

Ergebnisse einer Online-Umfrage

Relevanz von BIM in der Fabrikplanung

T. Neuhäuser, K. C. Weist, S. M. Spiegelsperger, A. Hohmann, R. Daub

Das produzierende Gewerbe in Deutschland befindet sich in einem zunehmend turbulenten Marktumfeld. Der Reaktions- und Anpassungsfähigkeit an neue Gegebenheiten kommt dabei eine immer entscheidendere Rolle zu. Um die notwendigen Anpassungen umzusetzen, steigt die Relevanz digitaler Methoden und Werkzeuge in der Fabrikplanung signifikant an. Welche Rolle die Methodik des Building Information Modeling hierbei einnehmen kann, wird in diesem Beitrag vorgestellt.

STICHWÖRTER

Digitale Fabrik, Fabrikplanung

Building information modeling in factory planning – Results of an online survey

The market environment of manufacturing companies is considered to be turbulent. Reacting and adapting to these new market conditions are abilities that play an increasingly important role. New digital methods and tools are used in factory planning to implement adaptations. This paper presents the relevance of Building Information Modeling in this context.

1 Einleitung

Produzierende Unternehmen werden im Kontext der Globalisierung und der resultierenden Volatilität von Absatzmärkten gezwungen agil auf Anforderungen des Marktes zu reagieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Dabei spielt die Anpassungsfähigkeit einer Fabrik eine zentrale Rolle, woraus die Forderung nach einer stetigen und reaktionsschnellen Fabrikplanung entsteht. Fabrikplanungsprojekte sind geprägt von einer hohen Interdisziplinarität verbunden mit einer Vielzahl von Projektbeteiligten und einem umfangreichen Kommunikationsbedarf. Die Kommunikation findet aber meist direkt zwischen einzelnen Projektbeteiligten auf Kosten der Transparenz statt. Informationen respektive Daten stehen damit oft nicht allen Projektbeteiligten zur Verfügung. –Insbesondere der starken Wechselwirkung zwischen den Domänen Produktionssystem- und Bauplanung wird nicht mit entsprechenden Methoden Rechnung getragen. Dies führt über den gesamten Lebenszyklus von Fabriken zu Informationsverlusten, die einen erheblichen, negativen Einfluss auf die Kosten-, Termin- und Qualitätsziele in Planungsprojekten haben können. [1–3]

In der Bauwirtschaft hat sich Building Information Modeling (BIM) als ganzheitliche Planungsmethodik etabliert, um den angesprochenen Defiziten entgegenzuwirken. Mittlerweile wird die Möglichkeit der Überführung und Anwendung der BIM-Methodik in der Fabrikplanung in verschiedenen Veröffentlichungen diskutiert [3–13]. Dabei werden unterschiedliche Ansätze für die Integration der BIM-Methodik in die Fabrikplanung vorgestellt.

Bislang ist nicht bekannt, welchen Mehrwert beziehungsweise welche Relevanz BIM in der Fabrikplanung aus Sicht von Fachexperten besitzt. Daher wurde eine Umfrage durchgeführt mit dem Ziel, Herausforderungen, Ziele, Anwendungsfälle und die

Relevanz von BIM in der Fabrikplanung zu erfassen. Dadurch soll die Grundlage für die Anwendung der BIM-Methodik in der Fabrikplanung geschaffen werden.

2 Struktur und Vorgehen der Umfrage

Die Umfrage lehnt sich an den Entwicklungsrahmen für Fragebögen nach [14] an und ist im Mixed-Model-Design gestaltet, also einer Kombination von quantitativen und qualitativen Fragen [15]. Die Befragung ist in drei Blöcke gegliedert, in denen sämtliche Fragen Pflichtfragen sind, welche jeweils durch eine Filterfrage zur Überprüfung von Voraussetzungen voneinander getrennt sind [14, 15].

Den ersten Block bilden sieben allgemeine Fragen an die Teilnehmenden und zu deren Unternehmen. Nach [14] enthält dieser Block zugleich die Aufwärmphase und die Fragen zur sozialstatistischen Auswertung. Die sozialstatistischen Fragen sind jeweils an den Anfang gestellt. Die erste Filterfrage und gleichzeitig letzte sozialstatistische Frage ist die Frage nach der Anzahl der bereits durchgeführten Fabrikplanungsprojekte. Voraussetzung für die Teilnahme am inhaltlichen Teil der Befragung ist die Durchführung mindestens eines Fabrikplanungsprojektes. Somit kann davon ausgegangen werden, dass den Befragten BIM grundsätzlich vertraut ist, da die Integration der Methodik in die Fabrikplanung bereits seit einigen Jahren diskutiert wird.

Der zweite Block stellt vier Fragen zu den vorliegenden Zielen in den Fabrikplanungsprojekten, zu Herausforderungen von Planungsvorgehen, zu möglichen Lösungsansätzen zur Begegnung der Herausforderungen sowie zur Sinnhaftigkeit der Anwendung der BIM-Methodik in der Fabrikplanung. Wenn der Einsatz der BIM-Methodik in der Fabrikplanung vom Befragten als nicht

