

## Die digitale Fabrik realisieren

# Building Information Modeling einführen

T. Neuhäuser, R. Daub

Das produzierende Gewerbe in Deutschland befindet sich in einem zunehmend turbulenten Umfeld. Eine entscheidende Rolle kommt dabei der Reaktions- und Anpassungsfähigkeit an neue Gegebenheiten zu. Um die notwendigen Anpassungen umzusetzen, steigt die Relevanz digitaler Methoden, Modelle und Werkzeuge in der Fabrikplanung signifikant an. Wie Building Information Modeling in die digitale Fabrik eingeordnet und in Unternehmen eingeführt werden kann, wird in diesem Beitrag vorgestellt.

## STICHWÖRTER

Digitale Fabrik, Fabrikplanung, Digitalisierung

## 1 Einleitung

Die Unternehmen des produzierenden Gewerbes befinden sich seit Jahren in einem turbulenten Umfeld, welches beispielsweise durch gestörte Lieferketten, die zunehmende Forderung nach ökologisch-nachhaltigen Produkten und einer Verkürzung von Produktlebenszyklen verursacht wird [1, 2]. Um weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben, kommt der Reaktions- und Anpassungszeit an neue Gegebenheiten eine entscheidende Rolle zu [3]. Ein möglicher Ansatz zur Verbesserung dieser Zeiten ist die digitale Fabrik, welche „die ganzheitliche Planung, Evaluierung und laufende Verbesserung aller wesentlichen Strukturen, Prozesse und Ressourcen der realen Fabrik in Verbindung mit dem Produkt“ [4] zum Ziel hat.

Gleichzeitig etabliert sich im Baugewerbe zunehmend die Methodik des Building Information Modeling (BIM) [5, 6], welche auf der Kollaboration der Beteiligten auf Basis digitaler Modelle beruht [7, 8]. Studien und Praxistests zeigen, dass die Einführung von BIM in vielen Fällen mit einer Kostenreduktion über den gesamten Bauwerkslebenszyklus und einer Zeitreduktion in Planungs- und Realisierungsprojekten einhergeht [9, 10]. In ersten Ansätzen wurde die Methodik bereits auf die Fabrikplanung übertragen und die Relevanz der Übertragung wurde im Rahmen einer Umfrage als sehr hoch bewertet [11].

Die digitale Fabrik und BIM sind eng miteinander verbunden, wie der erste Teil des Beitrags zeigen wird. Die Einführung von BIM und auch der digitalen Fabrik in der Praxis gestaltet sich für viele Unternehmen im produzierenden Gewerbe jedoch schwierig [2, 12]. So sehen nur 3 % der Unternehmen ihre Transformation

## Implementing Building Information Modeling – Realizing the digital Factory

The environment of manufacturing companies in Germany is considered to be increasingly turbulent. The capacity of companies to react and adapt to new market conditions plays a decisive role. Increasingly relevant for implementing the necessary adjustments is the use of digital methods, models and tools in factory planning. This article shows how Building Information Modeling relates to the digital factory and can be implemented in companies.

zur digitalen Fabrik als abgeschlossen an, während sich 64 % noch im Initiierungsprozess oder davor befinden [2]. Gleichzeitig wird eine detaillierte dreidimensionale geometrische Repräsentation der Fabrik von 72 % der Unternehmen mindestens als „wichtig“ bezeichnet und 62 % wollen spätestens in den nächsten zwei Jahren die kontinuierliche Aktualisierung der digitalen Fabrikdokumentation angehen [13]. Diese Unternehmen werden somit Strategien benötigen, wie BIM als Teil der digitalen Fabrik im Unternehmen eingeführt werden kann. Hierfür wird der zweite Teil des Beitrags einen Ansatz liefern.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Einordnung der Begriffe BIM, digitale Fabrik und digitaler Zwilling

In der Literatur existieren verschiedene Definitionen von BIM, welche auf drei Hauptkomponenten heruntergebrochen werden können: BIM ist definiert als eine kollaborative oder kooperative Arbeitsmethode beziehungsweise -methodik, beruht auf digitalen Modellen und erstreckt sich über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks [7, 8, 14]. Bezogen auf die Fabrikplanung ist der Bauwerksbegriff durch die Fabrik zu ersetzen, die auf oberster Ebene das Produktions- und Gebäudesystem vereint [15]. Das BIM-Modell wird als das zentrale Werkzeug der Methodik angesehen, mit dem beispielsweise Energie- und Lichtsimulationen durchgeführt werden können. Es bildet die Single-Source-of-Truth (SSoT) der Bauwerks- beziehungsweise Fabrikdaten [8, 14]. BIM umfasst also ein Modell, eine Methode beziehungsweise Methodik und ein Werkzeug zugleich. Die Begriffe Metho-

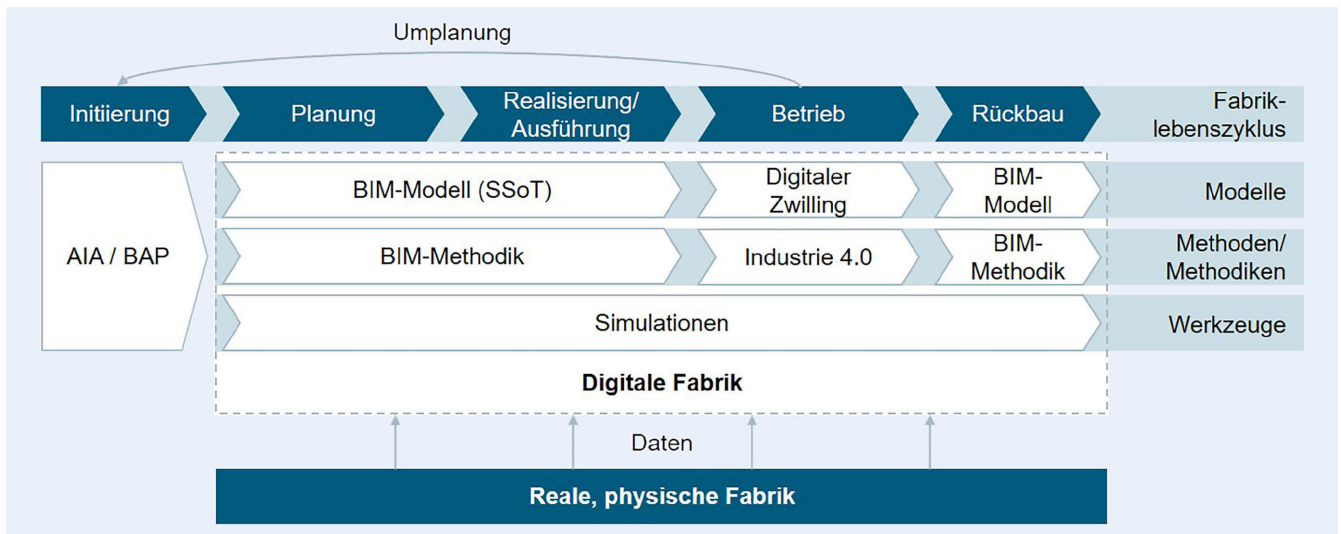


Bild 1. BIM (Building Information Modeling) als Teil der digitalen Fabrik. Grafik: Fraunhofer IGCV

de und Methodik werden in den Definitionen nicht konsistent benutzt [7, 8] und deshalb im Folgenden synonym verwendet, da auch etymologisch betrachtet beide auf das Wort „Weg“ zurückgehen und übersetzt den „Weg zu etwas hin“ beziehungsweise ein „planmäßiges Vorgehen“ beschreiben.

