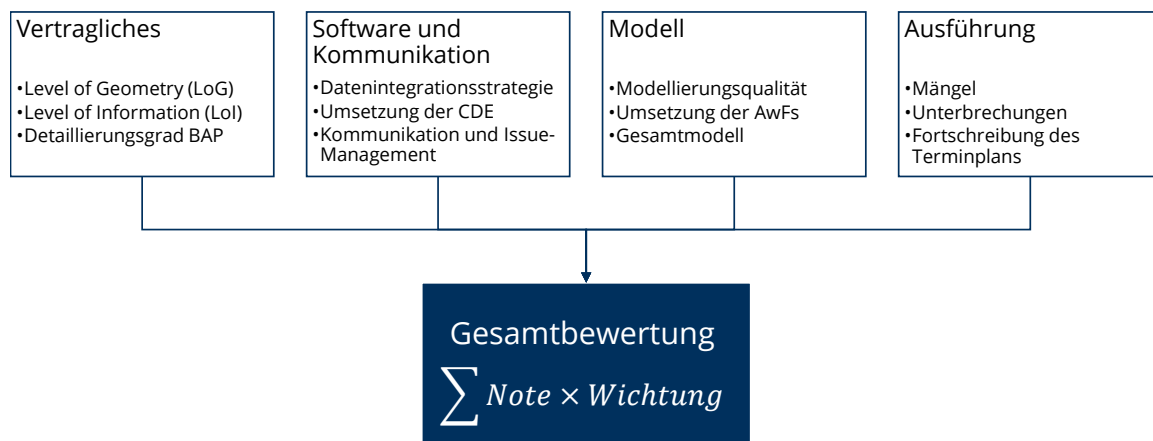


Abbildung 2: Struktur der Bewertungsparameter

3.1.1 Kategorie *Vertragliches*

In den Ausschreibungs- und Vertragsunterlagen gibt es viele Dokumente, die einen erheblichen Einfluss auf das jeweilige Bauprojekt und seine Planungs- und Bauphasen haben. In den beiden Dokumenten AIA und BAP werden die Grundlagen dafür gelegt, dass die BIM-Methodik sinnvoll und reibungslos angewendet wird. Deshalb werden diese auch in den Bewertungsparametern betrachtet und bewertet.

Je weiter ein Projekt voranschreitet, desto höher sollten in den AIA die jeweiligen Anforderungen an die (Fach-)Modelle sein. Nur so kann sichergestellt werden, dass alle für die Ausführung oder den späteren Betrieb relevanten Details modelliert und somit auch bedacht sind. Deshalb sind der geometrische Detaillierungsgrad (*Level of Geometry* - **LoG**) und der Informationsreifegrad (*Level of Information* – **LoI**) jeweils Bewertungsparameter, für die ein Infrastrukturprojekt nur die Note 1 erhält, wenn für jedes Bauteil und für jede Leistungsphase ein angemessener LoG bzw. LoI angefordert ist. Ist der LoG bzw. LoI dagegen nicht für jedes Bauteil und nur für eine Leistungsphase definiert worden, gibt es die Note 3. Wurde überhaupt kein LoG oder LoI vorgegeben, dann wird die Note 5 vergeben.

In den AIA werden weitere Aspekte der BIM-Nutzung vorgeschrieben, diese sind allerdings im BAP detaillierter beschrieben. Deshalb fasst der dritte Parameter aus der Kategorie *Vertragliches* diese Aspekte zusammen: der Parameter **Detaillierungsgrad des BAP** beantwortet folgende Fragen: „Wurden alle Inhalte eines BAP projektspezifisch und ausreichend detailliert beschrieben? Wurde der BAP fortgeschrieben?“ Nur wenn der BAP projekt- und ausschreibungsspezifisch ist, bei signifikan-

ten Änderungen im Projekt fortgeschrieben wurde, die BIM-Anwendungsfälle (AwFs) gelistet und genauer beschrieben sind, digitale Grundlagen, Liefergegenstände und die Lieferzeitpunkte definiert wurden, Rollen und Kommunikation klar erläutert sind sowie Technologien, Modellstruktur und -inhalte beschrieben wurden, gibt es die Note 1. Diese Anforderungen orientieren sich am Muster-BAP der Arbeitsgruppe BIM4INFRA2020 [6] und an den Muster-BAPs der DB InfraGO [7], [8]. Werden nur Teile der Anforderungen oder diese nur unzureichend erfüllt, gibt es eine Abstufung der Note.

