

Building Information Modeling in Verbindung mit industrieller Fertigbauweise – Eine Untersuchung von Mehrwerten und Herausforderungen

Hamid Rahebi¹, Eva Charlotte Römer², Franz-Ferdinand Gloser³  und (Paul) Christian John⁴ 

¹ Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und GOLDBECK GmbH, hamid.rahebi@kit.edu

² Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und GOLDBECK GmbH, eva.roemer@goldbeck.de

³ Karlsruher Institut für Technologie (KIT), franz-ferdinand.gloser@kit.edu

⁴ Karlsruher Institut für Technologie (KIT), christian.john@kit.edu

Kurzfassung

Die Kombination von Building Information Modeling (BIM) mit industrieller Fertigbauweise bietet Potenzial zur Optimierung von Bauprozessen. Dieser Beitrag untersucht die Mehrwerte und Herausforderungen dieser Kombination anhand einer Literaturrecherche und qualitativ ausgewerteter Experteninterviews. Die Ergebnisse zeigen, dass BIM die Planungs- und Ausführungsprozesse durch eine präzisere Koordination, verbesserte Logistik und frühzeitige Fehlererkennung optimiert. Zudem ermöglicht die Standardisierung in der industriellen Fertigung eine effizientere Nutzung digitaler Modelle, wodurch Kosten- und Zeiteinsparungen realisiert werden. Herausforderungen bestehen insbesondere in der hohen Anfangsinvestition, der Notwendigkeit unternehmensweiter Prozessanpassungen sowie der Akzeptanz digitaler Arbeitsweisen in der Praxis. Die Untersuchung unterstreicht die Relevanz von BIM für die industrielle Fertigung.

Schlagwörter BIM, Industrialized Construction, Serielles Bauen, BIM-Anwendungsfälle

Inhaltsverzeichnis

1	Notwendigkeit einer Kombination von BIM und industrieller Fertigbauweise	191
2	Theoretische Grundlagen.....	192
2.1	Industrielle Fertigbauweise.....	192
2.2	BIM in der Ausführungsphase.....	193
3	Methodisches Vorgehen	195
4	Mehrwerte und Herausforderungen aus der Praxis	196
4.1	Mehrwerte.....	196
4.2	Herausforderungen	197
5	Diskussion.....	198
6	Fazit.....	199
7	Literaturverzeichnis	199

1 Notwendigkeit einer Kombination von BIM und industrieller Fertigbauweise

In Deutschland besteht eine wachsende Wohnungsknappheit. Um dem entgegenzuwirken, formulierte die damalige Bundesregierung im Jahr 2021 das Ziel 400.000 neue Wohnungen jährlich zu bauen. Dieses Ziel wurde in den letzten Jahren verfehlt. Beispielsweise lag sowohl im Jahr 2022 als auch im Jahr 2023 die Anzahl der jährlich fertiggestellten Wohnungen bei unter 300.000 [1]. Auch für das Jahr 2026 wird aufgrund von unterschiedlichen Herausforderungen (steigende Zinsen, steigende Material- und Energiepreise, stagnierende Produktivität etc.) eine Stagnation auf 175.000 Wohnungseinheiten prognostiziert [2]. Diese Situation stellt den Bausektor derzeit generell vor erhebliche Herausforderungen [3, S. 1].

Sowohl Building Information Modelling (BIM) als auch die industrielle Fertigbauweise versprechen durch ihr bereits erwiesenes Potenzial einen maßgeblichen Beitrag zur derzeitigen Lage leisten zu können. So benennt bspw. das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur die Einbindung von BIM als eine wichtige Maßnahme, um Großbauprojekte erfolgreich umzusetzen [4, S. 87]. Auch die industrielle Fertigbauweise gewinnt zunehmend wahrnehmbar an Bedeutung. So wurde durch den Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen (GdW) eine Rahmenvereinbarung für serielles und modulares Bauen entwickelt und abgeschlossen, um die Beauftragung von öffentlichen Bauprojekten in industrieller Vorfertigung zu vereinfachen [5].

Dieser Beitrag verfolgt vor diesem Hintergrund das Ziel, Mehrwerte und Herausforderungen von BIM in Verbindung mit der industriellen Fertigbauweise während der Bauausführung zu identifizieren, um Potentiale für eine schnellere Fertigung von Bauvorhaben zu erreichen.

2 Theoretische Grundlagen

Zu Beginn wird auf die Definition und Charakteristika der industriellen Fertigbauweise eingegangen. Darauf aufbauend wird die Methode BIM im Kontext der Bauausführungsphase und der industriellen Fertigbauweise beschrieben.

