

BBSR-
Online-Publikation
46/2024

BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk

von

Dominik Stellmacher
Adrian Schröder
Agnes Kelm
Stefanie Samtleben
Prof.-Dr. Anica Meins-Becker

BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-21.57

Projektlaufzeit: 01.2022 bis 12.2023

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Fachbetreuerin

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
Referat WB 3 „Forschung und Innovation im Bauwesen“
Anne Bauer
anne.bauer@bbr.bund.de

Autorinnen und Autoren

Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft/BIM-Institut, Wuppertal
Prof. Dr.-Ing. habil. Anica Meins-Becker (Projektleitung)
a.meins-becker@uni-wuppertal.de

Dominik Stellmacher, M. Sc.
stellmacher@uni-wuppertal.de

Agnes Kelm, M. Sc.
kelm@uni-wuppertal.de

Fraunhofer Institut Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
Abteilung Logistik- und Fabrikssysteme LFS
Dipl.-Math. Stefanie Samtleben
Stefanie.samtleben@iff.fraunhofer.de

Adrian Schröder, M. Sc.
Adrian.schroeder@iff.fraunhofer.de

Redaktion

Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft/BIM-Institut, Wuppertal
Prof. Dr.-Ing. habil. Anica Meins-Becker
Dominik Stellmacher, M. Sc.
Agnes Kelm, M. Sc.

Stand

April 2024

Gestaltung

Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft/BIM-Institut, Wuppertal

Bildnachweis

Titelbild: Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft/BIM-Institut, Wuppertal
(eigene Aufnahme)

Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Zitierweise

Stellmacher, Dominik; Schröder, Adrian; Kelm, Agnes; Samtleben, Stefanie; Meins-Becker, Anica, 2024: BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk. BBSR-Online-Publikation 46/2024, Bonn.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	7
Abstract	9
Zielsetzung und Projektaufbau	11
Ausgangssituation	11
Problemstellung	11
Zielsetzung	12
Vorgehen	13
Projektrahmendaten	15
Abgrenzungen von weiteren Forschungsprojekten	17
Theoretischer Forschungsrahmen	18
Bedeutung des Bauhandwerks in der Bau- und Immobilienwirtschaft	18
Building Information Modeling	20
Analyse und Priorisierung von BIM-Anwendungsfällen	24
Aufaktworkshop	26
Innovationspfad	27
Definition der BIM-Anwendungsfälle und der damit verbundenen Informationsaustauschanforderungen	30
Themenbereich: Digitale Bauwerksdokumentation	30
BIM-Awf: DBWD – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau)	33
BIM-Awf: DBWD – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (technische Anlagen)	38
BIM-Awf: DBWD – Nachweis des Nachhaltigen Bauens	42
Technische Umsetzung: BIM-Datenmodell & CDE	44
Themenbereich: Digitale Terminplanung	44
Technische Umsetzung: Terminplanungssoftware	46
Themenbereich: Digitale Liegenschaftserfassung / Digitales Aufmaß	48
BIM-Awf: Digitale Liegenschaftserfassung der topografischen und baulichen Gegebenheiten für das digitale Aufmaß	50
BIM-Awf: Digitale Liegenschaftserfassung mit dem Ziel der Mengenermittlung	50
BIM-Awf: Digitale Liegenschaftserfassung mit dem Ziel Abbruch bzw. Rückbau	50
BIM-Awf: Digitale Liegenschaftserfassung mit dem Ziel Sanierung und Umbau	50
BIM-Awf: Digitale Liegenschaftserfassung mit dem Ziel Visualisierung	50
Technische Umsetzung	51
Analyse und Darstellung des Mehrwertes	54
Digitale Bauwerksdokumentation	55
Terminplanung	59
Digitale Liegenschaftserfassung / Digitales Aufmaß	63
Übergreifende Betrachtung	66
Diskussion der Forschungsergebnisse	67
Erstellung von Weiterbildungskonzepten	69
Konzepterstellung	69

Die Zielgruppe	69
Die Lernziele	70
Die Inhalte	71
Die Methode	72
Die Materialien	74
Die Evaluation	75
Validierung des Weiterbildungskonzepts	76
Verwertung des Weiterbildungskonzeptes	79
Zusammenfassung und Ausblick	80
Mitwirkende	82
Kurzbiographien	83
Literaturverzeichnis	85
Abbildungsverzeichnis	89
Tabellenverzeichnis	91
Abkürzungsverzeichnis	92
Anlagen	95

Kurzfassung

Das Forschungsprojekt "BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk" zielt darauf ab, das Bauhandwerk in die Umsetzung von Building Information Modeling (BIM)-Methoden einzubeziehen. Derzeit konzentrieren sich die Erstellung und Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen vor allem auf die Planenden und für die Baukonstruktion verantwortlichen Personen, während das Potenzial des Bauhandwerks oft ungenutzt bleibt. Das Bauhandwerk kann jedoch wichtige Informationen zum Bauwerk liefern, beispielsweise zu den verbauten Materialien, um die Bauwerksdokumentation und die Erstellung von Revisionsunterlagen zu optimieren. Zusätzlich können durch die Integration von BIM in der Bauausführung relevante Informationen zur Verfügung gestellt werden, um beispielsweise eine optimierte Abstimmung zwischen den Gewerken zu ermöglichen. Das Bauhandwerk spielt in der Bauwirtschaft eine wichtige Rolle, da es maßgeblich an der Errichtung und Instandhaltung von Gebäuden beteiligt ist. Auch in der Digitalisierung der Bauprozesse kommt dem Bauhandwerk eine große Bedeutung zu. Aktuell stehen die Beteiligten jedoch vor dem Problem, dass keine Vorlagen für die Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen durch das Bauhandwerk bestehen und das Bauhandwerk noch nicht oder nur sehr gering für die Umsetzung der BIM-Anwendungsfälle qualifiziert ist. Für die Durchführung des Forschungsprojekts wurden Forschungsfragen ausgebildet, um die Entwicklungsschritte des Projektes zu definieren. Hierzu zählten u.a.:

- Welche BIM-Anwendungsfälle sind von größtem Interesse für das Bauhandwerk und öffentliche Auftraggeber?
- Welche Anforderungen ergeben sich durch die priorisierten BIM-Anwendungsfälle?
- Welchen Mehrwert stellen die priorisierten BIM-Anwendungsfälle für das Bauhandwerk dar?
- Wie könnten Mitarbeitende geschult werden, um die BIM-Anwendungsfälle in der Praxis umsetzen zu können und wie sollte solch eine Schulung konzeptioniert werden?