3.1.2 Kategorie Software und Kommunikation

Die weiteren Bewertungsparameter haben einen ähnlichen Aufbau und ähnliche Noten-Checklisten wie die drei Parameter aus der Kategorie *Vertragliches*. So wurden für die Kategorie *Software und Kommunikation* die Fragestellungen nach Abbildung 3 definiert.

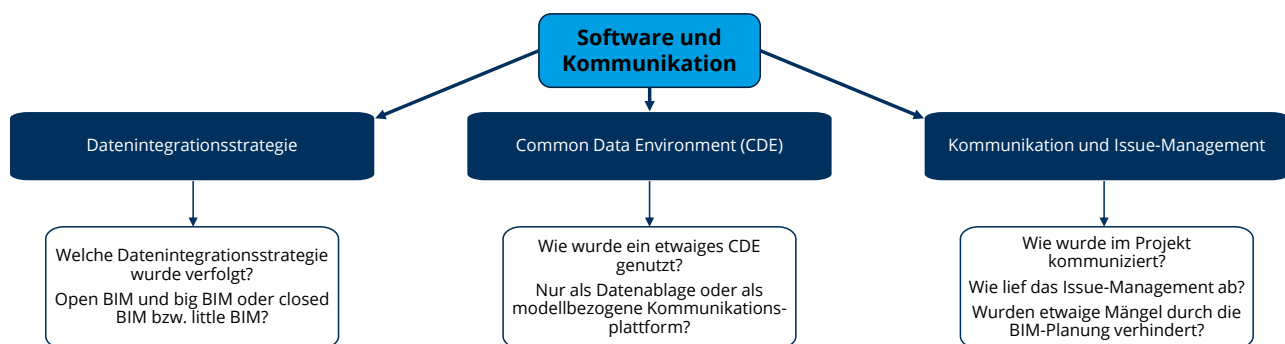


Abbildung 3: Fragestellungen für Kategorie Software und Kommunikation

3.1.3 Kategorie Modell

Die Qualität der Entwurfs- und Ausführungsplanung beeinflusst maßgeblich die Ausführung. Nur, wenn die Modellierungsqualität im BIM-Modell angemessen hoch ist, die BIM-Anwendungsfälle (AwFs) umgesetzt wurden und alles in ein Gesamtmodell zusammengeführt wurde lassen sich die Planungen auch fehlerfrei ausführen. Für die Fragestellungen aus der Kategorie *Modell* siehe Abbildung 4.

