



Nahid Khorrami

## **BIM-Kompetenzerweiterungsmodell**

Modell zur Kompetenzerweiterung von Mitarbeitern  
bei der Einführung von Building Information Modeling  
in Unternehmen der Bau- und Immobilienbranche



**BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL**

## **BIM-Kompetenzerweiterungsmodell**

Modell zur Kompetenzerweiterung von Mitarbeitern  
bei der Einführung von Building Information Modeling  
in Unternehmen der Bau- und Immobilienbranche

Von der

**Bergischen Universität Wuppertal**

**Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen**

**Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft**

genehmigte

**Dissertation**

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

Von

*Nahid Khorrami, M. Sc.*

© 2019 LuFG Baubetrieb und Bauwirtschaft, Bergische Universität Wuppertal  
Vervielfältigungen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Autors

Eingereicht am: 18. Juli 2018

Prüfung am: 21. Januar 2019

Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus  
LuFG Baubetrieb und Bauwirtschaft  
Bergische Universität Wuppertal

Zweiter Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Hans-Hermann Prüser  
Institut für Datenbankorientiertes Konstruieren  
Jade Hochschule

Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Harte  
LuFG Statik und Dynamik der Tragwerke  
Bergische Universität Wuppertal

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Felix Huber  
LuFG Umweltverträgliche  
Infrastrukturplanung, Stadtbauwesen  
Bergische Universität Wuppertal

Bericht – Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und  
Bauwirtschaft

Band 7/2019

**Nahid Khorrami**

## **BIM-Kompetenzerweiterungsmodell**

Modell zur Kompetenzerweiterung von Mitarbeitern bei der  
Einführung von Building Information Modeling in Unternehmen  
der Bau- und Immobilienbranche

Shaker Verlag  
Düren 2019

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Wuppertal, Univ., Diss., 2019

Copyright Shaker Verlag 2019

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-6659-3

ISSN 2193-2557

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## **Geleitwort**

Die Bedeutung der Digitalisierung in der Bau- und Immobilienbranche nimmt stark zu. Ziel der Digitalisierung ist es insbesondere Effizienzgewinne in der Wertschöpfungskette durch computergestützte automatisierte Vernetzung relevanter Informationen zu erzielen. Ein wichtiges technologisches Element und einen starken Impulsgeber der Digitalisierung in der Bau- und Immobilienbranche stellt die Methode Building Information Modeling (BIM) dar. BIM soll eine durchgängige und strukturierte digitale Erfassung sowie Vernetzung aller relevanten Bauwerksinformationen in einem virtuellen dreidimensionalen Modell ermöglichen.

Der derzeit vorherrschende Informationsaustausch zwischen einer Vielzahl an Beteiligten aus unterschiedlichen Fachdisziplinen und ebenso die Arbeitsweise dieser sind allerdings geprägt von zweidimensionalen Technologien. Die Einführung von BIM im Unternehmen führt damit zu Veränderungen in den Geschäftsprozessen. Neben der Organisation und Infrastruktur sind hierbei die Kompetenzen der Mitarbeiter betroffen. Unternehmen, die die Arbeitsweise mit BIM planen, müssen somit ihre Mitarbeiter anhand von Maßnahmen zur Kompetenzerweiterung auf die zukünftige Situation vorbereiten. Dies stellt Unternehmen der Baubranche vor eine große Herausforderung. Insbesondere, da die erforderlichen Kompetenzen für die Arbeitsweise mit BIM und ferner die Frage nach geeigneten Maßnahmen zur Vermittlung dieser Kompetenzen zum jetzigen Zeitpunkt wenig erforscht sind.

