

Anforderungen an Hochschullehre im Kontext von BIM-Gebäude-Modell-Validierung

Sebastian Damek

Fachhochschule Erfurt, Altonaer Str. 25, 99085 Erfurt

1. Einleitung

In einer sich wandelnden Baubranche nimmt Building Information Modeling (BIM) einen immer größeren Platz ein. Dies wird anhand der Zahlen der berufspolitischen Befragung der Bundesarchitektenkammer aus dem Jahre 2021 deutlich. Darin geben die Befragten an, dass 18% von ihnen in ihrem beruflichen Kontext die Arbeitsmethode BIM nutzen, das ist im Vergleich zu der berufspolitischen Befragung aus dem Jahr 2017 (12%) eine Steigerung von 6%. (BAK 2021 S.87) Grundlage dafür bildet der Stufenplan „Digitales Planen und Bauen“ des Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) aus dem Jahre 2015. In diesem wurden sowohl Ziele zur Einführung dieser Arbeitsmethode beschrieben als auch eine Definition verfasst, die die Arbeitsweise wie folgt beschreibt:

„Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.“ (Stufenplan „Digitales Planen und Bauen“ S.4)

Diese Definition wird im „Masterplan Bundesbau“, der als Folgedokument des Stufenplanes zu betrachten ist, weitergeführt. Die Einführung der Arbeitsmethode BIM für Bundesbauten wird dort für das Ende des Jahres 2022 beschrieben.

Diese politisch und wirtschaftlich gesteckten Ziele verlangen nach einem Konzept der Fort- und Weiterbildung. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) und die Non-Profit-Organisation buildingSMART Deutschland haben gemeinsam die Richtlinie VDI/bS-MT 2552 Blätter 8.1-8.3 entwickelt. Daraus ergibt sich in Kombination mit der ISO 19650 das „Professional Certification Program“ von buildingSMART International, das Zertifizierungsmöglichkeiten in Deutschland vorsieht.

Die inhaltlichen Zielsetzungen für den Abschluss des buildingSMART/VDI-Zertifikats „BIM-Qualifikationen-Basiskenntnisse“ für Planende bildet die wissensbasierte Lerngrundlage. Ergänzend dazu sollten folgende Fähigkeiten vermittelt werden: „Erstellung BIM-fähiger 3D-Modelle“, „Nutzung attribuerter 3D-Modelle“ und „Nutzung von Kollisionsprüfungen“, da diese nach der Studie der Architektenkammer die Hauptanwendungen von BIM in Büros und Behörden sind. (BAK 2021 S.82) Die Anwendung "Modellbasierte-Kollisionsprüfung" bildet eine vollkommen neue Herausforderung für Studierende, da dort digitale Gewerke repräsentiert (3D-Modelle), miteinander verglichen, überprüft, gegeneinander auf Kollisionen überprüft sowie auf ihre semantischen Informationen hin untersucht werden.

Daraus werden folgende Forschungsfragen für die Entwicklung und Verbesserung der BIM-Lehre abgeleitet.

FQ1. Wie viel Modellierungserfahrung braucht man für eine Kollisionsprüfung?

FQ2. Welche digitalen Kompetenzen sind entscheidend für eine erfolgreiche Kollisionsprüfung?

2. Methodik

Dafür wurde zunächst eine pilotierende Feldstudie durchgeführt. Es wurden zwei elective Lehrveranstaltungen, bestehend aus jeweils einem einmal pro Woche durchgeführten Theorie- und Praxisteil, aufgeteilt in zwei Phasen – einer getrennten und einer gemeinsamen – in den Studiengängen Architektur und Bauingenieurwesen an zwei verschiedenen Hochschulen konzipiert. Sowohl die Praxis- als auch die Theorie-Lehrveranstaltungen wurden komplett online abgehalten.

