

Identifikation, Analyse und Vergleich von Reifegradmodellen für Building Information Modeling (BIM)

Maximilian Deubel, Julian Halter

*Maximilian Deubel, Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB),
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Deutschland*

*Julian Halter, Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB), Karlsruher
Institut für Technologie (KIT), Deutschland*

Kurzfassung

Zur Beschreibung des Implementierungsfortschritts bei der Anwendung von Building Information Modeling (BIM) innerhalb eines Projekts oder Unternehmens können Reifegradmodelle verwendet werden. Eine der bekanntesten Einteilungen sind die sogenannten BIM Level aus Großbritannien. Allerdings finden sich in der Literatur viele weitere Modelle, die teilweise präziser differenzieren und umfassendere Bewertungskriterien heranziehen. Die große Anzahl erschwert die Auswahl geeigneter Modelle für ein bestimmtes Unternehmen oder Projekt. Dabei ist es wichtig, den Reifegrad der Anwendung von BIM zu bestimmen, da die Anzahl potentiell umsetzbarer BIM-Anwendungsfälle (AWF) mit zunehmendem Reifegrad wächst. Dieser Beitrag identifiziert daher zunächst bestehende Reifegradmodelle. Aufbauend auf einer tiefgehenden Beschreibung und Analyse erfolgt abschließend ein bewerteter Vergleich der Modelle.

Inhalt

1 Einführung	72
2 BIM-Reifegradmodelle.....	72
2.1 Vorgehensweise zur Identifikation.....	72
2.2 Übersicht bestehender Reifegradmodelle.....	73
2.3 Vergleich der Reifegradmodelle	80
3 Zusammenfassung und Ausblick	82
Literatur.....	84

1 Einführung

Im Mai 2011 hat die britische Regierung eine neue Baustrategie herausgegeben, mit dem Ziel die Kosten der Vermögenswerte im öffentlichen Sektor bis 2016 um 20% zu senken. Um das zu erreichen hatte sie festgesetzt, dass künftig alle Bieter für zentral ausgeschriebene Regierungsprojekte ab dem Jahr 2016 mindestens auf BIM Level 2 anbieten müssen. (vgl. British Standards Institution und Department for Business, Energy and Industrial Strategy 2019). Zwar wurde das Ziel zum genannten Datum nicht vollständig erreicht, dennoch verlief die Umsetzung in überwiegender Form erfolgreich (vgl. Hamil 2016). In Deutschland wird ein ähnliches Konzept verfolgt. Ende 2015 präsentierte der damalige Bundesverkehrsminister Dobrindt den Stufenplan Digitales Planen und Bauen. Ab Ende 2020 sollen alle Projekte im Zuständigkeitsbereich des Verkehrsministeriums auf Leistungsniveau 1 durchgeführt werden (vgl. BMVI 2015, S. 5). Das deutsche Leistungsniveau I ist in etwa mit dem britischen Level 2 vergleichbar. Die Einordnung in die BIM-Level erfolgt mit Hilfe eines Reifegradmodelles, das die verschiedenen Stufen in Form von unterschiedlichen Reifegraden beschreibt. Reifegradmodelle erlauben Aussagen darüber, in wie weit BIM in einem Unternehmen oder Projekt implementiert ist und ermöglichen zudem Vergleiche. Die Anzahl potentiell anwendbarer BIM-Anwendungsfälle steht dabei in Abhängigkeit zum Reifegrad. Für Anwender der Methode BIM ist es daher wichtig zu wissen, auf welchem Reifegrad sie selbst und auch die weiteren Projektbeteiligten sich befinden.

2 BIM-Reifegradmodelle

2.1 Vorgehensweise zur Identifikation

Die Recherche nach BIM-Reifegradmodellen erfolgte über umfassende vorwärts- und rückwärtsgerichtete Literaturrecherchen. Als Ausgangsbasis wurde das Modell der BIM Level aus Großbritannien verwendet. Darauf aufbauend wurde in relevanter Grundlagenliteratur zu BIM sowie mit Hilfe von Google Scholar und digitalen Bibliothekskatalogen recherchiert. Als Suchbegriffe wurden in Kombination mit „BIM“ oder „Building Informati-

on Modeling“ jeweils einzeln die Begriffe „Reife“, „Level“, maturity“ und „capability“ verwendet. Insgesamt konnten durch dieses Vorgehen elf Reifegradmodelle zur Bewertung von BIM identifiziert werden. Daneben existiert das sogenannte Capability Maturity Model (CMM) als allgemeines und ursprüngliches Bewertungsmodell für Software, das jedoch zugleich die Grundlage für die BIM-Reifegradmodelle bildet.