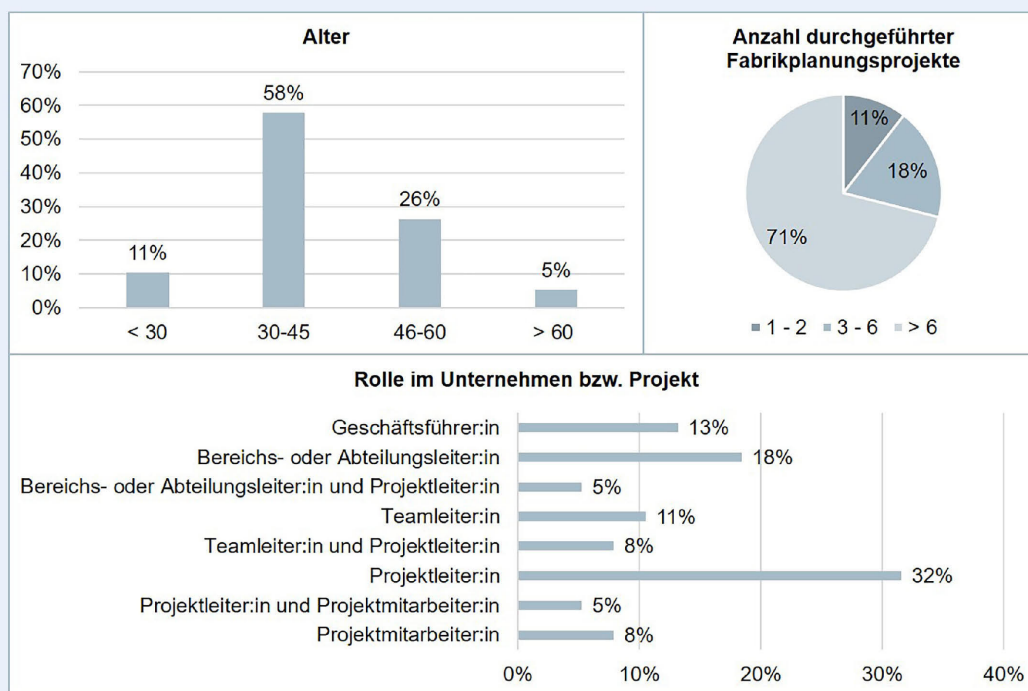


Bild 1. Sozialstatistische Auswertung der Teilnehmendenstruktur hinsichtlich Alter, Anzahl durchgeführter Fabrikplanungsprojekte und Rolle im Unternehmen beziehungsweise Projekt. Grafik: Fraunhofer IGCV

sinnvoll erachtet wird (Filterfrage), endet die Befragung mit einer Zusatzfrage nach dem Grund für diese Einschätzung.

Der dritte Block zielt auf die konkrete Anwendung von BIM in der Fabrikplanung ab. Einleitend sind die Begrifflichkeiten BIM-Ziel und BIM-Anwendungsfall nach VDI 2552-2 definiert. Zunächst wird die Frage nach den relevanten BIM-Zielen in der Fabrikplanung gestellt. Dann müssen 33 vorgegebene und kurz definierte BIM-Anwendungsfälle auf einer fünfstufigen Likert-Skala von „nicht relevant“ bis „sehr relevant“, also einschließlich der Option „weder noch relevant“ bewertet werden [16]. Zudem kann auch die Antwort „keine Aussage zur Relevanz möglich“ ausgewählt werden, da sich die Anwendungsfälle über sämtliche Lebenszyklusphasen einer Fabrik erstrecken und damit nicht zwingend bei allen Teilnehmenden Erfahrungswerte zu allen Anwendungsfällen vorliegen müssen.

Die Umfrage war über einen Zeitraum von sechs Wochen (31. Januar bis 13. März 2022) offen und konnte online über eine Microsoft-Forms-Website aufgerufen werden. Die Verteilung des Zugangslinks fand sowohl über persönliche Anschreiben an potenzielle Teilnehmende per E-Mail als auch über einen Aufruf zur Teilnahme über LinkedIn statt.

3 Auswertung der Befragung

Die Ergebnisse sind in die drei in Kapitel 2 vorgestellten Blöcke gegliedert: sozialstatistische Auswertung; Ziele, Herausforderungen und Lösungsansätze in der Fabrikplanung; BIM in der Fabrikplanung.

3.1 Sozialstatistische Auswertung

An der Umfrage nahmen 43 Personen teil. Davon wurden fünf wegen fehlender Erfahrung bei der Durchführung von Fabrik-

planungsprojekten ausgeschlossen. Zwei weitere Teilnehmende wurden nach dem zweiten Block durch die Filterfrage aus der Umfrage ausgeschlossen, sodass im dritten Block (Kapitel 3.3) noch 36 Personen Antworten abgaben. **Bild 1** und **2** zeigen die sozialstatistische Auswertung bezogen auf die 38 Teilnehmenden. 58 % der Teilnehmenden sind zwischen 30 und 45 Jahren alt und haben in 71 % der Fälle bereits mehr als sechs Fabrikplanungsprojekte bearbeitet. 50 % der Teilnehmenden übernehmen dabei Projektleitungsfunktionen.

Die Teilnehmenden sind, wie in **Bild 2** zu sehen, überwiegend in der Automobil- und Zulieferindustrie (34 %) oder in der Unternehmensberatung (26 %) tätig und sehen ihren Fokus im Bereich der Produktion.

Als Unternehmensbranchen wurden explizit die Unternehmensberatung, die Automobil- und Zulieferindustrie sowie die Architektur und Gebäudeplanung zur Auswahl gestellt, um zur späteren Bestätigung der Umfrageergebnisse eine Vergleichbarkeit zur Studie von *Reinema et al.* [17] zu schaffen.

Die Projektsteuerung, feinmechanisch-optische Industrie sowie Luftfahrt wurden als sonstige Unternehmensbranchen angegeben. Bei den Fokusbereichen wurden unter Sonstiges unter anderem BIM-Koordination, IT für BIM-Koordination, Digitalisierung in Planungsprojekten sowie Projektmanagement genannt. Die Teilnehmenden kommen zu 26 % aus Unternehmen mit mehr als 10 000 Mitarbeitenden und zu 24 % aus Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitenden.