Der Kurs BIM (n=6), den der Verfasser leitete und der vollständig online abgehalten wurde, setzte sich aus Masterstudierenden der Fachrichtung Architektur zusammen. In der ersten Phase wurde über eine Vorlesungsreihe das theoretische Wissen sowohl für die Klausur als auch für die freiwillige Zertifizierungsprüfung für „BIM-Qualifikations-Basiskenntnisse“ vermittelt. Erweitert dazu wurden die Grundlagen geschaffen, um ein modellbasiertes Erstellen (Erzeugen eines 3D-Modells) und Arbeiten (Anreichern von semantischen Informationen) in einer frei gewählten Nativ-Modellierungssoftware zu gewährleisten. Dafür wurden 2D-Pläne eines Bungalows zur Verfügung gestellt – mit entsprechenden Modell-Anforderungen und Umsetzungshinweisen als Aufgabenstellung. Diese Pläne basierten sowohl auf dem „BIM Informations-Lieferungs-Handbuch (ILH) Grundlagen“ (buildingSMART Benelux) von bimloket aus den Niederlanden als auch auf dem Klassifizierungssystem nach „IFC Bildkommentar nach DIN 276“ von (Richter, Liedtke, 2021). Dadurch sollte Modellierungserfahrung geschaffen werden. Für die Umsetzung stand den Studierenden eine komplexe moodle-Umgebung (Moodle.org, 2018) zur Verfügung, in der die benötigte Software (u. a. IFCWebServer (Concerted Solutions, 2021)) sowie eine Daten-Ablage integriert war. Wesentlich war hierbei, dass das erstellte Modell gemäß den Vorgaben im BIM-Standarddatenformat Industry Foundation Classes (IFC) exportierbar sein und den Datenaustausch unterstützen sollte.

An der Fakultät für Bauingenieurwesen wurde der Kurs Vitulng (n=5) für Bachelor- und Masterstudierende angeboten und nutzte als Medium ein Multiplayer-Online-Game (Papel, Söbke, Bröker, 2021). Im Ablauf organisierten sich die Studierenden in Gruppen und nach Einarbeitung in die Spieleumgebung von EVE Online (CCP, 2012) war die Aufgabe, strategische Ziele und Herangehensweisen zu entwickeln. Dies umfasste auch die Parameter und Regeln für den Umgang mit der Spielwelt zu definieren. Dabei mussten die Studierenden in einen kommunikativen Austausch miteinander treten und sich in einer ungewohnten Aufgabe zurechtfinden. Damit ist die Möglichkeit geschaffen, überfachliche Kompetenzen auszubauen.

Zum Abschluss der beiden Kurse im Wintersemester 21/22 stand eine gemeinsame praktische BIM-Gebäude-Modellvalidierungs-Aufgabe an, die eine Kollisionsprüfung beinhaltete: Nach einer Einführung mussten die Studierenden mit einer zuvor unbekannteren BIM-Prüfsoftware ein gegebenes Gebäudemodell validieren und eine Kollisionsprüfung mit einem zur Verfügung gestellten Gebäudetechnik-Modell durchführen sowie die

gefundenen Problem Issues (Probleme) dokumentierten. Die durch das Format und die abschließende gemeinsame BIM-Praxisaufgabe geförderten Kompetenzen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Kurs BIM	Kurs Virtulung
<p>Fachliche Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Kenntnisse einer CAD-Software im Bereich der 3D- Modellierung • Grundlegendes 3-dimensionales Vorstellungsvermögen • Kenntnis von IFC als Datenaustauschformat • Modellierung eines 3D-Gebäudemodells aus Planungsdaten • Sicherstellung der IFC-Fähigkeiten • Erstellung eines IFC-fähigen 3D-Gebäudemodells nach Vorlage der Planungsdaten 	<p>Überfachliche Kompetenzen, wie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikation • Kollaboration • Critical Thinking • Creativeness • Information Literacy
<p>BIM-Praxisaufgabe Gebäudemodellvalidierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis für komplexe BIM-Software • Verständnis für das Dateimanagement (u. a. Dateien für Modelle, Klassifikationen und Prüfregele) • Verständnis von IFC-Datenstrukturen und von IFC-Prüfregele • Durchführen einer Modellüberprüfung mit Hilfe einer BIM-Software • Durchführen einer Kollisionsprüfung mit Hilfe einer BIM-Software • Übersichtliche, reflektierte Darstellung der Prüfergebnisse 	

Tabelle 1 Lernziele (Kompetenzen) der beiden Kurse (Damek u. a., 2022)

Nach einer Einführungspräsentation sowohl in die BIM-Praxisaufgabe als auch in die Software Solibri (Solibri Inc., 2021) sowie der Zur-Verfügung-Stellung der entwickelten Regelsätze, die auf den Anforderungen der Aufgabenstellung des BIM-Kurses basieren, sollten die Studierenden selbständig arbeiten.