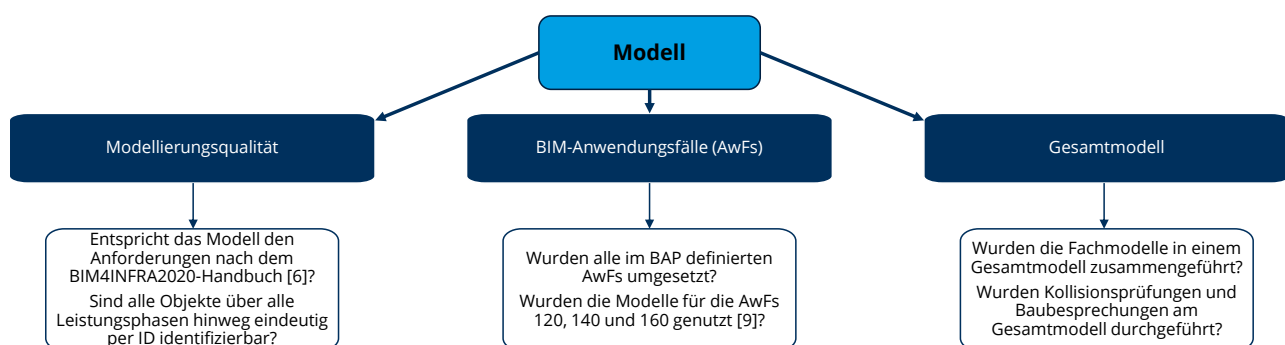


Abbildung 4: Fragestellungen für Kategorie Modell [6], [9]

3.1.4 Kategorie Ausführung

Die Kategorie *Ausführung* soll bewerten, welchen Einfluss die zuvor bewerteten Aspekte der Beschreibung, Planung und Kommunikation auf die tatsächliche Bauausführung hatten. Die Parameter und Fragestellungen sind in Abbildung 5 dargestellt.

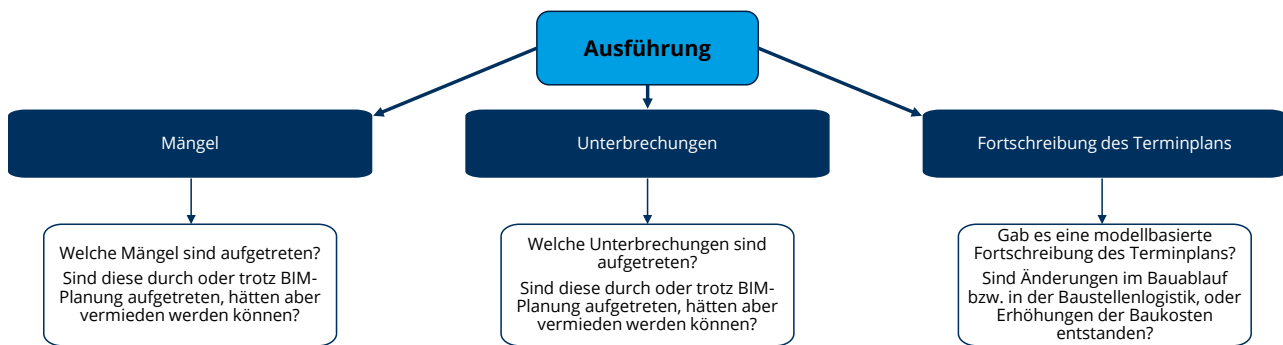


Abbildung 5: Fragestellungen für Kategorie Ausführung

3.2 Wichtungen

Für eine vergleichbare Analyse verschiedener Infrastrukturprojekte mithilfe des zuvor beschriebenen Datenanalysekonzepts wurden Schulnoten eingeführt. Diese können mittels der Wichtungen aus Tabelle 1 zu Kategorienoten und zu einer Gesamtnote für das Projekt verrechnet werden. Die Wichtungen wurden in Abstimmung mit BIM-Experten aus dem Projektteam und der DB InfraGO AG gefunden.

$$\text{Gesamtnote} = \sum \left(\sum \text{Note Parameter} \times \text{Wichtung Parameter} \right) \times \text{Wichtung Kategorie.} \quad (1)$$

Tabelle 1: Wichtungen der Bewertungsparameter

Kategorie	Wichtung Kategorie	Bewertungsparameter	Wichtung Parameter	Wichtung gesamt
Vertragliches	10 %	LoG	25 %	2,5 %
		Lol	25 %	2,5 %
		BAP Detaillierungsgrad	50 %	5,0 %
Software und Kommunikation	35 %	Datenintegrationsstrategie	20 %	7,0 %
		Umsetzung der CDE	40 %	14,0 %
		Kommunikation und Issue-Management	40 %	14,0 %
Modell	30 %	Modellierungsqualität	50 %	15,0 %
		Umsetzung der AwFs	40 %	12,0 %
		Gesamtmodell	10 %	3,0 %
Ausführung	25 %	Mängel	50 %	12,5 %
		Unterbrechungen	25 %	6,3 %
		Fortschreibung des Terminplans	25 %	6,3 %
SUMME	100 %			100 %