2.1 Industrielle Fertigbauweise

Obwohl die *industrielle Fertigbauweise* (engl. Industrialized Construction, kurz: IC) in den letzten Jahren viel Aufmerksamkeit erfahren hat, ist das Konzept nicht neu [6, S. 22]. Die industrielle Fertigbauweise ist ein umfassender Ansatz, der die zentralisierte Produktion von Bauprodukten (außerhalb der Baustellen) mit der dadurch möglichen Standardisierung und Optimierung von Arbeitsprozessen verbindet. Dies geschieht durch den Einsatz sogenannter industrieller Methoden und Technologien. Spezialisierte Fertigungsanlagen werden für die (teil-)automatisierte Fertigung von Bauteilen eingesetzt. [7].



Abbildung 2-1 Serielles Fertigbauteil GOLDBECK [8] & Raummodul Max Bögl Modul AG [9]

Die industrielle Fertigbauweise basiert auf dem Ansatz der dezentralen Vorfertigung großer Bauteile, wobei die Vorfertigung zwischen **serielle und modulare Fertigung** unterschieden werden kann. Serielle Fertigung zeichnet sich durch die standardisierte Produktion weitgehend ähnlicher Bauteile in großer Stückzahl aus. Vorgefertigte Bauteile sind z. B. Deckenelemente oder Wandelemente (siehe Abbildung 2-1, links). Beim modularen Bauen wird dieser Fertigungsansatz dahingehend erweitert, dass ganze Raumzellen oder Module (siehe Abbildung 2-1, rechts) vorgefertigt werden. [10] Diese Module enthalten zudem oftmals bereits vorinstallierte technische Systeme, Fenster oder Innenausstattungen, wodurch sich die Montagezeiten auf der Baustelle deutlich reduzieren. Die serielle Fertigung kann also sowohl einzelne standardisierte Bauteile als auch ganze standardisierte Baumodule bereitstellen. Der Begriff modulares Bauen bezieht sich demnach explizit auf das Bauen mit (meist seriell) vorgefertigten Baumodulen.

Die Nutzung der industriellen Fertigbauweise wirkt sich grundlegend auf die Abläufe im Bauprozess aus. Bei klassischen bzw. konventionellen Bauvorhaben dominiert eine vorwiegend projektorientierte Denkweise, in der Bauherren individuell erstellte Unikate in Auftrag geben. Bei der industriellen Fertigbauweise wird das Bauvorhaben als Produkt betrachtet, um möglichst viele Arbeitsschritte und Bauteile zu standardisieren. Bei einem neuen Projekt erfolgt somit keine komplett Neuplanung, sondern lediglich eine Konfiguration der entwickelten Bauelemente bzw. -module. Dadurch ergibt sich der prozessuale Vorteil, dass die Vorfertigung der Bauelemente (abseits der Baustelle) und bspw.

die vorbereitenden Tiefbaumaßnahmen parallelisiert abgewickelt werden können. Eine Gegenüberstellung der konventionellen Bauweise und der industriellen Fertigbauweise ist in Abbildung 2-2 dargestellt.

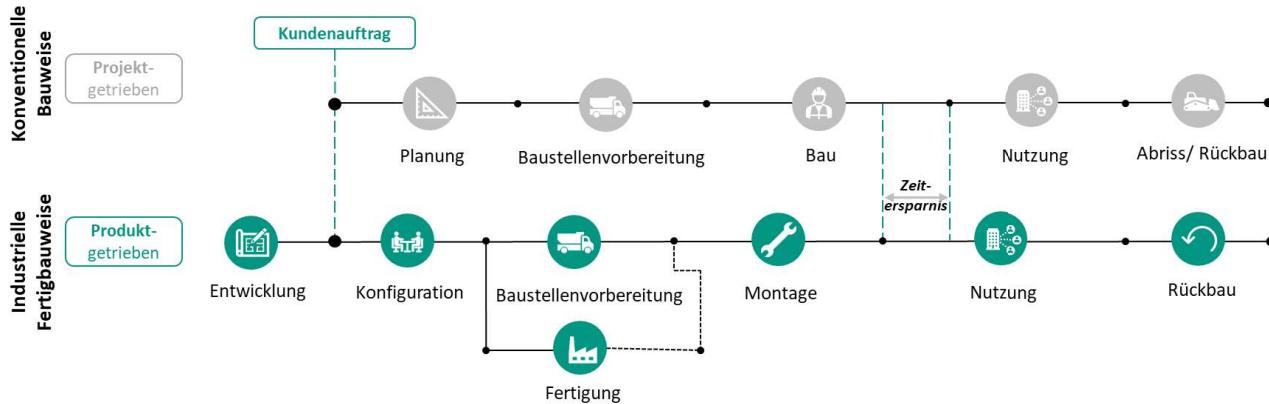


Abbildung 2-2 Gegenüberstellung konventionelle Bauweise und industrielle Fertigbauweise (eigene Darstellung)

