Titel:

Erfolgskritische Faktoren in exemplarischen Building Information Modeling-Anwendungsfällen: Eine Analyse unter der Beachtung schleppender Digitalisierung und organisationaler Veränderungen

Zusammenfassung zur Promotionsschrift

zur Erlangung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)
an der Fakultät Bauingenieurwesen
der
Bauhaus-Universität Weimar
vorgelegt von

Franziska Weise
geb. am 01.07.1989

11.03.2022

Status: interne Doktorandin

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt,
Professur Baubetrieb und Bauverfahren

Unterschrift Betreuer
Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt

Problemstellung und Zielsetzung

1. Mit der Digitalisierung entstehen innovative Organisationssysteme für Bauprojekte. Die deutsche Bauwirtschaft ist im Vergleich zu anderen Branchen noch digital rückständig. Es fehlen technologiebezogene Kompetenzen und die erforderliche Re-Organisation von Arbeitsprozessen für eine digitale Arbeitsumgebung.
2. Herausforderungen der Digitalisierung sind vor allem Schwierigkeiten der Vereinheitlichung bestehender und innovativer IT-Systeme, die fehlende Anwendungskompetenz für einzelne digitale Instrumente, die bisher fehlende digitale Weiterbildung Mitarbeitender und der als zu hoch erachtete innerbetriebliche Implementierungsaufwand in die bestehenden Prozessstrukturen. Der Mittelwert des Digitalisierungsindexes liegt bei 58 Punkten von 100. Die Digitalisierung der deutschen Bauwirtschaft ist mit 52 Indexpunkten in der gesamtdeutschen Wirtschaft unterdurchschnittlich.
3. Building Information Modeling (BIM) erfordert als digitale Arbeitsmethodik im Bauwesen einen disruptiven Veränderungsprozess für Organisationsstrukturen in Bauprojekten und –unternehmen. BIM basiert auf digitalen dreidimensionalen objektorientierten Modellen, die alle bauwerksbezogenen Informationen zur Verfügung stellen.
4. Kleine und mittelständische Unternehmen generieren über 70 % des Umsatzes in der deutschen Bauwirtschaft. Die hierbei betrachteten bauwirtschaftlichen Bereiche weisen folgende Umsatzanteile im KMU-Bereich auf: Bauplanung über 80 %, Bauhauptgewerbe ohne Ausbau über 70 %, alleinig Ausbaugewerbe über 90 %. Der KMU-Bereich ist vorherrschend in der gesamten Wertschöpfungskette Bau, ist in der Entwicklung digitaler Kompetenzen aber rückständig.
5. Die derzeitige BIM-Praktizierung umfasst beinahe ausschließlich Einzelanwendungen und keine projektdurchgängigen BIM-Anwendungsfälle. Die Einzelanwendungen verteilen sich im Bauplanungsbereich auf native Modellierung im Entwurf und die Koordination von Fachgewerken bis zur Leistungsphase 3 nach HOAI. Die Ausführung in Leistungsphase 8 nach HOAI betrifft die BIM-basierte Baustellenlogistik, Vorgänge zur Leistungsverzeichniserstellung sowie die terminliche Gewerkekoordination. Es bestehen auch 2022 noch hemmende Bedingungen, die vor allem das BIM-konforme Informationsmanagement betreffen.
6. Das erste Teilziel dieser Arbeit ist ein entwickeltes BIM-Strukturmodell auf Basis aktueller Richtlinien- und Standardisierungsarbeit. Es bildet den Rahmen notwendiger BIM-Strukturen im Bauprojekt.
7. Das zweite Teilziel ist ein Modell zur Prüfung von Risiken aus BIM-Anwendungsfällen (AWF) in Modellprojekten der Forschung und Praxis. Daraus werden erfolgskritische Faktoren (ekF) abgeleitet und in eine ekF-Risikomatrix überführt.
8. Als drittes Teilziel wird ein KMU unterstützendes BIM-Anwendungsinstrument in Form von BPMN-Abläufen (Business Process Model and Notation) notwendig. Unternehmen ohne Anwendungsexpertise erhalten auf diese Weise einen niederschwelligen Zugang, um die kollaborativen und wirtschaftlichen Vorteile der digitalen Arbeitsmethodik zu erkennen und Risiken in der Erstanwendung zu vermeiden.