„Die Digitale Fabrik ist der Oberbegriff für ein umfassendes Netzwerk von digitalen Modellen, Methoden und Werkzeugen – unter anderem der Simulation [...] –, die durch ein durchgängiges Datenmanagement integriert werden“. Die digitale Fabrik fokussiert die Phase der Fabrikplanung, die Daten und Modelle werden aber „auch im Produktanlauf, im operativen Betrieb, zur Produktionsoptimierung und zum Facility Management eingesetzt“. [4]

Ein Vergleich der Definitionen von BIM und der digitalen Fabrik zeigt, dass BIM sowohl digitales Modell als auch Methode und Werkzeug ist, über ein durchgängiges Datenmanagement im Sinne einer SSoT verfügt und somit alle Elemente der Definition der digitalen Fabrik umfasst. Zudem beziehen sich die Definitionen für beide Begriffe sowohl auf die Planungs- als auch auf die Betriebsphase (Bild 1). Die digitale Fabrik bezieht das Facility Management mit ein, wodurch eine direkte Verbindung von Produktions- und Gebäudesystem gewährleistet ist. BIM kann somit als Teil der digitalen Fabrik verstanden werden.

Gerade in der Betriebsphase wird jedoch oftmals noch der Begriff des digitalen Zwillings im Kontext von BIM genutzt. Nach [16, 17] basiert der digitale Zwilling einer Fabrik auf einer realen physischen Entität. Er ist ein virtuelles Modell, welches durch Daten die reale Entität beschreibt und deren Verhalten vorhersagen kann, stellt Services wie Simulationen bereit und bietet eine vollständige Vernetzung dieser Komponenten, zum Beispiel über Industrie 4.0 [18]. Im Betrieb geht somit das BIM-Modell in den digitalen Zwilling über und wird bei Um- oder Rückbauplanungen wieder in ein BIM-Modell überführt (siehe Bild 1).

Die Initiierung von BIM-basierten Projekten erfolgt über die Definition der Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA), welche das Lastenheft der Auftraggebenden darstellen, und den BIM-Abwicklungsplan (BAP), welcher das Pflichtenheft der Auftragnehmenden abbildet. Diese beiden Dokumente sind Grundlagen für die Einführung von BIM, die im folgenden Kapitel 2.2 erläutert wird.

## 2.2 Vorgehen zur Einführung von BIM im Baugewerbe

Die Einführung von BIM basiert auf drei Schritten: der Definition der BIM-Ziele, der Bestimmung der BIM-Anwendungsfälle und der Ableitung der BIM-Anforderungen. Die BIM-Ziele definieren, welche Ergebnisse durch die Anwendung der BIM-Methodik erreicht werden sollen. Die BIM-Anwendungsfälle beschreiben die Prozesse die ausgeführt werden, um die BIM-Ziele zu erreichen, woraus sich die BIM-Anforderungen ergeben. Die BIM-Anforderungen legen den Rahmen der Arbeitsweise fest und enthalten beispielsweise Rollen, Prozessdetaillierungen mit Datenlieferungszeitpunkten und Informationsanforderungen sowie Anforderungen an die Datenstruktur. [6, 19, 20]

BIM kann für ein Unternehmen oder ein Projekt eingeführt werden. Die Vorgehensweise ist dabei grundsätzlich gleich. Auf Unternehmensebene wird zunächst eine BIM-Strategie mit unternehmensweiten BIM-Zielen, BIM-Anwendungsfällen und BIM-Anforderungen ausgearbeitet, welche anschließend in Projekten Anwendung findet. Die Grundlage für die Projekte liefern die AIA und gegebenenfalls auch eine Vorlage für den BAP. Ist ein Projekt abgeschlossen, sollte das Gelernte zur Fortschreibung der BIM-Strategie genutzt werden, um so einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess bei der Umsetzung von BIM zu erreichen (Bild 2). Wird BIM rein projektspezifisch eingeführt, werden nur die Initiierungsunterlagen des AIA und BAP erstellt und es muss keine BIM-Strategie entwickelt werden.

Dieses Vorgehen zur Entwicklung einer BIM-Strategie ist im Baugewerbe bereits etabliert. So gibt es etwa im öffentlichen und kommunalen Bauwesen oder im Infrastrukturbau schon umfangreiche Handlungsempfehlungen [6, 21]. Für Fabriken und damit die Unternehmen des produzierenden Gewerbes sind dem Autorenteam bislang keine Handlungsempfehlungen zur Einführung von BIM bekannt. Deshalb wird im folgenden Kapitel 3 ein solcher Ansatz vorgestellt.

## 3 BIM im produzierenden Gewerbe einführen

Die Fabrikplanung ist ein „systematischer, zielorientierter, in aufeinander aufbauende Phasen strukturierter [...] Prozess“ [22].

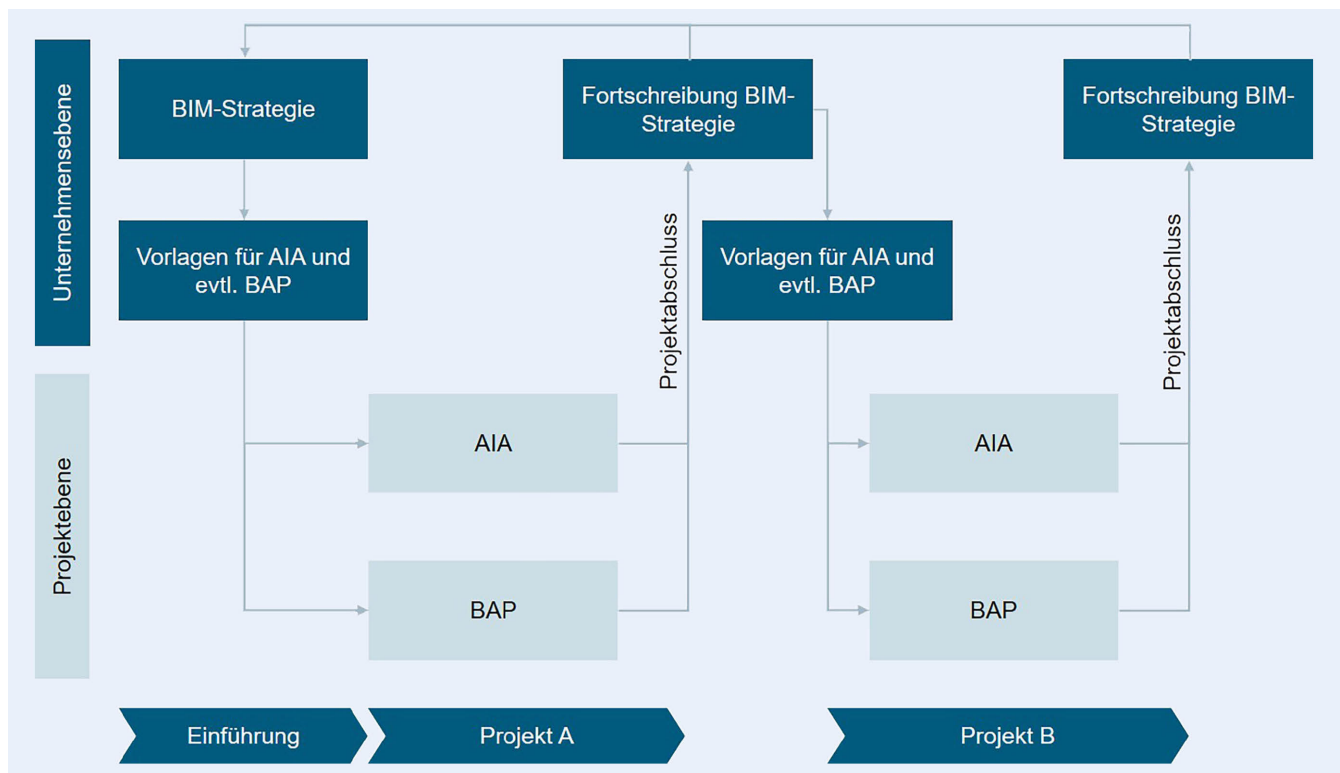


Bild 2. Umsetzung der BIM-Strategie auf Unternehmens- und Projektebene als kontinuierlicher Verbesserungsprozess [6]. Grafik: Fraunhofer IGCV