Generell können durch die Vorfertigung standardisierter Bauteile mehrere Mehrwerte erreicht werden: Die Prozesse in der Produktion können standardisiert und automatisiert werden, wodurch Skaleneffekte und damit Kosten- und Zeitvorteile entstehen. Auch die Qualitätssicherung ist in diesem Setting wesentlich zuverlässiger als auf der Baustelle vor Ort, da sowohl die Produktionsverfahren als auch die Qualitätssicherung kontrollierter ablaufen [11]. Gleichzeitig bringt die industrielle Fertigbauweise aber auch besondere Herausforderungen mit sich. Die Logistik wird umfangreicher und hat ein größeres Störpotenzial für den Bauablauf, da die Anlieferung der vorgefertigten Bauelemente exakt terminiert werden muss, um Verzögerungen und Lagerkosten auf der Baustelle zu vermeiden [12, S. 63].

2.2 BIM in der Ausführungsphase

Building Information Modelling (BIM) ist eine übergreifende Arbeitsmethode und umfasst spezifische Werkzeuge, Prozesse und Technologien [13, S. 617] zur Erstellung und kontinuierlichen Nutzung eines digitalen Gebäudemodells [14, S. 5]. Das Modell integriert dabei eine Vielzahl geometrischer und semantischer Informationen [15, S. 4]. Zu diesen Informationen zählen unter anderem verschiedene Materialeigenschaften, die für die Mengenermittlung, Terminplanung und Kalkulation genutzt werden. Die praktische Einbindung von BIM in einem Projekt erfolgt durch die konkretisierte Verwendung von BIM-Anwendungsfällen (AWF). Jeder Anwendungsfall erfordert eine individuelle Umsetzung an die jeweiligen Projektanforderungen [16, S. 6]. In diesem Kontext rücken BIM-Anwendungsfälle als zentrale Bestandteile einer modernen Bauausführung verstärkt in den Fokus [17, S. 4]. Der ‚Masterplan BIM für Bundesbauten‘ definiert einen BIM-Anwendungsfall als die Durchführung einer bestimmten Tätigkeit (z.B. Modellkoordination) innerhalb eines Projekts unter der Anwendung von Bauwerksmodellen, um die definierten BIM-Ziele im Projekt zu erreichen [18, S. 16]. Auch für die Ausführungsphase in einem Bauprojekt existieren inzwischen zahlreiche definierte BIM-Anwendungsfälle. Die bauausführungsrelevanten BIM-Anwendungsfälle der

etablierten AWF-Kataloge von der CIC Research Group, BIM4INFRA, DB Infra Go sowie dem Masterplan BIM für Bundesbauten sind in der nachfolgenden Tabelle 1 gegenübergestellt und begrifflich zusammengeführt:

Anwendungsfall (AWF)	BIM4INFRA [16]	CIC Research Group [19]	DB Infra Go [20]	Masterplan BIM für Bundesbauten [21]
Visualisierung (AWF 1)	x	x	x	x
Arbeits- und Gesundheitsschutz (AWF 2)	x			
Terminplanung der Ausführung (AWF 3)	x	x	x	x
Baustellen- und Logistikplanung (AWF 4)	x	x	x	x
Baufortschritts- und Qualitätskontrolle (AWF 5)	x	x	x	x
Änderungs- und Nachtragsmanagement (AWF 6)	x			x
Abrechnung von Bauleistungen (AWF 7)	x	x	x	x
Mängelmanagement (AWF 8)	x	x	x	x
Projekt- und Bauwerksdokumentation (AWF 9)	x	x	x	x
Digitale Fertigung (AWF 10)		x		
Mengen- und Kostenermittlung (AWF 11)		x	x	x
Koordination der Fachgewerke (AWF 12)		x	x	x
Ableitung von Planunterlagen (AWF 13)		x	x	x
Modellbasierte Baubesprechung (AWF 14)			x	
3D-Kollisionsanalyse (AWF 15)				x

Tabelle 1: Übersicht BIM-Anwendungsfälle für die Bauausführung (eigene Darstellung)

Nachfolgend werden hierzu ausgewählte BIM-AWF im Kontext der industriellen Fertigbauweise beispielhaft erläutert:

- **AWF 2: Arbeits- und Gesundheitsschutz**

Das Bauen mit vorgefertigten Baumodulen stellt aufgrund der hierfür benötigten schweren Maschinen auf der Baustelle hohe Anforderungen an die Arbeitsvorbereitung und Sicherheit. Die Nutzung von BIM trägt dabei wesentlich zur Optimierung bei: Durch die visuelle Simulation von Bauabläufen können potenzielle Gefahren frühzeitig identifiziert und gezielte Maßnahmen zur Unfallprävention vorab erarbeitet werden. Zudem ermöglicht die virtuelle Darstellung der Baustelle eine gründliche Vorbereitung im Hinblick auf die Definition von Gefahrenzonen und unterstützt damit die strukturierte Planung sicherer Arbeitsabläufe [11, S. 95ff].

