



Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt

Thomas Zwielehner, Peter Spreitzer

Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt

In letzter Zeit werden Bauprojekte vermehrt mit Methoden des BIM (building information modeling) abgewickelt. Das Marketing der Softwarehersteller einerseits sowie die Initiativen zahlreicher Länder und sonstiger öffentlicher Institutionen andererseits führen dazu, dass bei neuen Projekten fast standardmäßig die Frage im Raum steht, ob diese mittels BIM abgewickelt werden sollen. Mancherorts wird BIM bei öffentlichen Aufträgen schon vorgeschrieben oder eine solche Verpflichtung steht unmittelbar bevor. Viele Pilotprojekte wurden bereits abgeschlossen, und auf die anfängliche Euphorie folgte die Ernüchterung. Oftmals brachte BIM nicht die gewünschten – fast schon versprochenen – Einsparungen oder Verbesserungen. Dieser Bericht zeigt, welche falschen Hoffnungen bei der Einführung von BIM eine Rolle spielen und warum diese nicht erfüllt werden können. BIM als Methode mit transparenten Prozessen, einer offenen Kommunikation und einer neuen Fehlerkultur steht im Gegensatz zur derzeitigen Arbeitsweise in der Baubranche. Es wird dargelegt, wie BIM auf technologischer Ebene grundsätzliche soziale und kulturelle Probleme in Bauprojekten lösen sollte und welche Grundvoraussetzungen für ein Gelingen zu schaffen sind.

Keywords BIM; Produktivität; Change-Management; Planung; Konstruktion

1 Ausgangssituation

1.1 Kurze Einführung – BIM

BIM – dieses Akronym ist auf den aktuellen Messen, auf Kongressen und in einschlägigen Fachzeitschriften beinahe allgegenwärtig. Mittlerweile kommt kaum ein Unternehmen – seien es Auftraggeber oder Auftragnehmer – in den industrialisierten Ländern umhin, sich damit zu beschäftigen. Bei einer solchen Präsenz würde man annehmen, dass sich bereits Standards, Best-Practice-Beispiele oder zumindest ein breiter Konsens darüber entwickelt hätte, was BIM ist, was BIM kann und wie mit dieser neuen Technologie – so BIM eine solche ist? – umzugehen sei.

Und doch zeigt sich in unserer täglichen Arbeit, dass kaum ein Thema derzeit so kontroversiell diskutiert wird wie BIM. Bereits die Definition, was BIM ist, kann bisweilen hitzige Diskussionen auslösen. Viele – insbesondere Planer und Baufirmen – verstehen darunter eine eindeutige, ausführungsorientierte, dreidimensionale virtuelle Version des zukünftigen Gebäudes (Stichworte „single source of truth“, „geplant wie gebaut“). Andere Beteiligte

High hopes – why BIM does not pay off (yet)

Recently, BIM (Building Information Modeling) had been implemented in a rising number of projects. Marketing by software vendors and administrations initiatives, respectively, lead to the consideration of using BIM in almost every new project. In some countries BIM is already mandatory for public construction project, in many others this will be the case soon. First trial projects have been finished, and enthusiasm has given way to a more sober assessment. Great improvements could not be achieved as expected or even promised. This report shows how false hopes had played an important part during the implementation of BIM, and why these expectations could not be met. BIM with its transparent processes, its need for open communication and a new culture of failures stands in opposition to the governing situation within the construction industry. A description is given to the extent how BIM as a technology should have solved problems that are of a social or even cultural nature, and describes requirements for a successful implementation.

Keywords BIM; productivity; change management; planning; construction

sehen die mit dem Gebäude in Verbindung stehenden Informationen im Vordergrund (z. B. das Facility-Management). Und für manche gehen diese Erklärungen nicht weit genug; sie sehen sämtliche Prozesse, welche Gebäude in der Planung, Errichtung und dem Betrieb betreffen, ebenfalls als Teil von BIM. Somit scheint wiederum alles abgedeckt zu sein: vom Supply-Chain-Management bis zum geologischen Modell eines Berges.