3.2 Ziele, Herausforderungen und Lösungsansätze in der Fabrikplanung

Im Rahmen der Umfrage wurde die Relevanz der Fabrikziele erhoben, welche sich auf die Fabrik als Planungsobjekt beziehen. Als Antwortmöglichkeiten wurden Kostenreduktion, Erhöhung

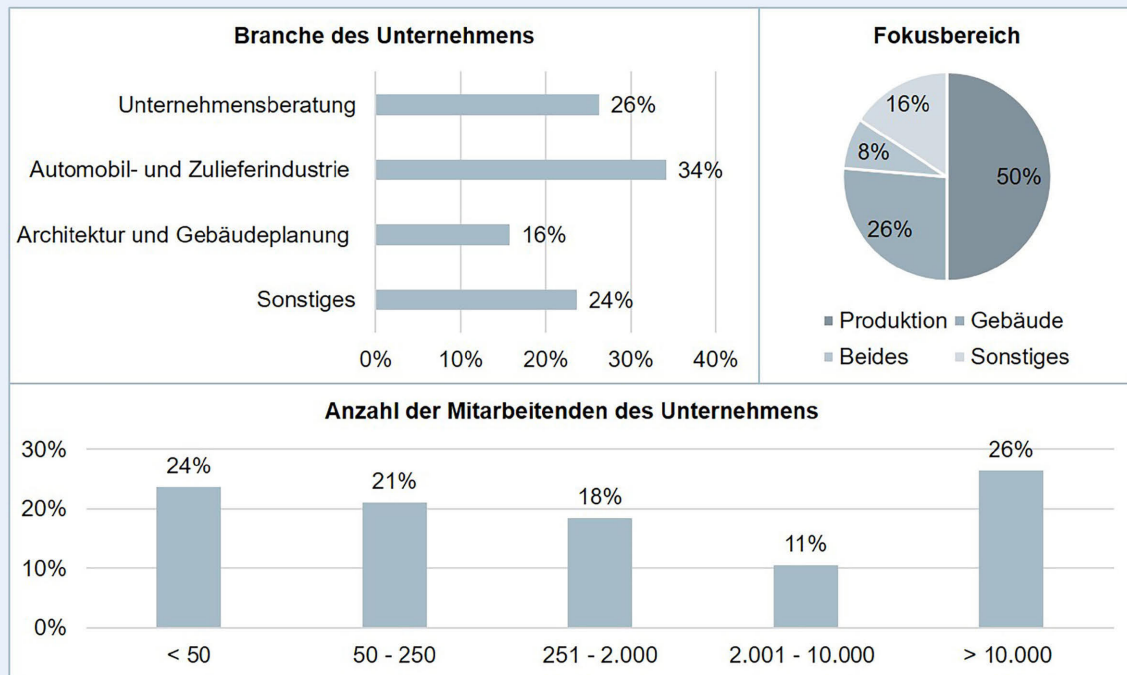


Bild 2. Sozialstatistische Auswertung der Teilnehmendenstruktur hinsichtlich Branche des Unternehmens, Fokusbereich des Teilnehmenden und Anzahl der Mitarbeitenden des Unternehmens. Grafik: Fraunhofer IGCV



Bild 3. Relevanz der Fabrikziele in Planungsprojekten. Grafik: Fraunhofer IGCV

der Flexibilität, Optimierung des Materialflusses, Steigerung von Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz, Erhöhung der Wandlungsfähigkeit, Verbesserung der Arbeitsbedingungen sowie räumliche Attraktivität vorgegeben [18–21]. Die Teilnehmenden sollten die für sie relevanten Ziele auswählen, wobei mehrere Antworten möglich waren. Zudem konnten die Teilnehmenden weitere Ziele in einem Freitextfeld nennen. Wie **Bild 3** zeigt, haben 92 % der Teilnehmenden das Ziel der Kostenreduktion als am relevantesten bewertet, gefolgt von der Erhöhung der Flexibilität sowie der Optimierung des Materialflusses mit jeweils 79 %. Das viertwichtigste Fabrikziel stellt mit 68 % die Nachhaltigkeit dar. Im Freitextfeld wurden zusätzlich noch „die Änderung der Produktpalette und/oder Nutzung“, die „Optimierung der Platzausnutzung“ sowie die „Abbildung von Volumenwachstum“ jeweils einmal angegeben.

Als Herausforderungen wurden, aufbauend auf [17], folgende Optionen zur Auswahl gestellt: Eine mangelhafte Kommunikation

und Koordination, eine geringe Transparenz des Informationsflusses, fehlende Softwareschnittstellen, keine eindeutigen Verantwortlichkeiten, geringe Transparenz des Projektfortschritts sowie ein sequenzieller Ablauf des gewählten Planungsvorgehens. Die Auswahl mehrerer Antwortmöglichkeiten ist zulässig und über ein Freitextfeld können weitere Herausforderungen angegeben werden. Wie **Bild 4** oben zeigt, liegen die identifizierten Herausforderungen vor allem in einer mangelhaften Kommunikation und Koordination, in einer geringen Transparenz des Informationsflusses sowie in fehlenden Softwareschnittstellen. Als weitere Herausforderungen wurden beispielsweise folgende angegeben: hohe Volatilität im Projektverlauf (4x), mangelhafte Datengrundlage (2x) und ein zu geringer Fokus auf die Zieldefinition.

Um diese Herausforderungen zu überwinden, müssen in der Fabrikplanung neue Ansätze angewendet werden. Die drei Ansätze BIM, Scrum und Lean wurden schon in mehreren Veröffentlichungen im Rahmen der Fabrikplanung diskutiert [17, 22, 23]

