

Gerhard Syben

**Zu den
Folgen des Building
Information Modeling
für die Arbeit in
Bauunternehmen**

Eine explorative Studie

gefördert vom



**Bauindustrieverband
Niedersachsen-Bremen**

Bremen, Oktober 2016

Die Studie „Folgen der Einführung des *Building Information Modeling* für die Arbeit in Bauunternehmen“ wurde vom Bauindustrieverband Niedersachsen-Bremen gefördert.

BAQ Forschungsinstitut für Beschäftigung Arbeit Qualifikation
Prof. Dr. Gerhard Syben
Wachmannstraße 34
28209 Bremen
Tel.: 0421 344763
Fax: 0421 1630930
institut@baq-bremen.de
www.baq-bremen.de

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Zusammenfassung der Ergebnisse	7
1. Die Bauindustrie auf dem Wege in das elektronische Zeitalter	9
2. Methode und Vorgehen der Studie	13
3. Erste Ergebnisse zu den Folgen des Building Information Modeling für die Arbeit in Bauunternehmen	14
3.1 Building Information Modeling als neue Technologie für die Arbeit der Bauunternehmen	14
3.2 Der Zusammenhang von BIM, Partnering-Modellen und <i>lean construction</i>	17
4. Anlass der Einführung von BIM	18
5. Formen der Einführung von BIM	20
6. Veränderungen der Arbeit durch die Einführung von BIM	22
6.1 Veränderungen der Arbeit in der Angebotsbearbeitung	22
6.2 Vorziehen der Entscheidungen im Prozess	27
6.2.1 Veränderungen der Arbeit bei der Mengenermittlung	27
6.2.2 Veränderungen der Arbeit an der Terminplanung	29
6.2.3 Andere Bereiche der Veränderung der Arbeit unter dem Einfluss von BIM	30
6.3 Veränderung der Koordinationsformen	32
6.4 Veränderung des Nachtragsmanagements	35
6.5 Veränderungen an der Nahtstelle zwischen Planung und Bauleitung	37
6.6 Änderungen der formalen Arbeitsorganisation	40
6.7 Entstehen neuer Arbeitsrollen beim Einsatz von BIM	42
7. Neue Kompetenzanforderungen	44
8. Perspektiven der Veränderung der Arbeit beim Einsatz von BIM	46

Vorwort

Die hier vorgelegte Studie zu den Folgen der Einführung des *Building Information Modeling* (BIM) für die Arbeit in Bauunternehmen stellt nach meinem Wissen die erste empirische Untersuchung in diesem Themenfeld dar. Sie wurde zu einem Zeitpunkt unternommen, zu dem zwar anscheinend viele Bauunternehmen bereits konkrete Schritte eingeleitet haben, BIM zu übernehmen oder wenigstens die Übernahme zu prüfen, zu dem es aber erst wenige wirkliche Anwendungserfahrungen gibt. Der Versuch, Folgen der Einführung von BIM für die Arbeit in Bauunternehmen zu erfassen, konnte sich unter diesen Umständen nur auf einige wirkliche Erfahrungen stützen. Vielmehr ist er eine erste Bestandsaufnahme der Erwartungen, die Experten auf Grund ihrer Kenntnis des Baugeschäfts und der Unternehmenslandschaft einerseits und andererseits der technischen Grundlagen und Anwendungsüberlegungen von BIM geäußert haben.

Umso mehr habe ich den Experten zu danken, die mir für die Befragung in diesem Vorhaben ihre Zeit zur Verfügung gestellt haben.

Besonderer Dank gebührt auch dem Bauindustrieverband Niedersachsen-Bremen, der sich ohne Zögern und unbürokratisch zur Förderung dieser Studie entschlossen hat.

Alle Fehler und Versäumnisse der Studie gehen selbstverständlich zu meinen Lasten.

Bremen, im Oktober 2016

Gerhard Syben

Zusammenfassung der Ergebnisse

- Aufgrund des explorativen Charakters der Studie haben die hier vorgestellten Befunde eher den Stellenwert von (allerdings gut begründeten) Hypothesen, denn den belastbarer Resultate.
- Die Bauunternehmen bemühen sich offensichtlich, selbst die Grundlagen für die Anwendung des *Building Information Modeling* zu schaffen. Von der Bauherrenseite wird eine Bearbeitung von Projekten mit BIM nur in wenigen Fällen verlangt. Also haben die Bauunternehmen selbst die Initiative ergriffen.
- In keinem Falle dürfte das bedeuten, dass Bauunternehmen auf ihr qualifiziertes Personal verzichten werden. Es ist offensichtlich die feste Überzeugung, dass auch – oder gerade – mit BIM fachspezifisch ausgebildete Experten und Expertinnen benötigt werden, die etwas vom Bauen verstehen.
- BIM wird ein neues Instrument für qualifizierte Beschäftigte. Es entlastet von Routinetätigkeit und schafft mehr Raum für die eigentlichen fachspezifischen Ingenieur Tätigkeiten. Der steigende Bedarf an qualifizierten Beschäftigten kann die Möglichkeit schaffen, das Reservoir an qualifizierten Bauingenieurinnen besser zu nutzen als bisher.
- Bauunternehmen, die eine BIM-Kompetenz aufbauen, schaffen die dafür erforderlichen Strukturen, nutzen aber für eine Übergangszeit weiterhin auch die herkömmlichen Methoden und Verfahren.
- Über Auswirkungen von BIM auf den organisatorischen Aufbau der Bauunternehmen werden zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Aussagen getroffen.
- Der Schwerpunkt der Umstellung auf die Arbeit mit BIM liegt in der Angebotsbearbeitung. Die Arbeitstätigkeiten in der Angebotsbearbeitung ändern sich zunächst der Form nach nicht. Auch die Datengrundlagen für die Preisermittlung sind die gleichen. Eine erste Veränderung besteht darin, dass die Bearbeiter diese Daten für die Verwendung mit BIM so aufbereiten müssen, dass sie automatisch mit den ermittelten Mengen verknüpft werden können.
- BIM zwingt Auftraggeber und Planer dazu, das Bausoll zu einem sehr viel früheren Zeitpunkt als bisher üblich zu definieren. Generell müssen zu einem wesentlich früheren Zeitpunkt als heute mehr Gedanken an die Planung gewendet werden. Bauteile müssen von Anfang an konkret und detailliert beschrieben werden, sonst kann das BIM-Datenmodell nicht erstellt werden. Organisatorische Veränderungen könnte dies für die Arbeitsvorbereitung bedeuten, die tendenziell in die Arbeitsvorbereitung integriert werden könnte.
- Zugleich wird sich eine der zentralen Aufgaben der Angebotsbearbeitung ändern. Kalkulatoren und Kalkulatorinnen werden nicht mehr damit beschäftigt sein, Mengen zu ermitteln, sondern sie können sich um ihre eigentlichen Aufgaben kümmern. BIM wird den Anforderungsgehalt der Arbeit der Beschäftigten in der Kalkulation steigern.
- Auftraggeber können mit BIM sehr genaue Vorgaben machen und ihrer Rolle im Prozess stärken.
- Der ermittelte Angebotspreis ist mit BIM ein nachvollziehbarer und feststehender Preis.

- Die in einer frühen Bauphase schon erreichbare Genauigkeit fordert einen sehr hohen Aufwand. Die Erleichterung in späteren Projektphasen bedingt also einen größeren Arbeitseinsatz in den Zeiten vorher. Eine wirkliche Arbeitserleichterung tritt erst ein, wenn eine leistungsfähige Datenbank erarbeitet worden ist, die dann mit dem 3D-Modell verknüpft werden kann.
- BIM wird die Notwendigkeit der Kooperation aller an einem Bauvorhaben Beteiligten verdeutlichen.
- Nachträge werden mit BIM – entgegen einer verbreiteten Ansicht – nicht völlig wegfallen. Sie werden aber nur noch dann auftreten, wenn der Bauherr Änderungswünsche hat.
- Diskussionen an der Nahtstelle zwischen Kalkulation, Planung und Bauleitung können mit BIM unterstützt, erleichtert und versachlicht werden.
- Der Bauleiter wird durch BIM vor allem weniger Administrationsarbeit zu leisten haben und die er noch leisten muss, wird er leichter erledigen können. Dadurch wird er wieder mehr Zeit für eigentliche Tätigkeit, die Leitung der Baustelle haben. Insgesamt wird sich die Rolle des Bauleiters ändern.
- Die Reduzierung der Belastung der Bauleitung wie auch der anderen Fach- und Führungskräfte wird die Bauunternehmen in die Lage versetzen, den Wünschen ihrer Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen nach Verbesserung ihrer *Work-Life-Balance* zu entsprechen. Das würde der Bauindustrie ermöglichen, den Anschluss an gesellschaftliche Diskussionen, nicht zuletzt auf der Europäischen Ebene zu finden.
- Die neuen Arbeitsrollen, deren Aufkommen mit der Verbreitung von BIM erwartet wird: BIM-Manager, BIM-Koordinator und BIM-Modellierer werden in den Bauunternehmen unterschiedlich gesehen und unterschiedlich bewertet. Übereinstimmung herrscht darüber, dass dafür nicht zwingend neue Arbeitspositionen geschaffen werden müssen. Sicher ist, dass jemand im Bauunternehmen sich um das Datenmanagement kümmern muss. Neue Ausbildungsprofile (BIM-Professional) weisen in diese Richtung.
- Für BIM werden neue Kompetenzen benötigt. Die beruflichen Kompetenzen von Bauingenieuren, Architekten oder Bautechnikern bleiben aber weiter eine unverzichtbare Grundlage. Die wichtigste ergänzende Kompetenz wird als IT-Affinität bezeichnet. BIM-Kompetenz fordert vor allem konkrete Software-Kenntnisse. Der kooperative Charakter von BIM fordert eine Grundkenntnis des Gesamtprozesses sowie eine erhöhte Kompetenz zur Kommunikation.
- BIM erfordert Weiterbildung und Zusatzqualifikationen. Es muss Bestandteil jeder Bauausbildung sein.

1. Die Bauindustrie auf dem Wege in das elektronische Zeitalter

Mit der Einführung des *Building Information Modeling* (BIM) wird allgemein eine Reihe von Vorteilen verbunden: bessere Planungsqualität, Vermeidung von Kollisionen im Bauablauf, größere Sicherheit bei der Ermittlung von Kosten und Terminen, gesteigerte Beherrschung von Baurisiken und Möglichkeit der Integration von Planung und Erstellung eines Bauwerks in einer Lebenszyklusbetrachtung. Außerdem werden Ansätze einer weiteren Automatisierung der Vorfertigung gesehen. Auffällig ist allerdings, dass sich die in der Literatur vorfindlichen Einschätzungen bisher allein auf die Ebene der Ziele richten. Die tatsächlichen Abläufe bei der Einführung und Anwendung von BIM und die Folgen für die Arbeit in den Unternehmen stehen dagegen bisher kaum im Blickpunkt.¹

Zwar gibt es in dem Bericht über das Forschungsvorhaben, das der Erstellung des BIM-Leitfadens des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) vorausging², einige allgemeine Hinweise darauf, dass die Einführung von BIM Folgen für die Arbeit in den Unternehmen haben wird. Die Rede ist von neuen Rollen und Funktionen, Veränderungen der Koordination der Gewerke, neuen Anforderungen oder veränderten Prozessen der Kommunikation und der Kooperation. Auch wird festgestellt, dass die Beschäftigten in den Bauunternehmen bei der Arbeit mit BIM neuen Anforderungen ausgesetzt sein werden, für die sie bisher nicht ausreichend qualifiziert sind, so dass ein erheblicher Schulungsbedarf sowie Konsequenzen für die akademische wie für die nicht-akademische Berufsausbildung entstehen.

Konkrete Informationen dazu liegen jedoch bisher nicht vor. Vor allem fehlen empirisch fundierte Beschreibungen und Analysen, die Aufschluss geben können über neue Formen der Organisation der Arbeitsprozesse, Änderung oder Fortbestand der Arbeitsteilung zwischen Baubeteiligten und innerhalb der Unternehmen oder mögliche Veränderungen der Arbeitstätigkeiten und der Anforderungen an die Kompetenz der Beschäftigten, die in der Folge von BIM in den Unternehmen entstehen. Ebenso fehlt eine systematische Zusammenstellung der Einschätzung mittelfristiger Perspektiven bei der Nutzung von BIM für die Arbeit durch betriebliche und wissenschaftliche Experten sowie die Analyse erfolgreicher Einführungsstrategien von Unternehmen.

Um die Frage der Veränderungen der Arbeit in Bauunternehmen beim Einsatz von BIM aufzuklären, war daher eine empirische Untersuchung erforderlich. Deren Ergebnisse werden hier vorgelegt. Dabei herrschte zwischen dem Bauindustrieverband Niedersachsen-Bremen als Auftraggeber und dem BAQ Forschungsinstitut, das mit der Durchführung der Studie beauftragt wurde, Einvernehmen darüber, dass zunächst nicht eine breit angelegte Analyse mit repräsentativen Ergebnissen angestrebt werden sollte. Diese hätte eine umfangreiche Untersuchung erfordert, deren Resultate erst deutlich jenseits der gewünschten kurzen Zeitspanne hätten vorgelegt werden können. Vielmehr sollte mit einer kurzen, explorativen Studie die Frage nach den Folgen der Einführung von BIM für Arbeitsprozesse, Arbeitstätigkeiten und Kompetenzanforderungen in den Unternehmen der Bauwirtschaft zunächst überhaupt einmal angegangen werden. Ziel war eine zwar fundierte, aber bewusst vorläufige Bestandsaufnahme.

¹ Vgl. Hausknecht, Kerstin; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium. Building Information Modeling als neue Planungsmethode. Stuttgart 2016; Przybylo, Jakob: BIM – Einstieg kompakt. Berlin-Wien-Zürich 2015

² Vgl. BIM-Leitfaden für Deutschland, Information und Ratgeber, Endbericht. Im Auftrage des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) erarbeitet von Martin Egger, Kerstin Hausknecht, Thomas Liebich, und Jakob Przybylo. Berlin 2013

Damit sollten Informationen über das bis dahin noch unaufgeklärte Feld strukturiert und ein erster Überblick über das Feld vorgelegt werden, der gegebenenfalls Hinweise für die Richtung vertiefter Untersuchungen liefern kann.

Diese vorläufige Bestandsaufnahme auf der Basis einer explorativen Erhebung hat gezeigt, dass Bauunternehmen das *Building Information Modeling* für sich als einen aussichtsreichen Weg erkannt haben und dass sie sich offensichtlich bemühen, selbst die Grundlagen für die Anwendung von BIM zu schaffen. Ungeachtet nämlich der Initiativen im politischen Raum zur Propagierung von BIM ist in der Bauindustrie eine Anwendung von BIM auf der Auftraggeberseite oder in den Planungsbüros bisher nicht in nennenswertem Umfang wahrgenommen worden. Von der Bauherrenseite wird eine Bearbeitung von Projekten mit BIM noch nicht verlangt. Die Vorstellung, vom Auftraggeber ein Datenmodell zu bekommen ist offensichtlich noch Zukunftsmusik. Da die Bauunternehmen aber mit der Verbreitung dieser neuen Technologie rechnen, haben sie selbst die Initiative ergriffen, um auf den erwarteten Innovationsschub vorbereitet zu sein. Sie beschaffen sich die erforderlichen Ressourcen – Hardware, Software und Kompetenz – und beginnen damit, sich ihren unternehmensspezifischen Weg zur Anwendung von BIM zu erarbeiten. Dies tun sie offenbar auch deswegen, weil die Überzeugung vorherrscht, dass es Standardlösungen für BIM nicht gibt. Jedes Unternehmen muss sich seinen Weg zu BIM selbst erarbeiten.

In keinem Falle dürfte das aber bedeuten, dass sie auf ihr qualifiziertes Personal verzichten werden. Es ist offensichtlich die feste Überzeugung, dass auch – oder gerade – mit BIM fachspezifisch ausgebildete Experten benötigt werden, die etwas vom Bauen verstehen und die in der Lage sind, Daten nicht nur einzugeben, zu verknüpfen und für Rechenoperationen zu benutzen, sondern die Informationen analysieren und die darin beschriebenen Situationen beurteilen zu können. BIM wird also offensichtlich als neues Instrument für qualifizierte Beschäftigte gesehen, mit dem diese im Idealfall mehr Raum für die eigentlichen fachspezifischen Ingenieur Tätigkeiten bekommen. Eher routinemäßige Arbeiten werden also geringer werden, so dass sich die Mitarbeiter mehr den analytischen und konzeptionellen Tätigkeiten widmen können.

Dabei gehen die Unternehmen im Einzelnen auf unterschiedliche Weise, aufs Ganze besehen aber nach einem gleichen Prinzip vor. Sie beschaffen sich zusätzliches und sie beauftragen im Betrieb bereits vorhandenes Personal, das spezifische Kompetenz für die Verwendung von BIM hat und bilden daraus eine wie immer bezeichnete Arbeitsgruppe, die die Aneignung von BIM im Unternehmen vorantreiben soll. Gleichzeitig werden die konventionellen Verfahren der Angebots- und Projektbearbeitung jedoch nicht außer Kraft gesetzt. Dies dürfte erst dann der Fall sein, wenn sich die Unternehmen in der Anwendung von BIM ausreichend sicher fühlen und der Auffassung sind, dass genügend Erfahrung gesammelt worden ist. Für die Übergangszeit arbeiten sie in der einen oder anderen Form zweigleisig. Dem entspricht, dass Voraussagen über den genauen organisatorischen Aufbau einer auf BIM-Anwendung umgestellten Arbeitsorganisation zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht getroffen werden.

Der Schwerpunkt der Umstellung auf die Arbeit mit BIM liegt in der Angebotsbearbeitung. Die Vorarbeit ist geleistet: Ausschreibungsunterlagen und Ausführungspläne kommen auf elektronischem Wege bzw. in elektronischem Format. Die Arbeitstätigkeiten in der Angebotsbearbeitung ändern sich daher zunächst der Form nach nicht. Auch die Datengrundlagen für die Preisermittlung sind die gleichen. Eine erste Veränderung besteht darin, dass die Mitarbeiter diese Daten für die Verwendung mit BIM so aufbereiten müssen, dass sie automatisch mit den ermittelten Mengen verknüpft werden kön-

nen. Das stellt für viele Bauunternehmen heute noch eine Herausforderung dar. Zugleich befinden sich die Informationen bei BIM in einer Datenbank. Sie müssen also nicht mehr übertragen, sondern können bei Bedarf abgerufen werden können.

Dabei zeigt sich dann allerdings, dass mit BIM zu einem wesentlich früheren Zeitpunkt als heute mehr Gedanken an die Planung gewendet werden müssen. Bei BIM müssen Bauteile von Beginn an konkret und detailliert beschrieben werden, weil das BIM-Datenmodell ohne diese Informationen gar nicht erstellt werden könnte. BIM zwingt die Planer also dazu, ein Bauvorhaben bereits in der Entwurfsphase zuende zu denken und das Bausoll zu einem sehr viel früheren Zeitpunkt als bisher üblich zu definieren. Die Beschäftigten, die mit diesen Aufgaben befasst sind, werden also in höherem Maße Entscheidungen treffen können und müssen, als jetzt. Das erhöht vor allem die Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Bauherrenwunsches deutlich. Die Kalkulatoren könnten mit BIM, wenn es darauf ankäme, ein Angebot erstellen, mit dem direkt gebaut werden kann. Organisatorische Veränderungen könnte dies für die Arbeitsvorbereitung bedeuten, die tendenziell in die Arbeitsvorbereitung integriert werden könnte.

Zugleich wird sich eine der zentralen Aufgaben der Angebotsbearbeitung ändern. Nicht mehr die Kalkulatoren werden die Mengen ermitteln, sondern eine Software. Die Mengen werden direkt aus dem Modell abgelesen werden können. Damit können sich die Kalkulatoren um ihre eigentlichen Aufgaben kümmern: Plausibilitäten überprüfen, den Preis ermitteln, Abläufe und Leistungsdefinitionen abwägen und insgesamt die Projekte gründlicher durchdenken. BIM wird also den Anforderungsgehalt der Arbeit der Beschäftigten in der Kalkulation steigern.

Allerdings werden auch Auftraggeber mit BIM veranlasst und in die Lage versetzt werden, bereits der Ausschreibung im Detail durchgeplante, genaue und widerspruchsfreie Unterlagen zugrundezulegen und zu dem Zeitpunkt schon das Bausoll zu definieren. Und wenn sich mit BIM Mengen und Ausführungszeiten schon für die Ausschreibung genau ermitteln lassen, dann können das auch Bauherren tun, wenn sie denn dazu in der Lage sind. Das wiederum könnte die Angebotsphase von Grund auf verändern und den Bauherrn (vor allem denen, die über leistungsfähige Planungsabteilungen verfügen) eine deutlich aktivere Rolle zufallen lassen.