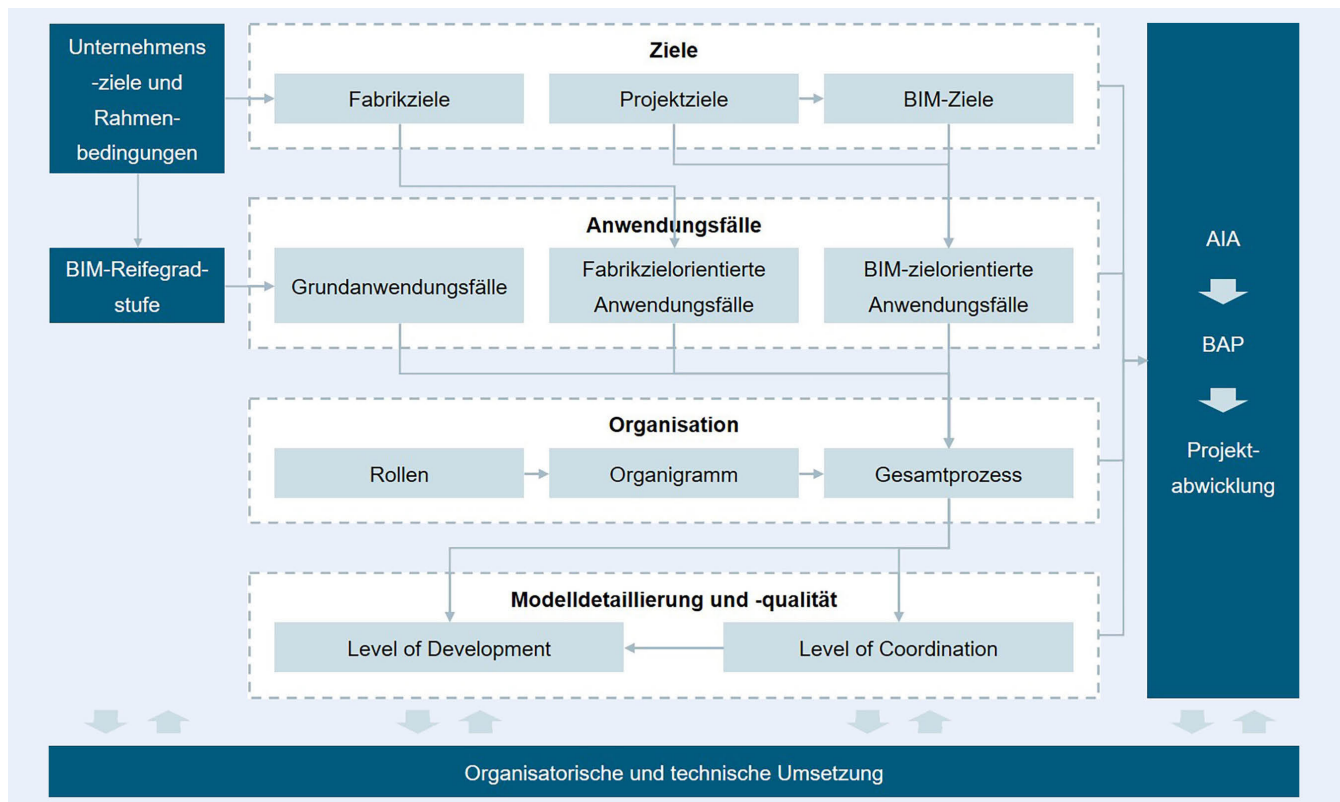
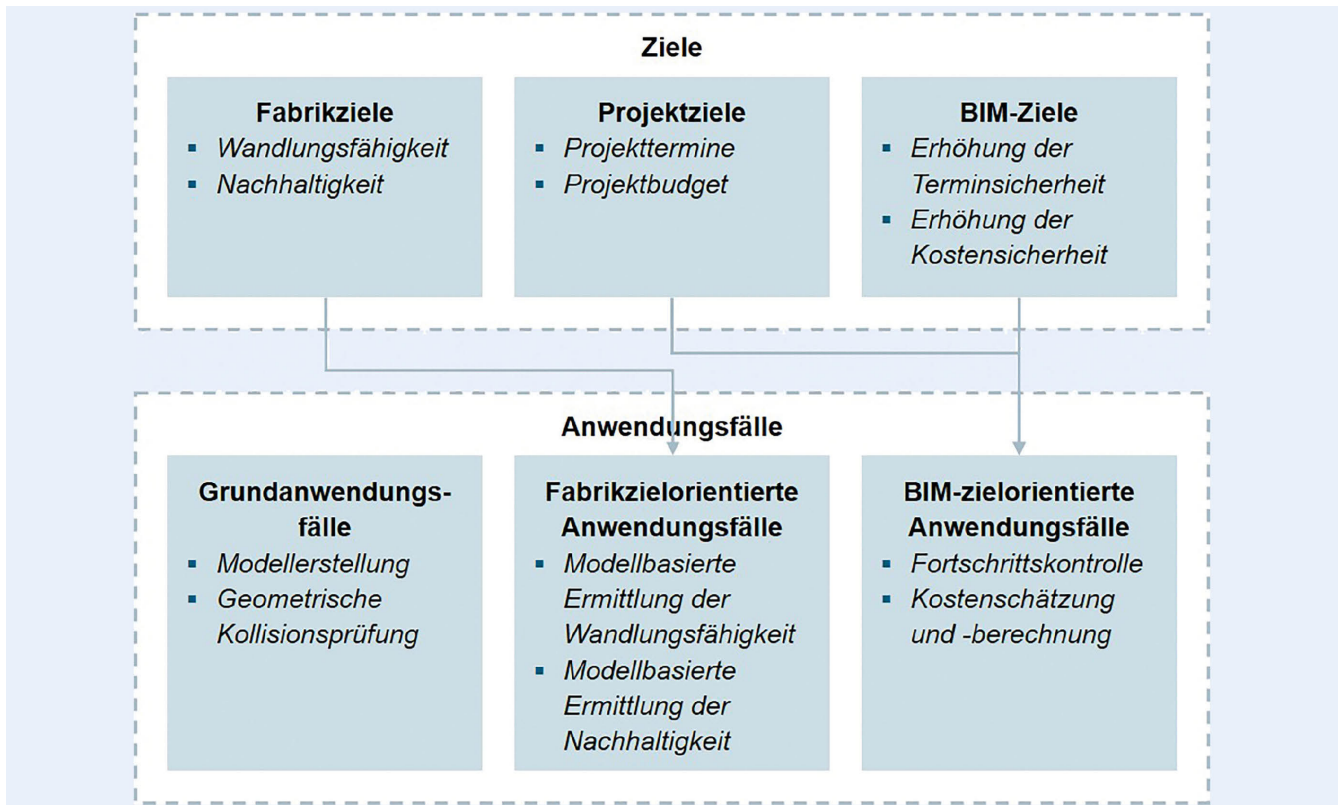