- **AWF 4: Baustellen- und Logistikplanung**

Die Vorfertigung von Bauteilen stellt hohe Anforderungen an die Baustellenvorbereitung und Logistikplanung, insbesondere aufgrund der typischen erheblichen Größe der vorgefertigten Bauelemente [22, S. 70]. Der Einsatz von BIM-basierten Simulationen steigert die Planungsgenauigkeit des Ablaufs vor Ort erheblich, da kritische Abhängigkeiten vorher besser erkannt werden können. Mithilfe von BIM kann die Baustellenlogistik entsprechend visualisiert

und in ihren Abläufen simuliert werden, wodurch der Ablauf von Transport- und Montageprozessen vor Ort klarer dargestellt wird, Abhängigkeiten ersichtlich werden und dadurch besser koordiniert werden können [23, S. 6].

- **AWF 5: Baufortschritts- und Qualitätskontrolle**

Im Bauprozess ist die präzise Prüfung jedes Fertigbauteils essenziell, um die Einhaltung der Entwurfsspezifikationen und Qualitätsstandards sicherzustellen. BIM ermöglicht hierbei die digitale Verfolgung und Überwachung von Bauteilen durch ein zentrales Gebäudemodell. Durch die Integration von Informationen zum Status der Bauelemente (z. B. „in Planung“, „in Produktion“, „verbaut“) wird der Zusammenbau kleinerer Komponenten zu größeren Bauteilen auf der Baustelle ersichtlich. Das Gebäudemodell kann dabei so detailliert werden, dass Platzierungen von Schrauben oder Montagewinkel ersichtlich werden. Standarddetailzeichnungen können für die Qualitätsprüfung genutzt werden. Dadurch können Projektbeteiligte den Qualitätsstatus lückenlos nachverfolgen und vorherige Planungsveränderungen einsehen [24, S. 61f].

3 Methodisches Vorgehen

Im empirischen Teil dieser Studie wurden die Erfahrungen von Vertretern unterschiedlicher Bauunternehmen erhoben und ausgewertet, die sowohl Building Information Modeling als auch Industrielle Fertigungswise einsetzen. Da die Kombination beider Ansätze in der Praxis selten angewendet wird und kaum empirische Vorarbeiten existieren, wurde ein qualitatives Forschungsdesign gewählt, um ein vertieftes Verständnis bestehender Perspektiven hinsichtlich von Mehrwerten und Herausforderungen zu gewinnen. Die vorliegende Studie konzentriert sich dabei auf die Analyse individueller Erfahrungen aus konkreten Praxisbeispielen verschiedener Unternehmen.

Zur Erhebung der Daten wurden leitfadengestützte Experteninterviews durchgeführt, die sich an den Empfehlungen von HELFERICH orientierten [25, S. 559]. Der Interviewleitfaden wurde gemäß der Anleitung von BOGNER et al. [26] entwickelt und wurde vor Beginn der Hauptstudie in einem Pretest erprobt, um Verständlichkeit, inhaltliche Relevanz und Struktur zu optimieren. Ausgewählt wurden schließlich zehn Experten, die bereits in Projekten mit BIM und industrieller Fertigungswise gearbeitet haben und eine Mindestberufserfahrung von drei Jahren im Bauwesen vorwiesen. Hierdurch wurde sichergestellt, dass die Befragten auch über ausreichend kontextuelles Wissen verfügen.

Alle Interviews dauerten durchschnittlich etwa 30 Minuten und wurden aufgezeichnet, anschließend transkribiert und anonymisiert. Für die Auswertung der Interviews kam die inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse nach KUCKARTZ UND RADINGER [27] zur Anwendung. Es wurde hierbei ein deduktiv-induktiver Ansatz verfolgt. Konkret wurde zunächst ein Kodierungssystem auf Basis der relevanten Literatur und von Vorgesprächen im Autorenteam abgeleitet, das die zentralen Themenbereiche umfasste. Neue, im Datenmaterial ersichtliche Aspekte, die über diese thematische Eingrenzung hinausgingen, wurden in zusätzlichen Unterkategorien erfasst. Die so gewonnenen Kategorien wurden zwischen den Interviews kontinuierlich abgeglichen, um Konsistenz und Vollständigkeit zu gewährleisten.

Um die Qualität der Studie sicherzustellen, wurden die von STEINKE formulierten Gütekriterien qualitativer Forschung berücksichtigt [28, S. 319ff]. Dazu zählten eine transparente Dokumentation der Entwicklung des Leitfadens und der Auswahl der Stichprobe, die argumentative Interpretationsabsicherung durch Diskussionen im Autorenteam zur Plausibilität und Ergänzung der Ergebnisse sowie ein regelgeleitetes Vorgehen entsprechend den methodischen Leitfäden.