Mit BIM ist der ermittelte Angebotspreis ein wirklicher Preis. Damit wird das „Bauchgefühl“ nicht wertlos, das es nahelegt, an einem fertigen Angebot pauschale Zuschläge für nicht bewertbare Risikoannahmen oder Abschläge zur Anpassung an den (vermuteten) Wettbewerb vorzunehmen. Mit BIM wird man das Risiko besser abzuschätzen können, das mit einer Abweichung vom ermittelten Preis eingegangen wird.

Die in einer frühen Bauphase schon erreichbare Genauigkeit erfordert einen sehr hohen Aufwand. Die Erleichterung in späteren Projektphasen muss also mit einem größeren Arbeitseinsatz in den Zeiten vorher erkaufte werden. Eine wirkliche Arbeitserleichterung tritt also erst ein, wenn eine leistungsfähige Datenbank erarbeitet worden ist, die dann mit dem 3D-Modell verknüpft werden kann. Diese Voraussetzung muss vom Unternehmen erst erarbeitet worden sein und zwar von ihm selbst.

BIM wird die Notwendigkeit der Kooperation aller an einem Bauvorhaben Beteiligten verdeutlichen. Das Bauwerk wird als zentraler Bezugspunkt aller Bemühungen installiert. BIM stellt die Kooperation allerdings nicht von selbst her, sondern sie muss aktiv gesucht und betrieben werden. Neu ist nicht, dass Kooperation, Kommunikation und Abstimmung gefordert werden. Das Neue mit BIM ist, dass

diese Forderung eingehalten werden muss, weil das Modell sonst nicht funktioniert. Höher ist der Aufwand also tatsächlich am Beginn des Vorhabens. Der Gesamtaufwand wird eher kleiner, weil die Notwendigkeit immer wieder neuer Abstimmungen während der Projektlaufzeit kleiner wird. Der Koordinationsaufwand, den BIM fordert, ist der, der immer schon nötig gewesen wäre, der nur oft nicht geleistet wurde.

Nachträge werden mit BIM nicht – entgegen einer verbreiteten Ansicht – völlig wegfallen. Sie werden deutlich weniger werden, weil sie nur noch auftreten können, wenn der Bauherr Änderungswünsche hat. Auch die bekannten bautypischen Produktionsrisiken können Störungen und damit gegebenenfalls zusätzliche Kosten hervorrufen, die vertragsgemäß verteilt werden müssen. Nachträge allerdings, die auf fehlerhaften Ausschreibungen oder mangelnder Planungstiefe beruhen, können bei BIM nicht mehr auftreten. Für die Bearbeitung von Änderungswünschen des Bauherrn wird das 3D-Modell, das mit BIM zur Verfügung stehen wird, als ein wichtige Hilfsmittel angesehen. Damit können dem Bauherrn die zeitlichen und finanziellen Konsequenzen von nachträglichen Änderungswünschen deutlicher und leichter vor Augen geführt werden, als bisher. Zu erwarten ist also mit BIM, wenn nicht eine Reduzierung, so doch eine Versachlichung der Diskussion über Änderungswünsche und Nachträge.

Auch unternehmensinterne Diskussionen an der Nahtstelle zwischen Kalkulation, Planung und Bauleitung sollten mit BIM unterstützt, erleichtert und versachlicht werden können. Die Angebotsbearbeiter können nämlich mit diesem Instrument viel leichter erklären, welche Überlegungen den in der Kalkulation verwendeten Ansätzen und Annahmen zugrunde gelegen haben. Auch an dieser Stelle wird also Kommunikation durch die Transparenz, die mit BIM hergestellt werden kann, entscheidend gefördert. Auch kann der Bauleiter, der bis dahin ja noch nicht mit dem Projekt befasst gewesen ist, sich anhand eines 3D-Modells sehr viel schneller in das Gebäude hineindenken, als auf der Basis von Plänen auf Papier.

Der Bauleiter wird durch BIM vor allem weniger Administrationsarbeit zu leisten haben und die er noch leisten muss, wird er leichter erledigen können. Dadurch wird er wieder mehr Zeit für seine eigentliche Tätigkeit, die Leitung der Baustelle haben. Und da die Bauleiter das Produktionswissen des Bauunternehmens repräsentieren, werden sie auch mit BIM in Entscheidungen über die Fertigungsweise einbezogen bleiben. Insgesamt wird sich die Rolle des Bauleiters ändern. Er ist nicht mehr die Flexibilitätsreserve für den Ausgleich mangelnder Planungstiefe, sondern ein Controller der Prozesse, der die Bauproduktion steuert und ihre Übereinstimmung mit den Planungsvorgaben sowie ihre Fehlerfreiheit sicherstellt.

Die Reduzierung der Belastung der Bauleitung (wie auch der anderen Fach- und Führungskräfte) würde die Bauunternehmen schließlich in die Lage versetzen, den Wünschen ihrer Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen nach Verbesserung ihrer *Work-Life-Balance* zu entsprechen. Dies würde auch ihre Stellung auf dem Arbeitsmarkt für diese Personalkategorie stärken.

Logistik und Materialwirtschaft der Baustelle werden ebenfalls von BIM profitieren. Die Aufgabe des Poliers in der Disposition von Material und Gerät ändert sich nicht, wohl aber die Form seiner Tätigkeiten. An die Stelle von Zetteln, Telefon, Email und Excel tritt der Klick auf die entsprechenden Bauteile. Die Information an den Kranführer über den voraussichtlichen Zeitpunkt des Eintreffens einer Lieferung auf der Baustelle kann mit BIM minutengenau und weitgehend automatisiert erfolgen.

Die neuen Arbeitsrollen, deren Aufkommen mit der Verbreitung von BIM erwartet wird: BIM-Manager, BIM-Koordinator und BIM-Modellierer werden in den Bauunternehmen unterschiedlich gesehen und unterschiedlich bewertet. Sicher ist, dass jemand im Bauunternehmen sich um das Datenmanagement kümmern muss. Dass es überall und zu allen drei genannten neuen Arbeitsrollen kommen wird, wird eher bezweifelt. Auf jeden Fall wird es sich nicht um neue Berufe und voraussichtlich auch nicht um zusätzliche Arbeitspositionen handeln.

Sicher ist dagegen, dass für BIM neue Kompetenzen benötigt werden. Genauso sicher ist freilich, dass die berufliche Kompetenzen von Bauingenieuren, Architekten oder Bautechnikern weiter eine unverzichtbare Grundlage bleiben werden. Die wichtigste ergänzende Kompetenz wird als IT-Affinität bezeichnet. Spezielle BIM-Kompetenz schließt das Wissen über den Umgang mit Daten und deren elektronische Verarbeitung ein. Selbstverständlich ist die Befähigung zum Umgang mit der jeweils entsprechenden Software. Wer Daten eingibt, muss die entsprechenden Endgeräte bedienen können. Das gilt auch für die Baustelle und die Ebene der Facharbeiter. Der kooperative Charakter von BIM fordert eine Grundkenntnis des Gesamtprozesses sowie eine erhöhte Kompetenz zur Kommunikation.

Der notwendige Kompetenzaufbau für BIM wird im Rahmen der Weiterbildung als Zusatzqualifikationen erfolgen müssen. Künftig wird BIM Bestandteil jeder Bauausbildung sein müssen.

2. Methode und Vorgehen der Studie

Um angesichts des bisher vollständigen Fehlens von Informationen rasch und mit geringem Aufwand einen ersten Überblick über die Folgen der Einführung von BIM für die Arbeit in Bauunternehmen zu bekommen, wurde die Form einer explorativen Studie mit einem begrenzten Erhebungsaufwand gewählt. Diese Erhebungsform hat das Ziel, ein erst in Umrissen bekanntes Feld zu erschließen. Sie stützt sich deshalb ausschließlich auf Experteninterviews. In dieser Studie, die schnell erste Ergebnisse vorlegen sollte, begnügte sie sich zunächst mit einer kleinen Zahl von Gesprächen. Methodologisch drückt sich der explorative Charakter einer solchen Studie vor allem darin aus, dass in den Interviews nicht unbedingt mit dem gleichen, unveränderten Gesprächsleitfaden operiert werden muss. Vielmehr können Befunde aus einem Interview im folgenden Gespräch zur Diskussion gestellt werden. Es ergibt sich dann statt additiver Ergebnisse in der Regel ein kumulativer Erfahrungsgewinn. Die auf diese Weise ermittelten Ergebnisse haben folglich eher den Status von – allerdings gut begründeten – Hypothesen, denn den belastbarer Resultate.

Die Folgen, die BIM für Arbeitsorganisation, Arbeitsprozesse, Arbeitstätigkeiten und Kompetenzanforderungen in Bauunternehmen haben wird, wurden daher mit Experten diskutiert. Drei dieser Experten kamen aus Bauunternehmen, die unterschiedliche Unternehmensgrößen, unterschiedliche Zeitspannen der Erfahrung mit BIM und unterschiedliche Herangehensweisen an die Einführung repräsentierten. Die beiden anderen hatten ihren Erfahrungshintergrund in der konzeptionellen Erarbeitung von BIM, verfügten aber durchaus auch über mehr als nur oberflächliche Einblicke in das praktische Bauen und in die betriebliche Anwendung von BIM. Die hier einbezogenen Unternehmen sind sämtlich im Hochbau tätig. Sie repräsentieren den Typ mittelgroßer bis großer inhabergeführter Unternehmen, der für die deutsche Bauwirtschaft charakteristisch ist. Zwei dieser Unternehmen waren in einem Stadium, in dem sie die Methode BIM für sich konzeptionell prüften und praktisch an Beispielen erprob-

ten, das dritte Unternehmen hatte bereits erste Erfahrungen mit der Durchführung von Bauvorhaben mit BIM.

Die Interviews wurden in der zweiten Hälfte September 2016 jeweils am Arbeitsort der befragten Experten durchgeführt; sie hatten eine Dauer von zwischen 80 und 120 Minuten. Die befragten Unternehmen hatten jeweils ihren Sitz im Gebiet des Bauindustrieverbandes Niedersachsen-Bremen. Die Gespräche wurden vom Autor dieser Studie geführt. Sie wurden mitgeschnitten und anschließend vom Autor sinnhaft transkribiert.³ Die Abschrift wurde den Interviewpartnern zugestellt mit der Bitte, sie auf Verständnisfehler zu überprüfen. Es wurde aber – dem Charakter einer explorativen Studie entsprechend – durchaus auch zugelassen, dass Ergänzungen vorgenommen wurden, die den Inhalt der Antworten dem Ziel der Studie entsprechend anreicherten. Davon wurde allerdings nur in einzelnen Fällen Gebrauch gemacht.

Die Interviews wurden anschließend vom Autor ausgewertet, die Resultate wurden zu dem hier vorliegenden Bericht zusammengestellt.

3. Erste Ergebnisse zu den Folgen des Building Information Modeling für die Arbeit in Bauunternehmen

Diese Studie richtete sich auf die Ermittlung von Veränderungen in der Arbeit in Bauunternehmen, die durch die Einführung des *Building Information Modeling* (BIM) hervorgerufen werden. Es muss und kann daher an dieser Stelle keine umfangreiche und detaillierte Darstellung des *Building Information Modeling* gegeben werden. Vielmehr solle eine kurze Beschreibung einzelner Aspekte von BIM erfolgen, die vorausgesetzt werden müssen, um die Veränderungen im Bereich der Arbeit zu verstehen, die der Gegenstand dieser Studie sind.

3.1 Building Information Modeling als neue Technologie für die Arbeit der Bauunternehmen

Der Kern der Auswirkungen von BIM für die Arbeit der Beschäftigten in den Bauunternehmen beruht auf einer Veränderung des Umgangs mit Informationen über ein zu errichtendes Bauwerk. Traditionell wurden geometrische und arithmetische Informationen über ein Bauwerk in der Planungsphase zu weiten Teilen getrennt voneinander aufbewahrt. Die Verknüpfung der geometrischen Information aus den Plänen und der Information über die Qualitäten der Bauteile (Mengen, Materialeigenschaften etc.) die in Listen bereitgehalten wurden, war eine Leistung des menschlichen Arbeitsvermögens, die zudem eine spezifische fachliche Qualifikation voraussetzte. Zudem war es ein mehr oder weniger aufwendiger und immer fehleranfälliger Akt. Durch die vor einigen Jahren erfolgte Harmonisierung der Datenformate für Ausschreibungen⁴ besteht zwar die Möglichkeit, die Daten einer Ausschreibung für die elektronisch basierte Angebotserstellung im Bauunternehmen zu nutzen und anschließend das Angebot in diesem elektronischen Format direkt an die ausschreibende Stelle zu übermitteln. Allerdings

³ Unter sinnhafter Transkription wird eine Methode verstanden, bei der ein Interview nicht wörtlich übertragen wird, sondern bei der die Aussagen der Interviewpartner gleich in sinnhafte, auf das Thema bezogene Sätze übertragen werden.

⁴ Vgl. <http://www.gaeb.de>

blieb die Notwendigkeit wiederholter Erfassung bestehen.

Die grundlegende Neuerung der BIM-Methode besteht nun darin, dass geometrische und arithmetische Information für jedes Bauteil miteinander verknüpft und an einer Stelle für alle am Bau Beteiligten verfügbar gehalten werden. Bei der Nutzung von BIM gibt es damit die Möglichkeit, die Daten automatisiert aus einem Modell zu entnehmen. Sie können zum Beispiel in das Ausschreibungsprogramm übertragen und für die Kalkulation verwendet werden, sodass anschließend die Resultate an die ausschreibenden Stelle übermittelt werden können. Unterstellt, dass die Kalkulation auch bisher schon am Bildschirm ausgeführt worden ist, so bleiben zwar die reinen Arbeitstätigkeiten im Wesentlichen gleich. Es können aber einmal ermittelte Daten in allen Folgeprozessen unmittelbar genutzt werden, was wiederholte Erfassungsvorgänge überflüssig macht und Fehlerquellen vermeidet.

Außerdem verändert sich die bisher notwendige Leistung des menschlichen Arbeitsvermögens. Nur wer fachlich entsprechend ausgebildet war, konnte zum Beispiel die textuellen Beschreibungen eines Balkenplans mit den Darstellungssymbolen eines Grundrisses verknüpfen und damit verstehen, wann und wie ein bestimmtes Bauteil gefertigt werden wird. Diese Fähigkeit wird insoweit obsolet werden, als beide Planungsinstrumente bei BIM durch eine einheitliche Namensgebung und Attributierung miteinander verknüpft werden. Damit verschwindet allerdings keineswegs – das wäre ein großes Missverständnis – die Notwendigkeit des Einsatzes menschlicher Arbeitskraft oder baufachlicher Kenntnisse. Zum Verständnis und zur Beurteilung der Planung wird ohne Zweifel immer noch die entsprechend ausgebildete und erfahrene Arbeitskraft benötigt. Aber die Verknüpfungsleistung wird nicht mehr von ihr abhängen.

Zwar ist es die spektakulärste Folge von BIM, dass ein Bauwerk und die einzelnen Bauteile in einem 3D-Modell dargestellt werden können. Der entscheidende Fortschritt der BIM-Methode besteht aber in der Modellierung von Informationen (*information modeling*), die dann die gemeinsame Arbeitsgrundlage aller am Bau Beteiligten darstellen. Daher wäre strenggenommen die Bezeichnung *Building Information Modeling & Management* (BIMM) zutreffender.

Die einzelnen Fachplaner werden auch bei BIM weiterhin ihre Fachmodelle erstellen. Bei der Verwendung von BIM lassen sich diese Fachmodelle, die von den Fachplanern auch mit fortschreitenden Detaillierungsstufen weitergeführt werden, zu einem sogenannten Koordinationsmodell zusammenführen. Das Koordinationsmodell wird auf diese Weise die Abstimmung zwischen den Gewerken und die Planungskoordination unterstützen.

Ein weiterer für die Arbeit wichtiger Aspekt von BIM liegt darin, dass das Modell in einem elektronischen Format dargestellt wird. Das ist zwar seit längerem nicht mehr etwas Neues. Da BIM aber nur auf elektronischer Grundlage überhaupt funktioniert, wird dieses Datenformat unabdingbar. Damit sind eine Reihe von Konsequenzen verbunden. Augenfällig ist zunächst, dass Datenverluste, die früher bei der Kommunikation von Informationen nicht vermeidbar waren, nicht mehr vorkommen können. Weiterhin ist die Erzeugung der Daten mit digitalen Erfassungsgeräten sehr viel einfacher und zuverlässiger als sie es mit konventionellen Methoden war. Außerdem müssen Beschreibungen von Bauwerken und Bauteilen exakte Werte enthalten. Zwar können von einem elektronischen System auch falsche oder unsinnige Daten verarbeitet werden, nicht aber vage Hinweise, grobe Annahmen oder leere Bezeichnungen. Bauteile müssen daher bei der ersten Beschreibung, sei es in der Ausschreibung oder bei der Erstellung eines Leistungsverzeichnisses, exakt beziffert werden, weil sie sonst von dem

elektronischen System nicht verarbeitet werden können. Auf diese Weise wird durch BIM in der Summe eine höhere Genauigkeit aller Vorgänge zu einem früheren Zeitpunkt in der Projektlebenszeit quasi erzwungen.

Ferner ist es auf dieser Grundlage möglich, eine Datenbank aufzubauen, aus der die Bauzeiten pro Bauteil präzise ablesbar sind. Dies beruht darauf, dass alle Bauteile in normierbaren Prozessen hergestellt werden, die zwar unterschiedlichen Formen haben können, für die aber ein gleicher Ausführungsaufwand festgestellt werden kann. Wenn die Prozesse einmal abgelegt worden sind, könnten sie auch ohne BIM miteinander zu einem Gesamtprozess verknüpft werden. Mit BIM ist es nur leichter, weil jederzeit auf die Informationen aus dem Modell zugegriffen werden kann, die dann auch sehr schnell angepasst werden können.

Aus dem gleichen Grunde können und müssen mit BIM auch die Materialien für die einzelnen Bauteile bereits in einem frühen Stadium festgelegt und genau beschrieben werden. Dazu werden die Eigenschaften des Bauteils einschließlich von Ausstattungsmerkmalen festgelegt und im Modell verankert. Diese Angaben werden dann bei der Bearbeitung des Leistungsverzeichnisses in der Angebotserstellung automatisch aus dem Modell gezogen und können anschließend mit Preisen versehen werden. Dadurch wird nicht zuletzt die Fehlerwahrscheinlichkeit geringer. Dies ist nicht unbedingt die Folge eines höheren Arbeitseinsatzes der Planer, nicht zuletzt, weil für einige Funktionen Automatisierungseffekte genutzt werden können. Vielmehr liegt es daran, dass Detailpunkte tiefer durchdacht und Plausibilitätsprüfungen leichter und mit größerer Sicherheit vorgenommen werden können, weil auch große Datenmengen ohne Aufwand sehr schnell gefiltert und auf Verträglichkeit geprüft werden können.

Ein weiterer bedeutender Aspekt von BIM liegt in der unabdingbaren Notwendigkeit von Koordination. Die Fachmodelle, die einzelnen Fachplaner auch bei der Anwendung von BIM nach wie vor erstellen, müssen künftig so strukturiert sein, dass sie automatisch mit den anderen Fachmodellen verknüpft werden können. Das setzt einen höheren Grad an Abstimmung zwischen den Gewerken voraus.

Zugleich sind mit BIM alle Informationen mit dem Modell sowie untereinander verknüpft, sodass sie ihre Abhängigkeiten zu anderen Objekten oder Informationen „kennen“. Damit können etwa die Kollisionsfreiheit des Modells über alle Gewerke hinweg, die Visualisierung des Bauablaufs, die Mengenermittlung oder die Nutzbarkeit des Modells für das Facility Management erreicht werden. Dies erleichtert die Arbeit der Beschäftigten in der Vorbereitung und Abwicklung eines Bauvorhabens.

Es könnte nun der Eindruck entstehen, dass eine derart voraussetzungs- und folgenreiche Technologie eine Sache allein für große Unternehmen wäre. Dies wird von den für diese Studie befragten Experten nicht so gesehen. Nach ihrer Auffassung ist BIM grundsätzlich für kleine und mittlere Bauunternehmen genauso nützlich wie für Großunternehmen. Höchstens für Anbieter von hochspezialisierten Teilleistungen könnte sich – unabhängig von der Unternehmensgröße – die Verwendung von BIM nicht anbieten. Diese Feststellung ist nicht zuletzt deswegen von erheblicher Bedeutung, weil die Großunternehmen seit geraumer Zeit bekanntlich kaum noch mit eigenen Kräften bauen, sondern alle Bauleistungen vergeben. Empfänger dieser Untervergaben aber sind eben kleine und mittlere Unternehmen. Das wird nach Ansicht von Experten dazu führen, dass sich BIM in diesem Segment genauso schnell verbreiten wird, wie unter den Großunternehmen. Die technische Infrastruktur, die Software-Programme und die Kompetenzvoraussetzungen, die für die Nutzung von BIM erforderlich sind, sind in kleinen und mittleren Unternehmen genauso vorhanden, wie in Großunternehmen. Sie werden oft

nur nicht mit allen Möglichkeiten genutzt. Auch die für die Verwendung von BIM erforderliche Mitarbeiterschulung ist für kleine und mittlere Bauunternehmen kein prinzipielles Hindernis. Als entscheidend in dem Zusammenhang wird angesehen, dass BIM in diesem Segment entmystifiziert wird.