Bild 3. Vorgehen zur Einführung von BIM in Unternehmen des produzierenden Gewerbes. Grafik: Fraunhofer IGCV

Die Zielorientierung ist dabei nicht nur ein Teil der Definition, sondern stellt auch die erste Phase „Zielfestlegung“ des Projektes dar. Das heißt analog zur Einführung von BIM (Kapitel 2.2)

beginnt auch die Fabrikplanung mit der Definition der Ziele. Neben den BIM-Zielen gilt es, auch die Projekt- und Fabrikziele zu beachten (Kapitel 3.1). Die Anwendungsfälle leiten sich im zwei-



**Bild 4.** Beispielhafte Ziele und Anwendungsfälle sowie deren Zusammenhänge. Grafik: Fraunhofer IGCV

ten Schritt aus den definierten Zielen ab (Kapitel 3.2) und stellen im systematischen Prozess der Fabrikplanung einzelne Elemente dar, die sich zu einem Gesamtprozess zusammenfügen und damit den organisatorischen Rahmen bilden (Kapitel 3.3). Anschließend sind die entsprechenden Anforderungen an die Datenstrukturen festzulegen (Kapitel 3.4), welche sich im Modelldetaillierungsgrad, dem Level of Development (LOD), sowie der Modellqualität, dem Level of Coordination (LOC), wiederfinden.

Die Definition von Zielen, Anwendungsfällen, der Organisation sowie der Modelldetaillierung und -qualität bilden den Kern der BIM-Strategie (Bild 3).

Sind diese Punkte definiert, kann zusammen mit einem organisatorischen und technischen Umsetzungskonzept (Kapitel 3.5) die Einführung von BIM in Fabrikplanungsprojekten beginnen, indem die Vorlagen für AIA sowie gegebenenfalls BAP erstellt werden und die BIM-basierte Projektabwicklung startet (Kapitel 3.6).

### 3.1 Ziele

Ausgangspunkt der Fabrikplanung sind die Fabrikziele, welche aus den Unternehmenszielen und Rahmenbedingungen abgeleitet werden (vergleiche Bild 3). Die Fabrikziele sind gestalterische Leitlinien, wie etwa Wandlungsfähigkeit und Nachhaltigkeit, auf welche hin Planungsvarianten optimiert und nach denen diese bewertet werden. Unumgänglich ist dabei, dass am Ende eines Fabrikplanungsprojektes ein bestimmtes Produktspektrum in einer bestimmten Qualität mit definierten Lieferzeiten zu bestimmten Kosten in einer bestimmten Stückzahl pro Zeiteinheit produzierbar sein muss. Neben den Fabrikzielen, welche auf die Fabrik als Planungsobjekt fokussiert sind, gibt es die

Projektziele, welche die einzuhaltenden Termine und den Investitionsrahmen festlegen. Die Anwendung von BIM unterstützt vor allem die Erreichung der Projektziele, weswegen BIM-Ziele, wie beispielsweise die Erhöhung von Planungsqualität, Terminalsicherheit und Kostensicherheit, gängig sind [5, 11]. [22]

Zur Definition der Ziele hat sich die „SMARTe“ (spezifische, messbare, akzeptierte, realistische und terminierte) Definition bewährt [23]. Um die Ziele zu erreichen, werden Anwendungsfälle definiert, deren Zusammenhang zu den Zielen beispielhaft in Bild 4 dargestellt ist.

### 3.2 BIM-Reifegradstufe und Anwendungsfälle

Die Anwendungsfälle legen konkrete Arbeitsinhalte fest. Unabhängig von den Zielen sind dabei die Grundanwendungsfälle, welche durch die Wahl der BIM-Reifegradstufe vorgegeben sind. In der Literatur werden vier BIM-Reifegradstufen unterschieden (Bild 5).

Auf Stufe 0, der Prä-BIM-Stufe, wird in der Regel CAD-Software genutzt, 2D-Zeichnungen bilden die Arbeitsgrundlage und die Kollaboration findet lediglich durch einen papierbasierten Austausch von Dokumenten statt. Auf Stufe 1 werden proprietäre Austauschformate verwendet und es werden teilweise geometrische 3D-Modelle erstellt, die Kollaboration erfolgt jedoch nur unmittelbar zwischen einzelnen Beteiligten. Diese beiden Stufen werden auch als Bauwerksmodellierung bezeichnet und sind damit Vorstufen zu BIM. Ab Stufe 2 beginnt BIM, indem neben geometrischen auch alphanumerische Informationen modelliert werden. Auf dieser Stufe werden weiterhin proprietäre Austauschformate verwendet. Die beteiligten Disziplinen erstellen jedoch eigene Modelle, die in einem zentralen Datenmanagement,