2.2 Übersicht bestehender Reifegradmodelle

2.2.1 Capability Maturity Model

Das von Paulk et al. (1993) entwickelte CMM war ursprünglich dafür gedacht, die Fähigkeiten von Softwareentwicklern beurteilen zu können. Es bildet heute jedoch die Grundlage für viele weitere Reifegradmodelle in verschiedenen Branchen (vgl. Succar 2010, S. 77). Im CMM differenzieren Paulk et al. (1993, S. 10–13) die Fähigkeiten der Anwender in fünf Reifegrade:

- Level 1 (Initial Level): Fähigkeiten für eine Methode oder Prozess sind individuell vorhanden und nicht in der Organisation verankert.
- Level 2 (Repeatable Level): Für die Methode oder den Prozess gibt es dokumentierte Standards.
- Level 3 (Defined Level): Wissen wird aufgebaut, messbare Kennzahlen für die Methode oder den Prozess werden implementiert.
- Level 4 (Managed Level): Organisation orientiert sich an „Best Practices“, Benchmarking mit anderen Organisationen erfolgt.
- Level 5 (Optimizing Level): Organisation betreibt aus sich selbst heraus einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) der Methode oder des Prozesses.

Bedeutsamer als diese Einteilung ist jedoch der Grundgedanke, welche Auswirkungen der zunehmende Reifegrad auf die jeweilige Methode oder den Prozess hat. Abbildung 2.1 stellt diese Auswirkungen beispielhaft an der Erreichung von messbaren Zeit- oder Kostenzielen dar.

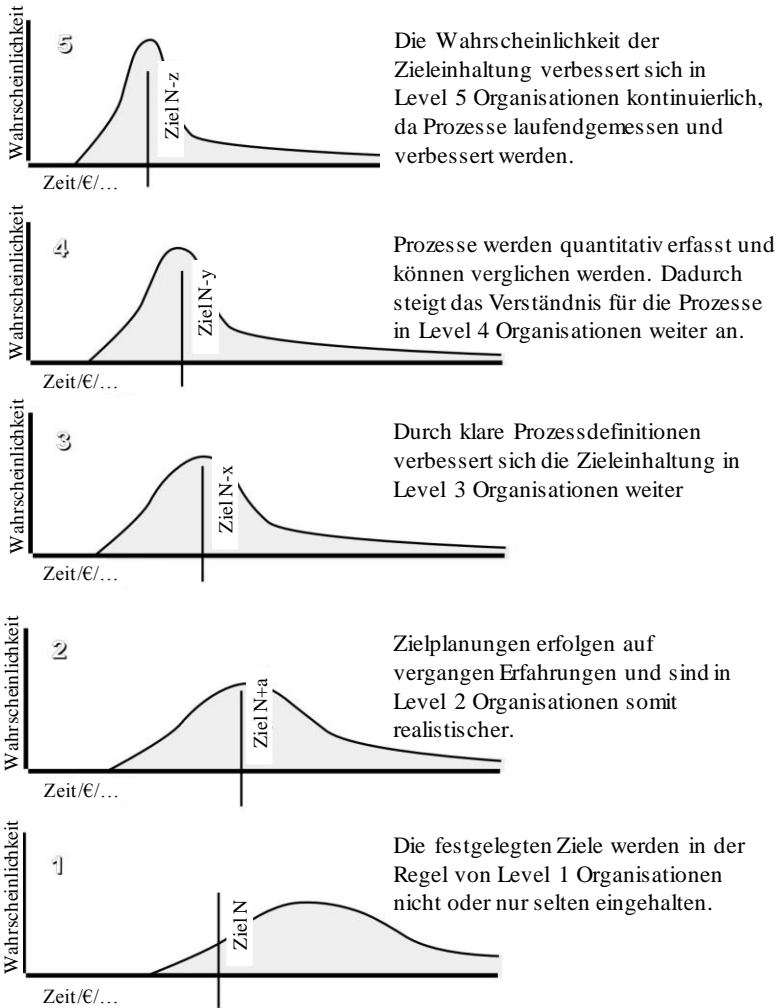


Abbildung 2.1: Verbesserung der Zieleinhaltung durch zunehmenden Reifegrad, basierend auf Paulk et al. (1993, S. 23)