Schließlich hat die Leistungsfähigkeit von BIM einige weitere Konsequenzen, auf die im Folgenden allerdings nicht weiter eingegangen wird. So können bei komplexen Geometrien Schalungen aus dem Modell heraus gefertigt werden. Fräsen und CNC-Geräte sowie Biegemaschinen für Bewehrungsstahl können aus dem Modell heraus angesteuert werden. Noch weitergehend ist der Automatisierungseffekt, wenn Schalungstafeln in 3D-Druckern hergestellt werden, wie es heute bereits prinzipiell möglich ist. Beim Einsatz vorgefertigter Elemente lassen sich bei der Verwendung von BIM die entsprechenden Produktionsanlage direkt ansteuern und die vorhandenen Daten zur Steuerung der Herstellung der Bauteile verwenden. Damit kann die Produktion zeitlich genauer und verlässlicher geplant werden. Dies gilt erst recht, wenn in der Bauproduktion in größerem Umfang 3D-Drucker zum Einsatz kommen.

Ein wichtiger Aspekt von BIM ist schließlich die Tatsache, dass das Modell auch im weiteren Lebenszyklus des Bauwerks für die Immobilienverwaltung oder für Bestandsmaßnahmen verwendet werden kann.

In der Summe heißt BIM nach Auffassung der befragten Experten keineswegs, dass alle Probleme des Bauens oder der Baustelle verschwinden werden. Sie lassen sich nur leichter erkennen und die Auswirkungen lassen sich sehr viel schneller abbilden.

3.2 Der Zusammenhang von BIM, Partnering-Modellen und *lean construction*

Nicht alle BIM zugeschriebenen Effekte gehen direkt auf BIM zurück. Einige Leistungen stammen im Kern aus anderen Konzepten. Darauf wurde im Zusammenhang mit der Digitalisierung verschiedener Prozesse bei der Planung und Abwicklung von Bauvorhaben bereits hingewiesen. Ergänzend sollen hier noch zwei weitere Zusammenhänge dargestellt werden.

Partnering-Modell

In dem Marktsegment, in dem die für diese Studie befragten betrieblichen Experten tätig sind, werden Bauunternehmen vielfach auf direkte Anfrage von Bauherren tätig, oft von solchen, mit denen sie bereits bei früheren Projekten zusammengearbeitet haben. Ein bedeutsamer Teil dieser Projekte wird nach dem sogenannten Partnering-Verfahren abgewickelt. Die Bauunternehmen kommen also bereits in einer sehr viel früheren Phase mit dem Bauherrn und den Planern zusammen, als bei einem Verfahren, bei dem nach einer allein beim Bauherrn oder dessen Beauftragten entwickelten Planung gearbeitet wird. Zwar sind die Bauunternehmen üblicherweise noch nicht an der Entwurfs- oder Genehmigungsplanung beteiligt, im Unterschied zu herkömmlichen Verfahren allerdings oft bereits an der Definition des Bausolls. Dabei werden auch viele technische Fragestellungen bereits gelöst, sodass die Bauunternehmen an der Lösung beteiligt waren. Das Bausoll ist also beim Partnering-Verfahren bereits gemeinsames Resultat eines Kommunikations- und Verständigungsprozesses zwischen Bauherrn, Planern und Bauunternehmen. Dieser Sachverhalt kommt der Umstellung der Arbeitsweise eines Bauunternehmens auf BIM entgegen. Die BIM-Methode beruht nämlich unter anderem auch darauf, dass Entscheidungen, auch über Details des Bausolls, im Gesamtprozess vorverlagert werden. Wird BIM innerhalb eines Partnering-Verfahrens verwendet, trifft sich also diese Anforderung von BIM mit der

Eigenschaft des Partnering-Verfahrens, Entscheidungen in Kooperation zwischen Bauherrn und Bauunternehmen zu treffen.⁵

Es wird daher von den befragten Experten nicht ausgeschlossen, dass sich durch die Einführung von BIM in der Bauwirtschaft auch die Formen der Zusammenarbeit zwischen Bauherren und Bauunternehmen verändern, sodass künftig das Partnering-Modell in größerem Maße verwendet wird. Da diese Art der Projektabwicklung mit BIM besonders gut geht, kann erwartet werden, dass BIM indirekt diese Vertragsform fördert. Das würde dann auch Auswirkungen auf die interne Abwicklung in den Bauunternehmen haben.

Lean construction

Für die Genauigkeit in der Abwicklung der Prozesse – frühere Terminfestlegung, frühere Definition der Materialeigenschaften – sind nach Auffassung von Experten nicht so sehr die Anforderungen von BIM, sondern eher das Konzept des *lean construction* verantwortlich. Dieses Konzept ist stark davon abhängig, dass Prozesse sehr genau terminiert werden, damit sie richtig getaktet werden können. Deswegen müssen für dieses Konzept die Aufwandswerte sehr viel genauer bekannt sein. BIM ist als Bauwerks-Informationen-Modell in der Lage, diese Informationen aufzunehmen, es kann sie allerdings nicht selbst generieren. Die Generierung dieser Daten kann nur außerhalb von BIM erfolgen, etwa durch die Erfassung von Arbeitsbeginn und Arbeitsende der Mitarbeiter. Im BIM-Modell können diese Daten dann zum Beispiel mit den physischen Daten der einzelnen Bauteile verknüpft werden. BIM schafft also nicht *per se* eine neue Situation, sondern – weil es nur so funktionieren und seine Leistungsfähigkeit entfalten kann – es sorgt dafür, dass Informationen der unterschiedlichen Gewerke zusammengeführt und besser abgestimmt werden und dass sehr viel früher ein transparentes Bausoll definiert wird. Beide Konzepte haben also unterschiedliche Realisierungsansätze, weisen aber identische Voraussetzungen und Ziele, sowie einander ergänzende Herangehensweisen auf.

4. Anlass der Einführung von BIM

Die Einführung des *Building Information Modeling* in der deutschen Bauwirtschaft ist bisher offensichtlich eher anwender- als nachfragergetrieben. Obwohl im politischen Raum bereits seit einiger Zeit auf die Zweckmäßigkeit, ja Notwendigkeit einer Umstellung auf BIM hingewiesen worden ist⁶, Pilotprojekte gestartet worden sind und ein Stufenplan vorgelegt worden ist, der BIM bis 2020 zum neuen Standard vor allem für Verkehrsinfrastrukturprojekte machen soll⁷, berichten die für diese explorative Studie befragten Experten noch nicht von einer merklichen Verbreitung von BIM auf der Auftraggeberseite. Das gilt gleichermaßen für Planungsbüros, die für die Auftraggeber tätig sind. Große Auftraggeber, die seit einiger Zeit mit BIM arbeiten, verwenden bisher eher Insellösungen, die nicht zur Verbreitung von offenen Standards bei der Anwendung von BIM beitragen. Von der Auftraggebersei-

⁵ Die vergaberechtlichen Probleme des Partnering-Modells würden also mit dem Vordringen von BIM deutlicher und häufiger auftreten. Dieser Zusammenhang war allerdings nicht Gegenstand dieser Studie.

⁶ Vgl. BIM-Leitfaden für Deutschland, Information und Ratgeber, Endbericht. Im Auftrage des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) erarbeitet von Martin Egger, Kerstin Hausknecht, Thomas Liebich, und Jakob Przybylo. Berlin 2013

⁷ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hg.): Stufenplan Digitales Planen und Bauen. Berlin 2015

te geht also offensichtlich bisher kein Druck auf die Verbreitung von BIM in den Bauunternehmen aus.

Zwar ist die Übergabe von Planungsunterlagen im elektronischen Format inzwischen üblich, wenn auch noch keineswegs überall gegeben. Der Versand von 3D-Modellen ist bisher jedoch noch nicht bekannt geworden. Auch sind den Unternehmen noch keine Ausschreibungen begegnet, in denen die Bearbeitung mit BIM vorgeschrieben gewesen wäre oder bei denen mit den Ausschreibungsunterlagen bereits ein 3D-Modell des vorgesehenen Baukörpers mitgeliefert worden wäre. Damit wird zwar in Zukunft gerechnet, wenn auch nicht in allen Geschäftsfeldern und sicher nicht überall gleichzeitig.

Auch in anderer Form ist nach Aussage der hier befragten Unternehmen von der Bauherrseite eine Bearbeitung von Projekten mit BIM noch nicht verlangt worden. Lediglich von großen Industrieunternehmen ist bekannt, dass sie auf dem Wege sind, für ihre Bauvorhaben BIM einzusetzen. Bisher gab es nur wenige Anfragen, die bis dahin planungstechnisch mit BIM bearbeitet worden sind. Ein Auftraggeber hat angekündigt, dass er Ausschreibungsunterlagen in Form eines 3-D-Modells vorbereitet. Zum Zeitpunkt der Erhebung war keines der befragten Bauunternehmen mit BIM-basierten Ausschreibungsunterlagen in Berührung gekommen.

Unmittelbar bevor steht in einem der hier einbezogenen Unternehmen jedoch ein Bauvorhaben des schlüsselfertigen Wohnungsbaus, bei dem das Unternehmen die BIM-Methode erproben will. Dazu soll das Projekt in der Ausführungsplanung in Kooperation mit dem Architektur- und dem Statikbüro und später in der eigenen Arbeitsvorbereitung durchgängig mit BIM bearbeitet werden. Auch erhofft man sich durch den direkten Vergleich Aufschlüsse und Werte. Zugleich erwartet man aber auch neue Fragen, die erkennen lassen, in welcher Form und in welchem Umfang BIM Vorteile bietet oder aber möglicherweise auch Nachteile hat. Insgesamt besteht die Hoffnung, auf diese Weise genauere Aufschlüsse über die Leistungsfähigkeit der BIM-Methode zu gewinnen.

Wenn also die Bauunternehmen erwarten, dass sie bei voller Anwendung von BIM in der Bauwirtschaft üblicherweise vom Auftraggeber bzw. dessen Beauftragten ein Datenmodell bekommen werden, das sowohl eine Visualisierung des Bauwerks erlaubt als auch mit den Daten verknüpft ist, die das Bauwerk in technischer Hinsicht beschreiben und dass sie dann diese Vorgaben für ihre Angebotsbearbeitung und gegebenenfalls für die Auftragsabwicklung verwenden, so ist das gegenwärtig offensichtlich noch Zukunftsmusik. Diese Durchgängigkeit gibt es bisher noch nicht.

Folglich haben die Unternehmen die Umstellung auf BIM aus eigener Initiative beschlossen. Dafür spielte sicher primär der Wunsch eine Rolle, auf die zu erwartende technologische Innovation – denn dass diese kommt, erscheint allen für diese Studie befragten Experten sicher – rechtzeitig vorbereitet sein zu wollen.

Daneben aber kann die Umstellung dem Zeitpunkt und der Form nach auch auf ein arbeitspolitisches Problem zurückgehen: einen absehbar bevorstehenden Generationswechsel in der Abteilung Angebotsbearbeitung. Diese Konstellation wurde in einem der befragten Unternehmen vorgefunden, dürfte aber auch für andere Unternehmen zutreffend sein. Hier glaubt man nämlich – die technologische Innovation als sicher erwartend – einerseits, an der für den Erfolg des Unternehmens zentralen Stelle der Angebotsbearbeitung von den dort vorhandenen, langjährig beschäftigten Kräften eine Umstellung auf ein neues, mit vielen Änderungen verbundenes System nicht (mehr) verlangen zu können und zu sollen. Andererseits war man der Auffassung, dass nach diesem Generationswechsel ein erheblicher Teil

des bisherigen betrieblichen und beruflichen Erfahrungsschatzes nicht mehr zur Verfügung stehen wird. Dafür musste ein Ausgleich gefunden werden und dieser konnte nicht darin bestehen, einfach erneut Arbeitskräfte mit entsprechender beruflicher Erfahrung einzustellen, weil diese auf dem Arbeitsmarkt schlicht nicht verfügbar sind. In dieser Situation wurde es als die richtige Lösung eingeschätzt, den bevorstehenden Generationswechsel in der Abteilung Angebotsbearbeitung zu nutzen und jetzt bereits die Anwendung von BIM mit neu eingestellten Kräften konkret zu erproben, während die Angebote gleichzeitig weiter in der konventionellen Form bearbeitet werden. Dabei geht man im Übrigen keineswegs davon aus, dass man mit Hilfe von BIM künftig Erfahrungswissen ersetzen könne. BIM wird im Gegenteil als ein Instrument gesehen, das auch den erfahrenen Beschäftigten zusätzliche Möglichkeiten an die Hand gibt und ihre Arbeit damit effektiver macht ohne den Erfahrungsschatz ungenutzt zu lassen.

5. Formen der Einführung von BIM

Die in dieser Studie ermittelten Formen, mit denen die befragten Unternehmen die Einführung von BIM betreiben oder vorbereiten, unterscheiden sich im Detail, lassen aber ein gemeinsames Prinzip erkennen. Dieses Prinzip besteht darin, dass die Unternehmen sich durch zusätzliches und durch im Betrieb bereits vorhandenes Personal spezifische Kompetenz für die Verwendung von BIM verschaffen und diese Arbeitsgruppe als Kern und Motor der Aneignung von BIM im Unternehmen arbeiten lässt. Dabei werden die konventionellen Verfahren der Angebots- und Projektbearbeitung zunächst beibehalten, bis ausreichend Erfahrungen mit der Anwendung von BIM gesammelt worden sind. Für eine Übergangszeit lässt sich daher in der einen oder anderen Form von Parallelstrukturen in den Unternehmen sprechen, mit denen Innovation und Verfahrenssicherheit gleichzeitig angestrebt werden.

Zunächst einmal wird allgemein erwartet, dass die Tätigkeiten der Kalkulatoren formal gleichbleiben werden: es müssen für die einzelnen Leistungspositionen aufgrund von Überlegungen zu den Abläufen des Bauprozesses Mengen ermittelt sowie und unter Berücksichtigung der logistischen Situation des spezifischen Projektes zeitliche Abläufe angenommen und schließlich Einzelkosten der Teilleistungen zusammengetragen werden. Die Änderungen, die durch BIM erwartet werden, liegen in einer Verschiebung der Gewichte dieser Tätigkeiten. Diese Verschiebung wird aber offensichtlich nicht in einem großen Schritt, sondern behutsam vollzogen. Dabei wird darauf geachtet, dass die vorhandenen Strukturen funktionsfähig bleiben, bis die Umstellung auf das neue Verfahren tatsächlich als vollzogen angesehen werden kann. Es lässt sich also weniger von einer Einführung von BIM in den Bauunternehmen sprechen, als vielmehr von einer schrittweisen Erarbeitung einer neuen Form der Angebotsbearbeitung und Planung von Bauvorhaben, bei der die konventionellen Verfahren erst nach und nach vollständig durch das innovative BIM-Verfahren abgelöst werden.

In einem der hier befragten Unternehmen wurde für die Umstellung auf BIM eine besondere Organisationseinheit gebildet, die auf der Ebene der Unternehmens-Holding angesiedelt und für die Implementierung von BIM in der gesamten Gruppe zuständig ist. Diese Einheit ist nach und nach aufgebaut worden. Sie besteht inzwischen aus zehn Beschäftigten. Dieses Unternehmen hat bereits in einigen Projekten unabhängig von der Planungsform des Bauherrn und dessen Beauftragten gleichsam für seine eigene Arbeit BIM-Modelle selbst erstellt und danach gearbeitet. Dieses Vorgehen wurde bei solchen Projekten gewählt, bei denen die Abwicklung mit BIM unabhängig davon, ob die Architekten

das Projekt in 2D oder 3D planen, einen Sinn für das Unternehmen ergab. Dies betrifft zwar bisher erst eine geringe Zahl von Projekten, allerdings eher solche mit einem großen Bauvolumen. Auch bearbeitet das Unternehmen in der gegenwärtigen Phase des Übergangs zu BIM einzelne Projekte gleichsam konventionell und andere mit BIM. Dadurch liegen inzwischen im Unternehmen mit beiden Verfahren geprüfte, zuverlässige Referenzwerte vor, die bei der Anwendung von BIM als Orientierung dienen können. In Fällen, in denen eine neue BIM-Anwendung erprobt wird, wird auch an ein und demselben Projekt parallel mit beiden Planungsformen gearbeitet. Bei BIM-Anwendungen, die im Unternehmen als ausgereift gelten, wird dieses Verfahren nicht mehr angewendet.

Ein anderes der hier befragten Unternehmen hat eine bewusst zweigleisige Strategie gewählt. Es wurden zusätzlich zur vorhandenen Belegschaft der Abteilung Angebotsbearbeitung zwei Beschäftigte neu eingestellt mit der Aufgabe, am Beispiel konkreter Ausschreibungen und Projekte auf das Unternehmen zugeschnittene BIM-Lösungen zu entwickeln und zu erproben. Gleichzeitig wurden weiterhin die Ausschreibungen von den vorhandenen Kräften mit den eingeführten Verfahren bearbeitet. Damit war die Handlungsfähigkeit des Unternehmens auf jeden Fall sichergestellt. Gleichzeitig konnte sich das Unternehmen die gewünschte Innovation schrittweise durch praktische Erprobung aneignen, ohne die eigenen bewährten Verfahren und die vorhandenen Beschäftigten einem Veränderungsschock mit ungewissem Ausgang auszusetzen. Dennoch war dieses Vorgehens keineswegs ohne Risiko. Denn weder waren die für die Arbeit mit der BIM-Methode erforderlichen fachlichen Kompetenzen im Einzelnen bekannt noch herrschte eine klare Vorstellung vom Ablauf der Einführung. Vereinfacht gesagt kann diese Art der auf das Unternehmen zugeschnittenen Einführung und Entwicklung von BIM als Einrichtung einer Art „Projektlabor“ betrachtet werden, für das zwar das strategische Ziel, nicht aber operative Wegmarken bekannt gewesen sind.

In dem dritten hier einbezogenen Unternehmen wurde zunächst Wert darauf gelegt, dass bei der Umstellung auf die BIM-Methode das bei der Bearbeitung von Angeboten bisher verwendete Kalkulationsprogramm schnittstellenfrei in das BIM-System übernommen werden kann. Es wurde dann in Vorbereitung auf die Einführung von BIM begonnen, sich einerseits mit der entsprechenden Hardware und Software auszustatten und andererseits mit der erforderlichen Kompetenz. Es gibt in der Abteilung Angebotsbearbeitung drei Mitarbeiter, die bei ausgewählten Projekten ein BIM-Modell generieren, was dann parallel zur traditionellen Angebotsbearbeitung für eine Kalkulation genutzt wird. Auf diese Weise werden sowohl Erfahrung mit der BIM-Methode als auch erfahrungsbasierte Vergleichswerte gewonnen, die es erlauben, Vor- und Nachteile der BIM-Methode bei einzelnen Projekten im Unterschied zur traditionellen Bearbeitungsweise zu erkennen.

Zusätzlich hat das Unternehmen einen jungen Hochschulabsolventen eingestellt, der sich bereits in seinem Studium intensiv mit BIM befasst und in seiner Masterarbeit die Frage der Verwendung von BIM im Vergleich zu konventionellen Kalkulationsmethoden untersucht hat. Diese Analyse hatte zunächst das erwartete Resultat: Mengenermittlung und Kalkulation lassen sich mit BIM, wenn diese Methode im Unternehmen einmal beherrscht wird, schneller abwickeln, als mit den bisher verwendeten Methoden. Bedeutsamer aber war der Grund dieses Befundes: die größere Schnelligkeit liegt hauptsächlich darin, dass die Kalkulatoren von Such- und Rechenoperationen entlastet werden und sich auf die Frage konzentrieren können, ob im Register vorfindliche Werte zu dem zu kalkulierenden Objekt passen oder nicht.

Dies eröffnet einen Ausblick auf die Zukunft von BIM als Hilfsmittel, mit dem qualifizierte Beschäftigte mehr Raum für die eigentlichen fachspezifischen Ingenieur Tätigkeiten bekommen. Eher routinemäßige Arbeiten werden also geringer werden, so dass sich die Bearbeiter mehr den analytischen und konzeptionellen Tätigkeiten widmen können.

6. Veränderungen der Arbeit durch die Einführung von BIM

Auch wenn die Verwendung von BIM auf der Bauherrenseite noch nicht weit entwickelt ist, so wird doch seitens der hier befragten Experten damit gerechnet, dass in Zukunft bei einer zunehmenden Zahl von Ausschreibungen vom Auftraggeber auch 3D-Modelle und Datenmodelle als Unterlagen bereitgestellt werden. Die Beschäftigten in den Bauunternehmen werden sich also mit einer neuen Form von Unterlagen konfrontiert sehen. Rolle und Bedeutung der BIM-Modelle für die Beschäftigten in den Bauunternehmen werden davon abhängen, in welchem Umfang das Unternehmen entweder eine vollständige Planung vom Bauherrn erhält oder aber selbst Planungsleistungen erbringt (sei es mit eigenen Kräften ausführt oder für die eigene Nutzung beauftragt). In jedem Falle ist das Bausoll in einem Datenmodell beschrieben.