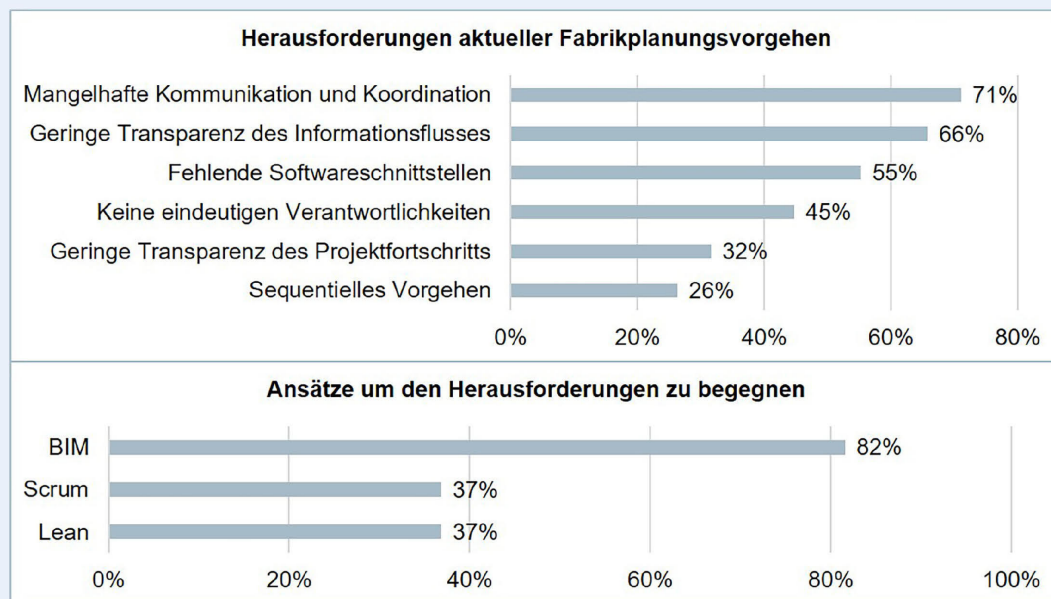


Bild 4. Herausforderungen aktueller Fabrikplanungsvorgehen und mögliche Lösungsansätze. Grafik: Fraunhofer IGC

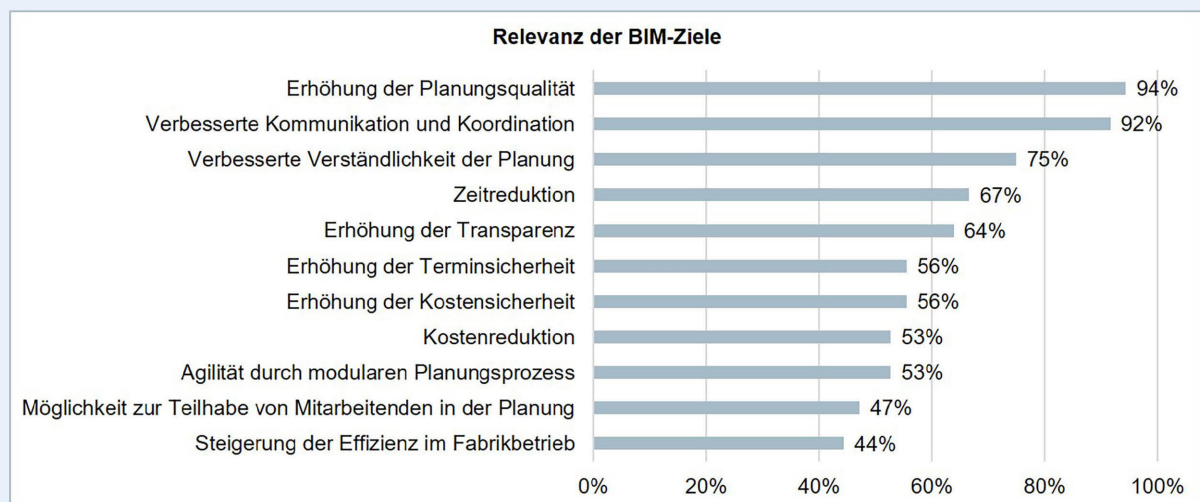


Bild 5. Relevanz der BIM-Ziele für die Fabrik. Grafik: Fraunhofer IGC

und deshalb den Teilnehmenden mit der Möglichkeit einer Mehrfachauswahl sowie einer Freitexteingabe zur Auswahl gestellt. Wie Bild 4 unten zeigt, ist die Nutzung der BIM-Methodik für 82 %, also für 31 der 38 Teilnehmenden ein vielversprechender Ansatz, um den Herausforderungen der Fabrikplanung zu begegnen.

In der letzten Frage (Filterfrage) des zweiten Blocks wurde unmittelbar nach der Sinnhaftigkeit der Anwendung der BIM-Methodik in der Fabrikplanung gefragt. Zwei der Teilnehmenden antworteten auf diese Frage mit „nein, die Anwendung der Methodik ist nicht sinnvoll“. Als Gründe wurden genannt, dass die Anwendung nur dann sinnvoll ist, „wenn der Einfluss von Gebäude und Gebäudetechnik“ groß ist, beziehungsweise die Objektbereiche von Gebäude und Produktionssystem getrennt voneinander betrachtet werden sollten. Das Gebäudesystem sei per Definition Bestandteil des Fabriksystems und die Anwendung von BIM in der Fabrikplanung sei für das Gebäude sinnvoll, da

diese dafür vorgesehen sei, nicht aber für das Produktionssystem, da dieses außerhalb des Objektbereichs der Methodik liegt. Beide Teilnehmende sind dem Fokusbereich der Produktion zuzuordnen.

3.3 BIM in der Fabrikplanung

Bei Anwendung der BIM-Methodik werden neben den objektorientierten Fabrikzielen auch projektbezogene BIM-Ziele definiert, das heißt Ziele die durch die Verwendung von BIM erreicht werden sollen. Dafür sind ebenfalls projektspezifisch sogenannte BIM-Anwendungsfälle zu definieren respektive zu identifizieren. Es besteht somit eine direkte Abhängigkeit zwischen BIM-Zielen und Anwendungsfällen. Die in der Umfrage vorgegebenen BIM-Ziele können Bild 5 entnommen werden.