Als Zielsetzung des Forschungsprojekts wurde dementsprechend die Priorisierung und Ausarbeitung relevanter BIM-Anwendungsfälle verfolgt, um eine durchgängige und effiziente Datennutzung im gesamten Bauprozess zu gewährleisten. Die folgenden BIM-Anwendungsfälle wurden im Rahmen dieses Projekts bearbeitet:

- Digitale Bauwerksdokumentation - Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau)
- Digitale Bauwerksdokumentation - Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (technische Anlagen)
- Digitale Bauwerksdokumentation - Nachweis des Nachhaltigen Bauens
- Terminplanung aus Sicht bauausführender Unternehmen in der Angebots- und Realisierungsphase
- Digitale Liegenschaftserfassung der topografischen und baulichen Gegebenheiten für das digitale Aufmaß

Zusätzlich wurden weitere BIM-Anwendungsfälle zum Themenbereich der Liegenschaftserfassung beschrieben, zu denen jedoch keine eigenen Steckbriefe erstellt wurden, da sie sich nur hinsichtlich ihres Detaillierungsgrades der Aufnahme unterscheiden. Zu diesen BIM-Anwendungsfällen zählen:

- Digitale Liegenschaftserfassung mit dem Ziel der Mengenermittlung
- Digitale Liegenschaftserfassung mit dem Ziel Abbruch bzw. Rückbau
- Digitale Liegenschaftserfassung mit dem Ziel Sanierung und Umbau
- Digitale Liegenschaftserfassung mit dem Ziel Visualisierung

Neben der Priorisierung relevanter BIM-Anwendungsfälle für das Bauhandwerk und öffentliche Auftraggeber wurden zudem auch die notwendigen Anforderungen analysiert, die zur Umsetzung dieser notwendig sind. Um die Akzeptanz der Methode BIM und insbesondere der priorisierten BIM-Anwendungsfälle zu erhöhen, wurden zudem die Mehrwerte analysiert und die Ergebnisse transparent ausgewertet. Zur praktischen Umsetzung der BIM-Anwendungsfälle wurden praxistaugliche Weiterbildungskonzepte erarbeitet, die den Handwerkskammern, den Ausbildungszentren und den Berufsförderungswerken als Anleitung zur Verfügung gestellt werden, um das Bauhandwerk flächendeckend dahingehend zu schulen. Anhand dieser Konzepte kann dem Bauhandwerk sowohl theoretisches Wissen als auch der praktische Umgang gelehrt werden, um die BIM-Anwendungsfälle in der Praxis umzusetzen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit bieten somit eine umfassende Grundlage für das Bauhandwerk, um die BIM-Methode in die Praxis umzusetzen und die Effizienz im Bauwesen zu steigern. Durch die Schaffung von Vorlagen und Schulungsmaterialien wird das Bauhandwerk befähigt, wichtige Informationen zum Bauwerk bereitzustellen und die digitale Transformation der Baubranche aktiv mitzugestalten. Dies trägt nicht nur zur Effizienzsteigerung bei, sondern auch zu einer nachhaltigeren und gesünderen gebauten Umwelt.

Abstract

The research project "BIM Application Cases in the Construction Trades" aims to involve the construction trades in the implementation of Building Information Modeling (BIM) methods. Currently, the creation and implementation of BIM application cases are primarily focused on planners and those responsible for construction management, while the potential of the construction trades often remains untapped. However, the construction trades can provide important information about the building, for example, about the materials used, to optimize building documentation and the creation of revision documents. Additionally, the integration of BIM in construction execution can provide relevant information to enable, for instance, optimized coordination between trades. The construction trades play an important role in the construction industry, as they are significantly involved in the construction and maintenance of buildings. The digitalization of construction processes also assigns great importance to the construction trades. Currently, however, stakeholders are facing the problem that there are no templates for the implementation of BIM application cases by the construction trades, and the construction trades are not yet, or only to a very limited extent, qualified for the implementation of BIM application cases. To conduct the research project, research questions were developed to define the development steps of the project. These included, among others:

- Which BIM application cases are of greatest interest to the construction trades and public clients?
- What requirements arise from the prioritized BIM application cases?
- What added value do the prioritized BIM application cases provide for the construction trades?
- How could employees be trained to implement the BIM application cases in practice, and how should such training be conceptualized?

Accordingly, the goal of the research project was to prioritize and elaborate relevant BIM application cases to ensure consistent and efficient data usage throughout the entire construction process. The following BIM application cases were processed within this project:

- Digital building documentation - Revision documents for construction trades (construction)
- Digital building documentation - Revision documents for construction trades (technical installations)
- Digital building documentation - Proof of sustainable building
- Scheduling from the perspective of executing companies in the tender and implementation phase
- Digital property survey of topographical and structural conditions for digital measurement

Additionally, further BIM application cases related to property survey were described, for which no separate profiles were created, as they differ only in terms of their level of detail in recording. These BIM application cases include:

- Digital property survey with the goal of quantity determination
- Digital property survey with the goal of demolition or deconstruction
- Digital property survey with the goal of renovation and remodeling
- Digital property survey with the goal of visualization

Besides prioritizing relevant BIM application cases for the construction trades and public clients, the necessary requirements for their implementation were also analyzed. To increase the acceptance of the BIM method and, in particular, the prioritized BIM application cases, the added values were analyzed, and the results transparently evaluated. For the practical implementation of the BIM application cases,

practical training concepts were developed, which were made available to the chambers of crafts, training centers, and vocational promotion centers to provide comprehensive training to the construction trades. Based on these concepts, the construction trades can be taught both theoretical knowledge and practical skills to implement the BIM application cases in practice.

The results of this work thus provide a comprehensive foundation for the construction trades to implement the BIM method in practice and enhance efficiency in the construction industry. By creating templates and training materials, the construction trades are empowered to provide important information about the building and actively participate in the digital transformation of the construction industry. This not only contributes to increasing efficiency but also to a more sustainable and healthier built environment.

Zielsetzung und Projektaufbau

Die Digitalisierung erhält in der Bauwirtschaft immer mehr Einzug in Arbeitsweisen und Projektabwicklungsmethoden, welche unmittelbare Auswirkungen auf die Kooperation und Tätigkeiten sämtlicher Beteiligten innerhalb des Bauprozesses ausübt. Besonders hervorzuheben ist die jüngste Absichtserklärung der Bundesregierung in ihrem Koalitionsvertrag, die im Rahmen der digitalen Transformation eine verstärkte Implementierung der Methode Building Information Modeling (BIM) vorsieht. [1, p. 12]

Das Forschungsprojekt mit dem Titel „BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk“ verfolgt das vorrangige Ziel, das Bauhandwerk in seinen Bemühungen bei der Implementierung der BIM-Methode zu unterstützen. In diesem Kontext ist es essenziell, nicht nur Informationen basierend auf bereitgestellten Daten zu verarbeiten, sondern ebenso Informationen über durchgeführte Leistungen zu generieren und in den BIM-Prozess zurückzuspielen. Diese zweiseitige Informationsverarbeitung hat das Potenzial, einen bedeutsamen Beitrag zur Förderung einer nachhaltigeren Bauweise sowie zur Steigerung der Gebäudeeffizienz zu leisten.