Wenn die Information über das geforderte Bauvorhaben gänzlich oder überwiegend in diesen 3D-Modellen steckt, werden sich für die Angebotsbearbeiter Änderungen ergeben, weil sie mit diesen Informationen umgehen können müssen. Das Gleiche gilt, wenn seitens des Bauherrn erwartet wird, dass das Angebot nicht nur in der Form eines bepreisten Leistungsverzeichnisses erstellt wird, sondern dass dieses mit einem 3D-Modell verknüpft ist. Im letzteren Falle ergibt sich auch eine Veränderung für den Bauherrn, weil dieser die Plausibilität des Angebots besser beurteilen kann.

6.1 Veränderungen der Arbeit in der Angebotsbearbeitung

Die Angebotsbearbeitung ist die erste Stelle in einem Bauunternehmen, die mit einem Bauvorhaben in Berührung kommt. Bereits heute erfolgt in dem Marktsegment, in dem die für diese Studie befragten Unternehmen tätig sind, die Lieferung von Ausschreibungsunterlagen und Ausführungsplänen auf elektronischem Wege bzw. in elektronischem Format; eine Lieferung in Papierformat ist eher die Ausnahme geworden.⁸ Die Arbeitstätigkeiten in der Angebotsbearbeitung ändern sich daher zunächst der Form nach nicht: es geht weiter um die Anfertigung von Beschreibungen der einzelnen Gewerke, die Bestimmung der Qualitäten (Dimensionen, Materialien und ihre Eigenschaften, Mengen etc.), das Einholen von Preisen für Nachunternehmerleistungen und Lieferungen, um die Prüfung der im Unternehmen für die Bauleistungen vorhandenen Erfahrungen über Aufwandswerte, und schließlich um die Eintragung in das im Unternehmen vorhandene elektronische Ausschreibungsprogramm.

Für diese Arbeit stehen nach Auffassung der für diese Studie befragten Experten bereits bei den zur Zeit verwendeten konventionellen Verfahren mit den Ausschreibungsunterlagen detaillierte Informationen über die Qualitäten der einzelnen Bauteile zur Verfügung. Auch die Datengrundlagen für die

⁸ Da die Pläne, jedenfalls bis jetzt, spätestens auf der Baustelle, oft aber auch bereits in der Angebotsphase, doch in Papierformat benötigt werden, haben sich allerdings die Plot-Kosten des Bauunternehmens durch den elektronischen Versand der Pläne drastisch erhöht.

Preisermittlung haben sich nicht geändert. Für die Verwendung im Rahmen der BIM-Methode müssen diese Daten allerdings so aufbereitet werden, dass sie automatisch mit den ermittelten Mengen verknüpft werden können. Das stellt für viele Bauunternehmen, insbesondere für kleinere, heute noch eine Herausforderung dar. Die Notwendigkeit, die Angemessenheit von Kalkulationsansätzen aus der unternehmenseigenen Datenbank anhand der realen Gegebenheit des Projektes (Baufeld etc.) zu überprüfen, wird allerdings mit BIM nicht geringer werden.

Die BIM-Methode bringt daher zunächst keine Veränderung im Inhalt der zu verarbeitenden Information mit sich, sondern nur eine Veränderung der Form der Informationen. Denn die Informationen befinden sich bei Verwendung von BIM nicht mehr innerhalb von Texten (etwa im Standardleistungsbuch), sondern in einer Datenbank. Das bedeutet zunächst, dass sie nicht mehr übertragen werden müssen, sondern aus der Datenbank für allfällige Operationen direkt abgerufen werden können. Die Kalkulatoren können damit die Originaldaten der Ausschreibung ohne weitere zwischengeschaltete Bearbeitung zur Grundlage ihrer Kalkulation machen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass der Auftraggeber oder die von ihm beauftragten Planer in der Lage sind, die Daten der BIM-Methode entsprechend aufzubereiten.

An diese Veränderung können sich die Beschäftigten in den Bauunternehmen vermutlich leicht gewöhnen, vor allem, wenn die Einführung von BIM schrittweise erfolgt: das Unternehmen erarbeitet sich die Grundlagen für die Einführung von BIM selbst und es erarbeitet sie sich nach und nach. Für diese Art des Vorgehens gibt es zwei wesentliche, miteinander verschränkte Argumente. Auf der einen Seite gibt es keine brauchbare Vorlage für die Einführung von BIM. Auf der anderen Seite aber und vor allem gibt es nicht eine BIM-Lösung für alle Fälle, für alle Unternehmen und für alle Projekte. Sondern in einem Unternehmen müssen Lösungen für die Verwendung von BIM bezogen auf die konkreten Verhältnisse und die konkreten Abläufe anhand der Nutzung in konkreten Projekten erarbeitet werden.

Und dabei zeigt sich, dass BIM allerdings eine grundlegende Veränderung der Herangehensweise in der Planung eines Bauwerks erfordert. Die traditionelle Denkweise, nach der die Planung für ein Bauprojekt in aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten konkretisiert und detailliert worden ist, kann bei der Verwendung von BIM nicht aufrechterhalten bleiben. Bei der Bearbeitung von Bauprojekten mit BIM führen die Entwicklung eines dreidimensionalen Modells und die Verknüpfung der Beschreibung der einzelnen Bauteile mit den vorgesehenen Materialqualitäten dazu, dass zu einem wesentlich früheren Zeitpunkt als heute ein tieferes Verständnis des Projektes erreicht wird und werden muss. Das ist die wichtigste Folge der Einführung von BIM. Die größere Genauigkeit eines BIM-fähigen Modells ist vor allem eine Folge des höheren Gedankenaufwandes in der Planung, der durch das Modell gefordert wird, vor allem der genaueren Erfassung der Geometrie des Gebäudes. Diese Effekte werden dann durch die Verwendung des Modells im gesamten Projekt genutzt.

Denn um ein BIM-Modell überhaupt erstellen zu können, werden im Vergleich zur zweidimensionalen Darstellung eines Bauwerks zusätzliche Informationen benötigt. Diese betreffen Dimensionen, Qualitäten, Preise und Termine für die einzelnen Bauteile. Das Datenmodell, das mit der Verwendung der BIM-Methode für jedes Projekt benötigt wird und das für die weitere Bearbeitung zentral ist, kann ohne diese Informationen gar nicht erstellt werden. BIM zwingt also dazu, dass ein Bauvorhaben bereits in der Entwurfsphase in einem Ausmaß und mit Berücksichtigung von Details durchdacht worden ist, wie es bisher üblicherweise erst in der Phase der Ausführungsplanung der Fall war.

Wird BIM umfassend verwendet, kommt dieser grundlegend veränderte Ansatz bei der Veränderung der Ausschreibungsunterlagen zur Geltung. Es wird nicht mehr das klassische Leistungsverzeichnis übergeben, sondern ein Modell.

Nach der Auffassung der für diese Studie befragten Experten wird BIM dazu führen, dass die Daten dieses Modells vollständig und präzise sind; anders lässt sich das Modell gar nicht erstellen. Dies würde vor allem in den Bauunternehmen schon deswegen begrüßt, weil Pläne und Leistungsbeschreibungen gegenwärtig, als Vorleistungen für die eigene Arbeit betrachtet, von sehr unterschiedlicher Qualität sind, die in den letzten Jahren im Allgemeinen sogar noch eher gesunken ist. Dies gilt vor allem für die Qualität der Pläne, also der planerischen Durcharbeitung der Objektbeschreibung durch die Bauherren bzw. ihre Beauftragten.

Mit BIM ist dagegen die Notwendigkeit verbunden, bereits in der Angebotsphase genauer zu arbeiten. Betriebliche Experten hoffen darauf, dass sich mit der Nutzung von BIM die Qualität der Tiefe und der Genauigkeit der abgegebenen Angebote verbessern lässt. BIM wird nach den von den befragten Experten geäußerten Erwartungen damit solchen Unternehmen entgegenkommen, die bereits heute in der Angebotsbearbeitung eine große Planungstiefe anstreben. Sie haben damit nämlich einen der zentralen Vorteile von BIM gleichsam vorweggenommen. Wenn das Angebot als ein Bestandteil einer Planung betrachtet wird, die bereits in diesem Stadium einen hohen Detaillierungsgrad enthalten, schnittstellenfrei sein und die Einzelkosten jeder einzelnen Teilleistung darstellen soll, dann bildet es nach Auffassung betrieblicher Experten den Vertragsumfang so gut wie vollständig ab und schafft bereits in diesem Stadium eine möglichst hohe Kostensicherheit. Es wird dann damit gerechnet, dass die Angebotskalkulation bei der Verwendung von BIM eine Planungstiefe (Detaillierung, Genauigkeit) haben wird, dass nachfolgende Konkretisierungen (wie auch immer die folgenden Schritte in einem Bauunternehmen strukturiert sind und bezeichnet werden) in einer Arbeitskalkulation, Arbeitsvorbereitung oder Fertigungsplanung nicht mehr benötigt werden. Oder anders: da die Angebotskalkulation bereits die Reife einer Arbeitskalkulation und Fertigungsplanung hat, sind auf die Arbeitskalkulation folgende Arbeitsschritte strenggenommen nicht mehr erforderlich. Das Bauunternehmen könnte im Grunde, wenn es auf ein Angebot hin den Auftrag bekommt, direkt mit der Errichtung des Bauwerks anfangen.

Dessen ungeachtet kann man nicht ausschließen, dass nach Auftragserteilung eine Umplanung als notwendig erkannt werden kann. Dieses wäre dann allerdings eine Folge zum Beispiel neu erkannter Optimierungspotentiale oder das Resultat von Vertragsverhandlungen, nicht aber die notwendige Folge einer geringen Planungstiefe in früheren Stadien des Prozesses.

Um die Angebotsbearbeitung bei der Genauigkeit ihrer Kalkulation zu unterstützen, wird in einigen der hier befragten Unternehmen bereits jetzt die Arbeitsvorbereitung partiell an der Kalkulation beteiligt. Diese Tendenz könnte sich nach der in den Experteninterviews vertretenen Ansicht mit der Verwendung von BIM noch verstärken. Eine Integration der Arbeitsvorbereitung in die Angebotsbearbeitung erscheint daher für die Zukunft als eine realistische Möglichkeit.

Die auffälligste Veränderung der Arbeit in der Kalkulation wird von befragten Experten aber darin gesehen, dass die Kalkulatoren nicht mehr die Mengen ermitteln werden. Das wird eine Software für sie übernehmen. Damit ist nun nicht der Übergang von quasi handwerklichen Methoden („Dreikant“) zur Verwendung elektronisch gestützter Systeme gemeint, weil der natürlich seit langem vollzogen ist.

Kalkulatoren haben heute entsprechende Software, mit der sie PDF's abfahren, noch eine dritte Ebene dazu bringen und die Mengen auf diese Weise ermitteln. Das wird jedoch entfallen, wenn Architekten und die anderen Planer künftig BIM-fähige Modelle liefern werden, weil die Kalkulatoren dann die Mengen aus dem Modell fertig bekommen werden. Ihre Aufgabe wird dann sein, die ermittelten Werte auf Plausibilität zu überprüfen. Damit aber haben sie sehr viel mehr Zeit, sich um das zu kümmern, was sie eigentlich tun sollten, nämlich zu kalkulieren, also: den Preis zu ermitteln. Dazu wird immer noch das Einholen von Angeboten von Nachunternehmern und Lieferanten gehören, vor allem aber das Herstellen eines Überblicks über die Marktsituation und die Berücksichtigung der Randbedingungen, die für die Ermittlung eines Preises bedeutsam sind.

Neben dieser Konsequenz für den Anforderungsgehalt der Arbeit der Beschäftigten wurde von befragten Experten auch darauf hingewiesen, dass die Abwicklung von Projekten mit BIM zu einer deutlich entspannteren Arbeitssituation der damit befassten Beschäftigten führen wird. Die technischen Fach- und Führungskräfte in einem Bauunternehmen werden beim Einsatz von BIM entlastet werden. Das hat vor allem zwei Gründe. Zum einen wird die Arbeit deutlich kommunikativer, Situationen isolierten Arbeitens oder Arbeitsgänge, die nur nötig werden, weil die Abstimmung mit anderen ungenügend war, werden seltener werden. Zum zweiten sollte deutlich werden, dass alle Projektbeteiligten von der hohen und im Projekt noch zunehmenden Transparenz und Informationsdichte profitieren. Diese Entlastung sollte nach Auffassung der befragten Experten in erster Linie dazu genutzt werden, die gegenwärtig oft vorhandene Überlastungssituation zu beseitigen und Raum für das gründlichere Durchdenken der Projekte zu eröffnen.

Das Argument der Anreicherung der Arbeitsaufgaben der Kalkulatoren durch den Wegfall der Mengenermittlung mit BIM wird noch vertieft durch eine genauere Betrachtung der Arbeit der Mengenermittlung selbst, die bedeutsam ist, gerade weil die Effektivierung der Mengenermittlung immer wieder als einer der augenfälligsten Vorteile von BIM angeführt wird. Nach der Auffassung von hier befragten Experten liegt die wirkliche Verbesserung nicht in der Beschleunigung und Vereinfachung der Mengenermittlung, sondern in der stärkeren Berücksichtigung der Leistungsdefinition. Ein guter Ingenieur kann auch mit Bleistift, Papier und Taschenrechner eine sehr exakte Mengenermittlung vornehmen. Was die elektronischen Hilfsmittel dieser Arbeit hinzufügen, ist die größere Schnelligkeit der Abwicklung. Was die Kalkulation insgesamt aber besser, weil präziser macht, ist die angemessene Leistungsdefinition. Es kommt nämlich für die Qualität einer Kalkulation nicht primär darauf an, wie viel Beton für die Errichtung eines Bauteils benötigt wird und ob diese Menge mit letzter Präzision berechnet worden ist. Sondern es kommt darauf an, dass der Planer bei der Bearbeitung der Angebotsunterlagen eine Vorstellung von Konstruktion und Herstellungsweise des Bauteils hat sowie von den dabei entstehenden Abläufen und Tätigkeiten.

Entscheidend ist also, dass die Entwicklung einer solchen Vorstellung durch das Datenmodell in einer früheren Phase der Planung als bisher herbeigeführt – um nicht zu sagen: erzwungen – wird. Der Planer muss sich daher bereits in einem frühen Stadium der Planung für ein bestimmtes Material, eine bestimmte Ausführungsart und anderes entscheiden. Diese Entscheidung wird durch die Verwendung von BIM als technisches, IT-basiertes System unausweichlich gemacht. Die Notwendigkeiten früherer Entscheidungen und früherer Festlegungen im Detail wird also nicht umgangen werden können. BIM führt folglich zu einem gründlichen Durchdenken und einer Festlegung auf Entscheidungen zu einem sehr viel früheren Zeitpunkt als bisher.

Dies drückt sich auch darin aus, dass mit BIM das Bausoll zu einem sehr viel früheren Zeitpunkt als bisher üblich bereits klar definiert werden muss. Das erhöht vor allem die Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Bauherrenwunsches deutlich. Es wird deshalb für möglich gehalten, dass in den Unternehmen, die mit BIM arbeiten wollen, in der Übergangszeit BIM-basierten Ausschreibungen ein höherer Grad an Qualität und vor allem Widerspruchsfreiheit zugeschrieben wird, als Ausschreibungen in der konventionellen Form. Dies könnte dazu führen, dass die Unternehmen, wenn sonst alle Bedingungen gleich sind, eine BIM-basierte Ausschreibung oder Anfrage bevorzugen würden, weil die Bearbeitung aufgrund der üblichen Herangehensweise für die Unternehmen angenehmer ist und besser zu ihrer eigenen Arbeitsphilosophie passt.

Die größere Transparenz in der Folge von BIM hat schließlich auch Auswirkungen auf die Arbeitsschritte, in denen ein Bauunternehmen entscheidet, ob es sich um einen bestimmten Auftrag überhaupt bewerben will und mit welchem Preis schließlich ein Angebot abgegeben werden soll. Diese beiden Arbeitsgänge werden üblicherweise in der Ebene der Geschäftsleitung abgewickelt.

Der erste genannte Arbeitsschritt wird durch BIM erleichtert, weil insbesondere das 3D-Modell eine besser zu handhabende Form darstellt, sich von dem geforderten Bauwerk und dem Wunsch des Bauherrn ein Bild zu verschaffen. Außerdem ist das Bausoll weitgehend bekannt und kann deshalb einfacher beurteilt werden. Betriebliche Experten erwarten, dass sie den Bauherrn durch die Möglichkeit, sein künftiges Gebäude in einer 3D-Ansicht betrachten und zum Beispiel auch darin virtuelle Rundgänge unternehmen zu können, in anderer Weise emotional ansprechen können, als dies mit Plänen auf Papier möglich ist.

Der abschließende Arbeitsschritt, die Prüfung des ausgearbeiteten Angebots zum Finden einer Entscheidung über die Form, in der es schließlich abgegeben wird, wird durch BIM insgesamt leichter, da es für alle Zahlen eine einsehbare Begründung gibt. Außerdem führt die Notwendigkeit, die eigene Position argumentativ und widerspruchsfrei darzustellen, in der Regel auch beim Darstellenden zu größerer Klarheit. Es wird daher damit gerechnet, dass in diesem Stadium keine Veränderungen an Mengen und entsprechenden Preisen mehr vorgenommen werden müssen, weil die Berechnungen bereits während der Kalkulation zuverlässiger vorgenommen werden konnten, als mit konventionellen Verfahren. Auch lassen sich eventuell noch zu prüfende Alternativen oder Varianten in wesentlich kürzerer Zeit und mit größerer Klarheit über ihre jeweiligen Konsequenzen darstellen.

Diese Möglichkeit wirkt sich schließlich auch auf die in der Branche übliche Übung aus, an einem fertigen Angebot ganz am Schluss noch einmal einen pauschalen, im Einzelnen nicht begründeten Abschlag vorzunehmen, um eine bessere Position im Wettbewerb (dessen Parameter ja in einem Bieterverfahren zu dem Zeitpunkt nicht bekannt sind) zu erreichen. Da die Preisermittlung mit BIM im Angebot sehr viel detaillierter und transparenter dargelegt werden muss, als bei konventionellen Verfahren, wird es schwierig, eine pauschale Erhöhung oder Minderung des Gesamtpreises „zu verstecken“. Das Gleiche gilt für den Wunsch, aufgrund von zu dem Zeitpunkt noch nicht bewertbaren Risikoannahmen pauschale Zuschläge vorzunehmen.

Befragte Experten geben auch zu bedenken, dass es bei der Verwendung der BIM-Methode keine Chance auf Nachträge aufgrund ungenauer Planung geben wird, sodass ein Ausgleich für Nachlässe später nicht mehr möglich sein wird. Damit bestünde die Gefahr, dass ein solches künstlich „heruntergerechnetes“ Projekt von vorneherein ein Verlustbringer ist.

Diese abschließende Beurteilung, wie sich ein ermittelter Angebotspreis im Markt verhält, beruht auf erfahrungsbasierten Einschätzungen oder auch auf einem „Bauchgefühl“. Diese Faktoren werden sich nach Ansicht der befragten Experten durch BIM in ihrer Bedeutung gar nicht ändern. Die größere Transparenz der Preisermittlung mit BIM wird allerdings ermöglichen, das Risiko besser abzuschätzen, das mit einer Abweichung vom ermittelten Preis eingegangen wird. Darin besteht insofern ein Fortschritt, als dieses Risiko bisher oft nur ungenau bekannt gewesen ist.

Schließlich kann die Verwendung von BIM dazu führen, dass sich zum Beispiel Mengen und Ausführungszeiten schon für die Ausschreibung ermitteln lassen. Dies könnte in einer weiten Vorausschau dann dazu führen, dass Bauherren, die planerisch dazu in der Lage sind, künftig Bauvorhaben selbst durchkalkulieren und einen Endpreis als Pauschalpreis festlegen. Das wiederum könnte die Angebotsphase von Grund auf umstülpen, indem nämlich der Bauherr von den bietenden Bauunternehmen nicht mehr Angebotspreise erfragt, sondern Abschläge auf den von ihm genannten Preis. Das wären dann eher „Abgebote“. Auch wenn dies zurzeit noch Spekulation ist: Beispiele für solche Verfahren gibt es bereits.⁹

6.2 Vorziehen der Entscheidungen im Prozess

Die technische Notwendigkeit, zur Erarbeitung eines BIM-Modells gegenüber zweidimensionaler Planung zusätzliche Informationen über die Qualitäten einzelner Bauteile zur Verfügung zu haben und also eine größere Planungstiefe zu erreichen, führt dazu, dass bereits im Planungsprozess Entscheidungen möglich und nötig werden, die traditionell erst in späteren Phasen des Bauprozesses getroffen wurden. Es wird daher erwartet, dass die Auftraggeber durch die Verwendung von BIM veranlasst werden, der Ausschreibung bereits im Detail durchgeplante, genaue und widerspruchsfreie Unterlagen zugrundezulegen und das Bausoll sehr viel früher sehr viel eindeutiger zu definieren. Denn bei BIM können in einem Leistungsverzeichnis Bauteile oder Ausstattungsgegenstände nicht mehr einfach nur benannt, sondern sie müssen konkret und detailliert in ihren Qualitäten (Leistungsparameter, Dimensionen, Materialeigenschaften etc.) beschrieben werden. Damit lassen sich Chancen und Risiken ebenfalls früher erkennen und abgrenzen.