Zusammenfassend bedeutet ein zunehmender Reifegrad (maturity) die Verbesserung einer Fähigkeit (capability). Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass das geplante Ergebnis die gesetzten Ziele (Zeit/€/...) erreicht. Die Fähigkeit gibt folglich Auskunft darüber, ob eine Person oder Organisation überhaupt dazu in der Lage ist eine Aufgabe auszuführen, während der Reifegrad den Erfolg der Ausführung im Hinblick auf die Erreichung der gesetzten Zielerreichung beschreibt.

2.2.2 Interactive Capability Maturity Model

Eines der ersten Modelle, das eine genauere Unterteilung des BIM-Reifegrads ermöglicht, ist das als interaktives Excel-Tool bereitgestellte Interactive Capability Maturity Model vom National Institute of Building Sciences (2007). Es verfolgt das Ziel, die Einhaltung eines Minimalstandards bei der Anwendung von BIM prüfen und damit gewährleisten zu können. Für insgesamt 11 Kriterien werden jeweils die Reifegrade 1 bis 10 beschrieben. Für jedes Kriterium wird der zutreffende Reifegrad ausgewählt und anschließend die Summe der Reifegrade gebildet. Der theoretische Minimalwert beträgt somit 11 (11x1), der Maximalwert 110 (11x10). Der Wert 40 wird als Minimalanforderung festgelegt. (vgl. National Institute of Building Sciences 2007, S. 78)

2.2.3 BIM Maturity Model

Zur Beantwortung der Frage, wie weit die Implementierung von BIM fortgeschritten ist und um Vergleiche zu ermöglichen, hat sich in vielen Publikationen die Einteilung in sog. BIM Level durchgesetzt. Diese Unterteilung stammt aus Großbritannien und geht zurück auf das von Bew und Richards entwickelte BIM Maturity Model. Es differenziert vier verschiedene Reifegrade bei der Anwendung von BIM. Abbildung 2.2 stellt die Reifegrade und die wesentlichen Unterschiede graphisch dar.

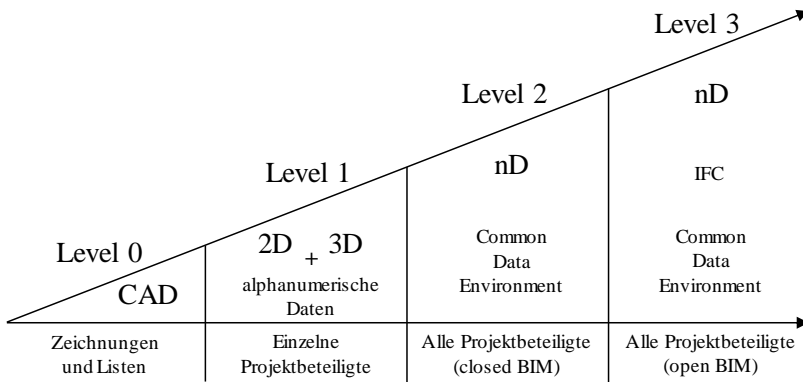


Abbildung 2.2: BIM Maturity Model, basierend auf The British Standards Institution (2013, S. vii)

2.2.4 IU BIM Proficiency Matrix

Die IU BIM Proficiency Matrix wurde 2009 an der Indiana University (IU) entwickelt (vgl. Indiana University 2015). Dieses Tool wird als Excel-Tabelle bereitgestellt und bewertet insgesamt acht Interessensbereiche mit Hilfe von 4 Reifegradstufen. Daraus ergibt sich ein theoretisch möglicher Maximalwert von 32 (4x8) Punkten (vgl. Sacks et al. 2018, S. 337). Die Matrix dient vor allem zur Bewertung der BIM-Erfahrung potenzieller Planer und Auftragnehmer (vgl. Giel und Issa 2013, S. 453).