1.2 Warum eine Änderung der Arbeitsweise notwendig wurde

Untersuchungen [1] zeigen, dass die Produktivität in der Baubranche im Vergleich zu anderen Industrien bereits seit geraumer Zeit stagniert (Bild 1). Der Bausektor gilt als sehr konservativ, Innovationen haben wenig Auswirkung auf die Arbeitsweise in den Büros und auf den Baustellen (und auch auf die Baupreise). Trotz der Nutzung von CAD seit den 1980ern, digitalen Kommunikationsmöglichkeiten wie E-Mail seit den 1990ern oder Optimierungsversuchen am Bau selbst (Vorfertigung, Just-in-Time-Lieferungen) wird das Bauen in erster Linie nur teurer, komplexer und langwieriger.

Productivity in construction lags productivity in other industries

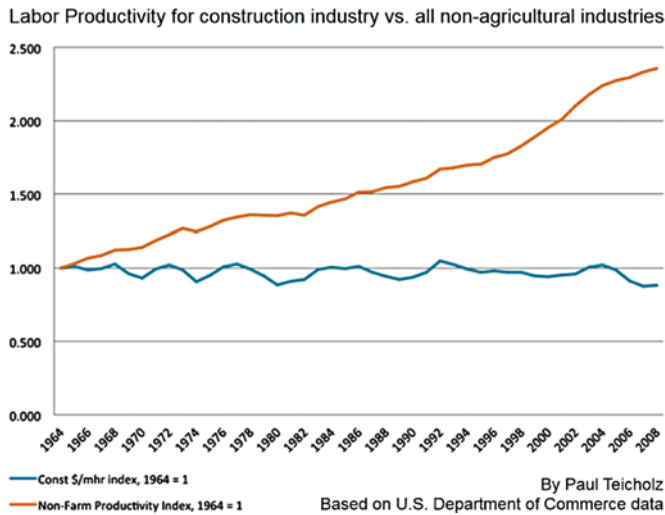


Bild 1 Arbeitsproduktivität Baubranche und restliche Industrie (außer Agrarsektor)
Labor Productivity for construction industry vs. all non-agricultural industries

„MacLeamy-Kurve“, benannt nach *Patrick MacLeamy* vom amerikanischen Architekturbüro HOK (Bild 2). Sie stellt sehr plakativ dar, dass mit Fortschreiten eines Projekts die Einflussmöglichkeiten sinken (grün), die Kosten für Änderungen im Gegenzug jedoch steigen (orange). In der konventionellen Planung fallen die meisten Arbeitsstunden in der Ausführungs- und Detailplanung an; zu einem Zeitpunkt, wo nur mehr wenig Steuerung möglich ist. BIM – und hier insbesondere die parametrische Modellierung von Gebäuden – ermöglicht, schon in einer früheren Phase detaillierter zu planen und flexibler auf Änderungen zu reagieren. Dadurch könnte das Projekt früher in eine andere Richtung gelenkt werden, sollten sich Zielabweichungen (betreffend Kosten, Errichtungszeit etc.) ergeben. Die durch BIM ermöglichte Vorverlegung der konzentrierten Planungstätigkeit und die einhergehenden niedrigeren Kosten bei gleichzeitig höherer Effektivität sind in Bild 2 dargestellt.

Die zahlreichen Probleme bei Großbaustellen lassen viele Menschen die Frage stellen: Haben wir das Bauen verlernt? Auf der Suche nach einem Ausweg klammern sich die Beteiligten an (fast) jeden Strohalm, welcher hier Abhilfe verspricht. Die Softwareindustrie hat dies früh erkannt und in den letzten beiden Jahrzehnten den Begriff „BIM“ – building information model(ing) – geprägt.

2 Wirtschaftlichkeit von BIM

2.1 Erwartungen

In BIM wurden hohe Erwartungen gesteckt. Durch die Technologie ließen sich Einsparungen im zweistelligen Prozentbereich lukrieren, war in Softwarebroschüren zu lesen. Das und der steigende Druck aus anderen Ländern, die hier eine Vorreiterrolle einnahmen (vor allem im angelsächsischen und skandinavischen Raum), führte auch in Mitteleuropa zu einem vermehrten Einsatz der BIM-Methode. Mittlerweile gibt es auch hierzulande Unternehmen mit mehr als 15 Jahren Erfahrung. BIM versprach eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit, der sich insbesondere große Bauunternehmen und Generalplaner nicht verschließen konnten.