Dies ist die Ursache dafür, dass Entscheidungen im Planungsprozess eines Bauvorhabens sehr viel früher getroffen werden müssen und können, als dies bei konventionellen Verfahren der Fall war. Auch können Risiken nicht mehr durch pauschale Bezeichnungen verdeckt (und im Prozess weitergereicht) werden, sondern aufgrund der größeren Transparenz werden sie entweder entfallen oder frühzeitig erkennbar. Die Beschäftigten, die mit diesen Aufgaben befasst sind, werden also in höherem Maße Entscheidungen treffen können und müssen, als jetzt, oder sie werden Vorgaben aufgrund von an anderer Stelle getroffene Entscheidungen zur Verfügung gestellt bekommen müssen. Dies gilt besonders für die Mengenermittlung und die Terminfindung.

6.2.1 Veränderungen der Arbeit bei der Mengenermittlung

Einer der zentralen Vorteile der BIM-Methode ist die Verbesserung der Mengenermittlung. Grundgedanke ist, dass mit BIM die Mengenermittlung in einem Projekt nur einmal gemacht wird und die

⁹ Syben, Gerhard: Bauleitung im Wandel. Berlin 2014, S. 272f

Mengenangaben dann allen, die im Verlaufe des Projekts Mengen benötigen (für Bestellungen, für Prüfung von Rechnungen u.a.), zur Verfügung gestellt werden, damit sie nicht immer wieder neu berechnet werden müssen. Das spart in erheblichem Umfang Zeit und ist weniger fehleranfällig.

Damit entfällt auch die traditionelle Verwendung von Überschlagsformeln, mit denen Rechenoperationen vermieden wurden, deren Aufwand in keinem Verhältnis zu dem durch die größere Genauigkeit erreichbaren Effekt stand. Bei der EDV-gestützten Berechnung dagegen fällt der Aufwand für Rechenoperationen, unabhängig von ihrem Umfang nicht ins Gewicht. Mit der BIM-Methode können die Beschäftigten von dieser mechanischen Tätigkeit entlastet und es können dennoch exakte Ergebnisse erreicht werden. Auch ist bei der elektronisch gestützten Berechnung von Mengen das Übermessen von Aussparungen nicht mehr erforderlich (wenn es nicht sogar die Berechnung behindert). Voraussetzung ist allerdings, dass vorher eine Datenbank aufgebaut worden ist, in der die Angaben zum Beispiel für den Minderverbrauch an Beton bei Aussparungen gespeichert sind und abgerufen werden können.

Zugleich müssen auf diese Weise Mengen nicht mehr über ganze Gewerke hin abgeschätzt werden, sondern sie werden pro Bauteil berechnet. Dadurch sind die Planer gezwungen, sich für jedes Bauteil detaillierter als früher Gedanken zu machen, sodass die Schärfe der Ermittlung größer und die Gefahr geringer wird, etwas zu vergessen. Schließlich sind durch die Verknüpfung mit dem 3D-Modell die ermittelten Mengen besser nachvollziehbar. Das betrifft auch die Frage, für welche Bauteile Mengen bereits ermittelt sind und für welche die Angaben noch fehlen und es betrifft die Frage der Zuordnung von Teilmengen zu Leistungspositionen.

Auf der anderen Seite sind zum Beispiel Zuschnittsverluste, die durchaus kostenrelevant sein können, nicht aus der Geometrie des Gebäudes ableitbar. Hier müssen sich die Unternehmen, die BIM anwenden wollen, mit betrieblichen Erfahrungswerten helfen. Und sie müssen abwägen, ob der Modellierungsaufwand durch den Effekt der exakteren Mengenermittlung gerechtfertigt wird. Hier macht sich bemerkbar, dass die Anforderungen an ein Modell zur Mengenermittlung höher sind, als an ein Modell, das nur der Visualisierung dient. Genauigkeit und Transparenz haben allerdings auch zur Folge, dass Risikoannahmen nicht mehr innerhalb nur geschätzter Positionen „versteckt“ werden können.

Von den befragten Experten wurde in der Summe also erwartet, dass durch den Einsatz von BIM der routinemäßige Teil der Tätigkeiten in der Mengenermittlung künftig nicht mehr von einer Fachkraft mit Ingenieurausbildung erledigt werden muss, sondern automatisch vom System übernommen wird. Dafür sollte der Ingenieur dann mehr Zeit haben für die eher konzeptionellen Tätigkeiten der Berücksichtigung der spezifischen Umstände des jeweiligen Projektes, die Analyse und Bewertung der Daten oder der Suche nach einer effizienteren Projektabwicklung. Insgesamt knüpft sich daran also einerseits die Hoffnung, dass der gegenwärtig aufgrund der eigenen Ansprüche an die Qualität eines Angebots sehr hohe Aufwand für die Angebotsbearbeitung durch die BIM-Methode verringert werden und die Qualität der Angebote zugleich zunehmen kann. Andererseits lässt die Erleichterung der Mengenermittlung durch BIM erwarten, dass mehr Zeit zur Verfügung steht, diesen Arbeitsschritt in übergeordnete planerische Überlegungen einzubinden. Nach den bisherigen Erfahrungen aus der Entwicklung von BIM in hier befragten Unternehmen hat sich diese Annahme bestätigt. Die Arbeitsschritte der Mengenermittlung können mit BIM einfacher und genauer erledigt werden, und dies vor allem auch in einem deutlich früheren Stadium der Bearbeitung des Vorhabens. Dies erweist sich einerseits als gleichsam logische Konsequenz aus der Tatsache, dass ein Bauteil bereits in dem anfangs erstellten

Datenmodell, also in einer sehr frühen Projektphase, viel genauer beschrieben wird, als es in einer 2D-Zeichnung der Fall sein kann und sein musste. Diesen Aufwand hat man sich früher gespart, allerdings gab es auch die EDV-Programme noch nicht, die diese Planungsgenauigkeit unterstützt haben.

Andererseits darf aus der Sicht der Unternehmen aber nicht verkannt werden, dass hinter der in einer frühen Bauphase schon erreichbaren Genauigkeit ein hoher Aufwand steckt. Die Erleichterung in späteren Projektphasen beruht also auf einem größeren Arbeitseinsatz in den Zeiten vorher. Eine wirkliche Arbeitserleichterung tritt erst ein, wenn eine leistungsfähige Datenbank erarbeitet worden ist, die dann mit dem 3D-Modell verknüpft werden kann, sodass alle erforderlichen Daten für die automatische Verarbeitung bereits zur Verfügung stehen. Aber auch die Erarbeitung des 3D-Modells selbst ist ein aufwendiger Vorgang, dessen arbeitserleichternde Wirkung sich erst in späteren Projektphasen zeigt.

Die Voraussetzung einer einfacheren Erledigung mit BIM, die Verfügung über die entsprechende Datenbank mit allen möglichen Qualitäten verschiedener Bauteile, muss vom Unternehmen erst einmal selbst erarbeitet worden sein. Hier braucht jedes Bauunternehmen seine eigenen Werte. Zwar gibt es Angebote dafür auch auf dem Markt, aber wenn diese nicht auf das eigene Unternehmen passen, sind sie nach der bisherigen Erfahrung in den Unternehmen nicht brauchbar und ohne Wert. Der Aufbau einer entsprechenden unternehmensspezifischen Datenbank oder wenigstens die Weiterentwicklung des vorhandenen Datenbestandes ist daher eine wichtige Aufgabe beim Übergang von konventionellen Verfahren zu BIM.

In den Unternehmen erwartet man daher generell, dass der Aufwand, den die Erarbeitung einer größeren Genauigkeit in früheren Projektphasen macht, sich auszahlen wird, weil der Aufwand in späteren Phasen dann verglichen mit heute kleiner wird. Die Auswirkungen dieser Verschiebung des Aufwandes lassen sich gegenwärtig aber noch nicht abschätzen. Damit kann vor allem auch die bedeutsame Frage noch nicht beantwortet werden, ob eine Verschiebung von Arbeitsleistung in eine Phase vor Erteilung des Auftrages wirklich sinnvoll ist, ob der Aufwand also letztlich als Investition in die Akquisition oder aber als unnötig und als Verschwendung anzusehen ist.

6.2.2 Veränderungen der Arbeit an der Terminplanung

Auch die Terminplanung kann nach den Erfahrungen der befragten Experten nicht einfach nur früher, sondern sehr viel früher, sehr viel detaillierter und mit einem höheren Grad an Sicherheit erstellt werden. Auch dies ist primär eine Folge der früheren Definition des Bausolls. Auch wurden terminliche Planungen bisher nicht bauteilbezogen durchgeführt, sondern für ganze Bauabschnitte. Die internen Abläufe innerhalb eines Bauabschnitts wurden damit noch nicht geplant. Der Vorteil einer bauteilbezogenen Planung wird besonders deutlich, wenn man sich etwa die Verwendung vorgefertigter Stützen mit unterschiedlichen Abmessungen vergegenwärtigt, die bei bauteilbezogener Planung vom Fertigteilwerk termingenau produziert und angeliefert werden können, was Zeitgewinne und Erleichterungen in der Logistik (Anlieferung und Lagerung) nach sich zieht. Schließlich wird der manuelle Aufwand zur Ermittlung der Bauzeiten mit der BIM-Methode geringer.

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass vielen Bauunternehmen in den vergangenen Jahrzehnten durch die vollständige Übertragung der Bauausführung an Nachunternehmer wesentliche Kenntnisse über den Bauprozess verloren gegangen sind. Insbesondere ist diesen Unternehmen die Information über Aufwandswerte und Ausführungszeiten auf der Baustelle, die für die Terminplanung des Ge-

samtprozesses wesentlich sind, abhanden gekommen, da sie sich selbst nur noch mit Planung und mit Organisation der Nachunternehmer befasst und die Kalkulation wesentlich auf deren Angebote und kaum noch auf eigene Kenntnis gestützt haben.

BIM als technisches System installiert zwar nicht *per se* einen Sachzwang, den Aufwand genau zu erfassen. Es bietet allerdings die Möglichkeit, sehr konkret die Informationen über den tatsächlichen Aufwand, also wie lange wurde tatsächlich gebraucht, mit dem Objekt zu verknüpfen und zwar in allen Detailschritten. Diese Erfassung kann dem Grunde nach bis einschließlich in die Phase der Planung der Bauteile zurückgeführt werden.

Solange Planer und Bauleiter nur über erfahrungsbasierte Werte und Annahmen verfügten, war Terminplanung in einem frühen Stadium eines Bauprojektes aufwendig und mit hohen Unsicherheiten behaftet. Es war also rational und ökonomisch, darauf nicht zu viel Zeit zu verwenden, sondern Genauigkeit erst herzustellen, wenn sie wirklich benötigt wurde. Die Entwicklung eines 3D-Modells eines Gebäudes aber ist gewissermaßen schon ein „virtueller Bauprozess“. Zugleich wird dieses Modell mit einem Datenmodell verknüpft, so dass sich zwangsläufig Informationen über die zeitlichen Abläufe ergeben, die der Planung zugrundegelegt werden können. Außerdem können – auf der Basis vorhandener Daten über erforderliche Bearbeitungsdauern einzelner Prozesse – Verknüpfungen zwischen den einzelnen Prozessen hergestellt. Damit kann einen Einblick in die terminliche Situation des Gesamtprozesses gegeben werden.

Auch dies beruht auf der bereits mehrfach angesprochenen Änderung der Arbeitsweise, die die Bearbeiter nötigt, das Projekt in einem sehr frühen Stadium viel intensiver zu durchdenken, als das früher von ihnen verlangt wurde. Auch hier also ist eine entsprechende Vorleistung erforderlich, um Arbeits erleichterung und Leistungssteigerung in späteren Arbeitsphasen zu erreichen.

Aus dieser Beschreibung ist ferner ersichtlich, dass die Abläufe in einem Bauvorhaben mit BIM optimiert werden können. So können zum Beispiel Leerzeiten aber oder die Möglichkeit paralleler Anordnung von Arbeitsgängen besser erkannt werden. Damit können Abläufe beschleunigt werden, mit der Folge, dass Ausführungszeiten verkürzt, aber auch, dass die Terminwünsche der Bauherren eher noch enger werden.

Zu berücksichtigen ist nach Auffassung von Experten allerdings, dass die Verbesserung der *Planung* der Termine mit BIM noch nicht das Problem löst, wie diese Termine *eingehalten* werden können. Denn letzten Endes kommt es nur zu einem Teil auf die Planung der Termine an, zum anderen aber und vor allem darauf, ob und wie die Einhaltung der daraus entstehenden Zeitpläne praktisch gewährleistet werden kann. Eine vollständige Gewährleistung würde die garantierte Kontrolle aller Umgebungsbedingungen voraussetzen, was bekanntermaßen bei einer Baustelle nicht immer sichergestellt werden kann.

6.2.3 Andere Bereiche der Veränderung der Arbeit unter dem Einfluss von BIM

Neben diesen beiden zentralen Punkten werden vom Einsatz von BIM einige weitere Folgen erwartet, die die Arbeit in den Bauunternehmen beeinflussen werden.

Ausweitung des Leistungsspektrums der Bauunternehmen

Einige der für diese Studie befragten Experten wiesen darauf hin, mit der Einführung von BIM eine wesentliche Veränderung der bisherigen Handlungsstrategie von Bauunternehmen verbunden sein

kann. Hatte man sich bisher auf die Erarbeitung von Angeboten, die Ausschreibung von Nachunternehmerleistungen und die Leitung der Bauausführung beschränkt, so wird mit BIM, insbesondere, wenn und solange nicht von der Bauherrenseite BIM-Modelle für die Projektabwicklung zur Verfügung gestellt werden, zwangsläufig die Übernahme auch planerischer Leistungen verbunden sein müssen. Das ist ein Feld, auf dem sich viele Unternehmen bisher bewusst zurückgehalten haben. Nach den bisherigen Erfahrungen aus der Beschäftigung mit BIM geht man jedoch davon aus, dass das Datenmodell, das der zentrale Bezugspunkt aller an einem Bauprojekt Beteiligten bei der Nutzung der BIM-Methode ist, künftig in vielen Fällen von den Bauunternehmen selbst wird erarbeitet werden müssen. Jedenfalls sieht es aus der Sicht und nach den Erfahrungen von betrieblichen Experten gegenwärtig so aus, als ob die Architekturbüros, deren Aufgabe dies eigentlich wäre, sich nicht vorrangig mit der Übernahme dieser Aufgabe beschäftigen. In den Bauunternehmen ist man deshalb darauf vorbereitet, diese Aufgabe zu übernehmen, wenn und soweit es sich in der weiteren Entwicklung als notwendig erweist. Dies wird neue Anforderungen an die Beschäftigten nach sich ziehen.

Die Übernahme von Planungsleistungen durch Bauunternehmen kann nach Auffassung von betrieblichen Experten Auswirkungen bis in die Gliederung der HOAI haben. Werden bei der Verwendung von BIM Entwurfsplanung und Ausführungsplanung faktisch nicht mehr zu trennen sein, so müssen viele Entscheidungen, die in der HOAI den Phasen 5 und 6 zugeschrieben sind, bereits in der Phase 4 getroffen werden, sonst lässt sich mit BIM Phase 4 nicht erledigen. Das bedeutet dann zwangsläufig, dass Bauunternehmen in der Phase 4 tätig werden und dass in diese Arbeiten künftig mehr Ingenieurarbeitszeit investiert werden muss.

Planung des Arbeitskräfteeinsatzes

In die BIM-basierte Terminplanung lässt sich in einem weiteren Schritt auch der Arbeitskräfteeinsatz einbeziehen. Wiederum auf der Grundlage von Erfahrungswerten darüber wie viele Arbeitskräfte für bestimmte Fertigungsprozesse benötigt werden, kann die Besetzung einer Baustelle zu jedem Zeitpunkt des Bauvorhabens simuliert werden. Diese Erkenntnisse können mit BIM genutzt werden, um die erwünschte gleichmäßige Besetzung einer Baustelle mit Arbeitskräften vor auszuplanen.

Möglichkeit der Simulation von Prozessen und Abläufen

Die Beschreibung von Bauteilen in einer für BIM geeigneten Datenbank enthält neben den Materialeigenschaften auch erfahrungsbasierte Prozesszeiten für die Ausführung. Aus der Verknüpfung der Prozesszeiten für die einzelnen Teile eines Bauwerks kann der Ablauf der Baustelle zur Ermittlung der gesamten Ausführungszeit simuliert werden. Zugleich wird bei einer solchen Simulation deutlich, ob es im Prozess Kollisionen oder Verbesserungsmöglichkeiten gibt: Vermeidung von Leerzeiten, andere Taktungen oder Vergleichbares. Die Möglichkeiten einer genaueren Terminplanung werden in den Bauunternehmen aber bisher noch unterschiedlich genutzt. An der vordersten Front wird mit einer Taktung gearbeitet und am Ende jedes Taktes ein Zeitpuffer für gegebenenfalls notwendige Ausgleichsmaßnahmen eingeplant.

Standardisierung der Bauproduktion

Eine weitere allgemein erwartete Folge der Verwendung von BIM ist die höhere Standardisierung der Arbeiten an einem Bauwerk. Dazu gaben betriebliche Experten eine differenzierte Einschätzung. Demnach ist auch in der Bauproduktion immer schon standardisiert worden. Für viele Baudetails lassen sich Standardformen definieren und in Datenbanken ablegen, das geschieht auch. Dennoch hat die

Vielfalt in der Bauproduktion in Deutschland nicht abgenommen, im Gegenteil: Mit neuen technologischen und fertigungstechnischen Möglichkeiten ist gerade in den letzten Jahren eine Vielzahl neuer Details hinzugekommen. Die Architektur bewegt sich immer an der Grenze des technisch Möglichen. Bauherren und Planer identifizieren diese Vielfalt und die damit verbundene Wahlmöglichkeit als Ausdruck der Freiheit des Planens und als Ausdruck unserer Baukultur. Sie sehen darin kein Produktionsproblem, auch wenn sich dies in den Kosten niedergeschlagen hat.

Die erwartete Veränderung besteht also nicht in einer weiteren Standardisierung, sondern darin, dass dem Bauherrn mit BIM leichter und präziser gezeigt werden kann, welcher finanzielle und zeitliche Aufwand durch das Bestehen auf einer individuellen, baukulturell gewünschten Lösung gegenüber einer Standardlösung entsteht, die zu normierten Bauwerken führen würde. Bisher ist es nämlich das Verständnis von Baukultur gewesen, das der Normierung der Bauwerke Grenzen gesetzt hat. Eine Normierung wäre auch ohne BIM möglich gewesen und BIM wird die Normierung nicht erhöhen, wenn diese baukulturell nicht gewünscht wird.

Nachkalkulation

Auch die Nachkalkulation, die in Bauunternehmen ohnehin oft stiefmütterlich behandelt wird, wird durch BIM erleichtert. Auch hier spielt wieder die Tatsache eine Rolle, dass mit BIM dem realen Bauprozess ein virtueller Bauprozess vorausgeht. Unabhängig davon, ob während des realen Bauprozesses Änderungen an der Planung erforderlich wurden oder nicht, existiert mit dem endgültigen (gegebenenfalls revidierten) Datenmodell ein tatsächliches Abbild des am Ende real gebauten Baukörpers. Dieses Modell steht sowohl dem Bauunternehmen als auch dem Bauherrn zur Verfügung. Das Bauunternehmen kann daraus ohne zusätzlichen Aufwand die tatsächlich entstandenen Kosten ermitteln (die im Normalfall den veranschlagten Kosten plus den im Prozess registrierten Abweichungen entsprechen müssten). Die Kalkulation ist bei BIM zugleich immer auch schon Nachkalkulation, weil Änderungen an der Kalkulation, wenn es sie gibt, sofort im Prozess als Nachträge erfasst und eingepflegt worden sind. Die Nachkalkulation wird damit eher zur begleitenden Kalkulation.

Abrechnung

Bei der Bearbeitung von Bauvorhaben innerhalb eines Bauunternehmens nach Auftragserteilung kann es zu einer Neuorganisation von Arbeitsschritten kommen. So ist bei einem mit BIM durchgeführten Pilotprojekt direkt aus dem Modell abgerechnet worden. Das sonst nach Fertigstellung übliche Aufmaß konnte entfallen, weil es keine Abweichung des realen Baukörpers vom Modell gab, das Modell war „wie gebaut“.

Arbeiten im Bestand

Der Nutzen der Erstellung eines vollständigen Datenmodells eines Bauwerks für die an den Herstellungsprozess anschließende Nutzung und Verwaltung des Gebäudes liegt auf der Hand, nicht umsonst wird bei BIM von Vorteilen für Planen, Bauen und Betreiben gesprochen. Auf diesen Aspekt ist in dieser Studie allerdings nicht näher eingegangen worden. Von betrieblichen Experten wurde aber auf die Möglichkeit hingewiesen, zum Beispiel durch ein Gebäude-Scanning ein millimetergenaues Aufmaß eines bestehenden Gebäudes anzufertigen und dabei ggf. auch bestehende Pläne zu korrigieren. Dies erleichtert künftig sowohl die Verwaltung einer Immobilie, als auch in dem Gebäude gegebenenfalls notwendig werdende Bestandsmaßnahmen.