4 Mehrwerte und Herausforderungen aus der Praxis

Die Experteninterviews zeigen sowohl die Mehrwerte als auch die Herausforderungen der Kombination von BIM und industrieller Fertigbauweise (BIM-IC) auf. Die Ergebnisse wurden systematisch kategorisiert und in die Hauptkategorien Mehrwerte und Herausforderungen unterteilt.

4.1 Mehrwerte

Zeit- und Kosteneinsparung

Die Befragten betonen einheitlich, dass die Anwendung der BIM-Methode den Einsatz der industriellen Fertigbauweise stärkt. Die Experten sehen den Vorteil, dass Zeit in der Bauwerksmodellierung eingespart werden kann, wodurch auch Kosteneinsparungen resultieren. Der höhere Grad an standardisierten Bauteilen ermöglicht es Bauunternehmen Bauteile in anderen Projekten wiederzuverwenden und zusätzlich von einem detaillierten Informationsgehalt profitieren. Durch den Einsatz von Bauteilkonfiguratoren kann die Bearbeitungszeit zusätzlich reduziert werden und relevante Randbedingungen wie bspw. maximale Lasten eines Bauteils für den Transport oder Produktionslimitationen berücksichtigt werden. Ein weiterer Vorteil besteht in der Verlagerung von Arbeiten in kontrollierten Fertigungsumgebungen, wodurch eine ressourceneffizientere Produktion der Bauteile ermöglicht wird.

Qualitätssteigerung

Ein weiterer Mehrwert der BIM-Methode besteht in der Steigerung der Ausführungsqualität. Eine detaillierte Modellierung und verständliche Darstellung komplexer Geometrien durch BIM steigern das Verständnis für eine qualitativ hochwertige Umsetzung. Schnittstellenherausforderungen und Fehler können bereits in der Planung oder bei der Konstruktion der Bauteile betrachtet werden. Ein besonders großer Mehrwert liegt in der Kollisionsprüfung von mehreren Fachmodellen. Statt Rücksprachen werden Probleme direkt im Modell visualisiert.

Hinzu folgt der Vorteil durch die Kombination von BIM und IC, dass einmal identifizierte Kollisionen bzw. Fehler systematisch behoben und in zukünftigen Bauvorhaben vorgebeugt werden können. Kontinuierliche Verbesserungspotentiale können sukzessiv umgesetzt werden, was die Erstellung von Bauteilen verbessert.

Nachhaltigkeitsverbesserung

Die Untersuchung zeigt, dass eine präzise Modellierung der Bauteile die Vermeidung von Überproduktionen oder Fehlbestellungen ermöglicht. Dies reduziert nicht nur den Materialverbrauch, sondern verringert auch die Notwendigkeit nachträglicher Anpassungen, die zusätzliche Ressourcen erfordern.

Optimierte Bauprozesse in stationären Umgebungen und eine schnelle Baustellenmontage führen außerdem zur Reduktion von CO₂-Emissionen, da unnötige Transportwege oder Zwischenlagerungen vermieden werden.

Optimierung von Bau- und Logistikabläufen

Ein weiteres zentrales Ergebnis der Untersuchung ist das Potenzial zur Optimierung der Bau- und Logistikprozesse. Besonders relevant ist diese Optimierung für die industrielle Fertigbauweise, da vorgefertigte Bauteile just-in-time angeliefert und direkt montiert werden. Mit Hilfe der BIM-Methode kann die Planung und Koordination der Kran- und Montagearbeiten laut den Experten verbessert werden. Sie berichten, dass durch die digitale Simulation von Arbeitsabläufen, das Anreichern von Termininformationen und Anlieferungsinformationen frühzeitig erkannt werden kann, wo Engpässe oder Kollisionen zwischen Baugeräten oder Lagerzonen auftreten könnten. Dies erleichtert die Planung von Materiallieferungen, Montageprozessen und Lagerflächen auf der Baustelle.

Verbesserung der Arbeitssicherheit

Ein weiterer Mehrwert laut der Expertenbefragung ist, dass BIM durch die frühzeitige Visualisierung potenzieller Gefahrenzonen eine strukturierte und präventive Sicherheitsplanung ermöglicht. Insbesondere Transportwege, Absturzkanten und Kranbewegungen auf der Baustelle lassen sich durch Bauwerksmodelle und 4D-Simulationen realitätsnah darstellen und konkret planen. Neben der Gefahrenprävention trägt BIM zur verbesserten Kommunikation von Sicherheitsmaßnahmen bei, da laut den Experten sicherheitsrelevante Informationen direkt im digitalen Modell hinterlegt werden können.