1.3 Einleuchtende Argumentation

Die Darstellung, die ebenso alt wie der Begriff „BIM“ ist und in keiner Präsentation zu diesem Thema fehlt, ist die

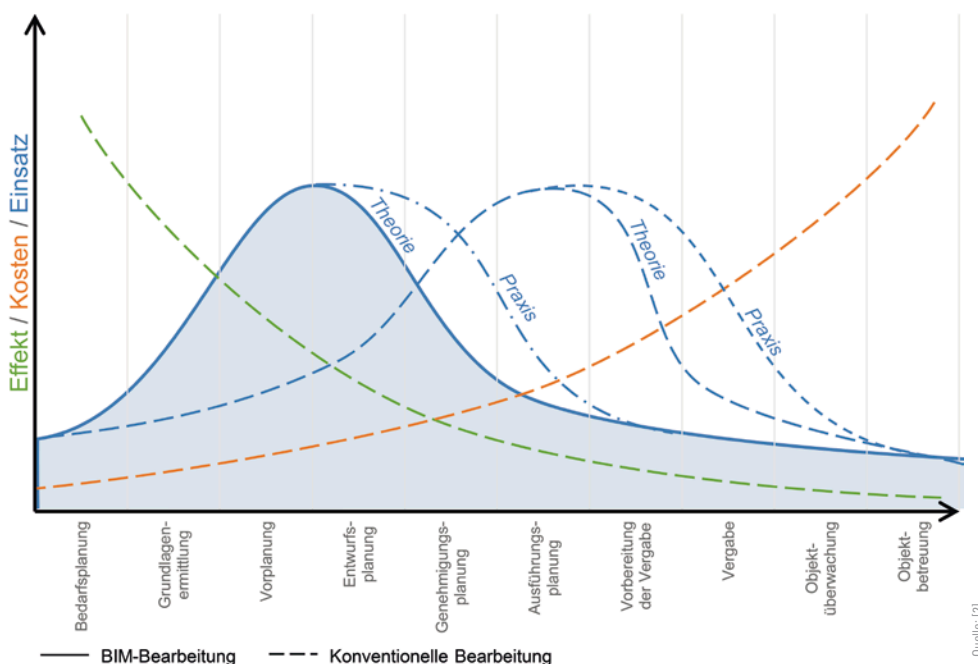


Bild 2 Zusammenhang der Einflussmöglichkeiten, des Aufwands und des Arbeitseinsatzes in der Planung
Correlation of potential influence, cost of changes and distribution of workforce in planning projects

- Weniger Fehler: eine dreidimensionale Planung sorgt für ein besseres Projektverständnis, als dies durch 2D-Pläne möglich ist.
- Optimierte Abläufe: durch maschinell erzeugte Auswertungen (z.B. Massen aus dem Modell) können Prozesse automatisiert und optimiert werden.
- Wettbewerbsvorteil: durch das optimierte Planen, Bauen und (in weiterer Folge) Betreiben können kostengünstigere und/oder qualitativ hochwertigere Angebote gestellt werden.

2.2 Voraussetzungen

Um diese Ziele zu erreichen, müssen vorab Voraussetzungen erfüllt sein, von denen viele logisch erscheinen, manche aber auch in ihrer Wichtigkeit und Vordringlichkeit unterschätzt werden.

2.2.1 Investitionen

Dass eine neue Arbeitsweise zu Beginn gewisser Investitionen bedarf, ist einleuchtend; nicht zuletzt deshalb, weil dies – überspitzt formuliert – im ureigensten Interesse der Softwareindustrie liegt, welche lange Zeit mit ihrer Sicht auf BIM den Markt dominiert hat. Neue Software, neue Hardware, Schulung von Mitarbeitern – regelmäßige Updates in diesen drei Bereichen sollten bereits für Erfolg sorgen.

In der Praxis hat sich schnell gezeigt, dass sich dies nicht so einfach umsetzen ließ. Bei entsprechender Anwendung konnte die Methode zwar innerhalb eines Unternehmens bzw. bei Arbeit mit denselben Programmen („closedBIM“) zum Erfolg führen; sobald es jedoch um die Anbindung von anderen Planern (mit konventioneller oder auch BIM-Arbeitsweise) und Simulationsprogrammen über offene Schnittstellen („openBIM“) ging, geriet die Arbeit wieder ins Stocken. Diese Investitionen allein genühten also nicht aus.