6.3 Veränderung der Koordinationsformen

Nach Auffassung der für diese Studie befragten Experten wird BIM innerhalb der Projektorganisationen vor allem die Notwendigkeit der Kooperation der an einem Bauvorhaben Beteiligten verdeutlichen. BIM sei, so wird argumentiert, seiner Natur nach ein Kooperations-Tool. Es macht auf der Planungsebene eine neue Synthese möglich, bei der Planung nicht mehr vorrangig als Addition verschiedenster Spezialgebiete angesehen wird, sondern als kooperativer und kommunikativer Prozess zur Herstellung eines Bauwerks. Es ist das Bauwerk, das als zentraler Bezugspunkt aller Bemühungen anzusehen ist – und mit BIM auch (wieder) angesehen werden kann. Dies kann von Beschäftigten in Bauunternehmen eine Veränderung ihrer Sichtweise erfordern, womit nicht ausgedrückt werden soll, dass ihnen eine solche Änderung schwerfallen muss. Spezialisten allerdings, die sich nur auf ihre Arbeit beschränken und weder Kenntnis von noch Interesse an Nachbargebieten haben, passen nach Auffassung von befragten Experten nicht in eine Arbeitsorganisation, die mit BIM arbeitet. Bildlich gesprochen kann die Arbeitsweise der mittelalterliche Baumeister als Muster einer solchen Arbeitsorganisation angesehen werden.

BIM stellt die Kooperation allerdings nicht von selbst her, sondern sie muss aktiv gesucht und betrieben werden. Denn im Bezug auf die Gesamtheit der eigentlichen Tätigkeiten und Prozeduren der Abstimmung bezüglich der Planung wird von den befragten Experten keine große Veränderung gesehen. Neu ist, dass in der Projektstartphase, wenn auch die Partner an einem Projekt feststehen, ein BIM-Abwicklungsplan erstellt wird und Modellierungsrichtlinien aufgestellt werden. Zugleich wird mit den Partnern geklärt, welche Daten wann in welchem Detaillierungsgrad geliefert werden.

Dieser Abstimmungsprozess wird von Experten als intensiver eingeschätzt, als die Abstimmungen bei der traditionellen Projektabwicklung. Zu beachten ist allerdings, dass diese Koordination jetzt in einer frühen Projektphase vorgenommen werden muss, während die erforderlichen Abstimmungen früher in der Regel im laufenden Prozess und ad-hoc vorgenommen wurden. Ein erhöhter Aufwand entsteht also tatsächlich nur am Beginn des Vorhabens. Daraus aber kann nicht unbedingt ein höherer Gesamtaufwand abgeleitet werden. Es ist sogar die Vermutung plausibel, dass der Gesamtaufwand kleiner wird, weil bei Beachtung der Vorgaben die Zahl der Fehler, Missverständnisse und Versäumnisse, die mit zusätzlichem Arbeitsaufwand beseitigt werden müssen sowie der Umfang von Doppelarbeit deutlich geringer werden sollten.

Insofern teilen die befragten Experten die Auffassung nicht, dass sich der Abstimmungs- und Koordinationsaufwand durch die Verwendung von BIM insgesamt erhöhen wird. Tatsächlich wird er nur zeitnäher geleistet oder anders gesagt: wenn Kommunikationsprozesse sofort angegangen werden, nachdem sich ihre Notwendigkeit gezeigt hat, entsteht keine Kumulation unerledigter Aufgaben, die dann den Eindruck eines höheren Aufwandes erzeugt. Aber nicht nur mit diesem Argument wird von den befragten Experten der oft geäußerten Auffassung widersprochen, dass der Aufwand für Abstimmung und Koordination bei der Verwendung von BIM größer wird. Er *erscheint* allerdings gegenüber herkömmlichen Verfahren größer, weil er mit BIM überhaupt in Erscheinung tritt und nicht umgangen werden kann. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass mit BIM Probleme, Konflikte oder Kollisionen und die Notwendigkeit, sich zu ihrer Beseitigung abzustimmen, sehr viel früher transparent werden. Mit anderen Worten: ein solcher Aufwand wäre auch bisher schon erforderlich gewesen, er wurde jedoch nur selten im erforderlichen Umfang geleistet. Da BIM ohne Abstimmung und Koordination nicht

funktioniert, erscheint der Aufwand dafür jetzt höher, obwohl es in Wirklichkeit nur der immer schon nötige, bisher aber meistens unterlassene Aufwand ist. Dies gilt auch dann, wenn bedacht wird, dass die Erzeugung und laufende Aktualisierung eines 3D- oder 4D-Modells ebenfalls einen erheblichen Zeitbedarf hat.

Weiterhin werden nach den Erfahrungen von befragten Experten die Abstimmungsprozesse am Anfang eines Projekts beim Erstellen und Strukturieren der Modelle *zentral geführt* werden. Das bedeutet allerdings nicht, dass alle Entscheidungen auch *zentral getroffen* werden. Der zentrale BIM-Manager¹⁰ wird sich darum kümmern, dass er den entsprechenden Input von den einzelnen BIM-Koordinatoren, die die Fachplanungen verantworten, erhält und dass diese sich vorher einigen. Der BIM-Manager achtet dann darauf, dass die einzelnen Fachplanungen in das Gesamtmodell passen. So kann es sein, dass in einem Fachmodell Daten nur in einem geringen Detaillierungsgrad gebraucht werden, in einem anderen aber bereits in hoher Detaillierung. Eine solche sachgerechte Verteilung der Daten ist bei BIM nicht mehr dem Belieben einzelner Akteure oder den Zufällen des Projektablaufs überlassen, sondern es ist Aufgabe des (zentralen) BIM-Managers, dafür zu sorgen, dass die Daten an den Stellen und in dem Detaillierungsgrad zur Verfügung gestellt werden, wo und wie sie gebraucht werden.

Koordination, Kommunikation und Abstimmung der Beteiligten untereinander sind besonders dringend erforderlich, weil beim Einsatz der BIM-Methode mehrere Baubeteiligte gleichzeitig an dem Datenmodell arbeiten können. Dass Arbeit an den einzelnen Fachmodellen parallel stattfinden ist kein Unterschied zur gegenwärtigen Situation. Neu bei BIM ist, dass die Informationen für alle Fachmodelle aus einer gemeinsamen Datenumgebung zur Verfügung gestellt werden. So wird zum Beispiel das individuelle Bemühen um Vorabzüge überflüssig, weil jeder Projektbeteiligte sich die Informationen, die er benötigt, selbst beschaffen und damit an seinem Fachmodell weiterarbeiten kann. Darin kann für die Beschäftigten eine Erleichterung ihrer Arbeit gesehen werden.

Die Notwendigkeit der Kommunikation und Abstimmung gilt insbesondere dann, wenn einer der Beteiligten (Beispiel: der Tragwerksplaner) durch seine Arbeit die Handlungsvoraussetzungen eines anderen Beteiligten (Beispiel: des TGA-Planers) verändert. Traditionell wurde dieses Problem oft dadurch „gelöst“, dass der logisch im Prozess Nachfolgende abgewartet hat, bis der logisch vorausgesetzte Arbeitsschritt abgeschlossen war (oder dass er seine Arbeit doppelt machen musste). BIM macht prinzipiell paralleles Arbeiten möglich. Diese Parallelität kann aber nur dann für das Gesamtprojekt fruchtbar gemacht werden, wenn die Beteiligten miteinander kommuniziert und sich abgestimmt haben. Es sollten also für den Fall, dass ein Projektbeteiligter aufgrund seiner Arbeiten Änderungen an dem Modell für nötig hält, beim Arbeiten mit BIM diese Änderungen nicht unabgestimmt vorgenommen, sondern in einem kommunikativen Prozess ausgehandelt werden. Dabei entscheidet der für einen Prozess Verantwortliche, ob Änderungen vorgenommen werden oder nicht. Auch dies zeigt, in welchem hohem Maße BIM auf Kommunikation aufbaut. Die Planungsverantwortungen werden sich dadurch nicht verschieben. Nicht zuletzt die Möglichkeiten elektronischer Kommunikation stellen die technische Infrastruktur für die erforderliche intensive Kommunikation zur Verfügung. Sie sorgen zugleich dafür, dass Abstimmungen just-in-time fachübergreifend am Bildschirm stattfinden können und nicht zum Beispiel bis zu einer Planungs- oder Baubesprechung warten müssen.

¹⁰ Zu den neuen Arbeitsrollen, deren Entstehen mit der Einführung von BIM gesehen wird, siehe S. 42ff

Eine der spektakulärsten Leistungen von BIM ist sicherlich, dass beim Zusammenführen der Fachmodelle im integrierten Gesamtmodell Planungsfehler sichtbar gemacht werden können (sog. Kollisionen), die vielfach mit traditionellen Planungsmethoden kaum erkannt werden konnten. In dieser Leistungs- und Effektivitätssteigerung wird einer der entscheidenden Vorteile der BIM-Methode gesehen. Es wird allerdings von befragten Experten davor gewarnt, das Entdecken von Planungsfehlern als einen Effekt der Verwendung von BIM anzusehen, der sich automatisch und ohne weitere menschliche Intervention einstellen wird. Die Visualisierung, die durch BIM geleistet wird und die Verknüpfung von Daten im Modell stellen aber deutlich leistungsfähigere Hilfsmittel für die Kollisionsprüfung dar, als sie bisher zur Verfügung standen. Dies dürfte sich besonders bemerkbar machen, wenn Projekte unter hohem Zeitdruck abgewickelt werden und für die Prüfung von Abhängigkeiten in einem Terminplan nicht immer die erforderlichen Zeitkontingente zur Verfügung stehen.

Die Koordination der Gewerke wird nach Auffassung von befragten Experten durch BIM weiterhin speziell durch die Verknüpfung von Bauteilen mit Prozesszeiten und Terminen erleichtert. Mit BIM wird es nämlich sowohl möglich als auch planerisch erforderlich, die sich technisch ergebenden, also für einen optimalen Ablauf gewünschten Zeiten früher und genauer festzulegen. Sie können also auch den jeweiligen Gewerken früher präzise mitgeteilt werden. Das ermöglicht wiederum diesen eine genauere Vorplanung ihrer eigenen Arbeit und verbessert in der Summe die Gewerkekoordination. Dadurch wird auch just-in-time-Zuarbeit der Nachunternehmer möglich.

Zusätzlich können Situationen, die früher der Bauleiter oder Polier gleichsam „im Kopf“ gelöst haben, nunmehr planerisch dargestellt werden, was als Erleichterung der Bearbeitung angesehen wird. Dies gilt auch für die Lösung objektiver Widersprüche. Zum Beispiel kann die Ausstattung einer Baustelle mit nur einem Kran dazu führen, dass es in bestimmten Phasen des Bauprozesses Engpässe und partielle Stillstände gibt. Diese können zwar in der Gesamtbetrachtung durch die eingesparten Kosten für einen zweiten Kran überkompensiert werden. In der konkreten Situation aber gibt es dann Vorarbeiter und Kolonnen, die an der produktiven Erledigung ihrer Arbeit gehindert werden. Bauleiter und vor allem Poliere werden mit BIM eine bessere Grundlage haben, die organisatorisch, zeitlich und finanziell optimale Alternative zu erkennen und gegenüber den übrigen Beteiligten argumentativ zu vertreten.

Das gilt auch für die Bewältigung der Tatsache, dass durch die gleichzeitige Arbeit verschiedener Projektbeteiligter an ein und demselben Datenmodell der eine die Handlungsvoraussetzungen des anderen verändern kann. Auch diese Situation lässt sich nur bewältigen, wenn die in einen solchen Vorgang involvierten Projektbeteiligten miteinander kommunizieren. Eine solche Haltung würde nach Auffassung in diesem Unternehmen im Übrigen entscheidend dadurch gefördert, dass der Erfolg des gesamten Projektes und nicht der Erfolg eines einzelnen Akteurs (Unternehmen oder Person) an einem Projekt als Richtschnur des Handelns aller Projektbeteiligter angesehen würde.

6.4 Veränderung des Nachtragsmanagements

Als eine weitere Folge dieser frühzeitiger erreichbaren größeren Genauigkeit der Planung wird angenommen, dass es bei der Nutzung von BIM, wenn überhaupt noch, dann jedenfalls erheblich weniger Nachträge geben wird. Da Nachträge gelegentlich als einziges Mittel gelten, ein unter hohem Wettbewerbsdruck knapp kalkuliertes Bauvorhaben doch noch mit einem akzeptablen Ergebnis abzuschlie-

ßen, wäre der Wegfall von Nachträgen eine erhebliche Veränderung der Arbeitsweise in Bauunternehmen. Dazu ist allerdings anzumerken, dass das „Lob des Nachtrags“ keineswegs in allen Unternehmen geteilt wird. Für diese Studie befragte betriebliche Experten äußerten die Auffassung, dass die Bauunternehmen durch baubetriebliche Nachträge mehr Schaden als Chancen haben, weil Störungen im Bauablauf die Harmonie der Zusammenarbeit an einem Bauprojekt beeinträchtigen und in der Regel mehr Aufwand verursachen als geltend gemacht werden kann. Allerdings müssen, um die Auswirkungen von BIM auf die Entstehung und das Management von Nachträgen zu beurteilen, die verschiedenen Ursachen von Nachträgen beachtet werden.

Es wird auch künftig vorkommen, dass sich die Anforderungen des Bauherrn an das Bauwerk während des Bauprozesses ändern (aus welchen Gründen auch immer). Solche Änderungswünsche werden mit BIM besser bearbeitet werden können. Insbesondere werden die sachlichen, zeitlichen und finanziellen Auswirkungen von Änderungen schnell analysiert und anschaulich dargestellt werden können, was nebenbei auch noch die Begründung von Nachträgen dem Grunde und der Höhe nach einfacher kommunizierbar macht. BIM wird durch die Möglichkeit der Verknüpfung von Bauteilen mit Prozesszeiten und Terminen dazu führen, dass der Ablauf der Baustelle vollständig simuliert werden kann. Für solche Simulationen können auch Parameter verändert werden, sodass abgelesen werden kann, wie sich der Gesamtprozess verändert. In der Konsequenz kann man die Baustelle virtuell ablaufen lassen. An dieser Stelle wird von Experten allerdings auch darauf hingewiesen, dass die Möglichkeit des nachträglichen Eingriffs des Bauherrn in eine fertige Planung und einen laufenden Fertigungsprozess eine Besonderheit der deutschen Bauwirtschaft ist, die in der stationären, für einen anonymen Markt produzierenden Industrie nicht auftritt, die aber auch in der Bauwirtschaften anderer Länder nicht möglich ist. Es ist daher nach der Ansicht von für diese Studie befragten Experten damit zu rechnen, dass diese Besonderheit der deutschen Bauwirtschaft, wenn nicht entfallen, so doch deutlich geändert werden wird.

Auf die Möglichkeit Visualisierung im 3D-Modell und ergänzend die Verknüpfung auch mit den Kosten stützten sich die Erwartungen der befragten Experten, dass mit BIM dem Bauherrn die zeitlichen und finanziellen Konsequenzen von nachträglichen Änderungswünschen deutlicher und leichter vor Augen geführt werden können. Damit werden auch die zeitlichen und sachlichen Voraussetzungen für bauliche Änderungen und Nachträge sowie ihre Folgen sehr viel leichter und sachlich fundierter dargestellt werden können. Der Bauherr wird also seine ursprünglichen Entscheidungen ändern können, aber diese Änderungen können in ihren Auswirkungen, anders als bisher, präzise, einfach und anschaulich dargestellt werden. Betriebliche Experten erwarten, dass dies zu einer Reduzierung der, auf jeden Fall aber zu einer sachlicheren Diskussion über Änderungswünsche und Nachträge führen wird.

Anders dagegen werden von den Experten die Nachträge eingeschätzt, die auf fehlerhafte Ausschreibung, ein unklares Bausoll, mangelnde Planungstiefe oder vorher nicht erkannte, aber notwendige Arbeiten zurückgehen. Diese werden mit der Verwendung von BIM nicht mehr auftreten, weil ihre Ursachen beseitigt worden sind. Niemand wird sich noch darauf berufen können, dass eine verborgene Ursache für zusätzlichen Aufwand nicht erkannt werden konnte: mit BIM hätte sie erkannt werden können. Es wird erwartet, dass dies zu einer Verbesserung des Klimas zwischen Bauunternehmen und Bauherrn führt und nicht zuletzt die Arbeit der Leitung der Baustelle positiv verändert.

Allerdings lassen sich auch mit BIM in der Bauproduktion nicht alle Umgebungsbedingungen vollständig kontrollieren und auch das wird sich nicht ändern. Vor allem Boden und Wetter bleiben kon-

tingente Faktoren, d.h. sie können sich immer anders darstellen, als angenommen. Ebenso bleiben Insolvenz von Nachunternehmern, Blockade von Zufahrtsstraßen oder unvollständige oder fehlerhafte Leitungspläne eine Quelle von prinzipiell unvorhergesehenen Ereignissen. Diese können auch BIM-basierte Planungen stören. Allerdings wird erwartet, dass mit BIM auf solche unvorhergesehenen Ereignisse mit Umplanungen schneller und leichter reagiert werden kann, als mit konventionellen Planungsmethoden. Dabei spielt natürlich eine wesentliche Rolle, welcher Seite das Risiko für diesen Störungstyp vertraglich zugewiesen ist. Dennoch wird damit gerechnet, dass die Anforderung an die Bauleitung, als Flexibilitätsreserve zur Abfederung des Unvorhersehbaren zu fungieren, künftig weniger stark in Anspruch genommen wird.

6.5 Veränderungen an der Nahtstelle zwischen Planung und Bauleitung

Ein Bauprojekt ist bis zum Beginn der Baustelle ein Informationsprojekt. Die Nahtstelle zwischen Planung und Bauleitung ist damit zugleich die Nahtstelle zwischen Information und Realität. Soweit es aus den verschiedenen Arbeitsrollen heraus an dieser Nahtstelle Auffassungsunterschiede zwischen Angebotsbearbeitung und Bauleitung gibt, werden diese nach der Auffassung der für diese Studie befragten Experten durch BIM nicht beseitigt, zumal die entscheidende Priorität des vom Bauherrn gesetzten Termins damit überhaupt nicht beeinträchtigt wird. Die Experten wiesen jedoch darauf hin, dass auch die Übergabe eines Bauvorhabens an den Bauleiter ein stark von Kommunikation geprägter Prozess ist, der durch die Nutzung eines 3D-Modells eher unterstützt und erleichtert wird. Die Angebotsbearbeiter können nämlich mit diesem Instrument viel leichter erklären, welche Überlegungen den in der Kalkulation verwendeten Ansätzen und Annahmen zugrunde gelegen haben. Auch an dieser Stelle wird also Kommunikation durch die Transparenz, die mit BIM hergestellt werden kann, entscheidend gefördert. Auch kann der Bauleiter, der bis dahin in vielen Fällen ja noch nicht mit dem Projekt befasst gewesen ist, sich anhand eines 3D-Modells sehr viel schneller in das Gebäude hinein-denken, als auf der Basis von Plänen auf Papier.

Befragte Experten weisen allerdings auch darauf hin, dass die Frage des Handlungsspielraums der Bauleitung von der Strategie des Bauunternehmens abhängt, nach der es die Beziehungen zwischen Planung und Bauausführung organisiert. Es kann eine Strategie sein, den Arbeitseinsatz in der Arbeitsvorbereitung zu erhöhen um eine größere Planungsgenauigkeit zu erreichen, was gleichzeitig den Handlungsspielraum des Bauleiters einengt. Dies würde dem Prinzip von BIM entsprechen. Der Erfolg einer solchen Maßnahme hängt dann aber davon ab, dass die Vorgaben der Arbeitsvorbereitung in der Bauausführung auch umgesetzt werden. Geschieht das nicht, zum Beispiel, weil die Vorgaben nicht ausreichend kommuniziert worden sind oder aufgrund nicht eingeplanter Umgebungseinflüsse nicht umsetzbar waren, dann wurden die eigentlich erkannten Optimierungspotentiale nicht realisiert und der Aufwand vergebens investiert. Das gilt auch bei Anwendung von BIM. Allerdings kann zur Strategie auch gehören, dass bei Störfällen nicht ad-hoc-Lösungen auf der Baustelle gesucht werden, sondern der Auftrag wieder an die Arbeitsvorbereitung zurückgeht. Das würde dann in der Tat die Entscheidungsmöglichkeit der Bauleitung reduzieren.