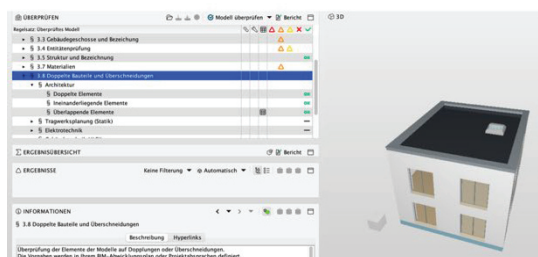


Abb. 1 Modellprüfung

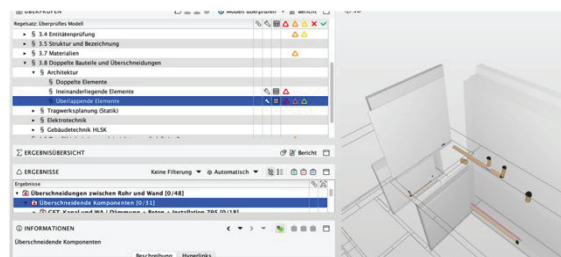


Abb.2 Kollisionsprüfung

Die Lehrenden standen während der Veranstaltungen für die Klärung von Fragen zur Verfügung. Die Bearbeitung der Praxisaufgabe unterlag keinen Einschränkungen. Die Ergebnisse waren jedoch einzeln abzugeben und jeweils zwei Lehrenden in einer 10-minütigen Präsentation, die bewertet wurde, vorzustellen.

3. Ergebnisse

Zur Datenerhebung wurden drei verschiedene Techniken genutzt. Zum einen wurde für die Abfrage des BIM-Fachwissens die Lernumgebung moodle (Moodle.org, 2018) genutzt, wobei fünf zufällige Single-Choice-Fragen aus einem Kontingent von 15 Fragen gestellt wurden. Zum anderen war ein Fragebogen zu Workplace-competences mit 19 Items auf einer 5-Punkte Likert-Skala zu beantworten. Beide Abfragen wurden zu drei verschiedenen Zeitpunkten innerhalb der Studie erhoben: zunächst zum Semesterstart (Messung 1), die zweite Messung erfolgte am Ende des Kursteils (Messung 2), die letzte Messung beim Abschluss der praktischen Übung (Messung 3). Dies sollte dazu dienen, einen möglichen temporären Verlauf erheben zu können. Des Weiteren wurde mit allen Studierenden per Videochat ein semistrukturiertes Interview mit einer Länge von ca. 10 bis 15 Minuten durchgeführt. Diese wurden aufgezeichnet, transkribiert und durch die beiden Lehrenden analysiert (Schmidt, 2004). In einer Reflexion der Prüfenden wurde ein gemeinsames Verständnis festgelegt.

3.1 Fachwissen-Test

Die Ergebnisse der Tests zeigen deutlich, dass bei den Virtulng-Studierenden ein Computerverständnis bzw. eine Computeraffinität vorhanden ist, aber kaum weitergehendes BIM-Wissen entwickelt wurde. Beim Architekturkurs hingegen entwickelte sich das Fachwissen langsam und stieg bei der Zertifizierungsprüfung sprunghaft an.

Kohrte	BIM (n=6)		Virtulng (n=5)	
Messung	Richtig [%]	Zeit verwendet[s]	Richtig [%]t	Zeit verwendet[s]
Messung 1	35	N/A	36	159
Messung 2	40	N/A	48	136
Messung 3	55	N/A	48	120

Tabelle 2 BIM Test (Damek u. a., 2022)

Kohrte	BIM (n=6)	Virtulng (n=5)
Ergebniss	91 %	87 %

Tabelle 3 Abschlusspräsentation/Zertifizierungsprüfung (Damek u. a., 2022)

3.2 Fragebogen

Die Ergebnisse aus dem Fragebogen zu den Aufgaben "Attraktivität" und gleichzeitig zum "Wissenserwerb" verdeutlichen, dass die Aufgabe als fordernd wahrgenommen wurde. Gleichzeitig sagen sie etwas über fachliche Kompetenzen, die als sehr wichtig wahrgenommen wurden.