2.2.5 BIM Maturity Matrix

Basierend auf den bis dato bestehenden Modellen entwickelte Succar (2010) die BIM Maturity Matrix. Die Anwendung ist auf verschiedene Ebenen (vom Weltmarkt bis zur einzelnen Person) skalierbar (vgl. Succar 2010, S. 78). Zudem ist die Granularität der zu bewertenden Kompetenzen von grob (Selbstbewertung) bis sehr fein (Auditierung durch externe Berater) anpassbar (vgl. Succar 2010, S. 92). Zur Bewertung der Kompetenzen verwendet die BIM Maturity Matrix fünf Reifegradstufen (initiiert, definiert, verwaltet, integriert und optimiert) in Anlehnung an das CMM. Im Ergebnis liefert das Modell einen relativen Punktwert, der zwischen 0 und

50 schwankt (vgl. Succar 2010, S. 88–91). Zudem haben Succar et al. (2013) auf der BIM Maturity Matrix aufbauend den Individual Competency Index (ICI) entwickelt, um die BIM Kompetenzen einzelner Personen genauer zu bestimmen. Erneut wurde die BIM Maturity Matrix von Succar und Kassem (2016) zum Point of Adoption Model weiterentwickelt.

2.2.6 BIM QuickScan

BIM QuickScan der niederländischen Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO) aus dem Jahr 2010 bewertet in 4 übergeordneten Bereichen (Organisation und Management, Mentalität und Kultur, Informationsstruktur und -fluss sowie Werkzeuge und Anwendungen) das aktuelle BIM-Leistungsniveau von Planungs- und Bauunternehmen. In den Bereichen werden insgesamt bis zu 50 Kriterien betrachtet, die in Form eines Multiple-Choice-Fragebogens abgefragt werden. Jeder Antwortmöglichkeit ist eine Punktzahl zugewiesen. Nach Berücksichtigung der Gewichtungsfaktoren für die einzelnen Kriterien, lässt sich über die Summe der Punkte eine Aussage über die BIM-Leistung einer Organisation treffen. (vgl. Sebastian und van Berlo 2010, S. 258–261). Im Ergebnis erfolgt eine zusammengefasste Bewertung für die vier übergeordneten Bereiche, die jeweils von 0 bis 5 bewertet werden.

2.2.7 BIM Characterization Framework

Im Rahmen seiner Dissertation hat Gao (2011) einen Bewertungsrahmen zur Bestimmung der Reife von BIM entwickelt, aus dem später die VDC Scorecard entstanden ist. Die Klassifizierung erfolgt über 3 Hauptkategorien, 14 Faktoren und 74 Maßnahmen und ermöglicht eine Bewertung der BIM-Implementierung über drei Stufen (vgl. Gao 2011, S. 138). Zwar ähnelt der Aufbau anderen Methoden, allerdings verwendet er als Ergänzung zu den herkömmlichen Multiple-Choice-Ansätzen offen formulierte Fragen zur Bewertung (vgl. Wu et al. 2017, S. 38).

2.2.8 VDC Scorecard/bimSCORE

Das Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) der Stanford University entwickelte die Virtual Design and Construction (VDC) Scorecard mit

dem Ziel, eine anpassungsfähige und ganzheitliche Bewertungsmethode zu schaffen (vgl. Kam et al. 2016, S. 1). Sie bildet die Grundlage für die kommerziell vertriebene Anwendung bimScore (vgl. bimScore 2019). Die VDC Scorecard bewertet die Reife der BIM-Implementierung in den vier übergeordneten Bereichen Planung, Umsetzung, Technologie und Leistung. Diese Bereiche gliedern sich wiederum in 10 Abteilungen mit insgesamt 56 Kriterien. Die Abfrage erfolgt mittels unterschiedlich gestalteter Fragen auf einem Fragebogen (vgl. Center for Integrated Facility Engineering 2017). Die jeweils erreichten Punkte werden zu einem Gesamtwert aufsummiert, wobei die Bereiche und Abteilungen unterschiedlich gewichtet werden. Die VDC Scorecard ist auf Grund ihres Umfangs zwar sehr zeitaufwändig, zugleich aber auch sehr detailliert. Die Klassifizierung des erreichten Gesamtwerts erfolgt abschließend in fünf Reifegraden (konventionell, typisch, fortgeschritten, erfolgreich, innovativ). Bei der Entwicklung wurde mit Hilfe der Daten von 108 Projekten eine Kalibrierung des Modells durchgeführt (vgl. Kam et al. 2016, S. 16). Durch die so differenziert gewonnenen Benchmarkwerte kann jedes Projekt entsprechend eingeordnet und eine vergleichende Aussage über den erreichten Reifegrad getroffen werden.