2.2.2 Gemeinsame Datenbasis

Bereits bei der Einführung von CAD wurde rasch klar, dass es zur Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Beteiligten (und deren Programmen) definierte Schnittstellen braucht, um verlässlich Informationen austauschen zu können. Was das DXF-Format für CAD war, ist das IFC-Dateiformat für BIM. Älter noch als der Begriff BIM an sich, regelt IFC seit Beginn der 2000er-Jahre, wie (geometrische) Informationen eines Gebäudes herstellerneutral beschrieben werden müssen, um diese zwischen verschiedenen Programmen austauschen zu können. Das Ziel, einen weltweit gültigen Standard in Form einer Norm zu schaffen, sorgt allerdings für einen mühsamen und langwierigen Abstimmungsprozess auf zahlreichen Ebenen, sodass aktuell noch immer die Version IFC 2x3 aus dem Jahr 2008 am meisten Verbreitung findet. Da in

neueren Versionen neben dem klassischen Hochbau auch Tiefbau- und FM-Aspekte abgedeckt werden (sollen), steigt der Aufwand zur Durchsetzung eines Standards.

Eine gemeinsame Datenbasis ist jedoch Schlüssel und Grundvoraussetzung für eine durchgängige und gemeinschaftliche Nutzung von Informationen. Es ist wenig effizient, wenn eine Bauteilinformation in jedem Modell und bei jedem Projekt an einer anderen Stelle abgespeichert ist bzw. unterschiedlich benannt wird. Dies macht eine computergestützte Verarbeitung unmöglich und führt zu einer Überladung der Gebäudemodelle mit Bauteilinformationen, welche einander eventuell sogar teilweise widersprechen.

2.2.3 Automatisierung

Erst durch eine (datentechnisch) saubere und eindeutige Grundlage ist es möglich, über zahlreiche Projekte, Bauwerke, Phasen und Unternehmen hinweg Informationen erstellen, verarbeiten, überprüfen und anpassen zu können. Dadurch eröffnen sich völlig neue Ansätze, wie Gebäude- und Projektdaten ausgewertet werden können. Notwendig hierfür sind jedoch definierte Prozesse, die sinnvoll digitalisiert werden können. Digitale Einreichungen, automatische Bestellprozesse und Rückverfolgung von Materialien können den manuellen Anteil an den erforderlichen repetitiven Arbeiten reduzieren und für höhere Qualität und effizienteren Informations- bzw. Materialfluss sorgen.

Jahrelang lag nun der Fokus auf BIM als Technologie, ohne die Grundlagen betreffend Datendefinitionen und Prozessformalisierung ausreichend geschaffen zu haben. Aktuell wird in zahlreichen Ländern und auch international (buildingSMART) eine Vereinheitlichung versucht, aufgrund des hohen Abstimmungsbedarfs bleibt die Entwicklung aber noch weit hinter den Möglichkeiten zurück. Automatisierung ist daher in erster Linie über direkte Schnittstellen (wieder „closedBIM“) möglich, was im Gegenzug wiederum Softwaremonopole verstärkt.

2.3 Trugschluss oder: nicht zu Ende gedacht?

Trotz all dieser Versprechungen, auch Bemühungen einzelner Beteiligter, die hier fast missionarisch tätig sind (Poweruser der diversen BIM-Programme werden mitunter auch als „Jünger“ bezeichnet), stellt sich nach den ersten BIM-Projekten eine Ernüchterung ein. Oftmals ergibt sich nicht der gewünschte wirtschaftliche Erfolg; manche beschleicht mitunter das Gefühl, alle anderen hätten durch BIM einen Vorteil, außer man selbst (gilt für Planer, Auftraggeber und Bauunternehmen gleichermaßen). Bauherren müssen sich viel intensiver mit der digitalen Projektabwicklung auseinandersetzen (welche Daten brauche ich wann und in welcher Form?), Planer

schon früher Informationen liefern (Vorverlegung von Leistungen aufgrund der 3D-Planung) und Baufirmen eine neue Art der Transparenz an den Tag legen, welche bisweilen völlig unüblich war. Was dadurch bleibt, ist ein Rest an Skepsis – es kann doch nicht jeder im Projekt gewinnen, oder?