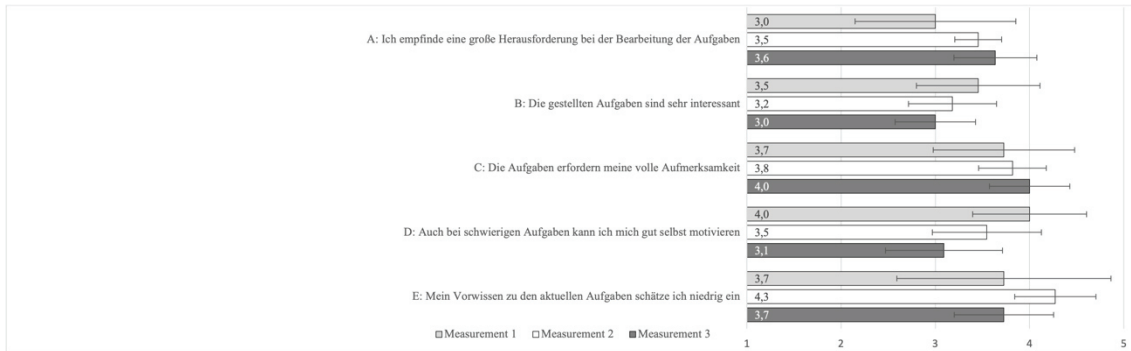


Abb. 3 Items der Aufgabenattraktivität (Kohorte) $n=11$, Mittelung aus 3 Messzeitpunkte (Damek u. a., 2022)

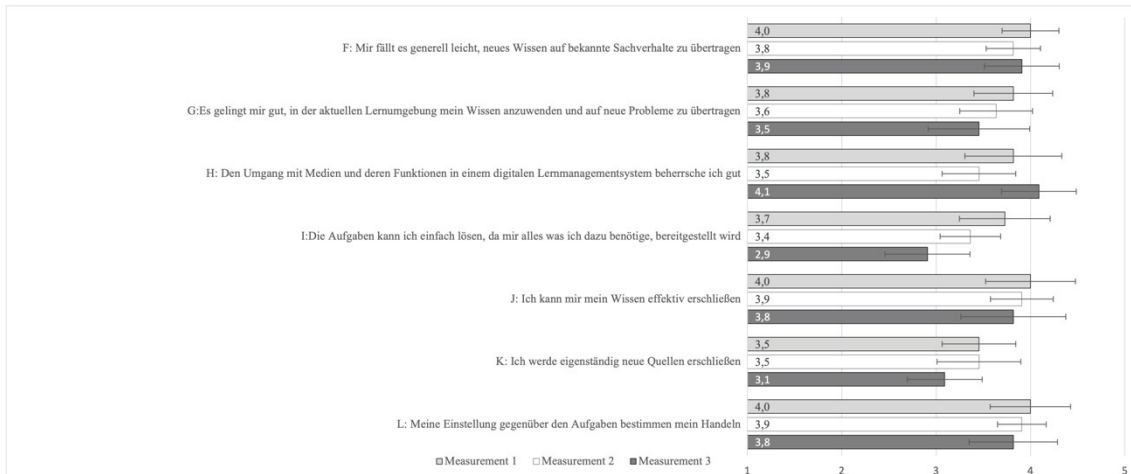


Abb. 4 Items der Aufgabenattraktivität (Kohorte) $n=11$, Mittelung aus 3 Messzeitpunkte (Damek u. a., 2022)

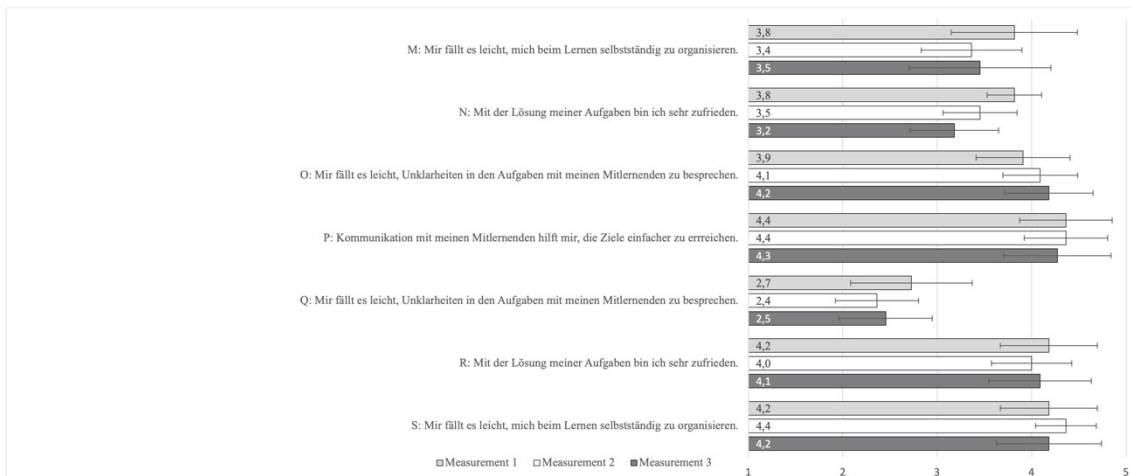


Abb. 5 Items der Wissensakquise (Kohorte) $n=11$, Mittelung aus 3 Messzeitpunkte (Damek u. a., 2022)