2.2.9 BIM Assessment Profile

Das BIM Assessment Profile ist ein Reifegradmodell, das vom Computer Integrated Construction Research Program (CIC) an der Pennsylvania State University entwickelt wurde (vgl. Computer Integrated Construction Research Program 2013). Das Modell beschreibt sechs Kernelemente der BIM Anwendung aus Sicht des Eigentümers (vgl. Computer Integrated Construction Research Program 2013, S. 7). Die Kernelemente sind in insgesamt 20 Unterelemente differenziert, die mit sechs Reifegradstufen (0-5) bewertet werden können. Auf diesem Modell aufbauend wurde von den beiden britischen Ingenieurbüros Arup und Atkins das sog. BIM Maturity Measurement Tool entwickelt (vgl. Jensen 2015). Diese Excel-basierte Anwendung wird u.a. auch von buildingSMART International in ähnlicher Form als Tool zur Bestimmung des Reifegrads von BIM Projekten angeboten. Das Modell kann als ein umfangreiches, zugleich aber auch aufwendiges Bewertungsmodelle bezeichnet werden.

2.2.10 Owner's BIMCAT

Giel und Issa (2014) entwickelten das Modell kurz nach dem BIM Assessment Profile der Penn State University, da sie die dort verwendeten Unterelemente als nicht transparent genug empfanden. Die Zielgruppe des Modells sind Gebäudeeigentümer bzw. Bauherren. In einer mehrstufigen Umfrage wurden insgesamt 66 Kompetenzen identifiziert und priorisiert. Diese sollten erfüllt werden, damit BIM erfolgreich umgesetzt wird (vgl. Giel und Issa 2014, S. 552). Das Vorhandensein jeder Kompetenz kann im Anschluss geprüft und so eine Aussage über die Eignung des jeweiligen Gebäudeeigentümers zur Anwendung von BIM getroffen werden. Der Vorteil der Blickrichtung aus Sicht der Gebäudeeigentümer ist, dass bei dieser Bewertung der gesamte Lebenszyklus berücksichtigt wird und nicht nur eine Fokussierung auf die Planungs- oder Errichtungsphase erfolgt.

2.2.11 BIM Cloud Score

BIM Cloud Score wurde von Du et al. (2014) mit dem Ziel entwickelt, die BIM-Leistung eines einzelnen Unternehmens mit dem aktuellen Stand der gesamten Branche zu vergleichen und dadurch zu verbessern. Aus dem Vergleich lässt sich schließen, in welchen Bereichen der BIM-Nutzung ein Unternehmen noch Verbesserungspotenzial besitzt und demnach entsprechende Maßnahmen einleiten. Das Modell arbeitet mit insgesamt 20 Kennzahlen, die in 6 Bereiche gegliedert sind (vgl. Du et al. 2014, S. 5). Um den Vergleich der Unternehmen untereinander zu ermöglichen, müssen die Daten von vielen Anwendern gesammelt und ausgewertet werden um einen Gesamtüberblick zu bekommen. Diese Datenerfassung erfolgt ebenso wie die Auswertung und Zusammenfassung der Ergebnisse cloudbasiert. (vgl. Du et al. 2014, 1 f.)

2.2.12 InfraBIM-Reifegradmetrik

Die wissenschaftliche Begleitung der vier ersten vom BMVI geförderten BIM-Pilotprojekte hat zur Analyse der einzelnen Projekte und für einen projektübergreifenden Vergleich die InfraBIM-Reifegradmetrik entwickelt (vgl. Borrmann et al. 2017). Diese basiert im Wesentlichen auf der VDC Scorecard und dem BIM Maturity Measurement Tool. Da die bestehenden