2.3.1 Aktionsplan von Minister Dobrindt

Der 10-Schritte-Aktionsplan [3] des ehemaligen deutschen Verkehrs- und Infrastrukturministers *Dobrindt* hat in der Branche vielfach Anklang gefunden – trotz des ambitionierten Ziels, diesen bis 2020 umsetzen zu wollen. Die wesentlichen Kriterien, um wieder hochwertige Bauprojekte abwickeln zu können, wurden dabei wie folgt definiert:

1. Nutzung digitaler Methoden – BIM
2. Erst planen, dann bauen
3. Risikomanagement und Erfassung von Risiken im Haushalt
4. Stärkere Transparenz und Kontrolle
5. Kooperatives Planen im Team
6. Vergabe an den Wirtschaftlichsten, nicht den Billigsten
7. Partnerschaftliche Projektzusammenarbeit
8. Außergerichtliche Streitbeilegung
9. Verbindliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchung
10. Klare Prozesse und Zuständigkeiten/Kompetenzzentren

2.3.2 Bericht der Reformkommission

Im Endbericht der Reformkommission Bau von Großprojekten werden diese Punkte detaillierter beschrieben [4]. Dort wird näher auf den Änderungsprozess eingegangen, welchen alle am Bau Beteiligten aktuell durchmachen. Bild 3 zeigt sehr anschaulich, wie die einzelnen Elemente (Unternehmenskultur, Organisationsformen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge) aufeinander aufbauen. Die Softwaretools, welche derzeit beinahe synonym für BIM verwendet werden, sind so gesehen die letzte Stellschraube in der Veränderung (und hoffentlich Verbesserung) der Baubranche. Umgekehrt kann man daraus auch schließen, dass BIM ohne eine grundsätzliche Änderung der Bau- und Planungskultur niemals den erhofften Mehrwert bringen kann. Die wesentlichen Probleme in der Baubranche sind von kultureller und sozialer Natur und bestehen nicht aufgrund alter Techniken. *Läge es nur an der Technologie, würden Projekte nur lange dauern; sie würden aber nicht zu spät fertig werden.*

Kombiniert man also die obig genannten zehn Schritte mit dieser Pyramide, so zeigt sich, wo das größte Potenzial schlummert.

1. Unternehmenskultur: Ergänzt durch die Begriffe „Planungskultur“ und „Baukultur“ ist dies der am schwie-

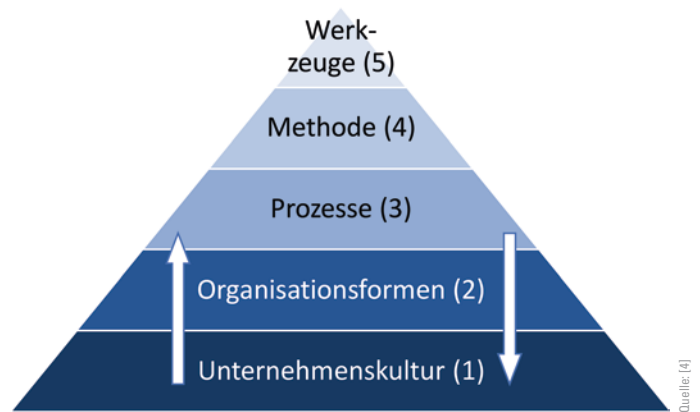


Bild 3 Veränderungspyramide
Hierarchy of change

rigsten zu ändernde, allerdings der nachhaltigste Teil der Änderungspyramide. Durch ein jahrelanges Gegeneinander sind die Fronten zwischen Bauherren, Planern, Baufirmen und Betreibern so verhärtet, dass jede Information sofort kritisch hinterfragt wird. Claim-Management und Anti-Claim-Management sind nur zwei Auswüchse dieser Entwicklung, die von einer wertschöpfenden Beschäftigung mit dem Projekt ablenkt.