Besonders im Kontext der industriellen Fertigbauweise bietet BIM einen entscheidenden Vorteil: Die Verlagerung risikoreicher Tätigkeiten von der Baustelle in kontrollierte Produktionsstätten reduziert das Unfallrisiko erheblich, da externe Einflüsse (z.B. Witterung) vermieden werden.

4.2 Herausforderungen

Menschliche Herausforderungen

Ein zentrales Hindernis ist laut den Experten die geringe Akzeptanz digitaler Technologien innerhalb der Bauwirtschaft. Besonders auf der Baustelle begegnen viele Fachkräfte neuen Methoden mit Skepsis. Erfahrene Bauleiter und Poliere arbeiten oft nach etablierten Verfahren und sehen keinen unmittelbaren Mehrwert in der Nutzung digitaler Modelle. Zusätzlich erschweren fehlendes Vertrauen in digitale Systeme und unzureichende Schulungen die Einführung.

Neben der Akzeptanz stellt auch der Fachkräftemangel im Bereich BIM und industrielle Fertigung eine große Herausforderung dar. Unterschiedliche Wissensstände und Kompetenzen von Projektbeteiligten in der Planungs- und Ausführungsphase erschweren eine ideale Durchführung. Ohne gezielten Wissenstransfer entstehen Missverständnisse, die zu ineffizienten Arbeitsprozessen in der industriellen Fertigbauweise und fehlender BIM-Konsistenz führen.

Technische Herausforderungen

Ein wesentliches Problem ist laut den Experten die mangelnde Standardisierung in der BIM-Nutzung. Darüber hinaus merken einige der befragten Experten an, dass sehr viele Fertigteile Unikate sind und kein Wiederholungseffekt entsteht. Die Experten weisen darauf hin, dass Softwarelösungen oft nicht

kompatibel sind und ein reibungsloser Austausch von Planungs- und Fertigungsdaten nicht immer gewährleistet ist. Besonders die Verknüpfung von BIM-Modellen mit Maschinensteuerungen in der Vorfertigung bereitet Schwierigkeiten, da viele Fertigungsbetriebe noch nicht vollständig auf digitale Prozesse umgestellt sind. Die Einführung von BIM und industriellen Fertigungsmethoden erfordert hohe Investitionen in Software, Hardware und Schulungen.

Prozessorientierte Herausforderungen

Mehrere Experten weisen darauf hin, dass viele Unternehmen keine Strategie zur Implementierung von sowohl BIM als auch industrieller Fertigbauweise haben. Fehlende Anpassungen im Prozess führen dazu, dass digitale Methoden nicht effizient genutzt werden und in der Praxis hinter den Erwartungen zurückbleiben. Ein weiteres Problem ist laut den Experten eine unklare Rollen- und Aufgabenverteilung im industriell gefertigten BIM-Prozess. Wenn mehrere Projektbeteiligte über verschiedene Wertschöpfungsphasen (z.B. Planung, Produktion, Montage) agieren, muss klar definiert werden, welche Informationen welcher Projektbeteiliger ins Bauwerksmodell einpflegt.

5 Diskussion

Wie Marte-Gomez et al. [29, S. 4] beschreiben, können durch Kollisionsprüfungen Fehler in der Planung frühzeitig erkannt und behoben werden, wodurch Fehler reduziert werden können. Auch ABANDA et al. [11, S. 95] sehen eine Qualitätssteigerung durch den Einsatz von BIM. Virtuell getestete und detailliert geplante Komponenten tragen zur idealen Bauausführung bei. Diese Aussagen decken sich mit den Aussagen der Interviewpartner, die betonen, dass durch die Nutzung von BIM die Planungsgenauigkeit steigt. Besonders in der industriellen Fertigbauweise, wo vorgefertigte Bauteile maßgenau produziert werden müssen, spielt diese hohe Planungspräzision eine entscheidende Rolle. Eine exakte Modellierungsqualität führt nicht nur zu Kostenersparnissen, sondern auch zu einer besseren Termintreue.

Auch in Bezug auf die Nachhaltigkeit bietet BIM in Kombination mit der industriellen Fertigbauweise nachweisbare Vorteile. WONG et al. [30, S. 149] zeigen, dass die Abfallproduktion durch modellbasierte Fertigung reduziert werden kann. Diese Erkenntnis wurde in den Interviews auch genannt, insbesondere in Bezug auf die Möglichkeit, Ressourcen schonend zu nutzen und Überproduktionen zu vermeiden.

Die Herausforderungen bei der Einführung von BIM in der industriellen Fertigbauweise weichen nicht grundsätzlich von jenen in konventionellen Bauweisen ab. Die Interviewpartner berichten von bekannten Schwierigkeiten wie fehlenden BIM-Kompetenzen, hohen Implementierungskosten und der Notwendigkeit eines kulturellen Wandels in der Bauindustrie. Dies deutet darauf, dass die BIM-Einführung unabhängig von der Bauweise mit strukturellen und organisatorischen Herausforderungen verbunden ist.