Insbesondere die „Erhöhung der Planungsqualität“ und die „verbesserte Kommunikation und Koordination“ sind für die

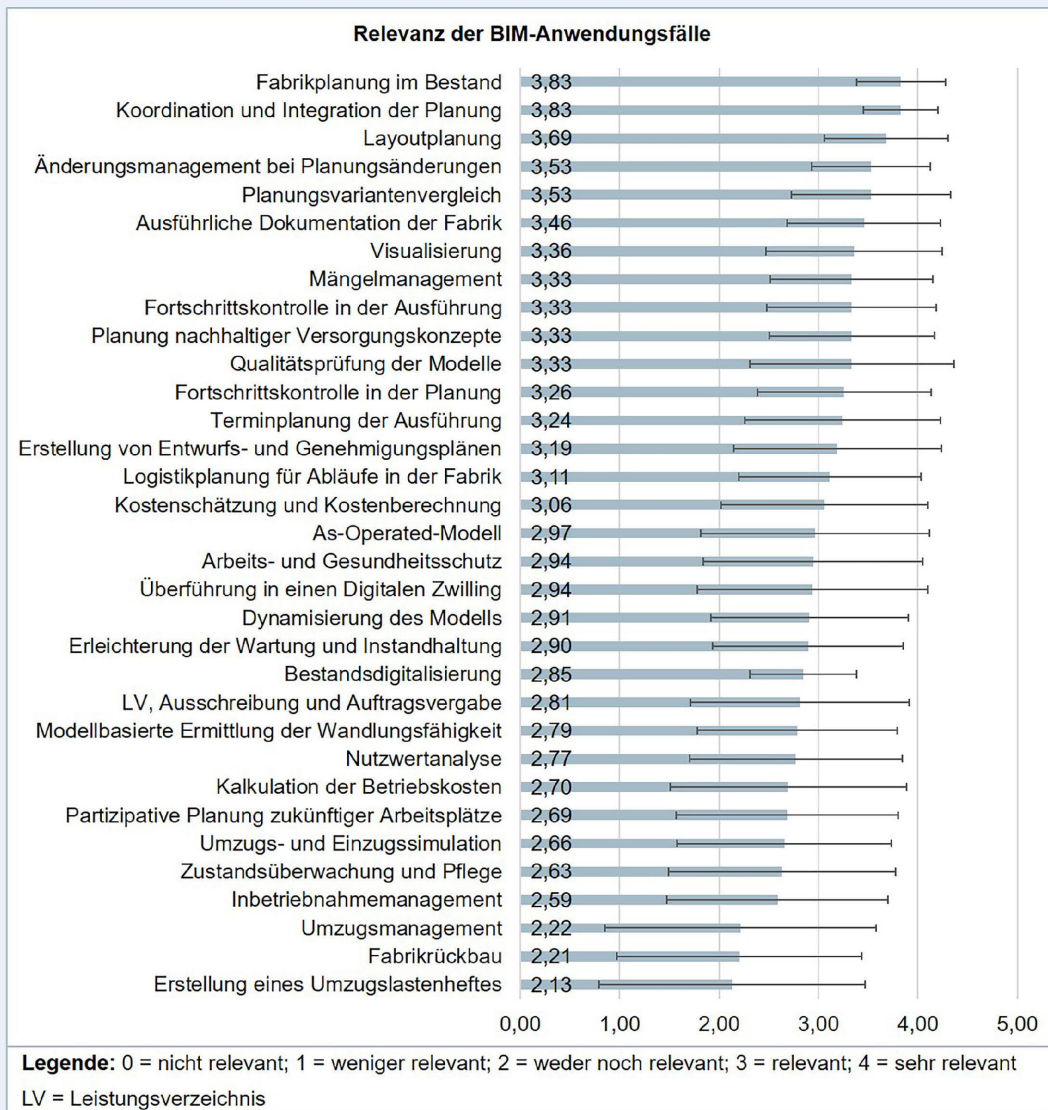


Bild 6. Relevanz der BIM (Building Information Modeling)-Anwendungsfälle für die Fabrik. Grafik: Fraunhofer IGCv

Teilnehmenden relevante BIM-Ziele. Beide BIM-Ziele wurden in der Studie von mehr als 90 % der Befragten ausgewählt. Weiter werden die BIM-Ziele „Verbesserte Verständlichkeit der Planung“ (75 %) sowie die „Zeitreduktion“ (67 %) und „Erhöhung der Transparenz“ (64 %) als essenzielle BIM-Ziele angesehen. Die Erhöhung der „Terminsicherheit“ sowie „Kostensicherheit“ werden von 56 % der Teilnehmenden ebenso als wichtig erachtet. Die „Kostenreduktion“ als proaktives Ziel sowie die „Agilität“ durch einen modularen Planungsprozess wurde von mehr als 50 % der Befragten ausgewählt. Außerdem wurden folgende weitere BIM-Ziele je einmal genannt: „Schnellere Entscheidungen basierend auf verlässlichen Daten“, „möglichst wenig Störgrößen in der Bau- und Umzugsphase“, „internationale Projekte besser beherrschen“ sowie „Transparenz Total Cost of Ownership (Lebenszykluskosten)“.

Wie erläutert, müssen BIM-Anwendungsfälle identifiziert und projektspezifisch durchgeführt werden, um die gesetzten BIM-Ziele erreichen zu können. Passend zu den in der Umfrage vorgegebenen BIM-Zielen wurden 33 BIM-Anwendungsfälle für den gesamten Fabriklebenszyklus, also Planung, Bau, Betrieb und

Rückbau, im Fragebogen vorgegeben (**Bild 6**). Diese konnten die Teilnehmenden mit „sehr relevant“, „relevant“, „weder noch relevant“, „weniger relevant“, „nicht relevant“ sowie „keine Aussage zur Relevanz möglich“ beantworten.