2. Organisationsformen: Kooperatives Planen im Team (5.) und partnerschaftliche Zusammenarbeit (7.) sind Konzepte, welche ungeachtet von BIM in Projekten angewendet werden können. Eine enge Zusammenarbeit wirkt sich hierbei stärker auf eine neue Projektkultur aus und bietet einen größeren Hebel, als BIM als reines Werkzeug es vermag.
3. Prozesse: Erst planen, dann bauen (2.), stärkere Transparenz und Kontrolle (4.) sowie klare Prozesse und Zuständigkeiten/Kompetenzzentren (10.) – auch diese Aspekte können ohne jeden BIM-Bezug in Projekten umgesetzt werden. Baubegleitendes Planen mit BIM ist genauso riskant wie mit CAD. BIM ohne Transparenz und klare Abläufe führt nur zu Mehrarbeiten ohne Mehrwert.
4. Methoden: Endlich kommt BIM ins Spiel, und wenn die Basis hierfür gelegt ist, kann das volle Potenzial ausgeschöpft werden.
5. Werkzeuge: Den Abschluss dieser Entwicklung, von der Kultur bis zu den erforderlichen Methoden, bildet die Wahl der richtigen Tools zur Planung, zur Errichtung und zur Verwaltung des Gebäudes sowie die Schulung der Beteiligten auf diese Werkzeuge. Also genau die entgegengesetzte Richtung, welche zur Verbreitung von BIM geführt hat.

3 MacLeamy-Kurve – Analyse und Realitätscheck

Die Beobachtung laufender BIM-Projekte (im Pilotstatus oder auch nicht) bestätigt, dass die Analyse von *MacLeamy* im Zusammenhang von Effektivität, Kosten und Arbeitseinsatz theoretisch durchaus richtig ist. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass diese Grafik (Bild 2) um zu-

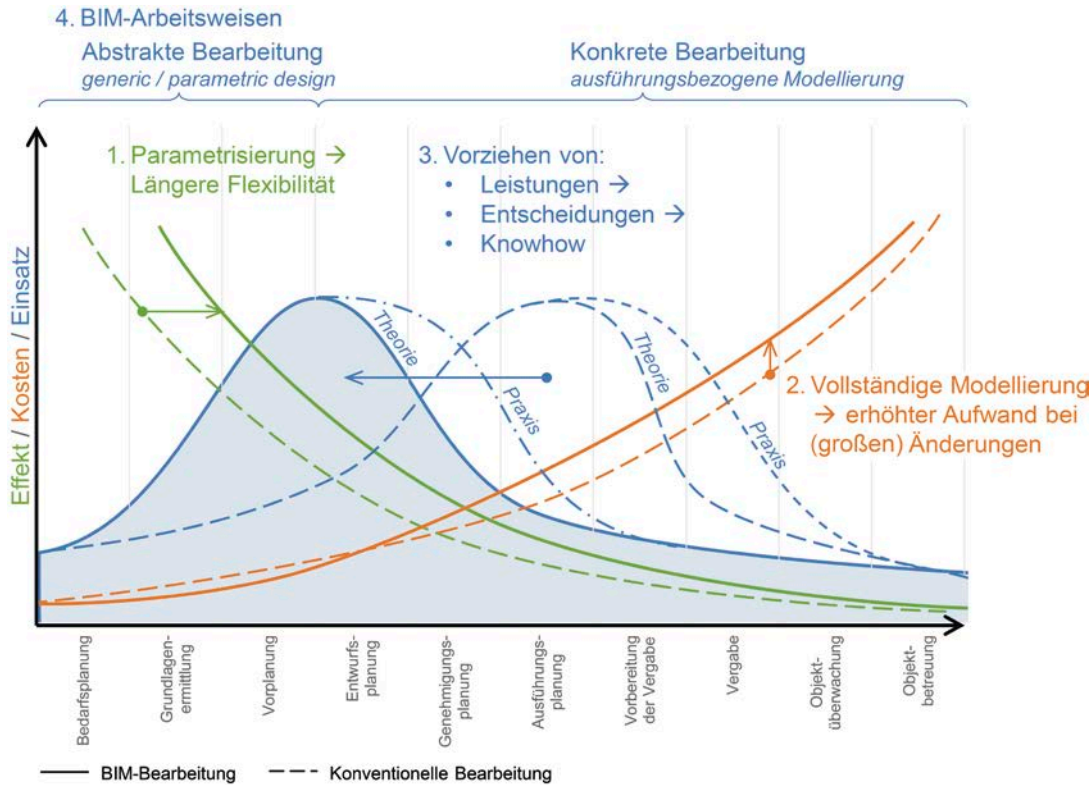


Bild 4 Erweiterung der MacLeamy-Kurve um zusätzliche Effekte (Parametrisierung und erhöhter Modellieraufwand durch 3D)
MacLeamy-curve revisited: considering additional effects (parametric design, additional effort due to complete 3D-modelling)

sätzliche Parameter zu ergänzen ist, um die derzeit noch mangelnde Wirtschaftlichkeit in zahlreichen BIM-Projekten zu erklären (Bild 4).