Die Tätigkeit des Bauleiters wird sich nach der Auffassung von Experten durch den Einsatz von BIM allerdings vor allem dadurch verändern, dass er von Administrationsarbeit entlastet wird. In der Bauausführung werden mit BIM alle Daten, die auch bereits heute zu liefern sind (zum Beispiel Bautagebuch, Fortschrittsberichte, Abnahmeprotokolle, Unfallberichte, Fotodokumentation) mit dem Modell

verknüpft sein. Daten, die auf der Baustelle elektronisch erzeugt werden, werden also automatisch in das Modell einfließen. Das heute noch übliche Einscannen von auf der Baustelle erzeugten Papierbelegen wird dann als Arbeitsgang vollständig entfallen können. Oder am Beispiel der Erfassung von Bauzuständen und Mängeln: Diese Informationen werden heute noch vielfach auf Papier festgehalten und anschließend in ein elektronisches System eingegeben. Die Beseitigung von Mängeln wird mündlich, telefonisch oder per Email an den Nachunternehmer veranlasst. Mit BIM wird der Bauleiter dagegen festgestellte Mängel über die Verknüpfung mit dem BIM-Modell direkt an das Bauteil adressieren und dokumentieren, die Aufforderung zur Mängelbeseitigung wird ohne zusätzliche Arbeitshandlung an den Nachunternehmer ausgelöst.

Gleiches gilt für die Bearbeitung von Rechnungen. Fertige Bauteile können elektronisch erfasst werden und über die Verknüpfung mit dem BIM-Modell kann am Monatsende ohne weitere menschliche Intervention der Versand der Rechnungen ausgelöst werden. Auch kann es Zweifel über Rechnungspositionen nicht (mehr) geben, weil sich bei BIM Auftraggeber und Bauunternehmen auf dieselbe (sic!) Datengrundlage beziehen. Zusätzliche Vorteile sind etwa die automatische Generierung von Vergleichen zum Vormonat oder die Mitteilung an den Bauherrn über die Entwicklung von Kosten und Zahlungsplan. Auch andere Dokumente, wie zum Beispiel das Bautagebuch, werden nicht mehr auf Papier geschrieben werden, sondern die Informationseingabe wird digitalisiert werden. Die Aufgaben werden also bestehen bleiben, sich vielleicht sogar noch erweitern, aber die dazu erforderlichen Arbeitshandlungen werden sehr viel weniger Zeit in Anspruch nehmen.

Ganz generell darf allerdings nicht außer Acht gelassen werden, dass bei Verwendung eines integrierten Datenmodells, auf das alle Projektbeteiligten zugreifen und auf das sie sich verlassen, Fehler in diesem Modell erhebliche Auswirkungen haben können.

Nicht ändern wird sich nach dieser Auffassung allerdings, dass der Bauleiter in Entscheidungen über die Fertigungsweise einbezogen bleibt. Dies ergibt sich allein schon daraus, dass das Bauunternehmen zur Verbesserung der Planung und der Abläufe frühzeitiger als bisher in das Bauvorhaben eingebunden wird, damit die Planung durch Ausführungskompetenz unterstützt wird. Die Ausführungskompetenz eines Bauunternehmens aber wird wesentlich durch seine Bauleiter oder Projektleiter repräsentiert, die die Ausführungserfahrung haben. In dem Zusammenhang wird zusätzlich argumentiert, dass jede Entscheidung, die aus der Bauphase in die Planungsphase vorgezogen werden kann, die Fehleranfälligkeit mindert und die Auswirkungen von Fehlern reduziert. Damit ändert sich auch die Rolle des Bauleiters. Er ist nicht mehr die Flexibilitätsreserve für den Ausgleich mangelnder Planungstiefe, sondern ein Controller der Prozesse, der die Bauproduktion steuert und ihre Übereinstimmung mit den Planungsvorgaben sowie ihre Fehlerfreiheit sicherstellt.

Insgesamt besteht bei befragten Experten also die Erwartung, dass die administrativen Arbeitshandlungen der Bauleitung deutlich erleichtert und zeitlich verkürzt werden, sodass der Bauleiter wieder Zeit bekommt, sich um die Leitung der Baustelle zu kümmern. Dabei ist zu beachten, dass Erleichterung und zeitliche Verkürzung zunächst eine Folge der Digitalisierung sind. BIM leistet darüber hinaus die sofortige Verknüpfung mit dem Modell und damit die Nutzbarmachung der Information für das Projekt. Zugleich entstehen bei dieser Art der Abwicklung Daten, die zur Analyse und Bewertung zum Beispiel der Qualität von Nachunternehmern verwendet werden können.

Auch der Aufwand für Baubesprechungen kann nach den Erfahrungen von befragten Experten reduziert werden. So konnten in einem Pilotprojekt die Intervalle der Termine von einem wöchentlichen auf einen vierwöchentlichen Rhythmus verändert worden, weil die üblichen Themen einer Baubesprechung: Konkretisierungen der Planung und Behandlung von Abweichungen von der Planung aufgrund der Übereinstimmung zwischen Planung und tatsächlichem Bauablauf nicht mehr anfielen. Auch Improvisation zum Ausfüllen von Planungslücken, die wesentliche Aufgabe der Bauleitung, war nicht mehr nötig, weil es keine auszufüllenden Lücken in der Planung mehr gab. Damit haben sich in diesem Pilotprojekt die Aufwendungen der Bauleitung für das Finden von Lösungen für nicht eingeplante Ereignisse auf der Baustelle um die Hälfte reduziert.

Insgesamt also wird diese Art der Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung nach den Erwartungen von befragten Experten zu einer deutlichen Reduzierung der Belastung der Bauleitung führen. Damit kann auch die Vorstellung verbunden werden, dass vor allem der Bauleiter mehr auf der Baustelle sein kann und dass sich die Arbeit auch in den dafür vorgesehenen Arbeitsstunden bewältigen lässt, weil diejenige Mehrarbeit, die auf ineffiziente Arbeitsorganisation zurückgeht, reduziert werden kann. Dies würde dann auch dazu führen, dass die Bauunternehmen künftig eher in die Lage versetzt werden, den Wünschen ihrer Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen nach Herstellung eines ausgeglicheneren Verhältnisses von beruflicher Inanspruchnahme und persönlichem und privatem Leben (*Work-Life-Balance*) zu entsprechen.

Die von den befragten Experten erwartete Optimierung der Prozesse betrifft zu einem erheblichen Teil auch die Logistik und die Materialwirtschaft. Die frühe Festlegung in der Planung auf bestimmte Lösungen ist eines der Ziele, die mit der Einführung von BIM angestrebt werden. Damit kann eine Einschränkung der Notwendigkeit und der Möglichkeit für im Prozess nachfolgende Akteure verbunden sein, selbst neue Entscheidungen treffen zu müssen und zu können.

Die Disposition von Material und Gerät bleibt Aufgabe des Poliers. Wenn infolge des Einsatzes von BIM Entscheidungen über zu verwendende Materialien durch den Bauherrn früher im Prozess getroffen werden, ändert sich nicht die Aufgabe des Poliers, wohl aber kann sich nach der Auffassung befragter Experten durch BIM die Form der Arbeitstätigkeiten des Poliers ändern. Zum Beispiel wird die Feststellung des Termins für die Lieferung des Betons für ein bestimmtes Bauteil mit BIM am Modell getroffen werden können. Das bedeutet, dass der Polier die Bestellung nicht mehr mit Telefon oder Email auslöst, sondern direkt am Modell. Er klickt die entsprechenden Bauteile an, sodass die erforderlichen Informationen erscheinen. Weitere Operationen im Programm lösen den Abruf aus. Das Gleiche gilt für das gesamte Berichtswesen, wobei eine zusätzliche Erleichterung darin besteht, dass ein Bezug auf Pläne nicht mehr erforderlich ist, weil der Bericht von vorneherein mit dem entsprechenden Bauteil verknüpft ist. Benötigte Zusatzinformationen können ebenfalls aus hinterlegten Listen oder aus dem Internet (zum Beispiel Wetterdaten) abgerufen werden. Der Bauteilbezug der Berichterstattung erleichtert weiterhin den Soll-Ist-Vergleich, der überdies auf einfache Weise visualisiert werden kann, was die auch Beurteilung erleichtert. Das gilt sowohl für die terminliche Lage der Baustelle als auch für den Verbrauch an Ressourcen.

Nach der Auffassung betrieblicher Experten wäre es aber verfehlt, in alledem eine Veränderung der Kompetenzanforderungen an Bauleiter und Poliere zu sehen. Es ist das tiefe Verständnis der handwerklichen Grundlagen der Prozesse auf der Baustelle, das die typische Kompetenz von Bauleitern und vor allem von Polieren ausmacht und das eine fachlich sichere Grundlage ist, auf der sie über

nicht standardisierte Anpassungsreaktionen an unvorhersehbar geänderte Umweltbedingungen entscheiden können. Wenn durch BIM die Bauausführung von solchen Flexibilitätsanforderungen entlastet wird, könnte der Eindruck entstehen, dass diese baufachliche Kompetenz weniger dringlich benötigt wird. Die Experten zweifeln allerdings nicht daran, dass eine Baustelle auf jeden Fall durch baufachlich ausgebildetes Personal geleitet werden muss.

Darüberhinaus lässt sich informationstechnisch heute bereits die Herstellung und Lieferung von Fertigteilen bis zur Information an den Kranführer über den voraussichtlichen Zeitpunkt des Eintreffens einer Lieferung auf der Baustelle weitgehend automatisiert gestalten; künftig kann sie aus dem BIM-Modell heraus gesteuert werden. Auch die Prüfung gelieferter Baustoffe und Materialien wird dem Polier durch digitale Erfassung und Verknüpfung mit dem BIM-Modell erleichtert werden. Für den Polier ist weiterhin von Bedeutung, dass seine Handlungen mit BIM auf einer sichereren Grundlage beruhen. Dazu wird auch beitragen, dass die Verträge mit den Lieferanten deutlich präziser im Hinblick auf Mengen und Termine sein können. Das kann zu kürzeren Bauzeiten und zu Kostenersparnis durch geringere Lagerhaltung führen. Prinzipiell wäre sogar eine automatische, vom Terminplan des Modells gesteuerte Auslösung der Bestellung möglich. Solche Aktionen ohne Absicherung durch menschliche Beurteilung von Situation und Gesamtumständen werden aber beim gegenwärtigen Stand jedoch noch für zu riskant gehalten.

Baustelleneinrichtungspläne können künftig in 3D-Modellen erstellt werden. Dabei können zum Beispiel die Einrichtungen der Arbeitssicherheit optimiert und genauer als bisher auf den Bedarf ausgerichtet werden. Das Gleiche gilt bei 4D- und 5D-Modellen für die gesamte Logistik. Eine automatische Ableitung der Baustelleneinrichtung aus dem Modell, die diesen Arbeitsgang grundsätzlich verändern würde, ist allerdings nicht in Sicht.

Die frühzeitige sachliche und terminliche Festlegung von Lieferung kann nach Ansicht befragter betrieblicher Experten aber auch eine Kehrseite haben. Solche Festlegungen würden dann nämlich auch das Bauunternehmen binden und mit den Folgen möglicher, nicht beeinflussbarer Änderungen belasten. Die baustellentypischen Abweichungen vom erwarteten Ablauf werden also mit BIM entweder geringer werden und weniger Flexibilität erfordern, oder aber sie werden konsequenzenreicher werden.

6.6 Änderungen der formalen Arbeitsorganisation

Beim derzeitigen Stand der Entwicklung ist für die in diese Studie einbezogenen Experten die Notwendigkeit von Veränderungen in der formalen Arbeitsorganisation durch BIM nicht zu erkennen. Dies betrifft sowohl die Aufbau- als auch die Ablauforganisation der Unternehmens. Wenn es zu Veränderungen kommt, würde die aus anderen Entwicklungen erwachsen, die nur indirekt mit BIM im Zusammenhang stehen.

Es gibt nach Auffassung von Experten aber organisatorische Voraussetzungen, die die Einführung von BIM erleichtern oder erschweren. So ist es vorstellbar, dass in einem Unternehmen, das eine zentrale Kalkulationsabteilung hat, bei der alle Angebotsbearbeitungen liegen und die keine anderen Tätigkeiten ausführt, die Einführung von BIM möglicherweise effektiver ist. Die Umstellung ist leichter, der Umgang mit BIM wird täglich praktiziert und erreicht schneller einen höheren Grad an Sicherheit.

Außerdem ist die Ausstrahlung in das Unternehmen hinein größer. Bei dezentraler Angebotsbearbeitung können diese Argumente eher nicht zutreffen.

Soweit in den hier einbezogenen Unternehmen für die Einführung von BIM neues Personal rekrutiert oder vorhandenes Personal mit der Aufgabe der Vorbereitung auf den Einsatz von BIM betraut worden ist, ist dieses Personal zunächst nicht in der Linienorganisation angesiedelt, sondern in einer eigenen Organisationseinheit zusammengefasst worden. Diese ist als interne Dienstleistungseinheit definiert und wird je nach Aufgaben und Projektstand der Angebotsbearbeitung als auch der Bauausführung zugeordnet. Denkbar ist auch, dass es in Unternehmen ein BIM-Kompetenzzentrum geben wird. Das wäre eine zentrale Einheit, die die operativen Projekte unterstützt, die aber in die eigentlichen Planungs- und Bauabwicklungsprozesse nicht eingreift. Aufgabe dieser Einheit wäre das Datenmanagement, die Unterstützung der operativen Einheiten bei der Nutzung der Datentools, Beratung, was BIM leisten kann und was nicht, was man möglicherweise (im Unterschied zur traditionellen Projektabwicklung) zu einem früheren Zeitpunkt als üblich organisieren muss, die also auf der Höhe der Projektleitung als Unterstützung fungiert. Dies wird sicher auch von der Größe des Unternehmens abhängen. Im Falle eines Unternehmens wird diese neue interne Einheit aber zunächst noch eher als eine Art „Projektlabor“ verstanden.

In der Perspektive ist aber in den hier einbezogenen Unternehmen eine Integration in die Angebotsbearbeitung zu erwarten. Diese Organisationsentscheidungen werden aber auch in Abhängigkeit von der generellen Entwicklung von BIM gesehen. Eine besondere Rolle wird dabei spielen, ob die Entwicklung von BIM-Modellen für Bauvorhaben sich eher als eine Aufgabe von Planern und Bauherren etablieren wird oder als eine Aufgabe der Bauunternehmen.

Daraus geht auch hervor, dass mit der Einrichtung einer Organisationseinheit, die speziell für die Unterstützung der Arbeit mit BIM verantwortlich ist, eine Hierarchisierung nicht verbunden sein muss. Dies hängt vielmehr davon ab, wie die Abstimmung am Anfang organisiert wird. So ist es wichtig, dass alle Beteiligten einbezogen werden und dass ein Einvernehmen über die zu leistenden Arbeitsschritte erzielt wird. Wenn Strukturen festgelegt werden, die den Projektbeteiligten nicht helfen, dann wird später der Ablauf gestört sein. Diese Abstimmung ganz am Anfang hätten nach Ansicht der befragten Experten auch konventionell bearbeitete Projekte benötigt, sie unterblieb aber meistens aus verschiedenen Gründen. Bei BIM kann man diese Abstimmung nicht unterlassen, sonst hat man in späteren Phasen zu viel Aufwand.

Eine indirekt durch BIM induzierte Veränderung in der Ablauforganisation könnte daraus erwachsen, dass Arbeitsaufgaben der Arbeitsvorbereitung bereits in die Angebotsbearbeitung verlagert werden. Dies gilt vor allem dann, wenn bereits in der Angebotsphase für jedes Bauteil die Terminierung festgelegt werden soll. Beispiele zeigen aber auch, dass Aufgabenfeld und Benennung sich vielleicht ändern werden, die Personen, die dort arbeiten, jedoch weitgehend dieselben sein und dasselbe machen werden wie vorher.

Änderungen von Tätigkeiten in der Arbeitsvorbereitung können aber auch unabhängig von BIM eine Folge des Einflusses des Konzeptes *lean construction* sein. In der Arbeitsvorbereitung werden nämlich künftig nicht mehr vorrangig Terminpläne erstellt werden. Vielmehr wird genau durchgetaktet sein, wie das gesamte Projekt umgesetzt werden soll. Dazu wird eine vollständige Fertigungsplanung benötigt werden. Die Arbeitsvorbereitung verschiebt sich also von einer Terminplanung zu einer Ferti-

gungsplanung. Dieser Übergang wird durch BIM erleichtert werden. Der Grund liegt darin, dass die kompletten Mengen sowie – die Erfassung und Pflege vorausgesetzt – die entsprechenden Aufwandswerte im Modell enthalten sind und jederzeit abgerufen sowie schnell verändert und aufbereitet werden können. Damit lassen sich auch Varianten und Alternativen entwickeln und darstellen, sodass eine Basis für eine Analyse vorhanden ist. Außerdem steht jederzeit das Gesamtbild des Bauwerks zur Verfügung.

6.7 Entstehen neuer Arbeitsrollen beim Einsatz von BIM

Mit der Einführung von BIM wird vielfach das Aufkommen von drei neuen Arbeitsrollen erwartet: BIM-Manager, BIM-Koordinator und BIM-Modellierer. Sicher ist dabei allerdings nur, dass es in jedem Bauunternehmen innerhalb der Fach- und Führungskräfte einen oder eine Gruppe geben wird, die sich um das Datenmanagement kümmern. Zu deren Aufgaben wird auch gehören, die Qualität der für BIM verwendeten Daten und Instrumente zu überprüfen. In kleineren Unternehmen wird die Lösung eher darin liegen, dass alle Beschäftigten der Planungs- und Leitungsebene eine gewisse BIM-Kompetenz haben.

Die für diese Studie befragten Experten rechnen allerdings damit, dass es sich hierbei weder um fixe Rollen handelt, noch gar um neue Berufsbezeichnungen. Auch werden sie nicht in jedem Unternehmen und in jedem Projekt an ein und demselben Platz verankert sein. Außerdem wird damit gerechnet, dass es mit BIM daneben noch weitere Rollen geben kann, etwa die eines BIM-Autors. Als BIM-Autor kann jeder Projektbeteiligte bezeichnet werden, der dem BIM-Modell im Laufe seiner Arbeit Informationen hinzufügt. Dies kann zum Beispiel ein Bauleiter sein, der einen Ist-Termin in das Modell einpflegt. Aber auch ein Kalkulator ist natürlich immer auch ein BIM-Autor. Insofern wird nach dieser Auffassung jeder, der mit BIM zu tun hat, eine zusätzliche Arbeitsrolle erhalten, für die er auch eine ergänzende Kompetenz brauchen wird. Allerdings wird die Kreation einer zu großen Zahl an neuen Arbeitsrollen nicht als sinnvoll angesehen.

Im Übrigen sind diese Rollen nicht als Einführungsmechanismen gedacht, er wird also nicht erwartet, dass sie mit einer allgemeinen Verbreitung von BIM verschwinden oder in der allgemeinen Unternehmensgliederung gleichsam aufgehen. Auch wird nicht damit gerechnet, dass es sich um zusätzliche Positionen, zusätzliches Personal oder zusätzliche Arbeitsplätze handeln wird. Allenfalls für die Positionen der BIM-Manager könnte eventuell eine Aufstockung des Personals erforderlich werden.

BIM-Manager

Von Seiten der betrieblichen Experten wird darauf hingewiesen, dass die Definition der Arbeitsrollen maßgeblich von der Vertragsform abhängt. Dabei ist entscheidend, wer den Entwurf ausführt, ob also das Bauunternehmen die Planung vom Bauherrn geliefert bekommt oder ob es selbst Planungsaufgaben übernimmt. Der Unterschied der Arbeitsrollen von BIM-Manager und BIM-Koordinator hängt dann eher davon ab, ob es sich um Aufgaben auf der Ebene der Gesamtplanung handelt sind oder auf der Ebene der Organisation der Aufgaben im Unternehmen im Rahmen einer Gesamtplanung, die von außen vorgegeben worden ist. Bleibt die Planung beim Bauherrn, wird der BIM-Manager eher als ein Projektsteuerer gesehen, dessen Ansiedlung dann auch nicht im Unternehmen, sondern außerhalb erwartet wird. Übernimmt das Unternehmen selbst Planungsaufgaben, wird der BIM-Manager im Bauunternehmen angesiedelt sein müssen.

Eine andere Sichtweise von Experten ist, dass es den BIM-Manager auf beiden Seiten, also auf der Auftraggeberseite wie auf der Auftragnehmerseite geben muss. Das hängt nach dieser Auffassung nicht davon ab, wer den Entwurf macht, sondern wer das BIM-Modell und die gesamte Abwicklung des Projektes managen wird. Auf der Auftraggeberseite werden gemeinsam mit einem BIM-Manager Informationsanforderungen definiert werden. Das wird in Form und Inhalt einem BIM-Lastenheft gleichen. Dabei kommt dem BIM-Manager die Aufgabe zu, die Einhaltung der Vorschriften dieses Lastenheftes durch den Auftragnehmer zu überprüfen und den Bauherrn dabei zu beraten. Auf der Auftragnehmerseite wird der BIM-Manager sich mit dem tatsächlichen BIM-Modell auseinandersetzen.