3.3 Interview

Die Interviews wurden in sechs Themenbereiche gegliedert. Aus zeitlichen Gründen wurde nicht in allen Interviews jedes Thema behandelt. Allerdings wurden mindestens vier Themenbereiche pro Interview abgefragt. Zu allen Themenbereichen gab es kategorisierte Aussagen (von 8 bis 37), die ungefähr gleichmäßig bearbeitet worden waren. Insgesamt wurde 123 Aussagen kategorisiert.

Row Labels	Summe von Summe
▣ Einstellung zur Aufgabe	37
Keinen Inhaltlichen Bezug	2
Mehrwert	15
Verbesserungsvorschlag	5
Vorkenntnisse	1
Positives Feedback	10
Negatives Feedback	4
▣ Fähigkeiten	28
Information Literacy	6
Personal Skills	7
Softskills	5
Teamarbeit	10
▣ Fähigkeiten zum Umgang mit digitalen Werkzeugen	17
Fachspezifisch	3
Programmspezifisch	2
Wichtig	12
▣ Herausforderungen	17
Erfolgreich	10
Kein profundes Wissen	2
Modellierung	2
Softwarehandling	3
▣ Vorbereitung durch ersten Teil der Aufgabe	16
Beurteilung	3
Hilfreich	4
Verbesserungsvorschlag	2
wenig bis keine Vorbereitung	7
▣ Vorbereitung für das Berufsleben	8
Einschränkung	2
Vorbereitet	6
Grand Total	123

Abb. 6 Auswertung Themenbereiche der Interviews (Kohorte) n=11

4. Diskussion

Es ist zu sehen, dass die Studierenden der Virtualng-Kohorte, deren überfachliche Kompetenzen trainiert wurden, insbesondere von den erworbenen Fähigkeiten zu Kollaboration und Kommunikation bei der Lösung der Aufgaben profitieren konnten. Aufgrund der fehlenden Fachkenntnisse konnte nicht ganz das Aufgabenerfüllungslevel der BIM-Kohorte erreicht werden. Aber durch intensive Arbeit im Kollektiv konnte doch ein gutes Ergebnis erzielt werden. Da bei ist zu beachten, dass Fehler innerhalb der Gruppe weitergetragen wurden.

Die Kohorte der Architektur-Studierenden tat sich anfangs mit den genauen Modell-Anforderungen und den damit verbundenen Modellierungs- und Arbeitsweisen innerhalb ihrer nativen Software schwer. Diese Hürde zu überwinden und anschließend den Rollenwechsel vom Erstellenden (Zeichnen und Modellieren von Gebäuden) hinzu einer überprüfenden Tätigkeit (Koordination und Analyse) zu meistern, war sichtlich nicht einfach. Als diese Schwelle allerdings überwunden war, wurden den Studierenden der Mehrwert der Arbeitsmethode deutlich, der darin liegt, dass Fehler schon beim Planen bzw. Überprüfen entdeckt werden können, die sonst erst in der Bauphase zum Vorschein kommen würden.

Eine pilotierende Feldstudie hat immer ihre Grenzen, insbesondere bei einer so kleinen Probandenzahl, die nicht unbedingt als repräsentativ gelten darf. Daher ist es z. B. nicht auszuschließen, dass die Ergebnisse durch eine Gruppendynamik beeinflusst wurden, bei der die Teilnehmenden sich schnell kannten und deshalb gut zusammenarbeiteten, was in einer deutlich größeren Gruppe so wohl nicht der Fall gewesen wäre. Auch die erste Abfrage (Messung 1) ohne fachliche Vorkenntnisse der Teilnehmenden der Virtualng-Kohorte ist sicher nicht allzu genau, was hier aber auch nicht im Focus stand, bei dem es um wichtige Arbeitsplatzkompetenzen im BIM-Bereich ging.