Grundsätzlich ist der Verlauf des Arbeitseinsatzes, auch wenn dieser nur schematisch gezeigt wird, etwas flacher verlaufend anzusehen, da sich die Planung sehr oft bis in die Bauphase (oder bis zum Ende derselben) hinzieht. Nicht selten wird die Ausführungsplanung von der Bauausführung „überholt“ und Pläne nur mehr zu Dokumentationszwecken erstellt.

3.1 Auswirkung der Parametrisierung

Durch die „intelligenten“ Bauteile, welche zur Planung in BIM-Programmen verwendet werden, ergibt sich eine längere Flexibilität; Änderungen im Kleinen können verhältnismäßig einfach vollzogen werden (Verschieben von Wänden, Türen/Fenster in Wänden etc.). Dadurch können die endgültigen Entscheidungen länger hinausgezögert werden, was von vielen Beteiligten bislang positiv bewertet wurde und insbesondere für Bauherren ein Entscheidungskriterium für BIM war.

3.2 Auswirkung der vollständigen Modellierung

Umgekehrt verhält es sich mit den Kosten: Ab einem bestimmten Zeitpunkt ist eine große Änderung in einem Gebäudemodell aufwendiger umzusetzen, als dies mit 2D-Plänen der Fall war. Ziel bei BIM ist ja, das ganze

Gebäude im festgelegten Detaillierungsgrad zu modellieren, und nicht nur Teilbereiche, die auf Plänen sichtbar sind.

3.3 Vorziehen von Leistungen

Kombiniert man nun diese beiden Effekte, so kommt man zu dem Schluss, dass BIM nicht nur ein Vorziehen von Leistungen ermöglicht, sondern geradezu ein solches bedingt. Wird dies nicht berücksichtigt, so kommt es trotz BIM zu einem erhöhten Aufwand.

Um Leistungen vorziehen zu können, müssen auch die damit verbundenen Entscheidungen vorgezogen werden. Bei einer ausführungsorientierten BIM-Planung (de facto ab Entwurfsphase) müssen auch Entscheidungen getroffen werden, die bisher erst in der Ausführungsphase notwendig waren.

Damit der Auftraggeber (in letzter Instanz) Entscheidungen treffen kann, müssen diese von kompetenter Stelle vorbereitet und vorgelegt werden. Das bedeutet, dass auch das hierfür erforderliche Know-how im Projekt vorhanden sein muss. Bei einer konsequenten BIM-Bearbeitung muss aus diesem Grund das Wissen um die Umsetzung auf der Baustelle bereits in der Entwurfsphase eingebracht werden. Ansonsten besteht die Gefahr, zu einem späteren Zeitpunkt (bei entsprechend höherem Aufwand und weniger Einflussmöglichkeit) nachbessern zu müssen.

4.4 Fehlendes Know-how

Fließen wichtige (und teilweise projektentscheidende) Informationen erst spät in die Planung ein, so mindert dies auch den wirtschaftlichen Erfolg. Projektänderungen aufgrund von überraschenden Ausschreibungsergebnissen treten bei nahezu jedem Projekt auf, weil die Baukostenkompetenz vorab nicht ausreichend eingebracht wurde (bzw. werden konnte). Gerade die im deutschsprachigen Raum vorherrschende strikte Trennung zwischen Planung und Ausführung (auch zeitlich) führt hier oftmals zu Konflikten, wenn etwa die Baupreise nicht den Schätzungen entsprechen und sich dadurch die Planung ändert.

4.5 BIM-Erfolg muss geplant werden

Aufbauend auf den 10-Schritte-Aktionsplan (Abschn. 2.3.1) wurden in Deutschland 20 sogenannte Anwendungsfälle erarbeitet, um die Einsatzbereiche von BIM klarer beschreiben zu können [5]. Durch die Zusammenarbeit an einem gemeinsamen Modell und die zunehmende Digitalisierung entfällt teilweise die Notwendigkeit der Leistungserbringung mittels Dokumente. Die relevanten erarbeiteten Informationen/Bauteile können im Modell ergänzt und eventuell auch direkt umgesetzt werden (CNC, 3D-Druck, Robotik). Dahingehend kann ein Planer in Zukunft vertraglich nicht Pläne, sondern die bauliche Umsetzbarkeit (und alle dafür erforderlichen Informationen) schulden. Die 20 Anwendungsfälle geben einen ersten Ausblick darauf, wie mit einem BIM-Modell gearbeitet werden kann.