Ein signifikanter Vorteil der industriellen Fertigbauweise liegt in der seriellen Fertigung von Bauteilen und Raummodulen. Durch die Wiederholungsrate wird die Nutzung von BIM wirtschaftlicher. Dies deckt sich mit Erkenntnissen aus anderen Methoden wie der Taktplanung und -steuerung, die ebenfalls durch die wiederholte und standardisierte Ausführung von Arbeitsschritten Produktivitätszuwächse ermöglichen.

Unternehmen, die bereits eine industrielle Fertigbauweise etabliert haben, verfügen über zahlreiche Möglichkeiten, die BIM-Methode effizienter zu nutzen, da sich standardisierte Prozesse und eine

hohe Wiederholungsrate für die digitale Modellierung eignen. Auch Unternehmen, die bereits mit der BIM-Methode arbeiten, können von der industriellen Fertigbauweise profitieren, da der Modellierungsaufwand langfristig sinkt – durch die Nutzung standardisierter Elemente und eines festgelegten Bausystems reduziert sich der Planungsaufwand. Allerdings erfordert die Implementierung höhere Anfangsinvestitionen, die Berücksichtigung von Fertigungslimitationen sowie die Einbindung geeigneter Partner für die Vorfertigung.

6 Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass die Anwendung von Building Information Modeling (BIM) in der industriellen Fertigbauweise Zeit- und Kosteneinsparungen, Qualitätssteigerungen und Optimierungen in Bau- und Logistikprozessen ermöglicht. Dabei zeigt sich, dass die Mehrwerte und Herausforderungen der BIM-Methode weitgehend unabhängig von der Fertigungsweise sind – lediglich deren konkrete Anwendung variiert. Die Vorteile in der industriellen Fertigbauweise liegen verstärkt in der Kollisionsprüfung, Ablaufsimulation, Logistikplanung und Montage von vorgefertigten Bauteilen. Serielle Vorfertigung ermöglicht eine effiziente Wiederverwendung digitaler Bauteilinformationen, wodurch die initiale Investition in BIM wirtschaftlich tragfähiger wird. Die Herausforderungen der BIM-Implementierung nach den Experteninterviews unterscheiden sich kaum von denen in der konventionellen Bauweise. Praxisnahe Standardisierungen und spezifische Anwendungsfälle sind erforderlich.

Die Ergebnisse der leitfadengestützten Experteninterviews zeigen, dass sich die Aussagen teilweise auf den Einsatz von BIM oder IC beschränkten und nicht auf die kombinierte Anwendung beider Ansätze eingingen. Um dieses Defizit zu beheben, besteht ein Forschungsbedarf darin, die identifizierten BIM-Anwendungsfälle in realen Bauprojekten zu erproben und mit den Interviewergebnissen zu vergleichen.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Destatis, „Destatis Fertiggestellte Wohnungen“. [Online]. Verfügbar unter:
https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/05/PD24_203_31121.html#:~:text=WIESBADEN%20%E2%80%93%20Im%20Jahr%202023%20wurden,%3B%202022%3A%20295%20300
- [2] ARD Tagesschau, „Immer weniger neu gebaute Wohnungen“, Tageschau. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/verbraucher/wohnungsbau-prognose-2026-100.html>
- [3] P. Kraus und Bauindustrie, „Produktivität im Bau(haupt-)gewerbe – ein statistischer Befund“, Nov. 2022. Zugriffen: 21. November 2024. [Online]. Verfügbar unter:
<https://www.bauindustrie.de/zahlen-fakten/publikationen/brancheninfo-bau/produktivitaet-im-bauhauptgewerbe>
- [4] Reformkommission Bau von Großprojekten, „Endbericht - Komplexität beherrschen - kostengerecht, termintreu und effizient“, Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur, B, Berlin, 2015.