Ausgangssituation

In der deutschen Bau- und Immobilienwirtschaft gewinnt die Anwendung der Arbeitsmethode von Building Information Modeling zunehmend an Bedeutung. Der Schwerpunkt der Umsetzung konzentriert sich gegenwärtig auf die Entwicklung und Implementierung von BIM-Anwendungsfällen vor allem für die planenden und bautechnisch verantwortlichen Personen. Diese Akteure haben bereits ihre Prozesse durch die Digitalisierung und die Anwendung der BIM-Methode verbessern können. Die gezielte Erstellung von BIM-Anwendungsfällen für die Bauausführung erfolgt aktuell kaum, wodurch das Potenzial des Bauhandwerks häufig ungenutzt bleibt.

Jedoch kann das Bauhandwerk ebenso wertvolle Informationen zum Bauprodukt beitragen, wie beispielsweise Informationen zu den tatsächlich verwendeten Bauprodukten oder -materialien. Diese Informationen können dazu dienen, die Dokumentation von Bauwerken zu optimieren und die Erstellung von Revisionsunterlagen durch die Verknüpfung mit dem BIM-Modell zu erleichtern. Mittels der detaillierten Dokumentation der tatsächlich verbauten Bauprodukte und Materialien können präzise As-Built-Modelle mit dem Fokus auf alphanumerische Informationen erstellt werden. Dies wiederum ermöglicht eine verbesserte Instandhaltung und Wartung von Gebäuden, sowie eine gezielteren Wiederverwertung von Bauprodukten und -materialien.

Des Weiteren kann die Integration von BIM in die Bauausführung relevante Informationen liefern. So kann beispielsweise durch die Visualisierung des Terminplans mit dem BIM-Modell eine effizientere Koordination zwischen verschiedenen Gewerken ermöglicht werden. Daher sollten bei der Verfolgung von BIM-Zielen und der Implementierung von BIM-Anwendungsfällen auch die Bauausführung und insbesondere das Bauhandwerk einbezogen werden, um das volle Potenzial von BIM über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks auszuschöpfen.

Problemstellung

In der Bauwirtschaft nimmt das Bauhandwerk eine entscheidende Rolle ein, da es maßgeblich an der Errichtung und Erhaltung von Gebäuden beteiligt ist. Im Rahmen der digitalen Transformation im Bereich des Baugewerbes gewinnt auch das Bauhandwerk zunehmend an Bedeutung. Die Einführung der BIM-Methode hat das Potenzial, die Leistungsfähigkeit des Bauhandwerks signifikant zu steigern, indem sie eine effiziente und durchgängige Nutzung von Daten im Bauwesen ermöglicht.

Derzeit stehen die Akteure im Bauhandwerk jedoch vor mehreren Herausforderungen. Zum einen fehlen Vorlagen und bewährte Verfahren für die gezielte Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen, was die Integration der BIM-Methode in die Arbeitsabläufe des Bauhandwerks erheblich erschwert. Zum anderen stellt die Qualifizierung der Mitarbeitenden im Bauhandwerk für die Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen eine Herausforderung dar. Es besteht ein deutlicher Bedarf an Schulungen und Schulungsmaterialien, um die erforderlichen Kompetenzen zu vermitteln.

Die bisherigen Erörterungen betonen die Notwendigkeit, die Lücke zwischen der BIM-Methode und dem Bauhandwerk zu schließen. Dies erfordert die Entwicklung von klaren Richtlinien und Schulungsprogrammen, die speziell auf die Bedürfnisse des Bauhandwerks zugeschnitten sind. Die erfolgreiche Integration von BIM in das Bauhandwerk wird nicht nur die Effizienz und Qualität der Bauprojekte steigern, sondern auch dazu beitragen, die Digitalisierung in der gesamten Bauwirtschaft voranzutreiben.

Zielsetzung

Die Zielsetzung dieses Forschungsprojekts ergibt sich aus den bestehenden Herausforderungen bei der Integration von BIM in die Bauwirtschaft. Um das volle Potenzial von BIM auszuschöpfen und einen nahtlosen und effizienten Datenaustausch im gesamten Bauprozess sicherzustellen, ist es unerlässlich, das Bauhandwerk in die Implementierung einzubeziehen und die damit verbundenen Anforderungen und Schnittstellen klar zu definieren.

Das Hauptziel dieses Forschungsprojekts besteht darin, BIM-Anwendungsfälle zu priorisieren, die den größtmöglichen Nutzen für öffentliche Auftraggebende und das Bauhandwerk bieten. Diese bevorzugten BIM-Anwendungsfälle erfordern eine genaue Definition der Informationsaustauschanforderungen und die Entwicklung und Validierung von Weiterbildungskonzepten, die es dem Bauhandwerk ermöglichen, diese Anwendungsfälle in realen Bauprojekten erfolgreich anzuwenden.

Um sicherzustellen, dass die priorisierten BIM-Anwendungsfälle in der Praxis umgesetzt werden können, erfolgt die Zusammenarbeit mit Kommunen und Bauunternehmen verschiedener Gewerke. Es werden Vorlagen für das Bauhandwerk entwickelt, um die Erstellung des entsprechenden BIM-Abwicklungsplans (BAP) effizient und ressourcenschonend zu gestalten. Dieser ganzheitliche Ansatz soll dazu beitragen, das Bauhandwerk zu einer treibenden Kraft für die zukünftige Entwicklung in der Bau- und Immobilienwirtschaft zu machen.

Vorgehen

Zur strukturierten Umsetzung ist das Forschungsprojekt in die nachfolgend aufeinander aufbauenden Arbeitspakete gegliedert:

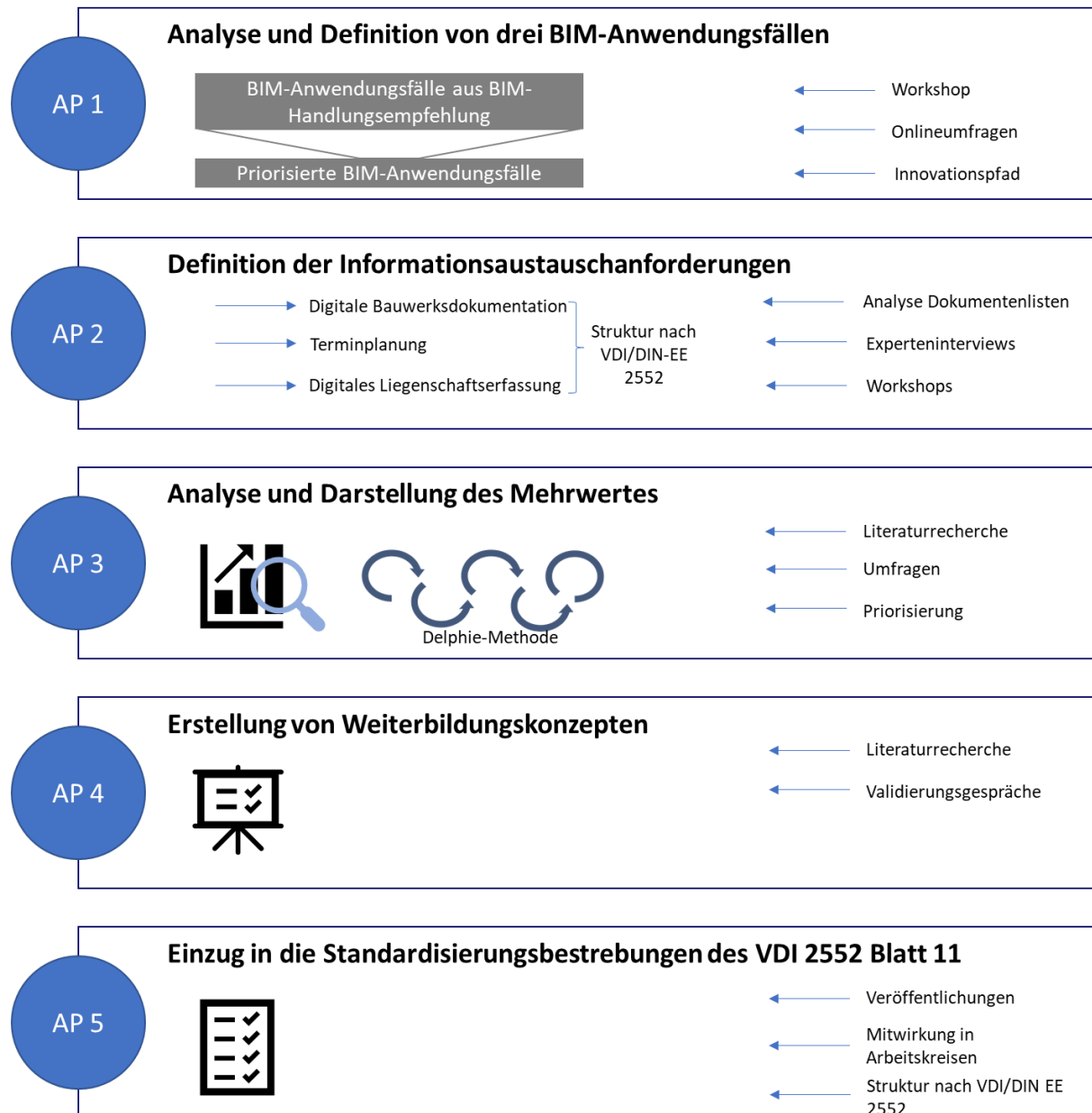


Abbildung 1: Thematische Anordnung der Arbeitspakete (eigene Darstellung)

■ Arbeitspaket 1 – Analyse und Priorisierung von BIM-Anwendungsfällen

Aufnahme und Priorisierung von BIM-Zielen und BIM-Anwendungen mit besonderer Relevanz für öffentliche Auftraggebende und dem Bauhandwerk.

Das Arbeitspaket 1 konzentriert sich auf die Identifizierung und Priorisierung von BIM-Zielen und BIM-Anwendungsfällen, die für öffentliche Auftraggebende und das Bauhandwerk von besonderer Relevanz sind. Hierzu wurden zwei wesentliche Veranstaltungen durchgeführt.

Zu Beginn des Forschungsprojekts wurde ein Online-Workshop im Rahmen der Auftaktveranstaltung durchgeführt. Dieser Workshop brachte Vertretende öffentlicher Auftraggebende und des Bauhandwerks zusammen, um potenzielle Vorteile und Verbesserungsmöglichkeiten der BIM-Methode für bestehende Prozesse zu erörtern. In diesem Rahmen wurden BIM-Ziele identifiziert und mit den BIM-Anwendungsfällen aus der BIM-Handlungsempfehlung des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen verknüpft. Die zugehörigen BIM-Anwendungsfälle wurden in Gruppen diskutiert und anschließend zwischen öffentlichen Auftraggebende und dem Bauhandwerk priorisiert. Das Ergebnis dieser Priorisierung wurde in einer Bewertungsmatrix festgehalten, in der die verschiedenen BIM-Anwendungsfälle hinsichtlich ihres Nutzens für öffentliche Auftraggebende und das Bauhandwerk geordnet wurden.

Eine weitere Veranstaltung fand im September 2022 in Form eines Innovationspfades statt. Dieser Innovationspfad diente dazu, das Bauhandwerk und öffentliche Auftraggebende über die BIM-Methode und die einzelnen BIM-Anwendungsfälle aufzuklären und die damit verbundenen Vorteile aufzuzeigen. Während dieses Innovationspfades wurden verschiedene Hardware- und Softwarelösungen präsentiert und die Teilnehmende hatten die Möglichkeit, Fragen zur Anwendung zu stellen. Am Ende dieses Innovationspfades wurde eine Online-Umfrage durchgeführt, um zwei weitere BIM-Anwendungsfälle zu priorisieren.

- Arbeitspaket 2 – Definition der Informationsaustauschanforderungen

Analyse und Definition der Informationsaustauschanforderungen der in AP1 priorisierten BIM-Anwendungsfälle, gemäß des von der BUW erstellten Leitfadens zur Erstellung von BIM-Anwendungsfällen und Modellierung der Inhalte in das BUW-Prozessmodell.

Für die Analyse und Definition der Informationsaustauschanforderungen von BIM-Anwendungsfällen wurden Dokumentenlisten untersucht, Experteninterviews durchgeführt und Erfahrungen von Softwareherstellern und ausführenden Gewerken genutzt. Teilweise konnten auf Erfahrungen fortgeschrittener oder bereits abgeschlossener Forschungsprojekte zurückgegriffen werden und diese auf die Umsetzung auf Bauhandwerksunternehmen übertragen werden. Alle BIM-Anwendungsfälle wurden in die Struktur der DIN/VDI-Expertenempfehlung 2552 Blatt 12.1 überführt.

- Arbeitspaket 3 – Analyse und Darstellung des Mehrwertes

Identifizierung des Mehrwerts für die unternehmensinternen Prozesse des Bauhandwerks. Durch Anwendung von Umfragen, Workshops und Prozessanalysen z.B. mittels Wertstromanalyse wird eine quantitative und qualitative Beschreibung des Mehrwertes erarbeitet.

In diesem Arbeitspaket erfolgte die Identifizierung des Mehrwerts der BIM-Anwendungsfälle für die unternehmensinternen Prozesse des Bauhandwerks. Diese Analyse basierte auf einer Chance-Risiken-Analyse, gefolgt von einer Umfrage nach der Delphi-Methode¹. Diese Umfrage zielte darauf ab, den unternehmerischen Mehrwert zu quantifizieren und zu qualifizieren. Neben den Praxispartnern wurden auch weitere Handwerksbetriebe und Softwareentwickler in die Analyse des Mehrwerts einbezogen.