Ansätze jedoch nicht die Spezifika des deutschen Markts (z.B. HOAI) berücksichtigen, erfolgte eine Eigenentwicklung, „die die deutschen Randbedingungen berücksichtigt, besser auf Infrastrukturprojekte ausgelegt ist und einen adäquaten Detaillierungsgrad aufweist“ (Borrmann et al. 2017, S. 216). Die InfraBIM-Reifegradmetrik umfasst 62 Kriterien, die jeweils mit Punkten von 0 (nicht vorhanden) bis 5 (optimal umgesetzt) bewertet werden. Die Kriterien sind in 10 übergeordnete Bereiche eingeteilt und bilden die „zeitlichen Phasen der BIM-Anwendung in einem Bauvorhaben ab“ (Borrmann et al. 2017, S. 216). Für jeden Bereich wird eine Gesamtbewertung ermittelt. Eine Ermittlung des Reifegrads für das gesamte Projekt halten Borrmann et al. (2017, S. 215 f.) auf Grund der unterschiedlichen Gewichtungen für nicht sinnvoll.

2.3 Vergleich der Reifegradmodelle

Es stellt sich die Frage, welche Vor- und Nachteile die einzelnen Modelle im Vergleich zu den anderen Modellen aufweisen und ob manche Modelle ggf. besser zur Bewertung des Implementierungsfortschritts von BIM geeignet sind als andere. Diese Vorgehensweise basiert auf den Arbeiten von Wu et al. (2017). Sie haben ebenfalls bestehende Reifegradmodelle identifiziert und anhand von fünf verschiedenen Kriterien (einfache Bedienung, Anwendungsbereich, Flexibilität, Validierung und Verbesserung, Benchmark-Möglichkeiten) miteinander verglichen. Die Ausprägung jedes Kriteriums konnte von 0 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut) bewertet werden. Allerdings fehlen in ihrer Bewertung zum einen die hier vorgestellten Modelle aus den Kapiteln 2.2.1, 2.2.3 und 2.2.12. Zum anderen ist die exakte Bewertung der Kriterien nicht vollständig nachvollziehbar. Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel Kriterien mit unterschiedlichen Ausprägungsmerkmalen vorgestellt, mit deren Hilfe ein nachvollziehbarer Vergleich der Modelle erfolgt. Tabelle 2.1 zeigt die vollständige Übersicht der 12 Reifegradmodelle mit ihrem Entwickler und Erscheinungsjahr, die Anzahl der im jeweiligen Modell verwendeten Reifegradstufen und Bewertungskriterien sowie die nachfolgend erläuterten vier Vergleichskriterien (Bedienbarkeit, Betrachtungsrahmen, Skalierbarkeit und Optimierungsvorschläge).

Tabelle 2.1: Vergleich bestehender Reifegradmodelle

Bezeichnung	Entwickler	Erscheinungsjahr	Anzahl Reifegrade	Anzahl Bewertungskriterien	Bedienbarkeit	Betrachtungsrahmen	Skalierbarkeit	Optimierungsvorschläge
Capability Maturity Model	Paulk et al.	1993	5	-	einfach	umfassend	gering	gering
Interactive Capability Maturity Model	NIBS	2007	10	11	einfach	mittel	gering	gering
BIM Maturity Model	Bew, Richards	2008	4	-	einfach	eingeschränkt	gering	gering
IU BIM Proficiency Matrix	Indiana University	2009	4	8	einfach	eingeschränkt	gering	gering
BIM Maturity Matrix	Succar	2010	5	34	komplex	umfassend	hoch	gering
BIM QuickScan	TNO	2010	6	50	einfach	umfassend	gering	gering
BIM Characterization Framework	Gao	2011	3	74	komplex	mittel	gering	umfassend
VDC Scorecard	Stanford CIFE	2013	5	56	komplex	umfassend	mittel	umfassend
BIM Assessment Profile	Penn State CIC	2013	6	20	mittel	umfassend	mittel	gering
Owner's BIMCAT	Giel, Issa	2014	6	66	einfach	umfassend	gering	gering
BIM Cloud Score	Du et al.	2014	6	20	komplex	eingeschränkt	gering	umfassend
InfraBIM-Reifegradmetrik	Borrmann et al.	2017	6	62	einfach	umfassend	gering	gering

Von Wu et al. (2017) wurde das Kriterium der Bedienbarkeit übernommen. Die Ausprägung wurde jedoch auf die drei Stufen „einfach“, „mittel“ und „komplex“ reduziert. Dies ergibt eine hinreichende Genauigkeit, um eine vergleichende Aussage zu treffen. Sofern die Bedienbarkeit des Modells intuitiv ist, wurde es als „einfach“ eingestuft. Wenn die Anwendung nicht ohne kurzes Einlesen möglich war, wurde „mittel“ zugewiesen. „Komplex“

bedeutet, dass eine umfangreichere Einarbeitung zur Anwendung notwendig ist.