Auch wenn mittelfristig die BIM-Arbeitsweise mit der übrigen Planungs- und Ausführungstätigkeit verschmelzen

wird, so ist aktuell die Organisation bzw. Steuerung der BIM-Aktivitäten in den Projekten, in einem Unternehmen sowie zum Betrieb eines Bauwerks als eigenständige Fachdisziplin zu sehen. Das richtige Maß zu finden, abgestimmt auf die zu erfüllende Aufgabe, die hierfür verfügbaren internen Ressourcen (zeitlich, personell und finanziell) sowie externen Tools und Dienstleistungen, ist wesentlich für die erfolgreiche BIM-Implementierung. Neutrale BIM-Experten können hierbei herstellerunabhängig und ohne Eigeninteressen die konkrete Projektumsetzung unterstützen.

5 Conclusio

Bei aller Euphorie, die derzeit die Verbreitung von BIM begleitet, und den damit verbundenen Möglichkeiten der Digitalisierung und Automatisierung in der Baubranche, darf nicht übersehen werden, dass die größten Probleme – und damit auch die größten Potenziale – nicht die Technologie betreffen. Durch neue Technik allein kann das immer noch vorherrschende Misstrauen zwischen Projektbeteiligten nicht aufgelöst werden. Die Implementierung von BIM bietet jedoch die Möglichkeit, hier einen Neustart zu wagen und gemeinschaftlich und zielorientiert auf einen erfolgreichen Projektabschluss hinzuarbeiten. In zahlreichen Pilotprojekten zeigte sich bereits, dass hier eine neue Generation heranwächst, welche die Vorteile des gemeinsamen Nutzens und der Transparenz bereits erkannt hat.

Dahingehend rückt der Mensch – trotz des scheinbar technologischen Themas „BIM“ – wieder in den Mittelpunkt der Betrachtung. Und nur so führen BIM-Projekte auch nachhaltig zum (wirtschaftlichen) Erfolg.

Literatur

- [1] Fischer, M.; Garcia, N. (2014) Production Management Experiences and Research at CIFE [online]. Stanford: Stanford University. [Zugriff am: 28. Feb. 2019]. <https://projectproduction.org/presentations/2014/11-Fischer-CIFE.pdf>
- [2] Architectural/Engineering Productivity Committee of The Construction Users Roundtable (2004) Collaboration, Integrated Information, and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation [online]. USA: The Construction Users Roundtable. [Zugriff am: 28. Feb. 2019]. <https://kcuc.org/wp-content/uploads/2013/11/Collaboration-Integrated-Information-and-the-Project-Lifecycle.pdf>
- [3] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015) Aktionsplan Großprojekte [online]. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. [Zugriff am: 28. Feb. 2019]. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/reformkommission-bau-grossprojekte-aktionsplan.pdf?__blob=publicationFile
- [4] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015) Reformkommission Bau von Großprojekten – Endbericht [online]. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. [Zugriff am: 28. Feb. 2019]. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/reformkommission-bau-grossprojekte-endbericht.pdf?__blob=publicationFile
- [5] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2018) BIM4INFRA2020 (2018) – Umsetzung des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“ [online]. [Zugriff am: 28. Feb. 2019]. https://bim4infra.de/wp-content/uploads/2018/09/AP1.2-AP1.3_BIM4INFRA_Bericht-Stufenplan.pdf

Autoren

DI Thomas Zwielerhner
Ausgebildeter Architekt
BIM-Bereichsleiter, BIM-Manager
Acht. Ziviltechniker GmbH
Hietzinger Kai 13
1130 Wien, Österreich
ziviltechniker@acht.at

DI Peter Spreitzer
Ingenieurkonsulent für Bauwesen
SV für Statik, Brückenbau und Metallkonstruktionen
BIM-Konsulent
Acht. Ziviltechniker GmbH
Hietzinger Kai 13
1130 Wien, Österreich