- Arbeitspaket 4 – Erstellung von Weiterbildungskonzepten

¹ Die Delphi-Methode ist eine Umfragemethode, bei der Experten wiederholt zu einem Thema befragt werden und ihre Antworten in jeder Runde zusammengefasst und zurückgegeben werden, um eine Konsensmeinung zu bilden.

Entwicklung eines modular aufgebauten Weiterbildungskonzepts zu den entwickelten BIM-Anwendungsfällen sowie die Darstellung des unternehmensinternen Mehrwertes, durch Auswahl geeigneter Methoden zur Wissensvermittlung.

Das Arbeitspaket 4 umfasst die Entwicklung eines modularen Weiterbildungskonzepts für die identifizierten BIM-Anwendungsfälle. Dieses Konzept kombiniert E-Learning-Einheiten zur Vermittlung grundlegender BIM-Kenntnisse mit anschließenden Präsenzveranstaltungen, die die praktische Umsetzung der BIM-Anwendungsfälle ermöglichen. Die Zusammenarbeit mit Praxisbeteiligten spielt hierbei eine entscheidende Rolle, um sicherzustellen, dass die Schulungsmaßnahmen den Bedürfnissen des Bauhandwerks gerecht werden.

- Arbeitspaket 5 – Einzug in die Standardisierungsbestrebungen des VDI 2552 Blatt 11

Veröffentlichung der BIM-Anwendungsfälle des VDI 2552 Blatt 11 mit dem Ziel der Standardisierung durch Mitwirken in den Arbeitskreisen des VDI.

Das abschließende Arbeitspaket 5 beinhaltet die Konzeption der BIM-Anwendungsfälle entsprechend der Struktur der DIN/VDI-Expertenempfehlung 2552 Blatt 12.1. Diese wurden einer Fachgruppe des buildingSMART vorgestellt und diskutiert. Zudem wurden die erarbeiteten BIM-Anwendungsfälle zusammen mit den zugehörigen Informationsaustauschanforderungen auf der Homepage des BIM-Instituts veröffentlicht, um die Transparenz und den Zugang zu diesen wichtigen Informationen zu fördern. Der Link zur Veröffentlichung lautet: <https://biminstitut.uni-wuppertal.de/de/forschung/forschungsprojekte/bim-anwendungen-fuer-das-bauhandwerk/>

Projektrahmendaten

Das gegenständliche Forschungsprojekt wird gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau. Das bewilligte Fördervolumen beträgt 285.784,00 Euro über einen Forschungszeitraum von 24 Monaten (Start: Januar 2022).



Abbildung 2: Fördermittelgeber des Forschungsprojektes

Zur Bearbeitung des Forschungsprojektes bedarf es eines interdisziplinär zusammengesetzten Projektteams, welches die Kompetenzen und Erfahrungen des Bauhandwerks sowie öffentlicher Auftraggebende in die Projektarbeit einfließen lassen kann. Durch die Zusammenarbeit mit dem Baugewerbeverband Sachsen-Anhalt, den Bauverbänden NRW, dem Berufsförderungswerk des Baugewerbes Sachsen-Anhalt e.V., dem Bundesverband Metall, der Handwerkskammer Hamburg sowie der Handwerkskammer Münster, der Henkel AG & Co. KGaA, der Moll Bedachung und Bauklempnerei GmbH, dem Schulbau Hamburg, der Sommer Fassadensysteme – Stahlbau – Sicherheitstechnik GmbH & Co. KG, der Toepel GmbH, dem Bauunternehmen Van Meegern, dem Zentralverband Sanitär Heizung Klima und der Zimmermann Bedachung GmbH konnte ein solches Team gewährleistet werden. Gemeinsam mit den Praxisbeteiligten wurden BIM-Anwendungsfälle priorisiert und Informationsaustauschanforderungen definiert sowie Schulungskonzepte für eine praktische Umsetzung dieser erarbeitet.

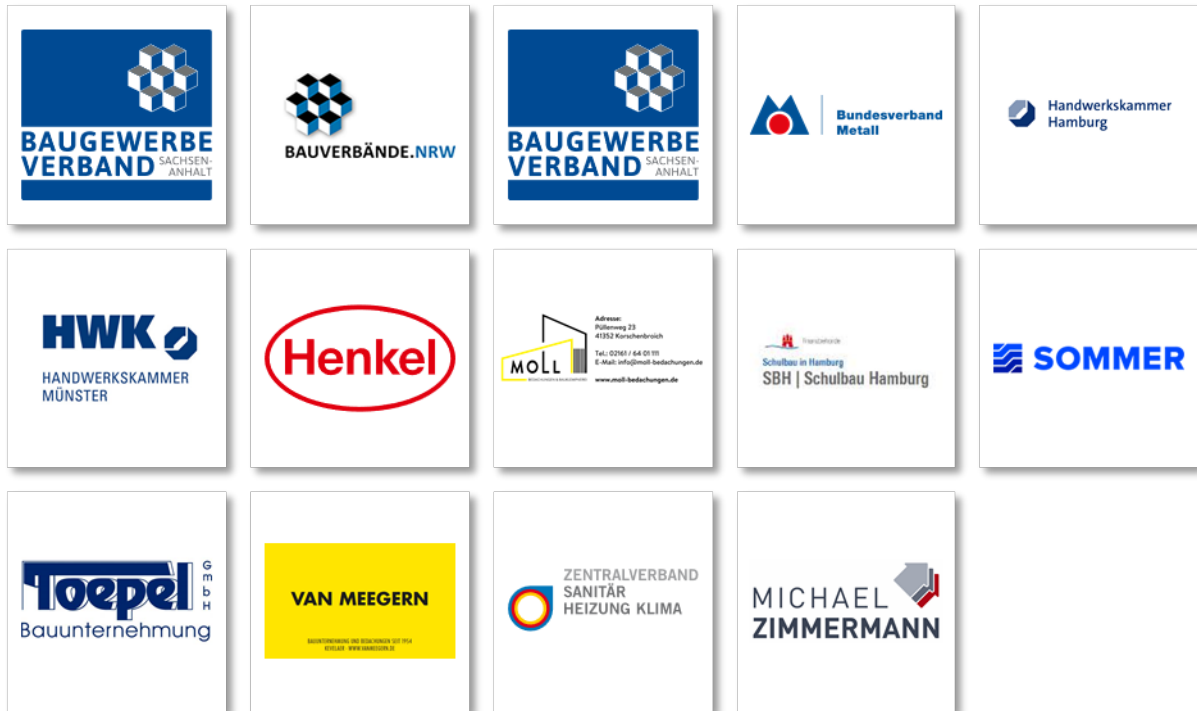


Abbildung 3: Praxisbeteiligte des Forschungsprojektes "BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk"

Zudem haben weitere Unternehmen bzw. Organisationen das Forschungsprojekt im Rahmen von Experteninterviews oder Vorträgen bei Präsenzveranstaltungen unterstützt:

- Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
- Karl-August Maurer GmbH
- Dalux
- DANZ Facility Management / DANZ BIM
- specter automation GmbH
- dilb GmbH Digitale Logistik und Bauservice
- Bildungszentren des Baugewerbes e.V.