Die vorliegende Dissertation knüpft an die großen Herausforderungen des Veränderungsprozesses an. Zur Unterstützung von Unternehmen der Bau- und Immobilienbranche bei der proaktiven Teilnahme an der fortschreitenden Digitalisierung mit Fokus auf BIM werden im Rahmen dieser Dissertation erforderliche Kompetenzen von Mitarbeitern bezüglich BIM definiert, methodisch analysiert

## Geleitwort

---

und in ein Kompetenzerweiterungsmodell integriert. Auf Basis des Modells kann systematisch abgeleitet werden, welche BIM-Kompetenzen ein Mitarbeiter, der zukünftig im Rahmen einer bestimmten Rolle eine bestimmte BIM-Anwendung durchführen soll, erlangen muss, um den fachlichen Anforderungen gerecht zu werden, und welche Kompetenzerweiterungsmaßnahmen zur Vermittlung dieser BIM-Kompetenzen erforderlich sind.

Wuppertal, Februar 2019

*Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus*

## **Danksagung**

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft unter der Leitung von Herrn Univ. Prof. Dr. Ing- Manfred Helmus.

Ich möchte mich an dieser Stelle für die vielfältig erfahrene Hilfe und Unterstützung zahlreicher Personen bedanken.

Mein besonderer Dank gilt zunächst meinem Doktorvater Univ. Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus für die wissenschaftliche Betreuung der Arbeit und für die Übernahme des Erstgutachtens. Seine fachlichen Anregungen sowie die stete Zuversicht in meine Fähigkeiten und diese Arbeit haben mir sehr geholfen.

Ich danke ebenso der gesamten Prüfungskommission. Herrn Prof. Dr.-Ing. Hans-Hermann Prüser und Herrn Univ. Prof. Dr.-Ing. Reinhard Harte für die Zweit- und Drittbegutachtung sowie Herrn Univ. Prof. Dr.-Ing. Felix Huber für die Übernahme des Prüfungskommissionsvorsitzes.

Meinen ehemaligen Kolleginnen und Kollegen des Lehr- und Forschungsgebietes Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal, der Weiterbildung Wissenschaft Wuppertal gGmbH sowie des Instituts für Datenbankorientiertes Konstruieren der Jade Hochschule danke ich herzlich für den fachlichen und persönlichen Austausch, für das Feedback, die konstruktiven Anregungen und die entstandenen Freundschaften während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin.

## Danksagung

---

Der größte Dank gilt schließlich meiner Familie – meinen Eltern Fauzia und Rahmat Khorrani und meinem Partner Jonas Graupe –, die mir den Weg ebnet und mir den Rücken freigehalten haben. Ihnen ist diese Arbeit gewidmet.

Wuppertal, Februar 2019

*Nahid Khorrani*

## **Kurzfassung**

Die Methode Building Information Modeling gewinnt Untersuchungen zufolge als ein technologisches Element der Digitalisierung eine immer größere Bedeutung in der Baubranche. Der Einsatz von BIM führt allerdings auf Grund der Unterschiede zur zweidimensionalen Arbeitsweise zu Veränderungen in den Leistungserstellungsprozessen und damit zu Veränderungen der Tätigkeiten der am Bauprojekt beteiligten Personen. Unternehmen, die die Arbeitsweise mit BIM planen, müssen folglich, neben weiteren Aspekten der strategischen Implementierung, ihre von den geänderten Tätigkeiten betroffenen Mitarbeiter anhand von Maßnahmen zur Kompetenzerweiterung systematisch auf die zukünftige Situation vorbereiten. Die erforderlichen Kompetenzen für die Arbeitsweise mit BIM und ferner die Frage nach geeigneten Maßnahmen zur Vermittlung dieser Kompetenzen sind zu diesem Zeitpunkt jedoch wenig erforscht. Bestätigt wird dies durch die Ergebnisse einer empirischen Erhebung und Analyse von derzeit bestehenden Lehrinhalten und Lehrmethoden zum Thema BIM im In- und Ausland.