Der wichtigste BIM-Anwendungsfall ist gemäß der Umfrage die „Fabrikplanung im Bestand“. 83 % der Befragten, die zu der Beantwortung der Relevanz der BIM-Anwendungsfälle zugelassen wurden, haben diesen mit „sehr relevant“ bewertet. Dem folgt der BIM-Anwendungsfall „Koordination und Integration der Planung“ mit 81 % als „sehr relevant“. Ebenfalls als essenziell wird der BIM-Anwendungsfall „Layoutplanung“ von 72 % der Antworten als „sehr relevant“ eingestuft. Am wenigsten relevant wird der BIM-Anwendungsfall „Erstellung eines Umzugslastenheftes“ erachtet. Insgesamt ist zu erkennen, dass 17 der 33 vorgegebenen Anwendungsfälle mit einer Relevanz von drei (= relevant) oder höher eingeschätzt werden.

Die durchschnittliche Relevanz der BIM-Anwendungsfälle nimmt mit fortschreitendem Fabriklebenszyklus ab (**Bild 7**). Der Planungsphase können 17 der 33 Anwendungsfälle zugeordnet werden, 13 der Ausführungs- oder Realisierungsphase, der Be-

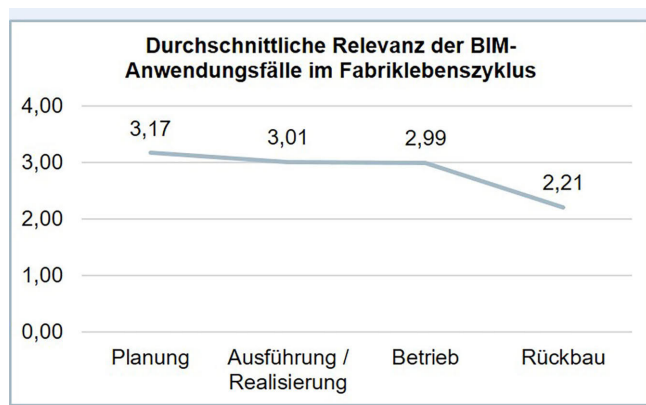


Bild 7. Durchschnittliche Relevanz der BIM-Anwendungsfälle im Fabriklebenszyklus. Grafik: Fraunhofer IGC

triebsphase neun und dem Rückbau einer. Dabei wurden Mehrfachzuordnungen der BIM-Anwendungsfälle zu den Lebenszyklusphasen vorgenommen, etwa beim Anwendungsfall Visualisierung. Die Anwendungsfälle in Leistungsphase 6, 7 und 9 nach der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) sowie im Betrieb und Rückbau wurden im Vergleich zu den anderen Anwendungsfällen unterdurchschnittlich bewertet. Ab der Leistungsphase 6 (Vorbereitung der Vergabe) ist der wesentliche Teil des Planungsprozesses abgeschlossen und es wird mit den Vorbereitungen zur Ausführung beziehungsweise Realisierung begonnen.

4 Interpretation und kritische Reflexion der Ergebnisse

Auch wenn die Nutzung der BIM-Methodik mit 95 % für den Großteil der Teilnehmenden sinnvoll erscheint, planen nur 82 % deren Anwendung (siehe Kapitel 3.2). Dies ist vermutlich auf die großen Unsicherheiten und fehlende Umsetzungsbeispiele der Methodik in der Fabrikplanung zurückzuführen. Zudem ist BIM ein Ansatz, der bereits zu Beginn bei der Festlegung der Projektorganisation verankert werden muss. Da in dieser Phase die Produktionssystemplanung die erste und damit führende Domäne im Projekt ist, müssen entsprechende Richtlinien, Handlungsempfehlungen und Weiterbildungen für die Produktionssystemplanenden geschaffen werden, damit die Unsicherheiten überwunden wer-

den können und BIM in der Fabrikplanung vermehrt angewendet werden kann. Auch ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis bislang nur unzureichend untersucht und stellt eine zusätzliche Unsicherheit dar.

Zudem zeigt die Umfrage, dass BIM bisher vor allem als sinnvolle Methodik in der Planung angesehen wird. Gerade im Fabrikbetrieb könnten sich jedoch hohe Kostenreduktionspotenziale ergeben, da dieser circa 90 % der Lebenszykluskosten verursacht [24]. Dass es an dieser Schnittstelle noch viele Probleme gibt, macht auch das am niedrigsten bewertete BIM-Ziel Steigerung der Effizienz im Fabrikbetrieb (44 %) deutlich. BIM-Modelle aus der Planung, werden in der heutigen Praxis meist nur rudimentär oder gar nicht in den Betrieb übernommen.

Es muss an dieser Stelle davon ausgegangen werden, dass ein Bias bei den Ergebnissen vorliegt. Die Teilnehmenden stammen überwiegend aus dem Netzwerk der Autor:innen dieses Beitrags, welche im Feld von BIM und Fabrikplanung forschen. In Folge ist auch deren Netzwerk auf dieses Forschungsfeld ausgerichtet. Zudem ist die relativ geringe Grundgesamtheit kritisch hinsichtlich der Aussagekraft der Ergebnisse zu bewerten.

Deshalb wurden die Umfrageergebnisse mit der empirischen Studie von Reinema *et al.* aus dem Jahr 2013 verglichen. [17] identifizierten Schwächen und Herausforderungen von konventionellen Fabrikplanungsvorgehen, um die Potenziale agiler Ansätze wie Scrum zu evaluieren. Ein Vergleich der sozialstatistischen Auswertungen zeigt, dass auch in dieser Studie unter den 25 Befragten, mit 34 % Teilnehmendem aus dem Automobil- und Zuliefersektor (hier 36 %), 44 % aus der Unternehmensberatung (hier 26 %) und 12 % aus der Architektur und Gebäudeplanung (hier 16 %), eine vergleichbare Teilnehmendenstruktur vorlag. Auch die inhaltlichen Auswertungen zeigen deutliche Überschneidungen, die in **Bild 8** dargestellt sind.