Abgrenzungen von weiteren Forschungsprojekten

Das Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft / BIM-Institut der Bergischen Universität Wuppertal widmet sich seit vielen Jahren der Erforschung und Weiterentwicklung der BIM-Methode im Kontext des gesamten Lebenszyklus von Bauwerken, insbesondere im Hochbau. Im Rahmen seiner langjährigen Tätigkeit hat das Institut verschiedene Forschungsprojekte zu diesem Thema initiiert und durchgeführt. Das gegenständliche Forschungsprojekt wurde in den Bereich der Grundlagenforschung eingestuft und korreliert mit einer Vielzahl der Forschungsprojekte der Forschenden, in denen Prozesse und Leistungen mithilfe der Methode BIM betrachtet, (weiter-)entwickelt und standardisiert werden. Auf eine vollständige Auflistung der abgeschlossenen Forschungsprojekte mit Bezug zu BIM-Anwendungsfällen wird an dieser Stelle verzichtet. Nachfolgend werden exemplarisch unmittelbar im Zusammenhang stehende laufende oder abgeschlossene Forschungsprojekte des BIM-Instituts bzw. unter Beteiligung des BIM-Instituts durchgeführte Forschungsprojekte dargestellt, in denen die Forschenden die entwickelten Lösungsansätze des gegenständlichen Forschungsprojektes eingebracht und validiert haben bzw. aktuell einbringen und validieren (alphabetische Reihenfolge).

- Bauausführende als zentrale Instanz für die digitale automatisierte Bauwerksdokumentation (DigiBauDok) [2]

Im Rahmen des Forschungsprojekts liegt der Fokus auf der Verbesserung der Digitalen Bauwerksdokumentation durch automatisierte Prozesse. Dies ist entscheidend für Nachhaltigkeits-, Ressourceneffizienz- und Rückverfolgbarkeitsziele in der Bau- und Immobilienbranche. Die Digitale Bauwerksdokumentation ermöglicht die Erfassung und Verwaltung von Bauproduktinformationen und trägt zur präzisen Wartung, Reparatur und Rückverfolgbarkeit von Materialien bei. Im Experimentier-Labor "DigiBauDok" wurden innovative Lösungen entwickelt, um Produktinformationen über Barcodes oder QR-Codes auf Bauprodukten automatisch mit BIM-Modellen zu verknüpfen. Eine effiziente Datenstruktur wurde entwickelt, um eine reibungslose Kommunikation zwischen Baustelle und BIM-Modell sicherzustellen. Die Lösungen wurden auf realen Baustellen getestet, um ihre Praxistauglichkeit sicherzustellen. Das Projekt zielt darauf ab, die Digitale Bauwerksdokumentation durch Automatisierung zu optimieren und die Verbindung zwischen physischen Bauprodukten und digitalen BIM-Modellen zu stärken, was die Effizienz von Bauprojekten steigert und Nachhaltigkeitsziele unterstützt.

Das Forschungsteam von DigiBauDok und BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk konnte voneinander profitieren. Die im Rahmen von DigiBauDok identifizierten Prozesse der digitalen Bauwerksdokumentation wurden erfolgreich auf das Forschungsprojekt BIM-Anwendungsfälle übertragen. Gleichzeitig flossen die ermittelten Informationsanforderungen an das Bauhandwerk aus dem Forschungsprojekt BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk in das Projekt DigiBauDok ein. Diese wechselseitige Zusammenarbeit ermöglichte eine effiziente Nutzung von Erkenntnissen und Ressourcen, was zu Synergieeffekten und einer umfassenderen Forschungsgrundlage führte.

- Entwicklung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle [3]

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde unter anderem ein Standard für die Struktur von BIM-Anwendungsfälle entwickelt. Die Bereitstellung einer einheitlichen Struktur soll vor allem auf die Schaffung eines gemeinsamen Nenners bei der Kommunikation, Betrachtung, Vereinbarung etc. von BIM-Anwendungsfällen dienen und Unternehmen und anderen Institutionen eine Handreichung über Inhalt und Darstellung sein. Ausgehend von einer umfangreichen Recherche bereits veröffentlichter BIM-Anwendungsfälle sowie dem Austausch mit Herausgebern bereits veröffentlichter BIM-Anwendungsfälle wird in Zusammenarbeit mit verschiedenen Fachpersonen, Fachgruppen und Anwendern eine eigene, einheitliche Struktur für BIM-Anwendungsfälle entwickelt, welche dann in verschiedenen Fach- und Arbeitskreisen diskutiert wurde, um so die Vollständigkeit an Anforderungen an einen BIM-Anwendungsfall zu gewährleisten. Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Rahmen des Innovationsprogramms Zukunft Bau, Laufzeit: 03/2021-02/2023, SWD: 10.08.18.7-20.47

Die entwickelte Struktur wurde innerhalb des Forschungsprojekts "BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk" angewendet, um die erarbeiteten BIM-Anwendungsfälle zu erstellen.

- Erstellung einer standardisierten BIM-Modellierungsrichtlinie [4]

Das Forschungsprojekt zielte darauf ab, eine standardisierte BIM-Modellierungsrichtlinie zu erstellen, die es Projektbeteiligten ermöglicht, Informationen über die Art der Modellierung sowie Inhalte und Detaillierungsgrade der Bauwerksdatenmodelle auszutauschen. Die Richtlinie sollte auf den Erfahrungen von in der Praxis erprobten und angewandten Modellierungsrichtlinien aufbauen und in Abhängigkeit der vereinbarten BIM-Ziele und BIM-Anwendungsfällen skalierbare Angaben bezüglich der notwendigen geometrischen Detaillierungsstufe und deren zugehörigen Informationen enthalten. Das Ziel war, eine Grundlage für eine ganzheitliche Implementierung der Methode BIM über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks in der Branche zu schaffen und die Einbindung von KMU zu fördern. Die standardisierte BIM-Modellierungsrichtlinie soll Teil der Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) werden und somit durchgängig von allen Beteiligten genutzt werden.

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojektes dienen ebenso als Grundlage für das Forschungsprojekt "BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk", indem die Bauwerksdokumentationen entsprechend der vorgeschlagenen Modellstruktur zugeordnet wurden. Des Weiteren dient ein gemäß der BIM-Modellierungsrichtlinie erstelltes BIM-Modell häufig als Grundlage für die Implementierung zusätzlicher BIM-Anwendungsfälle und wurde demzufolge als Input für die im Kontext des Forschungsprojekts "BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk" konzipierten BIM-Anwendungsfälle verwendet.