Im Forschungsfeld der strategischen Implementierung der Methode BIM in der Baubranche hat die vorliegende Arbeit daher die Entwicklung eines Modells zur Kompetenzerweiterung von Mitarbeitern für den Einsatz von BIM im Unternehmen zum Ziel. Das Modell basiert auf inhaltlichen und methodischen Grundlagen. Der inhaltliche Teil umfasst eine klare Definition des BIM-Begriffes, die Analyse des Einflusses von BIM auf bestehende Leistungsbilder und die Erläuterung der technischen Funktionsweise von BIM. Der methodische Teil beginnt zunächst mit einer systematischen Evaluation der Auswirkungen, die die Implementierung von BIM auf das soziale Gefüge einzelner Unternehmen hat. Daran anschließend kann die Kompetenzerweiterung als ein Element des allgemeinen Veränderungsmanagements zur Steuerung von Wandel aufgefasst werden.

Eine differenzierte Betrachtung des Kompetenzbegriffes im Zusammenhang mit BIM, eine Erläuterung von Erkenntnissen aus der Bildungsökonomie zum Thema Kompetenzerweiterung, Lernformen und Kompetenzerweiterungsmethoden und die Untersuchung der Übertragbarkeit dieser Erkenntnisse auf die Vermittlung von BIM-Kompetenzen sind wesentliche Bestandteile der methodischen Grundlagen.

Das letztendlich entwickelte, programmtechnisch umgesetzte, erfolgreich validierte und evaluierte Kompetenzerweiterungsmodell beinhaltet zum einen die aus den inhaltlichen Grundlagen abgeleiteten BIM-Kompetenzen, die beim Einsatz ausgewählter BIM-Anwendungen im Rahmen bestehender Leistungsbilder bzw. Tätigkeitskataloge der Objektplanung, Tragwerksplanung, Projektsteuerung und Bauleitung bei der Konzeptionierung, Planung und Realisierung eines Hochbauprojektes erforderlich sind. Zum anderen wurden mit Hilfe der methodischen Grundlagen für eine erfolgreiche Vermittlung der BIM-Kompetenzen adaptive betriebliche Kompetenzerweiterungsmaßnahmen entwickelt, die zielorientiert formell organisierte Methoden mit informellen Formen des selbstgesteuerten Lernens und Erfahrungsaustausches vernetzen. Je nach Lernlevel des Mitarbeiters und der Erfahrung des Unternehmens hinsichtlich des Einsatzes der betrachteten BIM-Anwendung werden unterschiedliche Maßnahmen empfohlen. Die BIM-Kompetenzen je Rolle stellen das Lernziel dieser Kompetenzerweiterungsmaßnahmen dar.

Mit dem Kompetenzerweiterungsmodell wurde ein Mittel zur Unterstützung einer erfolgreichen Implementierung von BIM im Unternehmen geschaffen.

## **Abstract**

According to research the Building Information Modeling (BIM) method is gaining more and more importance in the construction industry as a technological element of digitization. However, the use of BIM, due to its differences towards the two-dimensional way of working, leads to changes in creation processes and thus to changes in the activities of the people involved in a construction project. Companies planning to work with BIM must therefore, in addition to other aspects of strategic implementation, systematically prepare those employees affected by the changed activities through competence enhancing measures. Until now however, the necessary competencies for working with BIM and furthermore the question of appropriate measures to mediate these competencies have been poorly explored. This is confirmed by the outcome of an empirical survey and analysis of currently existing teaching content and teaching methods on BIM in Germany and abroad.

Within the research area of strategic implementation of the BIM method in the construction industry, this thesis aims to develop a model for the extension of employees' competencies concerning the use of BIM within companies. The model is based on content and methodology. The content part provides a clear definition of the term BIM, an analysis of the impact BIM has on existing performance profiles and an explanation of BIM's technical way of functioning. The methodological part begins with a systematic evaluation of the effects, which implementing BIM can have on the social fabric of individual companies, in order to focus on the expansion of competencies as an element of general Change-Management to steer change. The differentiated consideration of the concept of competence relating to BIM, the explanation of findings from the educational economy about competence enhancement, forms of learning and methods for the extension of competencies as well as the investigation of the

transferability of these findings to the teaching of BIM competencies are essential components of the methodological foundations.