Stand der Wissenschaft

9. Die von der öffentlichen Hand vorgesehene Vorbereitungszeit seit 2015 bis zur wettbewerbsreifen, flächendeckenden BIM-Praktizierung in Deutschland ab 2020 für Infrastrukturbauvorhaben erscheint als nicht ausreichend für die risikofreie Anwendung in Bauprojekten. Auch im Jahr 2022 ist die BIM-Anwendung in der deutschen Bauindustrie noch stark gehemmt.
10. Es sind verschiedene Implementierungshilfen von unabhängigen Initiativen, Forschungsverbünden und öffentlichen Institutionen zur Steigerung der BIM-

Anwendung entwickelt worden. Vertiefende Leitfäden bezogen sich zunächst nur auf Teilbereiche der Wertschöpfungskette Bau, wie die Bauausführung und den BIM-basierten Betrieb in CAFM-Zielsystemen (Computer Aided Facility Management).

11. Gezielte Bestrebungen zur Standardisierung von Anwendungsfällen sind seit 2018 im Rahmen eines allgemeingültigen BIM-Prozessmodells erkennbar. Seitdem wird die Prozessperspektive auf Anwendungsfälle für Informationsaustauschanforderungen und Anforderungskataloge für Gebäudedatenmodelle verfolgt.
12. Seit 2018 wurde verstärkt der Lebenszyklus für Bauwerke ganzheitlich in Verbindung mit der BIM-Arbeitsmethodik betrachtet. Die Zielstellung war zunächst die Katalogisierung von Anwendungsfällen entsprechend der Bauprojektphasen unter Einbeziehung der Perspektive des Auftraggebers. Dies diente der Ermittlung zur Beauftragung von BIM-Leistungen. Weiterhin wurden im Sinne des BIM-Gesamtprozesses Vertragsgrundlagen, BIM-Leistungsbeschreibungen und Leitfäden zu Anwendungsfällen erarbeitet.
13. Die Prozessdarstellungen von Anwendungsfällen wurden von der Autorin in eine wachsende Datenbank eingepflegt. Das geschah mit dem Ziel einer normierten bzw. standardisierten Darstellung, ergänzt um die sequenzielle Zuordnung analog zum BIM-Rollenverständnis.
14. Diese Arbeit baut auf die reine Anwendungsfallperspektive auf und fokussiert sich auf die Organisationsstruktur im BIM-basierten Bauprojekt. Entwickelt wird ein BIM-Strukturmodell, welches notwendige Rahmenbedingungen zur erfolgreichen Durchführung von BIM-basierten Bauprojekten enthält.
15. Die Arbeit grenzt sich außerdem von bisherigen Forschungstätigkeiten zu Anwendungsfällen ab, weil sie gezielt die instrumentelle Risikosensibilisierung für BIM-Erstanwendende verfolgt. Das dabei entwickelte Anwendungsinstrumentarium ist auf jeden Anwendungsfall übertragbar. Die Erfassung von Risiken in der BIM-Anwendung war bisher unterrepräsentiert.
16. Der Fokus der eigenen Forschung liegt auf der Beteiligung von KMU, weil ihnen eine besonders prominente Stellung in der deutschen Bauwirtschaft zukommt. Angestrebt wird die Schaffung eines niederschwelligen Zugangs zur BIM-Anwendung für KMU.

Eingesetzte Methoden

17. Ein systematisches Review bildet die Digitalisierungsrealität der deutschen Allgemein- und Bauwirtschaft sowie die derzeitige BIM-Anwendungsrealität ab. Es wird ein forschungssynthetisierendes Vorgehen durch Konsolidierung von Sekundärdaten verfolgt.
18. Die Filterung der notwendigen Organisationsstrukturen für das BIM-Strukturmodell erfolgt über eine Recherche der derzeitigen Richtlinien- und Standardisierungen zu geltenden Arbeitsweisen im Building Information Modeling. Ein Transfer von der allgemeingültigen Ebene wandlungsbezogener Strukturkategorien hin zu bauspezifischen Organisationsstrukturen wird vollzogen.
19. Für die BIM-Anwendungsfallanalyse werden einzubeziehende Modellprojekte mittels Schlagwortsuche identifiziert. Eine qualitative Inhaltsanalyse mit den darin angewandten Paraphrasierungen evaluiert aus den Primär- und Sekundärdaten die erfolgskritischen Faktoren (ekF) der Anwendungsfälle. Das primäre und sekundäre Datenmaterial generiert sich aus wissenschaftlichen Zwischen- und Abschlussberichten sowie Modellierungstagebüchern und Sitzungsprotokollen.
20. Aus den Ergebnissen der Anwendungsfallanalyse wird eine ganzheitliche ekF-Risikomatrix gebildet und ein visuelles BPMN-Instrument abgeleitet. In dieser Übersicht sind sequenzielle und nachrichtliche Aktivitäten eines Anwendungsfalls gekennzeichnet und um eine Risikoverortung ergänzt. Das Instrument gibt eine überblickartige Auskunft zu erfolgskritischen Aktivitäten und kritischen Strukturkategorien im Anwendungsfall.