Theoretischer Forschungsrahmen

Um das Forschungsprojekt angemessen zu bearbeiten, ist es erforderlich, einen theoretischen Rahmen festzulegen. Dieser umfasst die Grundlagen der Building Information Modeling (BIM)-Methode sowie die Bedeutung des Bauhandwerks in der Bau- und Immobilienwirtschaft.

Bedeutung des Bauhandwerks in der Bau- und Immobilienwirtschaft

„Das Dach neu decken? Macht das Handwerk. Die Elektronik verlegen? Macht das Handwerk. [...] Und für die Transformation zur klimaneutralen Gesellschaft? Brauchen wir das Handwerk. Nicht weniger als das ist die tragende Rolle, die das Handwerk mittlerweile spielt. [...] Das Handwerk wird damit zur treibenden Kraft der Innovation und einem der Konjunkturmotoren der Gesellschaft.“ [5]

Die Bau- und Immobilienwirtschaft übernimmt eine Schlüsselrolle in unserer Gesellschaft. Sie ist nicht nur für die Errichtung neuer Gebäude verantwortlich, sondern auch für deren kontinuierliche Instandhaltung und Sanierung. Um diese Prozesse effizient und erfolgreich zu gestalten, bedarf es nicht nur der Expertise von Planenden und Architekt*innen, sondern auch der des Bauhandwerks.

Das Bauhandwerk, ein Teilsektor der Bauwirtschaft, konzentriert sich auf handwerkliche Bauarbeiten und besteht in der Regel aus kleineren Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten. Im Jahr 2021 konnte das Bauhandwerk einen Umsatz von 249 Milliarden Euro mit rund 79.000 Unternehmen erwirtschaften. [6] Es umfasst eine breite Palette handwerklicher Tätigkeiten und Gewerke, die für die Errichtung, Instandhaltung und Reparatur von Gebäuden und Bauwerken unerlässlich sind. Diese Gewerke umfassen unter anderem Maurerarbeiten, Stahlbetonarbeiten und Malerarbeiten [7]. Das Bauhandwerk ist somit ein integraler Bestandteil der Bau- und Immobilienwirtschaft und spielt eine bedeutende Rolle, die sich von der Errichtung bis zur Instandhaltung und dem Rückbau von Gebäuden erstreckt.

Betrachtet man den Lebenszyklus eines Gebäudes nach Abbildung 4 wird deutlich, dass das Bauhandwerk in nahezu jeder Phase eine wichtige Rolle spielt oder spielen kann. Eine frühzeitige Einbindung des Bauhandwerks in ein Bauprojekt kann dazu beitragen, die Planung zu unterstützen, indem es aufgrund

seiner Expertise in technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Fragen beratend tätig wird. „Es kann sinnvoll sein, bauausführende Unternehmen in den Planungsprozess einzubeziehen.“ [8, p. 8]

Während der Realisierungsphase ist das Bauhandwerk für die handwerkliche Umsetzung der Planung verantwortlich. Hier werden Fundamente erstellt, Wände und Decken errichtet und technische Anlagen installiert. Fenster und Türen werden eingebaut, Bodenbeläge verlegt und die Fassade gestaltet. Nur durch qualifizierte und präzise Arbeit können Mängel und Folgeschäden vermieden werden.

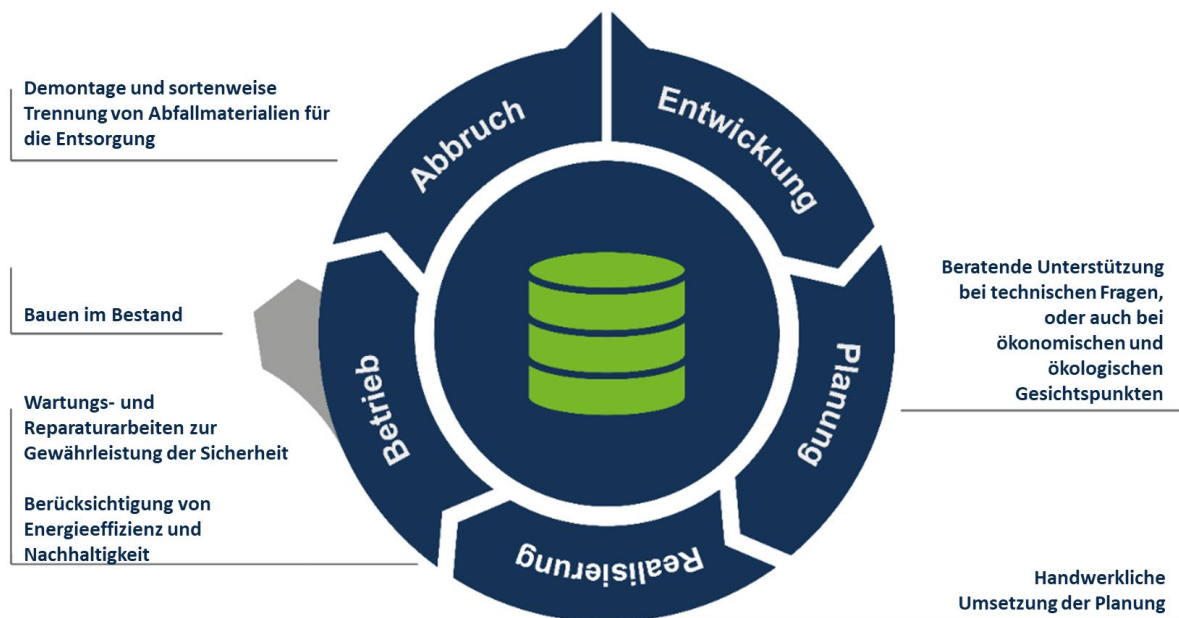


Abbildung 4: Bedeutung des Bauhandwerks in den verschiedenen Lebenszyklusphasen (in Anlehnung an: [9])

Im Betriebs- und Nutzungszustand sind die Dienste des Bauhandwerks ebenfalls gefragt. Im Laufe der Jahre können Schäden oder Abnutzungserscheinungen auftreten, die behoben werden müssen, wie z. B. defekte Heizungsanlagen. Hierbei geht es nicht nur um ästhetische Aspekte, sondern auch um die Sicherheit und den Werterhalt des Gebäudes. Wartungs- und Reparaturarbeiten erfordern daher qualifiziertes Handwerkspersonal. Zudem spielt das Bauhandwerk auch bei Sanierungs- und Modernisierungsprojekten eine wichtige Rolle. Hier müssen nicht nur die Bausubstanz und technischen Anlagen auf den neuesten Stand gebracht werden, sondern es müssen auch Anforderungen an Energieeffizienz und Nachhaltigkeit erfüllt werden. Das Bauhandwerk trägt somit dazu bei, gesellschaftliche und politische Ziele wie den Klimaschutz und die Energiewende umzusetzen [10].