The finally developed, programmatically implemented and successfully validated model for competency enhancement includes on the one hand BIM competences required for the employment of selected BIM applications within the framework of existing performance profiles or activity catalogs of architectural planning, structural design, project management and construction in the planning and realization of a building construction project. On the other hand, adaptive and operational competence enhancement measures were developed for a successful mediation of these BIM competences. These measures combine goal-oriented formally organized methods with informal forms of self-directed learning and exchange of experience. Different measures are recommended depending on the learning level of the employee and the experience of the company regarding the use of the considered BIM application. The BIM competences, depending on each role, represent the learning objectives of these competence enhancement measures.

# Inhaltsverzeichnis

<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>I</b>
<b>KURZFASSUNG.....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>V</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>VII</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>XVII</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>XIX</b>
<b>1 EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
1.1 BIM UND DIE DIGITALISIERUNG DER BAUBRANCHE .....	1
1.2 ZIELSETZUNG.....	8
1.3 METHODISCHES VORGEHEN.....	9
<b>2 INHALTLICHE GRUNDLAGEN .....</b>	<b>15</b>
2.1 DIE METHODE BUILDING INFORMATION MODELING .....	15
2.2 EINFÜHRUNGSPROZESS VON BIM IN DEUTSCHLAND .....	20
2.2.1 STAND DER NORMUNG.....	20
2.2.2 STAND DER PRAXIS .....	24
2.2.3 FAZIT .....	28
2.3 KONVENTIONELLE LEISTUNGSERSTELLUNGSPROZESSE UND INHALTLICHE VERÄNDERUNGEN DURCH BIM.....	29
2.3.1 EINFÜHRUNG.....	29

2.3.2	LEISTUNGSBILDER UND ROLLEN .....	29
2.3.3	BIM-LEISTUNGEN .....	36
2.3.4	DAS BIM-MODELL .....	40
2.3.5	OBJEKTORIENTIERTES MODELLIEREN .....	42
2.3.6	DATENAUSTAUSCH .....	47
2.3.7	FAZIT .....	51
<b>3</b>	<b><u>METHODISCHE GRUNDLAGEN.....</u></b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>INNOVATIONSFORSCHUNG UND VERÄNDERUNGSMANAGEMENT .....</b>	<b>53</b>
3.1.1	EINFÜHRUNG.....	53
3.1.2	BIM ALS INNOVATION.....	53
3.1.3	EBENEN DER VERÄNDERUNG UND DEREN KONFLIKTPOTENTIAL.....	56
3.1.4	AUSWIRKUNGEN VON VERÄNDERUNGEN AUF MITARBEITER.....	63
3.1.5	VIER SÄULEN DES VERÄNDERUNGSMANAGEMENTS .....	69
3.1.6	FAZIT .....	71
<b>3.2</b>	<b>KOMPETENZERWEITERUNG VON MITARBEITERN.....</b>	<b>73</b>
3.2.1	EINFÜHRUNG.....	73
3.2.2	BEGRIFFSDEFINITION BIM-KOMPETENZ .....	74
3.2.2.1	Berufliche Handlungskompetenz gemäß den deutschen Bildungswissenschaften .....	75
3.2.2.2	Individuelle BIM-Kompetenz gemäß SUCCER.....	79
3.2.2.3	Generierung einer Definition von BIM-Kompetenzen .....	84
3.2.3	KOMPETENZERWEITERUNG .....	89
3.2.4	LERNFORMEN.....	94
3.2.5	KOMPETENZERWEITERUNGSMETHODEN.....	99
3.2.5.1	Seminare und Schulungen.....	100
3.2.5.2	Digital gestütztes selbstorganisiertes Lernen .....	103
3.2.5.3	Mentoring und Beratung.....	106