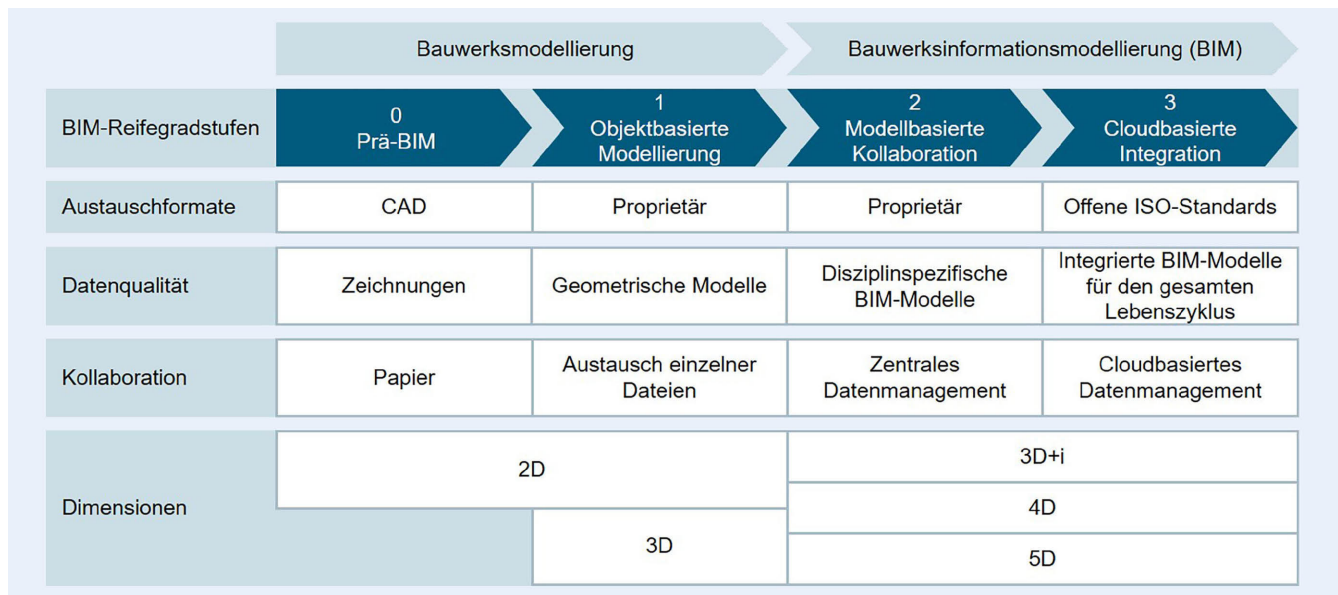


Bild 5. BIM-Reifegradstufen in Anlehnung an [24–27]. Grafik: Fraunhofer IGCV

dem sogenannten Common Data Environment (CDE) zusammengeführt werden. 4D-BIM bezieht sich auf die Integration von zeitlichen Informationen und 5D auf die Kostenintegration. Auf der letzten Stufe 3 ist die CDE cloudbasiert, es werden offene ISO-Standards wie IFC (Industry Foundation Classes) genutzt und BIM-Modelle werden über den gesamten Lebenszyklus gepflegt. Diese Stufe ist somit auch der Anknüpfungspunkt an den digitalen Zwilling. [24–27]

Auch wenn die ersten zwei Reifegradstufen noch nicht wirklich der BIM-Methodik entsprechen, kann es für Unternehmen auf der Stufe 0 dennoch sinnvoll sein vor der Einführung von BIM zunächst Stufe 1 umzusetzen. Dabei sind die Grundanwendungsfälle beispielsweise die Modellerstellung und eine anschließende geometrische Kollisionsprüfung (vergleiche Bild 4).

Neben den Grundanwendungsfällen gibt es auch die fabrik- und BIM-zielorientierten Anwendungsfälle. Wie deren Name sagt, definieren diese die Arbeitsinhalte, um die Fabrikziele, wie etwa Wandlungsfähigkeit über eine modellbasierte Ermittlung der Wandlungsfähigkeit, sowie die BIM-Ziele, wie beispielsweise –Erhöhung der Terminalsicherheit über eine Fortschrittskontrolle, zu erreichen. Die zielorientierten Anwendungsfälle sind in der Regel erst ab Stufe 2 umsetzbar, da eine alphanumerische Modellierung notwendig ist.

Die Anwendungsfälle werden oft über Steckbriefe inklusive eines Prozessdiagramms näher beschrieben [28] und müssen anschließend in einen organisatorischen Rahmen eingeordnet werden.

### 3.3 Organisation

Die Organisation setzt sich aus den Rollen, deren hierarchischer Strukturierung als Organigramm und deren Ineinandergreifen im Gesamtprozess zusammen. Ein Unternehmen muss sich dabei entscheiden, welche Aufgaben intern und welche extern durchgeführt werden sollen. Die einzige Rolle, die bei der BIM-Einführung zwingend intern wahrgenommen werden muss, ist die der BIM-Nutzenden. Diese Rolle verwendet das Modell zur Informationsgewinnung. Das BIM-Management vertritt die

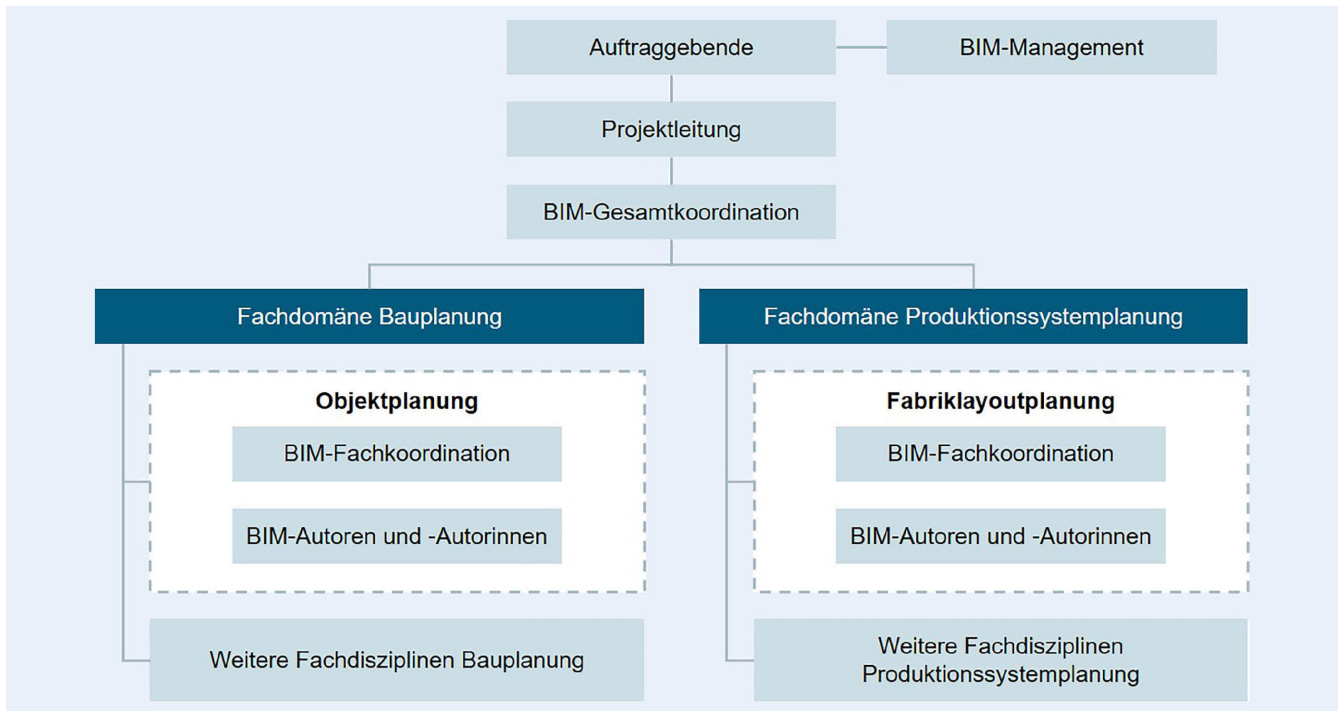
Interessen der Auftraggebenden und erstellt die AIA. Die BIM-Gesamtkoordination, die BIM-Fachkoordination, BIM-Autoren und -Autorinnen sowie die BIM-Informationsliefernden sind auf der Seite der Auftragnehmenden zu finden. Die BIM-Gesamtkoordination erstellt den BAP und koordiniert die BIM-Fachkoordination. Diese wiederum verantworten die fachspezifischen Modelle und koordinieren die BIM-Autoren und -Autorinnen. Die BIM-Autoren und -Autorinnen sind für die Erstellung und Bearbeitung der Modelle verantwortlich, während die BIM-Informationsliefernden nur Informationen liefern, die in die Modelle aufgenommen werden. [5, 29]

Für ein klassisches Fabrikplanungsprojekt ergibt sich daraus ein Organigramm wie in Bild 6 skizziert. Auf spezifischere Rollenbeschreibungen und eine Erklärung des Organigramms wird in diesem Beitrag verzichtet, da diese in Schäfer *et al.* [29] ausgeführt sind.