4 Fazit

Die Anwendung von BIM in der Bauausführung von Infrastrukturprojekten besitzt große Potenziale, die Ausführung zu optimieren und zu beschleunigen. Dafür muss die BIM-Anwendung in diesem Bereich allerdings standardisiert werden. Für eine erfolgreiche Standardisierung ist eine Analyse der aktuellen Problemstellen und Ableitung von Optimierungspotenzialen notwendig. Für diese Analyse wurde ein Datenanalysekonzept entwickelt, mithilfe dessen BIM-Pilotprojekte aus dem Schieneninfrastrukturbau evaluiert werden sollen. Das Datenanalysekonzept basiert auf zwölf qualitativen Bewertungsparametern, die nach abgeschlossener Analyse eines Infrastrukturprojekts jeweils mit einer Schulnote

zwischen 1 (sehr gut) und 5 (ungenügend) bewertet werden. Durch Checklisten für die Noten wird eine objektive Bewertung und eine einfache Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Projekten garantiert. Mithilfe von Wichtungen lassen sich auch Noten für die Parameterkategorien und das Gesamtprojekt finden. Damit lässt sich leicht überblicken, in welchen Bereichen die BIM-Anwendung bereits gut läuft und wo bei dem jeweiligen Projekt noch Nachholbedarf besteht.

Zu Beginn des Projektes war das Ziel die Konkretisierung der Bewertungsparameter zu Key Performance Indicators (KPIs), also Kennzahlen zur Messung der Effizienz der BIM-Anwendung. Allerdings lässt sich keiner der gefundenen Bewertungsparameter rein mit Kennzahlen bewerten. Es ist immer eine Beschreibung oder eine Auswahl aus einer Liste notwendig. Dadurch wird die Nutzung als KPIs verhindert. Die Bewertungsparameter können auch nicht alle Aspekte beschreiben, die Einfluss auf die BIM-Planung und -Ausführung haben. Dafür ist der Planungs- und Bauprozess zu komplex. Die Parameter sind allerdings eine Ansammlung an Fragestellungen, die die wichtigsten Einflussfaktoren in diesem Bereich behandeln. Dabei wurde sich auf den Einfluss der BIM-Methodik auf Kosten, Bauzeiten und die Entstehung von Mängeln konzentriert. Es wäre sinnvoll, weitere Aspekte und damit auch zusätzliche Parameter in die Bewertung zu integrieren. Dies ist aufgrund des Arbeitsaufwandes für die Analyse und der begrenzten Laufzeit des Forschungsprojekts „BIM2Build“ nicht möglich gewesen, ist aber für eine potentielle Erweiterung des Projekts angedacht. Die hier dargelegten Parameter bilden allerdings die Grundlage für eine erfolgreiche BIM-Anwendung in Infrastrukturprojekten. Die Bewertungsparameter wurden mit Verantwortlichen der DB InfraGO abgestimmt.

Unter den zu analysierenden Projekten befinden sich auch laufende Projekte. Bei diesen kann die Kategorie *Ausführung* nicht im selben Umfang wie bei abgeschlossenen Projekten bewertet werden. Daher werden die Gesamtnoten nicht für den Vergleich herangezogen. Es wird nur mithilfe der Kategorienoten und Parameterwertungen verglichen.