So haben [17] die Zuordnung von Aufgaben und Verantwortung als Schwächen und die Kommunikation und Synchronisation, die mangelnde Beweglichkeit im Projektverlauf sowie die frühzeitige Feststellung von Abweichungen im Projektverlauf als Verbesserungspotenziale identifiziert. Werden diese Gegenüberstellungen wie in **Bild 8** angenommen, scheinen fehlende Verantwortlichkeiten 2022 eine größere Herausforderung als 2013 zu sein. Eine mögliche Erklärung könnten die fehlenden Richtlinien und Standards für die Anwendung neuer Ansätze wie BIM und Scrum in der Fabrikplanung sein, da neue Rollenbilder ergänzt und die Projektstruktur verändert werden muss. Das Verbesse-

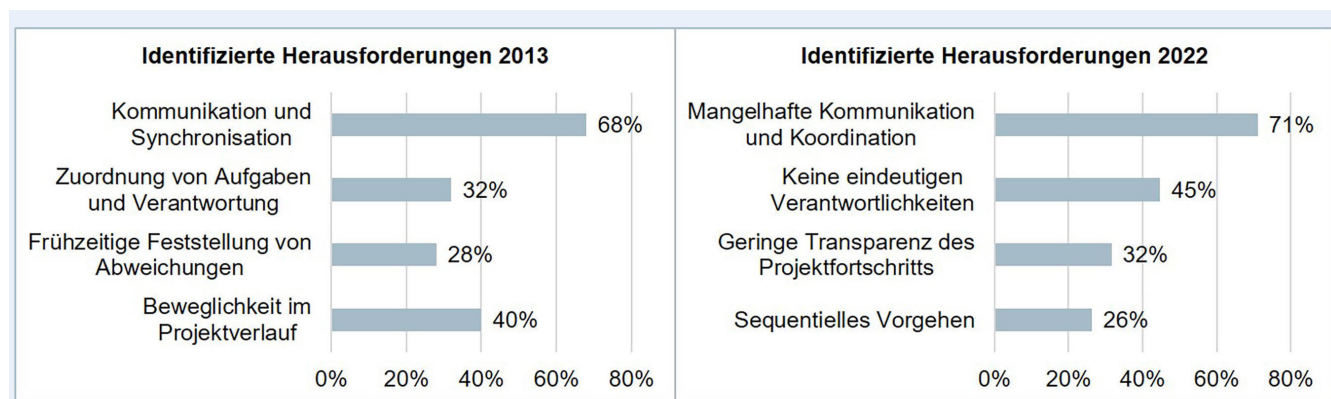


Bild 8. Gegenüberstellung der identifizierten Herausforderungen in Fabrikplanungsprojekten aus der Studie von Reinema *et al.* [17] (links) und der in diesem Beitrag vorgestellten Studie (rechts). Grafik: Fraunhofer IGC

runbspotenzial in der Kommunikation stagniert mit 68 % (2013) zu 71 % (2022) nahezu. Somit bedarf es weiterhin sehr dringend einer Verbesserung der Zusammenarbeit in den Projekten.

Dies wird durch die mit 66 % am zweithöchsten bewertete Herausforderung der geringen Transparenz im Informationsfluss bestätigt und kann auch auf die fehlenden Softwareschnittstellen zur Koordination und Synchronisation zurückgeführt werden. Die fehlende Beweglichkeit hat sich von 2013 bis 2022 verbessert. Diese wird nur noch zu 26 % (ehemals 40 %) als Herausforderung gesehen, wobei einige der Freitextantworten auch in diese Richtung deuten. Ein direkter Vergleich ist daher nur bedingt möglich. Die geringe Transparenz im Projektfortschritt wird aktuell mit 32 % als eine relevante Herausforderung gesehen, welche gegenüber 2013 mit 28 % nahezu stagniert. Zusammenfassend können die Ergebnisse der vorliegenden Umfrage bestätigt werden.

5 Fazit

Die Umfrage hat gezeigt, dass aktuell vorherrschende Fabrikplanungsverfahren viele Herausforderungen gerade bei der Koordination, Kommunikation und Transparenz mit sich bringen. BIM wurde von 95 % der Befragten als sinnvoller Lösungsansatz angesehen, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Zudem konnte herausgestellt werden, dass das relevanteste Fabrikziel die Kostenreduktion ist, während von der BIM-Methodik vor allem eine Verbesserung der Planungsqualität, der Koordination und der Kommunikation erwartet wird. Die Auswertung der BIM-Anwendungsfälle zeigt, dass deren Relevanz mit zunehmendem Lebenszyklus abnimmt, wohingegen die Fabrikplanung im Bestand als relevantester Anwendungsfall identifiziert wurde.

Auch wenn die Grundgesamtheit der Umfrage mit 38 Teilnehmenden relativ gering ist, konnten über einen Vergleich zu Ergebnissen einer Studie aus dem Jahr 2013, die gewonnenen Erkenntnisse bestätigt werden. Es ist ersichtlich, dass noch weiterer Forschungsbedarf besteht, um die BIM-Methodik in Verbindung mit agilen Projektmanagementansätzen in der Fabrikplanung beziehungsweise im gesamten Fabriklebenszyklus zu etablieren.

Gerade der Fabrikbetrieb, der circa 90 % der Lebenszykluskosten verursacht, sollte zukünftig stärker fokussiert werden. Die Entwicklung von Leitfäden und Mustern für Projektstandards sowie die Erarbeitung von softwareseitigen Möglichkeiten, welche insbesondere auch das offene Datenschema Industry Foundation Classes (IFC) berücksichtigen, können dazu beitragen. Vor allem die Implementierung von BIM in Unternehmen der Produktionssystem- und Bauplanung ist wesentlich, um die Mitarbeitenden, und damit Projektbeteiligte, frühzeitig hinsichtlich der Methodik weiterzubilden.

Um die Aussagekraft der Ergebnisse weiter zu erhöhen oder zu bestätigen, sollten vergleichbare Studien deutlich öfter durchgeführt werden. So können die Forschungs- und Standardisierungsarbeiten besser an die Bedarfe des produzierenden Gewerbes angepasst werden.