Werden die Arbeitsinhalte der einzelnen Anwendungsfälle den Rollen zugeordnet und deren Schnittstellen im Sinne einer zeitlichen Reihenfolge definiert, entsteht der Gesamtprozess der BIM-basierten Fabrikplanung. Dieser stellt eine Art Informationslogistik dar, die beschreibt, welche Rolle zu welchem Zeitpunkt Information von wem benötigt und in welcher Qualität sowie welchem Austauschformat diese vorliegen muss. Eine Vorgehensweise zur Erstellung dieser Informationslogistik liefert die Richtlinie zum Informationslieferungshandbuch (IDM) [30]. Heruntergebrochen auf die Projektphasen ergibt sich dadurch der LOD.

### 3.4 Modelldetaillierung und -qualität

Der LOD setzt sich aus dem geometrischen und alphanumerischen Modelldetaillierungsgrad zusammen und entwickelt sich in der Regel in 100er Schritten über den Projektverlauf von 0, kein Modell vorhanden, bis 500, vollständiges wie-gebaut Abbild vorhanden [19]. Der LOD wird zudem durch den LOC beeinflusst. Dieser definiert zu welchem Zeitpunkt welche Koordinationsprozesse, also Kollisions- und Qualitätsprüfungen, durchzuführen sind [29]. Der LOD und LOC fassen somit zusammen, welche



**Bild 6.** Beispielhaftes Organigramm in BIM-basierten Fabrikplanungsprojekten [29]. Grafik: Fraunhofer IGCV

Informationen zu welchem Zeitpunkt zu modellieren und zu prüfen sind. Vertiefende Informationen zum LOD in der Fabrikplanung sind in [31–33] zu finden. Der LOC wird von Schäfer *et al.* [29] näher betrachtet.

Die Herleitung der zu modellierenden und zu prüfenden Informationen kann über die Strukturebenen erfolgen. So gibt es Informationen, die für sämtliche Standorte des Unternehmensnetzwerks, also unternehmensweit, notwendig sind. Dies sind die Unternehmensinformationsanforderungen (UIA). Bezogen auf die individuellen Werke können, zum Beispiel über den dort produzierten Produktmix, weitere Informationen nötig sein. Die UIA werden somit um spezifische Werksinformationsanforderungen (WIA) ergänzt. Da Werke aus mehreren Fabriken bestehen können, können hierdurch weitere Informationen nötig sein, was sich in den Fabrikinformationsanforderungen (FIA) widerspiegelt. Wird bezogen auf eine Fabrik ein Planungsprojekt initiiert, kann auch dieses Projekt individuelle Projektinformationsanforderungen (PIA) haben, die sich auf die AIA beziehungsweise den BAP für das Projekt niederschlagen. Das heißt, die Informationsanforderungen werden nach dem Top-Down-Prinzip über die Strukturebenen bis hin zum Projekt spezifiziert, wie **Bild 7** zeigt. [6]

### 3.5 AIA, BAP und Projektabwicklung

Die AIA fassen die vier in den Kapitel 3.1 bis 3.4 aufgezeigten Elemente Ziele, Anwendungsfälle, Organisation und Modellierungsdetaillierung und -qualität zusammen. Es kann auch eine Vorlage für den BAP zur Verfügung gestellt werden. Dies entspricht aber nicht dem Regelfall. Es sollte darauf geachtet werden, dass die AIA als BIM-Lastenheft Anforderungen und Leitplanken darstellen, die durch den BAP als BIM-Pflichtenheft spezifiziert und anschließend im Projekt umgesetzt werden. [5, 6]

Eine Übersicht über die Strukturierung und die Inhalte des AIA und BAP wird in [34] gegeben. Neben den vier aufgezeigten

Elementen muss zudem die organisatorische und technische Umsetzung definiert werden.

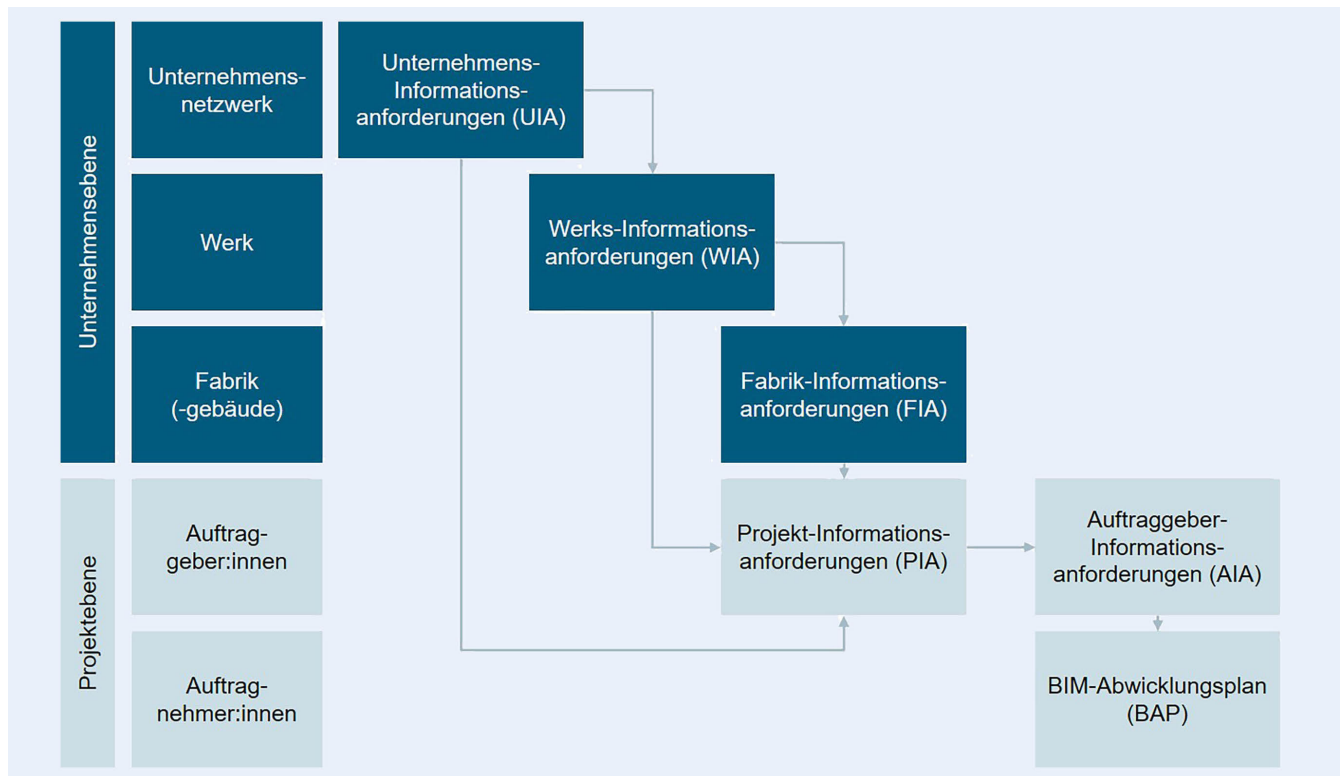
### 3.6 Organisatorische und technische Umsetzung

Mit der Entwicklung der BIM-Strategie gehen neue Rollen und damit auch Aufgaben einher, wie in Kapitel 3.3 gezeigt. Die Mitarbeitenden müssen dementsprechend geschult werden oder es müssen die notwendigen Kompetenzen geschaffen werden. Dazu muss ein Schulungs- und Qualifizierungskonzept entwickelt werden. Zudem sind eventuell nicht alle externen Dienstleistenden sofort in der Lage, die Anforderungen aus der BIM-Strategie umzusetzen. Auch hierfür ist ein entsprechendes Konzept zu entwickeln. [5]