Das Kriterium Betrachtungsrahmen unterscheidet, wie umfangreich die Reifegradmodelle einzelne Phasen eines Bauprojekts berücksichtigt. Beispielsweise legen manche Modelle den Fokus überwiegend auf die Planungsphase und sind somit „eingeschränkt“ wohingegen andere Modelle den gesamten Lebenszyklus betrachten und somit als „umfassend“ einzustufen sind.

Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit ist die Skalierbarkeit der Anwendung. Darunter ist die Anpassung auf bspw. ein Projekt bzw. Unternehmen, auf einen Projektbeteiligten bzw. eine Abteilung oder eine individuelle Person zu verstehen. Die meisten Modelle bieten keine Anpassungsmöglichkeiten. Ihre Skalierbarkeit ist „gering“. Die umfassendsten Möglichkeiten bietet die BIM Maturity Matrix und wird daher als „hoch“ eingestuft. Bei weniger umfangreichen Skalierungsmöglichkeiten erfolgt die Einstufung in „mittel“.

Zusätzlich liefern manche Modelle zum Abschluss der Bewertung Optimierungsvorschläge und geben damit eine Auskunft darüber, wie ein höherer Reifegrad erreicht werden könnte. Prinzipiell kann bei jedem Modell anhand der Bewertungsweise eigenständig ein Rückschluss gezogen werden, welche Maßnahmen eine bessere Bewertung ergeben würden. Diese Modelle geben jedoch keine eigenen Vorschläge und werden daher als „gering“ eingestuft. Auf der anderen Seite liefern einzelne Modelle zum Teil „umfassende“ Optimierungsvorschläge.

3 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurden Reifegradmodelle zur Bewertung der Implementierung von BIM identifiziert und die wesentlichen Funktionsweisen kurz erläutert. Insgesamt wurden 12 Modelle erfasst und analysiert. Die Reifegradmodelle unterschieden sich zum Teil in ihrem grundlegenden Aufbau und der Herangehensweise. Auch der Detaillierungsgrad ist von Modell zu

Modell verschieden. Aus diesem Grund wurden Vergleichskriterien festgelegt um eine Einschätzung über die Anwendbarkeit der Modelle zu erhalten. Alle Modelle bewerten in teils unterschiedlichen Betrachtungsrahmen den Implementierungsfortschritt von BIM. Dabei kann die grundsätzliche Tendenz festgestellt werden, dass eine umfassende Bewertung eine aufwändige Bedienung und entsprechenden Ressourceneinsatz erforderlich macht.

Was die Modelle hingegen bisher nicht bewerten ist der Nutzen, der aus der Anwendung von BIM bzw. der Implementierung resultiert. Zudem treffen sie keine Aussagen darüber, wie hoch der tatsächliche Implementierungsaufwand einzuschätzen ist. Darüber hinaus bleibt der eigentliche Aufwand der Anwendung der Methode BIM im Rahmen der Bewertungen unberücksichtigt. Vor allem die Beantwortung von Fragen dieser Art sind jedoch für Unternehmen, die BIM bereits anwenden oder künftig planen anzuwenden, von großer Bedeutung, damit sie Hilfestellungen zur eigenen Ressourcenallokation erhalten. Ziel weiterer Forschungen des Instituts für Technologie und Management im Baubetrieb am KIT ist es daher ein Modell zu entwickeln, dass in Abhängigkeit des Reifegrads der BIM-Implementierung Aussagen zum tatsächlichen Anwendungsaufwand und dem daraus resultierenden Nutzen treffen kann.