- [5] Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, „Serielles und modulares Bauen 2.0: Spaltenverband der Wohnungswirtschaft GdW legt neue Rahmenvereinbarung vor“. Zugegriffen: 7. März 2025. [Online]. Verfügbar unter:
<https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/Webs/BMWSB/DE/2023/10/serielles-bauen.html>
- [6] B. Mueller, „Business Innovation Framework for Industrialized Construction“, 2021. Zugegriffen: 10. September 2024. [Online]. Verfügbar unter:
<https://mediatum.ub.tum.de/doc/1611527/1611527.pdf>
- [7] P. Schwerdtner, F. Kumlehn, und J. Schütte, *Kostengünstiger Wohnungsbau: Identifikation bestehender Hemmnisse für den Einsatz von Raummodulen im Wohnungsbau*. in Forschungsinitiative Zukunft Bau, no. F 3097. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2018.
- [8] Goldbeck GmbH, „goldbeck“. Zugegriffen: 7. März 2025. [Online]. Verfügbar unter:
<https://www.goldbeck.de/unternehmen/goldbeck-system>
- [9] Max Bögl Modul AG, „maxmodul“, maxmodul. Zugegriffen: 7. März 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.maxmodul.de/>
- [10] V. Spätlung, „Modulares und serielles Bauen - Begriffe und Aspekte“, bba. Zugegriffen: 7. März 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bba-online.de/modulbau/modulares-serielles-bauen-begriffe/>
- [11] F. H. Abanda, J. H. M. Tah, und F. K. T. Cheung, „BIM in off-site manufacturing for buildings“, *Journal of Building Engineering*, Bd. 14, S. 89–102, Nov. 2017, doi: 10.1016/j.jobr.2017.10.002.
- [12] A. L. C. Ciribini, S. Mastrolempo Ventura, und M. Paneroni, „Implementation of an interoperable process to optimise design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project“, *Automation in Construction*, Bd. 71, S. 62–73, Nov. 2016, doi: 10.1016/j.autcon.2016.03.005.
- [13] R. Sacks, C. Eastman, G. Lee, und P. Teicholz, *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*, 1. Aufl. Wiley, 2018. doi: 10.1002/9781119287568.
- [14] L. Kong, Q. Yang, Q. Zhou, J. Xing, und Y. Chen, „Formal modelling and validation of a novel building information model“, *Advances in Engineering Software*, Bd. 197, S. 103761, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.advengsoft.2024.103761.
- [15] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“. 2010. [Online]. Verfügbar unter:
https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile
- [16] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, „Steckbriefe der wichtigsten BIM-Anwendungsfälle“. 2019.
- [17] Meins-Becker, Anica; Feller, und , Daiki John; Kaufhold, Matthias; Kelm, Agnes, „Entwicklung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle“, *BBSR-Online-Publikation*, 2024.

- [18] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, „Masterplan BIM für Bundesfernstraßen“. 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2021/10/masterplan-bim.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- [19] J. Messner u. a., *BIM Project Execution Planning Guide*, Version 2.2. 2019. Zugegriffen: 4. September 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanningv2x2/>
- [20] DB InfraGo, „Vorgaben zur Anwendung der BIM-Methodik“, 2024. Zugegriffen: 3. August 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://infoplattform-personenbahnhoefe.deutschebahn.com/resource/blob/7716924/484d77a087626b19455e55ddd1da8ae0/Vorgaben-zur-Anwendung-der-BIM-Methodik-data.pdf#7716924>
- [21] BMI, „Masterplan BIM für Bundesbauten: Erläuterungsbericht“, 2021. Zugegriffen: 12. August 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.fib-bund.de/Inhalt/Themen/BIM_fuer_Bundesbauten/2021-11-01_BIM_Masterplan.pdf
- [22] J. Lessing, „Industrialised House-Building - Conceptual orientation and strategic perspectives“, Doctoral Thesis (compilation), Lund University (Media-Tryck), 2015.
- [23] Ezcan, Isikdag, und Goulding, „BIM and Off-Site Manufacturing: Recent Research and Opportunities“, Mai 2013.
- [24] Y. Liu, „Application of BIM technology on the design and construction of prefabricated buildings“, *ACE*, Bd. 24, Nr. 1, S. 58–65, Nov. 2023, doi: 10.54254/2755-2721/24/20230677.
- [25] C. Helfferich, „Leitfaden- und Experteninterviews“, in *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, N. Baur und J. Blasius, Hrsg., Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2014, S. 559–574. doi: 10.1007/978-3-531-18939-0_39.
- [26] A. Bogner, B. Littig, und W. Menz, *Interviews mit Experten: Eine praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2014. doi: 10.1007/978-3-531-19416-5.
- [27] U. Kuckartz und S. Rädiker, *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. 2022. Zugegriffen: 11. März 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://content-select.com/de/portal/media/view/5e623532-20b8-4f33-b19e-4a1db0dd2d03?forceauth=1>
- [28] U. Flick, E. von Kardorff, und I. Steinke, Hrsg., *Qualitative Forschung: ein Handbuch*, 8. Aufl., Orig.-Ausg. in Rororo ; Rowohlt Enzyklopädie, no. 55628. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verl, 2010.
- [29] J. A. Marte Gómez, E. I. Daniel, Y. Fang, D. Oloke, und L. Gyoh, „Implementation of BIM and Lean Construction in Offsite Housing Construction: Evidence From the UK“, Lima, Peru, Juli 2021, S. 955–964. doi: 10.24928/2021/0122.
- [30] Dr. A. K. D. Wong, Prof. F. K. W. Wong, und Dr. A. Nadeem, „Comparative Roles of Major Stakeholders for the Implementation of BIM in Various Countries“, 2009.