Literatur

- [1] Wiendahl, H.-P.; Reichardt, J.; Hernandez, R.: Kooperative Fabrikplanung. *wt Werkstattstechnik online* 91 (2001) 4, S. 186–19. Internet: www.werkstattstechnik.de. Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag
- [2] Gottmann, J.: Einleitung. In: Gottmann, J. (Hrsg.): *Produktionscontrolling*. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2016, S. 1–21
- [3] Gralla, M.; Weist, K. C.: Komplexitätsbeherrschung durch Anwendung dynamisch-interdisziplinärer BIM-Modelle. In: Hofstadler, C.; Motzko, C. (Hrsg.): *Agile Digitalisierung im Baubetrieb*. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2021, S. 621–646
- [4] Ebade Esfahani, M.: *Ontologie der Fabrikplanung mit Hilfe von Building Information Modeling (BIM)*. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen; Apprimus Verlag, 2022
- [5] Lampe, S.; Böck, J.: BIM and AR in Factory Planning. A Combination of Techniques from Architecture, Computer Science and Factory Planning. 33. Forum Bauinformatik. Stand: 2022. Internet: mediatum.ub.tum.de/doc/1688390/1688390.pdf. Zugriff am 28.02.2023
- [6] Rieke, L.; Schäfer, S. F.; Hingst, L. et al.: Einsatz von BIM in der Fabrikplanung. *wt Werkstattstechnik online* 111 (2021) 11–12, S. 881–886. Internet: www.werkstattstechnik.de. Düsseldorf: VDI Fachmedien
- [7] Neuhäuser, T.; Michaeli, P.; Lenz, L. et al.: *Collaborative Factory Layout Planning With Building Information Modeling*. Hannover: publish-Ing 2021
- [8] Neuhäuser, T.; Lenz, L.; Weist, K. et al.: *Adaption of the Level of Development to the Factory Layout Planning and Introduction of a Quality Assurance Process*. Hannover: publish-Ing 2022
- [9] Kerkenberg, T.: *Digitale Fabrikplanung für zukunftssichere und Industrie 4.0-fähige Produktionssysteme*. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 111 (2016) 3, S. 104–108
- [10] Winkels, J.; Graefenstein, J.; Lenz, L. et al.: A hybrid approach of modular Planning – synchronizing factory and building planning by using component based synthesis. *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences* 2020, pp. 6580–6588
- [11] Schäfer, S. F.; Hingst, L.; Hook, J. et al.: Improving The Planning Quality Through Model-Based Factory Planning In BIM. *Journal of Production Systems and Logistics* 2 (2022) 9, doi.org/10.15488/12041
- [12] Burggräf, P.; Dannapfel, M.; Schneidermann, D. et al.: Paradigmenwechsel im Fabrikplanungsdatenmanagement. *wt Werkstattstechnik online* 109 (2019) 4, S. 262–269. Internet: www.werkstattstechnik.de. Düsseldorf: VDI Fachmedien
- [13] Lenz, L.: *Bewertungssystem zur Entscheidungsunterstützung von Fabrikgebäudeanpassungen auf Basis von Building Information Modeling*. Dissertation, Technische Universität Dortmund, 2019
- [14] Kuckartz, U.; Ebert, T.; Rädiker, S. et al.: *Evaluation online*. Internetgestützte Befragung in der Praxis. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften 2009
- [15] Reinders, H.; Ditton, H.; Gräsel, C. et al.: *Empirische Bildungsforschung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften 2011
- [16] Rost, J.: *Lehrbuch Testtheorie – Testkonstruktion*. Bern: Huber 2004
- [17] Reinema, C.; Pompe, A.; Nyhuis, P.: *Agiles Projektmanagement*. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 108 (2013) 3, S. 113–117
- [18] Schenk, M.; Wirth, S.; Müller, E.: *Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik*. Heidelberg: Springer-Verlag 2014
- [19] VDI 5200 Blatt 1: *Fabrikplanung-Planungsvorgehen*. Berlin: Beuth Verlag 2011
- [20] Wiendahl, H.-P.; Reichardt, J.; Nyhuis, P.: *Handbuch Fabrikplanung. Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten*. München: Carl Hanser Verlag 2014
- [21] Abele, E.; Reinhart, G.: *Zukunft der Produktion. Herausforderungen, Forschungsfelder, Chancen*. München: Carl Hanser Verlag 2011
- [22] Dlouhy, J.; Oprach, S.; Binnering, M. et al.: *Using Taktplanning and Taktcontrol in Production Projects – Comparison of Construction and Equipment Phases*. 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Chennai, India, 2018, pp. 890–898
- [23] Meckelnborg, A.: *Integrative Fabrikplanung durch effiziente Koordinationsmodelle*. Aachen: Apprimus Verlag 2015
- [24] BIM Acceleration Committee et al.: *The New Zealand BIM Handbook. A guide to enabling BIM on built assets*. Stand: 2019. Internet: www.biminnz.co.nz/s/NZ-BIM-Handbook-May-19.pdf. Zugriff am 28.02.2023



Thomas Neuhäuser , M.Sc.
Foto: Autor

Sina Magdalena

Spiegelsperger, B.Sc.

Dr.-Ing. **Andrea Hohmann**

Prof. Dr.-Ing. **Rüdiger Daub**

Fraunhofer-Institut für Gießerei-,
Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV
Am Technologiezentrum 10, 86159 Augsburg
Tel. +49 821 / 90678-239
thomas.neuhaeuser@igcv.fraunhofer.de
www.igcv.fraunhofer.de

Kai Christian Weist, M.Sc.

Technische Universität Dortmund
Lehrstuhl für Baubetrieb und Bauprozessmanagement
August-Schmidt-Str. 8, 44227 Dortmund
Tel. +49 231 / 755-2534
kai.weist@tu-dortmund.de
www.bauwesen.tu-dortmund.de

LIZENZ



Dieser Fachaufsatz steht unter der Lizenz Creative Commons
Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0)