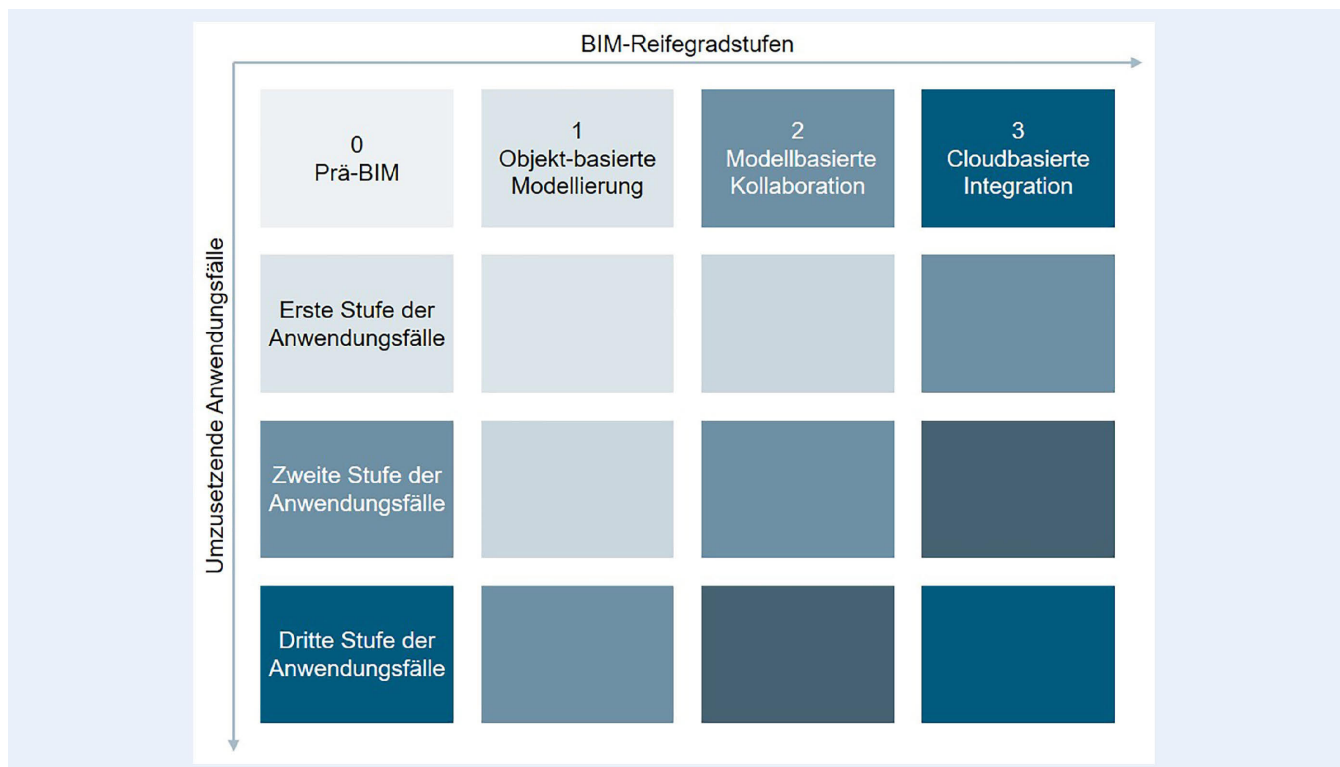
Neben diesen organisatorischen müssen auch technische Umsetzungsfragen beantwortet werden. So müssen gegebenenfalls neue Softwarewerkzeuge zur Umsetzung der Anwendungsfälle definiert werden, wobei vor allem die Datendurchgängigkeit eine entscheidende Rolle spielt. Wird zum Beispiel die BIM-Reifegradstufe 3 gewählt, sollten die Softwarewerkzeuge inklusive des CDE für das IFC-Datenformat qualifiziert sein. Eine Übersicht hierzu liefert [35]. Auch der Übergabe der Modelle zwischen den Lebenszyklusphasen sollte besondere Beachtung geschenkt werden, da es hier oft zu Informationsverlusten kommt. Zudem kann es sinnvoll sein, nicht alle Anwendungsfälle zeitgleich einzuführen und direkt von Prä-BIM zu einer cloudbasierten Integration zu wechseln, sondern eine sukzessive stufenweise Einführungsstrategie (**Bild 8**) zu wählen [5]. [20]

## 4 Fazit

Die digitale Fabrik stellt ein Netzwerk von Modellen, Methoden und Werkzeugen dar, enthält ein durchgängiges Datenmanagement und wird lebenszyklusphasenübergreifend angewendet.



**Bild 7.** Entstehung der AIA (Auftraggeber-Informationsanforderungen) und des BAP (BIM-Abwicklungsplan) durch die unterschiedlichen Strukturebenen einer Organisation in Anlehnung an [6]. *Grafik: Fraunhofer IGCV*



**Bild 8.** Einführungsstufen von BIM in Unternehmen. *Grafik: Fraunhofer IGCV*

BIM erfüllt sämtliche dieser Kriterien und kann so als Teil der digitalen Fabrik angesehen werden. Um BIM in einem produzierenden Unternehmen einzuführen, ist eine BIM-Strategie nötig.

Dafür sollten zunächst die Ziele klar definiert, die Anwendungsfälle zur Erfüllung der Ziele abgeleitet und eine Organisation für die BIM-basierte Fabrikplanung geschaffen werden. Anschließend

sind die Anforderungen an die Modelldetaillierung und -qualität zu formulieren, um aufbauend auf diesen Komponenten eine AIA und gegebenenfalls eine BAP-Vorlage für die Nutzung von BIM in Fabrikplanungsprojekten zu definieren. Sind zudem die organisatorische und technische Umsetzung festgelegt, kann die BIM-basierte Projektabwicklung starten.

Die Einführung von BIM verspricht eine Kostenreduktion über den gesamten Fabriklebenszyklus und eine Zeitreduktion in Planungs- und Realisierungsprojekten. So kann es bei der Anwendung von offenen Austauschformaten wie IFC zu Problemen kommen, da bislang keine eigenen Entitäten für Fabrikobjekte hinterlegt sind. Hierfür werden aktuell in der building-Smart-Fachgruppe „Open-BIM in der Fabrikplanung“ Lösungen erarbeitet, welche von allen mitgestaltet werden können.

Zudem sollte der Schnittstelle zwischen Planungs- und Betriebsmodell beziehungsweise dem BIM-Modell und dem digitalen Zwilling eine besondere Beachtung geschenkt werden, indem der Betrieb bereits ausführlich in der Planung berücksichtigt wird, um Informationsverluste an der Schnittstelle zu vermeiden. Auch deshalb empfiehlt es sich, eine sukzessive stufenweise Einführungsstrategie zu wählen, um die vielversprechenden Potenziale von BIM zukünftig auch in produzierenden Unternehmen zu heben.