Der BIM-Manager wird – wenigstens bei größeren Projekten – als eine Vollzeit-Beschäftigung erwartet. Auch handelt es sich um eine Arbeitsrolle, die durch die Beschäftigung mit BIM ausgefüllt ist und nicht noch andere Aufgaben daneben erledigen kann.

Im Rahmen der Arbeitsorganisation kann es sich nach Ansicht von hier befragten Experten um eine Stabsstelle zwischen Geschäftsleitung und Angebotsbearbeitung handeln. Die Person wird einem jeweiligen Projekt zugeordnet werden und arbeitet dem Projektleiter zu. Der BIM-Manager macht im Rahmen seiner Zuständigkeiten Vorschläge, die Entscheidung liegt beim Projektleiter oder Abteilungsleiter. Die Zuständigkeit des BIM-Managers umfasst das gesamte Modellmanagement, Abstimmung des Aussehens der Datenstrukturen, Erstellung von Richtlinien für die Modellierung, Schulung des Projektteams in der Nutzung von Software und im Bezug auf die grundlegende Philosophie von BIM. Wenn nötig werden auch Neugestaltung und Neuorganisation von Prozessen und Überprüfung, Einhaltung der vorgeschriebenen Prozesse, also Qualitätschecks des Modells und der Daten ausgeführt. Geprüft wird dabei allerdings nicht die Güte der Planung, sondern die Einhaltung der Formalitäten.

BIM-Koordinator

Auch bei der Frage nach den anderen genannten neuen Arbeitsrollen zeigen die Expertenmeinungen, dass die organisatorischen Festlegungen noch im Fluss sind. Dies wurde am deutlichsten beim BIM-Koordinator.

Ein befragter Experte verwies darauf, dass bei der Beurteilung des BIM-Koordinators als neuer Arbeitsrolle zunächst die Ebene zu klären wäre, auf der Koordination geleistet soll. So gibt es auch den Vorschlag, einen BIM-Gesamtkoordinator einzurichten, wobei aber nicht geklärt ist, worin dieser sich vom „einfachen“ BIM-Koordinator unterscheiden soll.

Nach Auffassung eines anderen Experten erfüllt der BIM-Koordinator praktisch die Aufgaben des klassischen Planungskoordinators, der die BIM-Koordination der Datenstrukturen mitübernimmt. In anderen Urteilen wurde dagegen betont, dass ein BIM-Koordinator mehr sein muss, als der traditionelle Planungskoordinator. Insbesondere müsse er für die Funktionalität des Systems sorgen.

Eine weitere Meinung war, dass der BIM-Koordinator zur jeweiligen Fachdisziplin (zum Beispiel Haustechnik) gehört und für diese Fachdisziplin der Planungskoordinator ist. Seine Zuständigkeit umfasst die gegenwärtigen Aufgaben des Planungskoordinators (zum Beispiel Koordination der Arbeit externer Büros mit der laufenden Projektarbeit, Lösung von Konflikten, Festlegung von Zeitreihenfolgen) plus für seinen Fachbereich die Abstimmung der Datenmodelle im Dialog mit dem BIM-Manager.

Schließlich zeigte die Befragung, dass auch für Experten aufgrund ihrer bisherigen Erfahrungen der Unterschied zwischen einem BIM-Manager und einem BIM-Koordinator nicht immer erkennbar ist.

BIM-Modellierer

Der BIM-Modellierer wird von den befragten Experten überwiegend als Bauzeichner oder Konstrukteur gesehen, der im Zentrum seiner Arbeit künftig nicht die Anfertigung von 2D-Plänen hat, sondern die Erstellung von 3D-Modellen. Er überträgt also die Projektbeschreibungen in ein Datenmodell. Dies wird als Weiterentwicklung der Bauzeichnertätigkeit gesehen, die sich künftig auf die dreidimensionale Darstellung erstrecken muss. Beklagt wird, dass es hierfür gegenwärtig noch keinen einheitlichen Standard gibt. Allerdings gaben Experten auch zu bedenken, dass der Begriff „BIM-Modellierer“ noch diskussionsbedürftig und keineswegs vollständig geklärt ist.

7. Neue Kompetenzanforderungen

Die Einführung einer neuen Technologie fordert neue Kompetenzen von den Beschäftigten.¹¹ Da sich die Einführung von BIM auf alle Beschäftigten in den Bauunternehmen auswirken wird, müssen beim Einsatz von BIM in einem Unternehmen alle Beschäftigten ein – auf ihre jeweilige Arbeitsaufgabe zugeschnittenes – grundlegendes Verständnis von BIM haben. Erste Ansätze dazu entstehen durch die Qualifizierung zu einem BIM-Professional.

Allerdings haben alle für diese Studie befragten Experten betont, dass die Beschäftigten auch beim Einsatz von BIM zunächst über ihre jeweils berufsspezifische baufachliche Kompetenz verfügen müssen. Diese Fachkompetenz wird keineswegs entbehrlich werden. Daher werden sich auch die geforderten berufstypischen Grundqualifikationen eines Bauingenieurs, Architekten oder Bautechnikers nicht ändern. Wer am Bau arbeitet, muss etwas vom Bauen verstehen. Weitere wichtige Voraussetzungen werden als „gesunder Menschenverstand“ bezeichnet, außerdem Lernbereitschaft und eine gewisse Innovationsfähigkeit. Alle übrigen Kompetenzen werden als erlernbar betrachtet. Als wichtigste ergänzende Kompetenz wurde eine IT-Affinität bezeichnet.

Spezielle BIM-Kompetenz schließt das Wissen ein, was der Übergang zum Arbeiten mit einem Datenmodell bedeutet, wie man Daten beschafft und behandelt. Vorhanden sein muss in dem Zusammenhang die Fähigkeit, anstelle mit Papier mit Information und Daten in elektronischem Format arbeiten zu können. Die Grundtechniken des Modellierens sollten deshalb am Anfang der Bauingenieurausbildung vermittelt werden. Prinzipiell gilt dies auch für Bautechniker. Weiterhin muss IT-Kompetenz die Fähigkeit zum Umgang mit der jeweils entsprechenden Software beinhalten. Dabei wird die Gewöhnung an den Umgang mit IT-Systemen und ihrer speziellen Logik als Folge der Sozialisation in einer modernen Gesellschaft, also gewissermaßen als Nebenprodukt der allgemeinen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gesehen.

Nach der Auffassung der befragten Experten müssen weiterhin alle Beschäftigten im Prozess, auch auf der Baustelle, zu deren Aufgabe die Eingabe, Weitergabe oder Nutzung von Daten gehört, mit den entsprechenden Endgeräten vertraut sein. Das ist nicht allein Folge der Einführung von BIM, sondern

¹¹ Im Rahmen des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) findet derzeit eine Erarbeitung einer Übersicht über die Kompetenzen und Qualifikationen statt, die bei der Arbeit mit BIM benötigt werden.

vollzieht sich auch aus anderen Gründen, wird aber bei der Verwendung von BIM zur zwingenden Voraussetzung. Als wichtiges Material zur Identifikation erforderlicher Kompetenzen werden Prozesslandkarten angesehen. Dort sind die einzelnen Prozesse und die Kooperationsnotwendigkeiten mit Zeitpunkten sehr genau beschrieben. Außerdem ist dort festgelegt, von welcher Arbeitsposition an welche Arbeitsposition welche Daten zu welchem Zeitpunkt geliefert werden müssen. Auf dieser Basis können Tätigkeiten und Kompetenznotwendigkeiten abgeleitet werden. Dazu gehört auf jeden Fall das Verständnis des gesamten Projektzusammenhangs.

Der kooperative Charakter von BIM hat nach der Expertenmeinung darüber hinaus zur Folge, dass von allen Beschäftigten wenigstens eine Grundkenntnis des Gesamtprozesses verlangt wird, damit sie beurteilen können, wie ihre spezielle Aufgabe in den Gesamtprozess passt. Es wird beklagt, dass dieser Gesamtüberblick in den letzten Jahren verloren gegangen sei. Zugleich erfordert die Nutzung eines Datenmodells, dass sowohl der Gesamtprozess als auch die Arbeit des Einzelnen deutlich stärker strukturiert werden. Die Fähigkeit zur Strukturierung wird daher für die Arbeit mit BIM wichtig werden. Der kooperative Charakter von BIM erfordert weiterhin von allen Beschäftigten eine erhöhte Kompetenz zur Kommunikation.

Die Notwendigkeit der Aneignung spezieller BIM-Kompetenzen gilt allerdings für Arbeitskräfte in der Planung und in der Bauausführung in unterschiedlicher Weise.

Der BIM-Manager benötigt neben der IT-Affinität die spezielle Fähigkeit, dass er in Datenmodellen und Datenstrukturen „zu Hause“ sein muss. Dazu gehören auch die Fähigkeiten, den Aufwand abschätzen zu können, den die Umsetzung eines Prozesses in eine IT-Struktur erfordert, Vorschläge zur Umsetzung von IT-Lösungen für Probleme entwickeln zu können, und zu erkennen, welche Software wo eingesetzt werden muss. Für ihn sind kommunikative Fähigkeiten besonders wichtig, weil er ein gesamtes Team zusammenführen muss. Es wurde von Experten an dieser Stelle noch einmal besonders betont, dass eine baubezogene, wissenschaftsbasierte Grundqualifikation (Bauingenieur oder Architekt) Voraussetzung dafür ist, ein Verständnis für die physischen und kooperativen Prozesse eines Bauprojekts zu entwickeln.

Die vom BIM-Koordinator geforderten Kompetenzen richten sich nach der Modellebene, auf der er tätig wird. Ist er beauftragt, ein Gesamtmodell zu erzeugen, so muss er IT-Kenntnisse haben, die ihn befähigen, den anderen Projektbeteiligten zu vermitteln, welche Datenaustauschformate benötigt werden, in welcher Software das Ganze am besten passiert und er muss sich in dieser Software sehr gut auskennen. Auch von ihm wird eine hohe Kommunikationsfähigkeit verlangt, weil es zu seinen Aufgaben gehört, sich mit den anderen Projektbeteiligten intensiv auszutauschen. Auf der Ebene der Fachplanung muss er neben seinen gegenwärtigen Kompetenzen zusätzlich ein Verständnis für die Datenmodelle haben, die für seinen Fachbereich benötigt werden. Dazu muss er die für seinen Fachbereich gängigen Planungs-Softwareprodukte und deren Output an Datenformaten kennen und beurteilen können, wo die Informationen, die für andere relevant sind, im Modell abgelegt werden können.

Der BIM-Modellierer ist der Fachexperte für die Anwendung der CAD-Modelle. Er muss die Fähigkeit zur Erstellung von 3D-Modellen haben sowie ein Verständnis dafür, welche anderen Fachdisziplinen das Modell nutzen und welche Anforderungen sich daraus ergeben. BIM-Modellierer müssen zeichnerisches Verständnis haben; hier besteht die Erfahrung, dass Architekten sich aufgrund ihrer Ausbildung leichter tun, als Bauingenieure. Aber auch Bautechniker und vor allem Bauzeichner brin-

gen bereits Grundlagen mit, um mit BIM arbeiten zu können. BIM-Modellierer, die Informationen an das Modell anheften, müssen sich in der jeweils verwendeten Software auskennen, die BIM-fähig sein muss, und sie müssen ein Gesamtverständnis des Prozesses haben, der dahintersteckt. In dem Rahmen müssen sie Beteiligte, Interaktionen und Abstimmungen kennen und im Hinblick auf die Bedeutung für die eigene Arbeit beurteilen können. Auch die Tätigkeiten der Datenaufnahme und Datenlieferung auf der Baustelle werden künftig IT-gestützt sein. Die Forderung nach bereichsspezifischen IT-Kenntnissen betrifft deshalb auch die Facharbeiterebene. Ziel ist, dass alle Daten direkt weiterverarbeitbar eingegeben und Doppelerfassungen möglichst ausgeschlossen werden.

Poliere werden ihre Arbeit, zum Beispiel die Ermittlung der für einen nächsten Arbeitsabschnitt benötigten Stoffe, die dann abgerufen werden müssen, mit BIM sehr viel schneller erledigen können. Gleichzeitig werden ihnen Informationen über die Rezepturen zur Verfügung gestellt. Da viele Poliere heute bereits mit einem Smartphone arbeiten, wird der zusätzliche Weiterbildungsaufwand als nicht besonders hoch eingeschätzt. Für die Beschäftigten in den Bauunternehmen werden entsprechende Kompetenzen im Rahmen der Weiterbildung als Zusatzqualifikationen vermittelt werden müssen. Es besteht die Hoffnung, dass BIM künftig Bestandteil der regulären Lehre und beruflichen Ausbildung sein wird.

Die befragten Experten waren im Übrigen der Meinung, dass die erforderliche IT-Affinität bei den Angehörigen der jungen Generation in signifikant höherem Maße vorhanden ist, als noch bei den Jahrgängen, die sich jetzt bereits im Berufsleben befinden. Sinnvoll wäre es daher, die erfahrenen und die jungen IT-affinen Beschäftigten zusammenzubringen. Umgekehrt wird in der Möglichkeit, jungen Menschen eine moderne, IT-basierte Arbeitstätigkeit anbieten zu können, ein Attraktivitätselement gesehen, dass es der deutschen Bauwirtschaft in Zukunft erleichtern könnte, potentielle Fachkräfte für die Bauberufe auf allen Ebenen zu gewinnen.

8. Perspektiven der Veränderung der Arbeit beim Einsatz von BIM

Auch wenn die Verbreitung des *Building Information Modeling* noch am Anfang steht, gehört vermutlich wenig Kühnheit dazu, darin eine Arbeitsweise der Zukunft in den Bauunternehmen zu sehen. Die hier vorgelegte Studie hatte erklärtermaßen nicht den Anspruch repräsentative Ergebnisse über die Verbreitung und die Anwendungsformen von BIM zu ermitteln. Vielmehr sollte eine erste, vorläufige Bestandsaufnahme der Folgen der Einführung von BIM für die Arbeit in den Bauunternehmen erarbeitet werden. Der zeitlich und sachlich beschränkte Rahmen und der explorative Charakter einer solchen Studie bringen es mit sich, dass wichtigen Fragen nicht im Detail nachgegangen werden konnte, aber auch, dass die Untersuchung selbst neue Fragen aufgeworfen hat, deren Beantwortung zu einem tieferen Verständnis der neuen Situation erforderlich ist, die für die Arbeit in Bauunternehmen durch die Einführung von BIM entstehen wird.

Dies betrifft einmal den Sachverhalt, dass in diese Studie nur wenige Unternehmen einbezogen werden konnten. Diese repräsentieren zwar einen bedeutsamen, aber eben nur einen bestimmten Typ der Bauunternehmen, die die Gesamtheit der deutschen Bauindustrie ausmachen. Nicht berücksichtigt werden konnten der gesamte Bereich des Tiefbaus, die Bauaktiengesellschaften und die kleinen und mittleren Unternehmen. Letztere sind nicht zuletzt deswegen von Interesse, will sie oft auch als Nachunternehmer für andere Unternehmen tätig werden, die selbst die Umstellung auf BIM planen und

durchführen. In welchem Umfang und in welchen Formen sind sie von den BIM-Strategien der größeren Unternehmen betroffen? Können sie als Nachunternehmer eines Unternehmens, das mit BIM arbeitet, den Anforderungen von BIM ausweichen? Und wenn nein, wie stellt sich die Situation der Arbeit in diesen Bauunternehmen dar? Aber auch: Wie stellt sich die Situation der Arbeit dar, wenn diese Unternehmen die Möglichkeit haben, nicht auf BIM umzustellen? Und was machen Bauunternehmen, die zwar auf BIM umstellen wollen, die aber weder eine Umstellung auf einen Schlag noch eine, auch nur vorübergehende Zweigleisigkeit vornehmen können und wollen?

Ein Befund der hier vorgelegten Studie, der als gewichtig angesehen werden muss, wenn er sich denn erhärten lassen sollte, betrifft die gegenwärtige Verhaltensweise der Auftraggeberseite gegenüber BIM. Lässt sich wirklich von einer zögerlichen Haltung von Bauherren und Planungsbüros bei der Einführung von BIM ausgehen? Oder ist das nur ein vorübergehender Befund? Wenn – was eher zu vermuten ist – auch die Auftraggeberseite in der Anwendung von BIM Vorteile erkennt, welche Einführungsstrategien werden dort verfolgt und welche Folgen für die Arbeit in den Bauunternehmen ergeben sich daraus? Wie wird insbesondere die Arbeitsteilung zwischen Bauherren und Bauunternehmen bei der Erstellung des Datenmodells aussehen? Und falls die Bauherrnseite dazu übergeht, anstelle der herkömmlichen Ausschreibungsunterlagen mit der Ausschreibung oder Anfrage ein Datenmodell zur Verfügung zu stellen, was bedeutet das für die Arbeit in den Bauunternehmen, die möglicherweise selbst noch nicht so weit sind?

Aber auch die Frage nach den Folgen von BIM für die Arbeit in den Bauunternehmen selbst muss über die hier vorgelegten Befunde hinaus konkretisiert werden. Für diese Studie konnten Experten befragt werden, die zwar übergeordnete Kenntnisse und Einsicht in betriebliche Abläufe und Tätigkeiten im Betrieb haben, die aber nicht selbst auf den Arbeitsplätzen tätig sind, an denen Angebote erarbeitet, Terminpläne erstellt, Nachunternehmerleistungen geprüft oder Lieferungen ausgelöst und deren Eingang überwacht werden. Ohne die Berücksichtigung der Sichtweise dieser Beschäftigten selbst ist die Frage nach den Folgen für die Arbeit nur vorläufig zu beantworten.

Wie also sehen diese Beschäftigten selbst die Umstellung auf und die Arbeit mit BIM? Welche Erfahrungen haben sie gemacht und welche Erwartungen haben sie? Diese Fragen können schon deswegen nicht umgangen werden, weil diese Studie auch gezeigt hat, dass eine erfolgreiche Umstellung auf BIM nur mit und nicht ohne oder gar gegen die Beschäftigten in den Unternehmen gelingen kann. Kann tatsächlich BIM als ein Hilfsmittel für Qualifizierte etabliert werden, das den intellektuellen Anforderungsgehalt der Arbeitsplätze erhöht und die – auch zeitlichen – Belastungen senkt? Können Bauunternehmen, die BIM-Arbeitsplätze anbieten, sich als besonders attraktive Arbeitgeber auf dem Arbeitsmarkt für technische Fach- und Führungskräfte darstellen?

Das gilt auch und besonders für die Arbeit auf der Baustelle. Lang ist die Liste der Arbeitsverrichtungen, bei denen die elektronische Erfassung von Informationen und ihre automatische Weiterverarbeitung eine Arbeitserleichterung für die Beschäftigten bringen soll. Welche Voraussetzungen müssen geschaffen werden, damit diese Folgen für ihre Arbeit sichergestellt werden? Wie sehen die Beschäftigten selbst das? Wie müssen die Beschäftigten vorbereitet und unterstützt werden? Kommt es tatsächlich zu einer neuen Rolle des Bauleiters, die ihm die Konzentration auf das Wesentliche seiner Arbeit erlaubt? Was sind die Konsequenzen für die Arbeit des Poliers?

Schließlich sind sich alle Experten einig, dass das Arbeiten mit BIM neue Kompetenzen und eine Weiterqualifizierung der Beschäftigten erfordert. Welche Weiterbildungsangebote zur Anpassung an die Arbeit mit BIM gibt es schon? Welches sind die Inhalte, wer sind die Träger, welche Resultate zeigen sich? Und welche Defizite haben sich herausgestellt möglicherweise und wie können diese abgestellt werden?

Die hier vorgelegte Studie hat ergeben, dass BIM von den befragten Experten als eine Möglichkeit verstanden wird, den Bauunternehmen einen Innovations- und Modernisierungsschub zu verschaffen. Gleichzeitig sehen sie Möglichkeiten, die Situation der Beschäftigten zu verbessern. Diese Studie hat erste Antworten darauf erbracht, wie Bauunternehmen diese Möglichkeiten umsetzen und für sich nutzen und wie sich die Arbeit in den Bauunternehmen verändern wird, wenn BIM tägliches Arbeitsmittel sein wird. Zugleich hat sie neue Fragen aufgeworfen, deren Beantwortung die Erkenntnis über die Folgen für die Arbeit fundieren, erweitern und vertiefen können. Zu ihrer Beantwortung werden vertiefte Untersuchungen mit einer anderen methodischen Anlage erforderlich sein.

Mit einem solchen erweiterten Untersuchungszuschnitt lassen sich dann auch methodisch gesicherte Resultate erreichen. Diese können vor allem genutzt werden, um die Einführung von BIM in den Unternehmen zu erleichtern und zu unterstützen. Auf der Basis gesicherter Erkenntnisse können Fehler vermieden und Schlüsse auf Voraussetzungen und Maßnahmen einer erfolgreichen Einführung von BIM gezogen werden. Unternehmen können ihre spezifischen Strategien der Einführung von BIM gezielter auswählen und die Folgen beherrschbar halten. Den Verbänden der Bauwirtschaft schließlich würde auf dieser Basis die Möglichkeit eröffnet, ihre Mitglieder bei der Einführung von BIM gezielt zu unterstützen.