Fazit

Die Studie bot die Möglichkeit, das theoretische Wissen mit der angewendeten Modellarbeit zu verbinden. Hierin liegt auch das große Potenzial für weitere Lehrformate. Zum einen ist deutlich geworden, dass für eine erfolgreiche Modellüberprüfung und Koordination im studentischen Kontext nicht zwangsläufig vertiefte BIM - und Modellierungskenntnisse erforderlich sind, sondern eher eine Affinität bezüglich digitaler Werkzeuge. Zum anderen ist deutlich geworden, dass überfachliche Kompetenzen sowie die Kommunikation wichtige Faktoren für den Erfolg eines solchen Projekts sind. Diese Erkenntnisse könnten in zukünftigen Lehrveranstaltungen mit einem Fokus auf kooperativem Arbeiten mit mehreren Fachdisziplinen dazu führen, den Fokus auf kleine individuelle Modellierungsaufgaben und mehrere Modelle mit klar abgegrenzten semantischen Informationen zu legen, wobei das Modellieren und Überprüfen im Vordergrund stehen soll. Das theoretische Fachwissen sollte flankierend vermittelt werden, um die Qualität der Ergebnisse zu steigern. Dies war eine Erkenntnis der Studie.

Quellen

Bundesarchitektenkammer (2021): Berufspolitische Befragung 2021. Zentrale Ergebnisse. Ergebnisse aus der bundesweiten Befragung selbstständig tätiger und abhängig beschäftigter Mitglieder der Architektenkammern der Länder zu aktuellen berufs-

politischen Themen im Jahr 2021. Präsentation vom 17.09.2021. <https://bak.de/politik-und-praxis/wirtschaft-und-mittelstand/umfragen-kammermitglieder/berufspolitische-befragung/> (zuletzt abgerufen am 31.02.2023).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hg.) (2015): Stufenplan digitales Planen und Bauen. Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken. Eigenverlag.

Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (Hg.) (2021): Masterplan BIM für Bundesbauten. Erläuterungsbericht. Eigenverlag.

Verein Deutscher Ingenieure / buildingSMART (2019): Building Information Modeling. Qualifikationen. Basiskenntnisse. In: VDI/BS-MT 2552 Blatt 8.1.

Verein Deutscher Ingenieure / buildingSMART (2019): Building Information Modeling. Qualifikationen. Basiskenntnisse. In: VDI/BS-MT 2552 Blatt 8.2.

Verein Deutscher Ingenieure / buildingSMART (2019): Building Information Modeling. Qualifikationen. Basiskenntnisse. In: VDI/BS-MT 2552 Blatt 8.3.

DIN Norm / DIN EN ISO 19650-1 (2019).

buildingSMART Deutschland (o.J.): BIM Weiterbildung. <https://www.buildingsmart.de/bim-weiterbildung> (zuletzt abgerufen am 31.02.2023).

Richter, C. / Liedtke, S. (2021): BKI IFC Bildkommentar nach DIN 276: Ausgewählte IFC 4 Begriffe für die BIM-Planungsarbeit gegliedert nach DIN 276. BKI.

buildingSMART Benelux / bimloket (o.J.): BIM Informations-Lieferungs-Handbuch (ILH) Grundlagen. Version 1.0. PDF-Dokument. <https://www.bimloket.nl/p/321/Downloads> (zuletzt abgerufen am 31.02.2023).

Pagel, M. / Söbke, H. / Bröker, T. (2021): Using Multiplayer Online Games for Teaching Soft Skills in Higher Education. In: Fletcher, B. / Ma, M. / Göbel, S. et al. (ed.): Serious Games. Springer International Publishing. 276–290.

CCP (2012): EVE Online. <http://www.eveonline.com/>. (zuletzt abgerufen am 19.07.2012).

Chung-Herrera, B. / Enz, C. / Lankau, M. (2003): A competencies model: Grooming future hospitality leaders. In: Cornell Hotel Restaur Adm Q 44. 17–25.

Solibri Inc. (2021) SOLIBRI. In: BIM Softw. Archit. Eng.

Schmidt, C. (2004): The analysis of semi-structured interviews. In: Flick, U. / Kardorff, E. von / Steinke, I. (ed.): A Companion to Qualitative Research. SAGE Publications. 253–258.

Damek, S. / Söbke, H. / Weise, F. / Reichelt, M. (2022): Teaching (Meta) Competences for Digital Practice Exemplified by Building Information Modeling Work Processes. In: Knowledge 2022 (2) 452-464. <https://doi.org/10.3390/knowledge2030027> (zuletzt abgerufen am 31.02.2023).