5 Ausblick

Alle Bewertungsparameter lassen sich auf alle Arten von Infrastrukturprojekten anwenden. Nicht nur das, sie sind so gewählt, dass sie sogar im Hochbau angewandt werden können. In diesem Fall müssen allerdings die Dokumente aus der Kategorie *Vertragliches* mit anderen Musterdokumenten und Leitfäden verglichen werden. Auch die AwFs unterscheiden sich zwischen verschiedenen Infrastrukturbetreibern, aber auch zum Hochbau. Ebenso gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Modellierungsvorgaben des Parameters „Modellierungsqualität“ für den Hochbau und den Vorgaben der Arbeitsgruppe BIM4INFRA2020 [6]. Grundsätzlich sind die hier beschriebenen Kategorien aber für alle Bauprojekte relevant, in denen BIM zum Einsatz kommt.

In zukünftigen Schritten wird jedes der Schieneninfrastrukturprojekte mithilfe des Konzepts analysiert und bewertet. Anschließend wird mithilfe der vergebenen Noten und Parameter ein Vergleich der Projekte durchgeführt, in dem ermittelt wird, in welchen Bereichen noch Potenziale zur Optimierung der BIM-Anwendung in der Bauausführung bestehen. Diese Optimierungspotenziale werden abschließend zu Handlungsempfehlungen und zu Gestaltungshinweisen für BIM-Modelle und Informationsaustauschprozesse umgewandelt. Damit soll die Standardisierung von BIM in der Bauausführung von Infrastrukturprojekten und somit eine Digitalisierung der Bauprozesse vorangetrieben werden.

Danksagung

Das Forschungsprojekt „Wissenschaftliche Begleitung der BIM-Prozesse des Baus aktueller Schienen-Infrastrukturprojekte – BIM2Build“ wird vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr im Rahmen des Förderprogramms mFUND (FKZ: 19F1218A) gefördert.

Literatur

- [1] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Hrsg., *Stufenplan Digitales Planen und Bauen*, de, Dez. 2015. Adresse: <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf>
- [2] DB AG, »BIM-Strategie Implementierung von Building Information Modeling (BIM) im Vorstandsressort Infrastruktur der Deutschen Bahn AG«, de, Feb. 2022. Adresse: <https://www.deutschebahn.com/resource/blob/6876006/c4ae3a7c344b770a0e762aa73406598c/Implementierung-von-BIM-im-VR-I-data.pdf>
- [3] DB InfraGO AG, *BIM2Build - Das Testprogramm für BIM in der Bauausführung*, de. Adresse: <https://bim.dbinfrago.com/bim-fahrweg/BIM-Weiterentwicklung/BIM2Build-Das-Testprogramm-fuer-BIM-in-der-Bauausfuehrung-13023790>
- [4] R. L. Ackoff, »From data to wisdom«, en, *Journal of applied systems analysis*, 1989.
- [5] J. Rowley, »The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy«, en, *Journal of Information Science*, Jg. 33, Nr. 2, S. 163–180, Apr. 2007. DOI: 10.1177/0165551506070706
- [6] Arbeitsgruppe BIM4INFRA2020, *Handreichungen BIM4INFRA2020*. Adresse: <https://www.bim4infra.de/>
- [7] DB InfraGO AG, Geschäftsbereich Fahrweg, *Musterdokument BAP - BIM-Projektabwicklungsplan*, de, Dez. 2023. Adresse: <https://www1.deutschebahn.com/resource/blob/12624362/8fe92b06fe672df3a1e5c3b4a44c1414/DB-InfraGO-Fahrweg-BAP-V-6-0-extern-data.pdf>
- [8] DB InfraGO AG, Geschäftsbereich Personenbahnhöfe, *BIM-Projektabwicklungsplan (BAP) - Vorlage*, de, Feb. 2025. Adresse: <https://infoplattform-personenbahnhoefe.deutschebahn.com/resource/blob/7716938/c2f9cc44581ed217c8dcdec975bdec5f/BIM-Projektabwicklungsplan-data.pdf>
- [9] DB InfraGO AG, *BIM-Anwendungsfälle*, de. Adresse: <https://bim.dbinfrago.com/bim-fahrweg/BIM-Standards/BIM-Anwendungsfaelle-5536960>