## Literatur

- [1] Abele, E.; Reinhart, G.: Zukunft der Produktion. Herausforderungen, Forschungsfelder, Chancen. München: Hanser Verlag 2011
- [2] Geissbauer, R.; Bruns, M.; Wunderlin, J.: Digital Factory Transformation Survey 2022. Digital Backbone, use cases and technologies, organizational setup, strategy and roadmap, investment focus. Internet: [www.pwc.de/en/strategy-organisation-processes-systems/operations/digital-factory-transformation-survey-2022.html](http://www.pwc.de/en/strategy-organisation-processes-systems/operations/digital-factory-transformation-survey-2022.html). Zugriff am 19.04.2023
- [3] Delbrügger, T.; Döbbeler, F.; Graefenstein, J. et al.: Anpassungsintelligenz von Fabriken im dynamischen und komplexen Umfeld. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 112 (2017) 6, S. 364–368
- [4] Verein Deutscher Ingenieure: VDI 4499–1. Digitale Fabrik. Berlin: Beuth Verlag 2008
- [5] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat: Masterplan BIM für Bundesbauten. Stand: 2021. Internet: [www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2021/10/masterplan-bim.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2021/10/masterplan-bim.pdf?__blob=publicationFile&v=3). Zugriff am 18.04.2023
- [6] Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen: BIM-Handlungsempfehlung für die kommunalen Bauverwaltungen und die kommunale Gebäudewirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Stand: 2021. Internet: [broschuerenservice.mhkbd.nrw/mhkbd/files?download\\_page=0&product\\_id=1646&files=a/1/a1e9c61d0ffc6435e12aba1004b23950.pdf](http://broschuerenservice.mhkbd.nrw/mhkbd/files?download_page=0&product_id=1646&files=a/1/a1e9c61d0ffc6435e12aba1004b23950.pdf). Zugriff am 18.04.2023
- [7] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.): Stufenplan Digitales Planen und Bauen. Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken. Stand: 2015. Internet: [bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile). Zugriff am 18.04.2023
- [8] Verein Deutscher Ingenieure: VDI 2552–2. Building Information Modeling. Berlin: Beuth Verlag 2018
- [9] Deutsche Bahn AG: BIM-Strategie. Implementierung von Building Information Modeling (BIM) im Vorstandsressort Infrastruktur der Deutschen Bahn AG. Stand: 2022. Internet: <https://www.deutschebahn.com/resource/blob/6876006/c4ae3a7c344b770a0e762aa73406598c/Implementierung-von-BIM-im-VR-I-data.pdf>. Zugriff am 18.04.2023
- [10] Bryde, D.; Broquetas, M.; Volm, J. M.: The project benefits of Building Information Modelling (BIM). International Journal of Project Management 31 (2013) 7, pp. 971–980
- [11] Neuhäuser, T.; Weist, K. C.; Spiegelsperger, S. M. et al.: Relevanz von BIM in der Fabrikplanung. Ergebnisse einer online Umfrage. wt Werkstattstechnik online 113 (2023) 03, S. 93–100. Internet: [www.werkstattstechnik.de](http://www.werkstattstechnik.de). Düsseldorf: VDI Fachmedien
- [12] 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
- [13] NavVis: NavVis Digital Factory Survey 2021. Internet: [www.navvis.com/resources/survey/digital-factory](http://www.navvis.com/resources/survey/digital-factory). Zugriff am 19.04.2023
- [14] DIN EN ISO 19650–1: Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) – Informationsmanagement mit BIM. Berlin: Beuth Verlag 2018
- [15] Schenk, M.; Wirth, S.; Müller, E.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik. Heidelberg: Springer-Verlag 2014
- [16] Industrial Digital Twin Association e. V.: Digital Twin. Internet: [industrialdigitaltwin.org/en/glossary/digital-twin](http://industrialdigitaltwin.org/en/glossary/digital-twin). Zugriff am 18.04.2023
- [17] Rasheed, A.; San, O.; Kvamsdal, T.: Digital Twin: Values, Challenges and Enablers From a Modeling Perspective. IEEE Access 8 (2020), pp. 21980–22012
- [18] Bauernhansl, T.; Dombrowski, U. (Hrsg.): Einfluss von Industrie 4.0 auf unsere Fabriken und die Fabrikplanung. Eine Broschüre des Fachbeirats Deutscher Fachkongress Fabrikplanung. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung 2016
- [19] Verein Deutscher Ingenieure: VDI 2552–1. Building Information Modeling. Berlin: Beuth Verlag 2020
- [20] Tautschnig, A.; Fröch, G.; Mösl, M. et al.: Building Information Modeling. Übersicht über Technologie und Arbeitsmethodik mit Praxisbeispielen. In: Bergmeister, K.; Fingerloos, F.; Wörner, J.-D. (Hrsg.): Beton-Kalender 2018. Bautenschutz, Brandschutz. Berlin: Ernst & Sohn a Wiley brand 2018, S. 356–413
- [21] planen-bauen 4.0 GmbH: Umsetzung des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“ Internet: [bim4infra.de/](http://bim4infra.de/). Zugriff am 18.04.2023
- [22] Verein Deutscher Ingenieure: VDI 5200–1. Fabrikplanung. Berlin: Beuth Verlag 2011
- [23] Gottmann, J.: Einleitung. In: Gottmann, J. (Hrsg.): Produktionscontrolling. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2016, S. 1–21
- [24] Succar, B.: Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction 18 (2009) 3, pp. 357–375
- [25] Lenz, L. T.; Gralla, M.: Building Information Modelling und 5D-Planung im dynamischen und komplexen Umfeld. In: 28. BBB-Assistententreffen. Fachkongress der wissenschaftlichen Mitarbeiter der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik. Kaiserslautern: Technische Universität Kaiserslautern 2017
- [26] Khosrowshahi, F.; Arayici, Y.: Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry. Engineering, Construction and Architectural Management 19 (2012) 6, pp. 610–635
- [27] Borrmann, A.; König, M.; Koch, C. et al.: Building Information Modeling. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2021
- [28] Verein Deutscher Ingenieure; Deutsches Institut für Normung: VDI/DIN-EE 2552 Blatt 12.1. Building Information Modeling – Struktur zu Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen. Berlin: Beuth Verlag 2023
- [29] Schäfer, S. F.; Lenz, L. T.; Neuhäuser, T.: Level of Coordination in der Fabrikplanung. Koordination der Fachdomänen Produktionssystem und Bauplanung mit BIM. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 106 (2023) 05, [im Druck]
- [30] Verein Deutscher Ingenieure und buildingSMART: VDI/bS 2552 Blatt 11.1. Building Information Modeling – Informationsaustauschanforderungen zu BIM-Anwendungsfällen. Berlin: Beuth Verlag 2020
- [31] 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
- [32] Burggräf, P.; Dannapfel, M.; Esfahani, M. E. et al.: How to Improve Collaboration Efficiency in the Built Environment of Factories by Using an Integrated Factory Modelling Concept – An Expert Study. International Journal of Design & Nature and Ecodynamics 15 (2020) 4, pp. 473–481
- [33] 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
- [34] Verein Deutscher Ingenieure und buildingSmart: VDI 2552 Blatt 10. Building Information Modeling – Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) und BIM-Abwicklungspläne (BAP). Berlin: Beuth Verlag 2021
- [35] buildingSmart International: IFC Certified Software. Internet: [www.buildingsmart.org/compliance/redevelopment/certified-software/](http://www.buildingsmart.org/compliance/redevelopment/certified-software/). Zugriff am 18.04.2023





**Thomas Neuhäuser**, M.Sc.   
*Foto: Autor*



**Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Daub**  
*Foto: Fraunhofer IGCV*  
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

LIZENZ



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