Literatur

- bimScore (2019): bimScore. <https://www.sbi.international/index.php/learnmore/method02> [Zugriff am: 16 April 2019].
- Borrmann, A.; König, M.; Hochmuth, M.; Liebich, T.; Elixmann, R. (2017): Die INFRABIM-Reifegradmetrik. In: Bautechnik, Jahrgang 94, Heft 4, S. 215–219.
- British Standards Institution; Department for Business, Energy and Industrial Strategy (2019): About BIM Level 2. <https://bim-level2.org/en/about/> [Zugriff am: 16 April 2019].
- BMVI (2015): Stufenplan Digitales Planen und Bauen. Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken, Berlin.
- Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) (2017): VDC Scorecard. https://vdcscorecard.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj8856/f/vdc_full_version.pdf [Zugriff am: 16 April 2019].
- Computer Integrated Construction Research Program (CIC) (2013): BIM Planning Guide for Facility Owners, 2 Auflage. https://www.bim.psu.edu/owners_guide/ [Zugriff am: 16 April 2019].
- Du, J.; Liu, R.; Issa, R.R.A. (2014): BIM Cloud Score: Benchmarking BIM Performance. In: Journal of Construction Engineering and Management, Jahrgang 140, Heft 11.
- Gao, J. (2011): A characterization framework to document and compare BIM implementations on construction projects. Stanford, Stanford University, Dissertation.
- Giel, B.; Issa, R.R.A. (2013): Synthesis of Existing BIM Maturity Toolsets to Evaluate Building Owners. In: Becerik-Gerber, B., Brilakis, I., Lee, S. (Hrsg.): Computing in civil engineering. Los Angeles, S. 451–458.
- Giel, B.; Issa, R.R.A. (2014): Framework for Evaluating the BIM Competencies of Building Owners. In: Issa, R.R.A., Flood, I. (Hrsg.): Computing in civil and building engineering: Proceedings of the 2014 International

- Conference on Computing in Civil and Building Engineering. Orlando, S. 552–559.
- Hamil, S. (2016): BIM Level 2 - Was it worth it? <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-level-2-was-it-worth-it> [Zugriff am: 14 April 2019].
- Indiana University (2015): Building Information Modeling (BIM) Guidelines and Standards for Architects, Engineers, and Contractors. <http://www.indiana.edu/~uao/docs/standards/IU%20BIM%20Guidelines%20and%20Standards.pdf> [Zugriff am: 16 April 2019].
- Jensen, C. (2015): BIM Maturity Measurement tool. <https://www.ice.org.uk/knowledge-and-resources/best-practice/bim-maturity-measurement-tool> [Zugriff am: 3 April 2019].
- Kam, C.; Senaratna, D.; McKinney, B.; Xiao, Y.; Song, M. (2016): The VDC Scorecard: Formulation and Validation. <https://purl.stanford.edu/xd249sp3509> [Zugriff am: 16 April 2019].
- National Institute of Building Sciences (2007): National Building Information Modeling Standard: Version 1 - Part 1: Overview, Principles, and Methodologies. https://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2011/06/nbimsv1_p1.pdf [Zugriff am: 16 April 2019].
- Paulk, M.; Curtis, B.; Chrissis, M.; Weber, C. (1993): Capability Maturity Model for Software (Version 1.1).
- Sacks, R.; Eastman, C.M.; Lee, G.; Teicholz, P.M. (2018): BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers. 3. Auflage, Wiley, Hoboken.
- Sebastian, R.; van Berlo, L. (2010): Tool for Benchmarking BIM Performance of Design, Engineering and Construction Firms in The Netherlands. In: Architectural Engineering and Design Management, Heft 6, S. 254–263.
- Succar, B. (2010): Building Information Modelling Maturity Matrix. In: Underwood, J., Isikdag, U. (Hrsg.): Handbook of Research on Building

Information Modeling and Construction Informatics. *Advances in Civil and Industrial Engineering*. Information Science Reference, Hershey, S. 65–103.

Succar, B.; Kassem, M. (2016): *Building Information Modelling: Point of Adoption*. In: *CIB World Building Congress*, Tampere.

Succar, B.; Sher, W.; Williams, A. (2013): *An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application*. In: *Automation in Construction*, Heft 35, S. 174–189.

PAS 1192-2:2013: *Specification for information management for the capital/ delivery phase of construction projects using building information modelling*. The British Standards Institution, London.

Wu, C.; Xu, B.; Mao, C.; Li, X. (2017): *Overview of BIM maturity tools*. In: *Journal of Information Technology in Construction*, Heft 22, S. 34–62.