Im Wesentlichen erzielte Ergebnisse

21. BIM ist disruptiv, weil Informationsmanagementprozesse und Arbeitsaufgaben neu definiert werden müssen. Das BIM-Strukturmodell konnte die vier erfolgswirksamen Strukturkategorien und deren spezifischen Untereinheiten definieren. Deshalb konnte ein notwendiger Rahmen für BIM-Strukturbedingungen innerhalb eines BIM-basierten Bauprojektes entwickelt werden.
22. Die erste Kategorie Aufbauorganisation bezieht sich vor allem auf eine objektorientierte Modellgliederung nach spezifischen Klassifikationen, um die Zusammensetzung und Zuständigkeiten der Modellteile nachvollziehen zu können.
23. In der zweiten Kategorie Ablauforganisation bedarf es einer Reorganisation. Neudefinierte Informations- und Datenaustauschanforderungen sind festzustellen.
24. Die dritte Kategorie Informationsressourcen adressiert Speicherschemata in gemeinsam genutzten Datenumgebungen und Referenzierungen in den Modellen.
25. Die vierte Kategorie Technologie definiert BIM-Software je Aufgabenbereich und den Informationsaustausch auf Basis unterschiedlicher Dateiformate und Modellarten.
26. Die AWF-Analyse zeigt in 30 evaluierten Anwendungsfällen 54 Dimensionen der ekF, die die Durchgängigkeit der Arbeitsmethodik im Bauprojekt maßgeblich erschweren können und für den flächendeckenden Einsatz hinderlich sind.
27. Die modellzentrierte Kategorie Aufbauorganisation ist gekennzeichnet durch fehlerhafte Bauteileigenschaften, ungenaue Schichtaufbauten und undefinierte Lagezuordnung von Modellteilen im digitalen Bauwerk nach Exporten aus nativer Modellierungssoftware. Außerdem ist eine uneinheitliche Versionierung der Modelle und ein dadurch gestörter Informationsaustausch ersichtlich.
28. Die Kategorie Ablauforganisation weist häufig eine fehlerhafte Granularität der Modelle im Vergleich zur Leistungsphase auf. Außerdem sind Zuständigkeiten für digitale Bauteile sowie Transaktionsdiagramme für Datenübergabepunkte fehlerhaft.
29. Die Kategorie Informationsressourcen ist häufig geprägt von Modellverschiebungen im Zuge der Anwendung verschiedenartiger Koordinationssysteme. Außerdem fehlen notwendige Referenzpunkte für Bauprojektakteure in den übergeordneten Koordinationsmodellen.
30. In der Kategorie Technologie sind fehlende Informationsinhalte bei der Dateiübertragung in nicht-proprietären Dateiformaten ermittelt worden. Außerdem sind automatisierte Mengen- und Massenermittlungen durch eine geminderte Datenqualität verfälscht. Das entsteht durch verschnittene Bauteile und offene Bauteilgeometrien.
31. Die Sammlung aller ekF der Anwendungsfallanalyse lässt die Ableitung eines überblickartigen Instruments zu. Dieses Instrument kann für sämtliche BIM-Anwendungsfälle genutzt werden. Darin sind die Einzelaktivtäten eines Anwendungsfalls und die nachrichtlichen Informationswege optisch dargestellt. In dieser Darstellung werden die erfolgskritischen Risikofaktoren gekennzeichnet. Das dient der Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses der Arbeitsmethodik BIM unter den Akteuren eines Bauprojektes und als Handreichung für die BIM-Anwendung in verschiedenen Leistungsphasen.
32. Aufgrund der dreiteiligen Zielstellung der Arbeit sind die Ergebnisse nachhaltig als Gesamtmodell nutzbar. Erstens kann das BIM-Strukturmodell bei Anpassung an zukünftige Richtlinien und Standardisierungen als Implementierungsgrundlage in Bauprojekten oder auf Unternehmensebene nutzbar bleiben. Zweitens ist das Modell zur Prüfung von Anwendungsfallrisiken auf weitere zukünftig zu entwickelnde Anwendungsfälle übertragbar. Drittens sind die weiteren BPMN-Übersichten aus der zugehörigen Anwendungsfallanalyse ableitbar.