3.2.5.4	Kollegialer Austausch – Qualitätszirkel.....	107
3.2.6	FAZIT.....	108

**4 ERHEBUNG UND ANALYSE VON LEHRINHALTEN UND LEHRMETHODEN ZUM THEMA BIM IM IN- UND AUSLAND..... 111**

4.1	EINFÜHRUNG.....	111
4.2	METHODISCHES VORGEHEN DER ERHEBUNG UND ANALYSE .....	112
4.3	DARSTELLUNG DER VORHANDENEN LEHRINHALTE UND LEHRMETHODEN ZUM THEMA BIM IM IN- UND AUSLAND.....	113
4.3.1	DEUTSCHLAND .....	113
4.3.2	ENGLAND .....	116
4.3.3	SCHWEIZ.....	118
4.3.5	USA.....	119
4.4	FAZIT.....	120

**5 ENTWICKLUNG DES KOMPETENZERWEITERUNGSMODELLS..... 123**

5.1	DAS KOMPETENZERWEITERUNGSMODELL .....	123
5.1.1	EINFÜHRUNG.....	123
5.1.2	METHODISCHES VORGEHEN DER ENTWICKLUNG.....	124
5.1.3	BETRACHTETE ROLLEN.....	128
5.1.4	BETRACHTETE BIM-ANWENDUNGEN .....	129
5.1.5	BIM-KOMPETENZEN .....	135
5.1.6	LERNLEVEL .....	146
5.1.7	UNTERNEHMENSERFAHRUNG .....	148
5.1.8	KOMPETENZERWEITERUNGSMABNAHMEN.....	149
5.1.9	PROGRAMMTECHNISCHE UMSETZUNG UND ANWENDUNG DES KOMPETENZERWEITERUNGSMODELLS .....	159

5.1.10	EXEMPLARISCHE BETRACHTUNG DES KOMPETENZPROFILS DER ROLLE DES OBJEKTPLANERS BEZÜGLICH DER BIM-ANWENDUNG KOSTEN- UND MENGENERMITTLUNG .....	164
5.1.11	EXEMPLARISCHE BETRACHTUNG DER EMPFOHLENE KOMPETENZERWEITERUNGSMABNAHMEN EINES MITARBEITERS IN DER ROLLE DES OBJEKTPLANERS HINSICHTLICH DER BIM-ANWENDUNG KOSTEN- UND MENGENERMITTLUNG .....	171
<b>5.2</b>	<b>VALIDIERUNG DES KOMPETENZERWEITERUNGSMODELLS.....</b>	<b>175</b>
5.2.1	DIE FALLSTUDIE ALS GEEIGNETES FORSCHUNGSINSTRUMENT .....	175
5.2.2	AUFBAU UND METHODISCHE GRUNDLAGE DER FALLSTUDIE .....	178
5.2.3	INTERVIEW ALS DATENERHEBUNGSMETHODIK .....	184
5.2.4	ERGEBNISSE .....	187
<b>5.3</b>	<b>UMSETZUNG VON BIM-KOMPETENZERWEITERUNGSMABNAHMEN AN DER BERGISCHEN UNIVERSITÄT WUPPERTAL .....</b>	<b>191</b>
5.3.1	EINFÜHRUNG.....	191
5.3.2	AUFBAU DER UMGESETZTEN KOMPETENZERWEITERUNGSMABNAHMEN...	192
5.3.3	EVALUATION DER UMGESETZTEN KOMPETENZERWEITERUNGSMABNAHMEN ..	205
5.3.3.1	Aufbau der Fragebögen .....	206
5.3.3.2	Ergebnisdarstellung der Evaluation .....	208
5.3.4	FAZIT .....	214
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK .....</b>	<b>217</b>
6.1	ZUSAMMENFASSUNG .....	217
6.2	AUSBLICK .....	220
	<b><u>LITERATURVERZEICHNIS.....</u></b>	<b><u>225</u></b>

**ANLAGENVERZEICHNIS ..... 241**

**LEBENS LAUF ..... 243**