Abschließend mit dem Lebenszyklus eines Gebäudes nimmt das Bauhandwerk in ausführender Funktion auch Einfluss auf den Abbruch bzw. Rückbau eines Gebäudes. Hierbei zählen zu den Aufgaben des Bauhandwerks unter anderem die Demontage von Wänden, Decken und anderen Bauteilen sowie die sortenweise Trennung von Abfallmaterialien für die Entsorgung.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Bauhandwerk eine zentrale Rolle in der Bau- und Immobilienwirtschaft spielt. Ohne das handwerkliche Know-how und die Expertise der Bauausführenden wären stabile und funktionale Gebäude nicht möglich. Das Bauhandwerk ist somit in jeder Phase des Lebenszyklus eines Gebäudes von entscheidender Bedeutung und trägt maßgeblich dazu bei, die Anforderungen und Bedürfnisse der Nutzer zu erfüllen.

Building Information Modeling

Die Forschungsprojekte des BIM-Instituts basieren auf einem gemeinsamen Verständnis der BIM-Methode und Grundlagen zur Thematik, die in mehreren bereits abgeschlossenen Forschungsprojekten erarbeitet wurden. Gleichzeitig ist das Team in diversen Arbeitskreisen zu Standardisierung der BIM-Methode aktiv. Auf diesen Erkenntnissen und Aktivitäten baut das gegenständliche Forschungsprojekt auf. Weitere Entwicklungen zur Thematik BIM vor allem im Hinblick auf die Anwendung durch das Bauhandwerk werden in den Ergebniskapiteln zu den jeweiligen Arbeitspaketen erläutert.

Die Methode BIM 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“*. [11, p. 5] Für weiterreichende Informationen zum Themenbereich BIM wird an dieser Stelle auf den Grundlagenbericht der Bergischen Universität Wuppertal (BUW) verwiesen. Dieser detailliert und erläutert das an der BUW entwickelte Prozessmodell und die dafür notwendigen Grundlagen. Weiterhin werden im Verlaufe dieser Forschungsarbeit zum Teil Begrifflichkeiten aus dem Themenbereich BIM genutzt, die im Glossar des Grundlagenberichtes definiert sind. Infolge der lebenden Thematik von BIM, mit immer fortschreitenden Erkenntnissen und Ergebnissen, wird der Grundlagenbericht fortlaufend aktualisiert. Der aktuelle Stand ist über die Homepage des BIM Instituts der BUW abrufbar.

BIM-Anwendungsfall

Ein BIM-Anwendungsfall ist die *„Durchführung eines oder mehrerer spezifischer Tätigkeiten nach definierten Anforderungen zur Unterstützung der Erfüllung eines oder mehrerer Ziele im Lebenszyklus eines Bauwerks unter Anwendung der Methode BIM.“* [12, p. 6] Die Beschreibung eines BIM-Anwendungsfalls *„erfolgt auf Basis einer standardisierten Struktur“* [12], der VDI/DIN-Expertenempfehlung 2552 Blatt 12.1.

Gemäß der VDI/DIN-Expertenempfehlung 2552 wird zur Erstellung eines BIM-Anwendungsfalls die folgende Struktur empfohlen [12]:

- Teil 1: Allgemeines
- Teil 2: Prozesse
- Teil 3: Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen

Ergänzend zu den Teilen 1 bis 3 können dem BIM-Anwendungsfall zusätzlich Anhänge hinzugefügt werden. Die Teile 1 bis 3 werden nachfolgend kurz erläutert:

Teil 1: Allgemeines

Der erste Teil des BIM-Anwendungsfalls umfasst allgemeine Informationen zur fachlichen Einordnung des Anwendungsfalls und dient Anwendern als grundlegender Überblick über dessen Ziel und Umfang. Dieser Teil kann als eine Art Porträt des beschriebenen BIM-Anwendungsfalls betrachtet werden.

Der Teil 1 – Allgemeines beinhaltet die folgenden Beschreibungselemente:

- Bezeichnung
- Beschreibung
- Lieferleistung
- Inputs
- (Lebenszyklus-)Phase

- BIM-Ziele
- Abgrenzung (optional)
- Voraussetzung/Rahmenbedingungen bezogen auf die BIM-Methode (optional)

Teil 2: Prozesse

Der zweite Teil der inhaltlichen Struktur des BIM-Anwendungsfalls beschreibt die prozessualen Abläufe bei der Umsetzung und bietet Anwendern somit eine detaillierte Darstellung des fachlichen Vorgehens sowie der Interaktionen und Transaktionen zwischen den beteiligten Parteien. Der Teil 2 - Prozesse fungiert dabei als eine Art Anleitungsschablone, die es den Anwendern ermöglicht, den BIM-Anwendungsfall erfolgreich umzusetzen.

Teil 2 - Prozesse beinhaltet die nachfolgenden Beschreibungselemente:

- Prozessdiagramm
- Tabellarische Prozessübersicht
- Interaktionsplan gem. DIN EN ISO 29481
- Transaktionsdiagramm gem. DIN EN ISO 29481
- Prozessdetaillierung

Teil 3: Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen

Der dritte Teil der inhaltlichen Struktur des BIM-Anwendungsfalls beschreibt detailliert die notwendigen Informationen, die im Rahmen des Anwendungsfalls ausgetauscht werden müssen. Dabei werden Anwendende auch über mögliche Prüfoptionen informiert und mit Vorschlägen und gegebenenfalls konkreten Prüfvorlagen unterstützt, um eine qualitätssichernde Durchführung des Anwendungsfalls zu gewährleisten. Somit kann Teil 3 - Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen als eine Art Umsetzungsdocumentation des BIM-Anwendungsfalls betrachtet werden.

Teil 3 – Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen beinhaltet die nachfolgenden Elemente:

- Informationsbedarfstiefe
- Prüfoptionen

Weiter werden BIM-Anwendungsfälle in der Regel in einem Bauprojekt entweder durch die Bauherrenschaft vorgegeben oder das Bauunternehmen legt zu Beginn des Bauprojektes (Planung oder Ausführung) eigene BIM-Ziele fest. [13] Ein BIM-Anwendungsfall kann als Auftragsgrundlage, beziehungsweise bereits als Kommunikationsgrundlage dienen und so die Transparenz innerhalb eines Projektes fördern. [13] *„Ein BIM-Anwendungsfall ist die Durchführung eines oder mehrerer spezifischer Tätigkeiten nach definierten Anforderungen zur Unterstützung der Erfüllung eines oder mehrerer Ziele im Lebenszyklus eines Bauwerks unter Anwendung der Methode BIM.“* [12] Beispielsweise ist die verbesserte und transparente Dokumentation der eingebauten Bauprodukte ein BIM-Ziel. Damit das Bauhandwerk weiß, wie die BIM-Ziele erreicht werden sollen, bedarf es Vorlagen sowohl für die öffentlichen Auftraggeber für die Ausschreibung, als auch Vorlagen für das Bauhandwerk zur Erstellung des Angebots zur Beantwortung der Fragen, welche Informationen wann und wie bereitgestellt werden müssen.

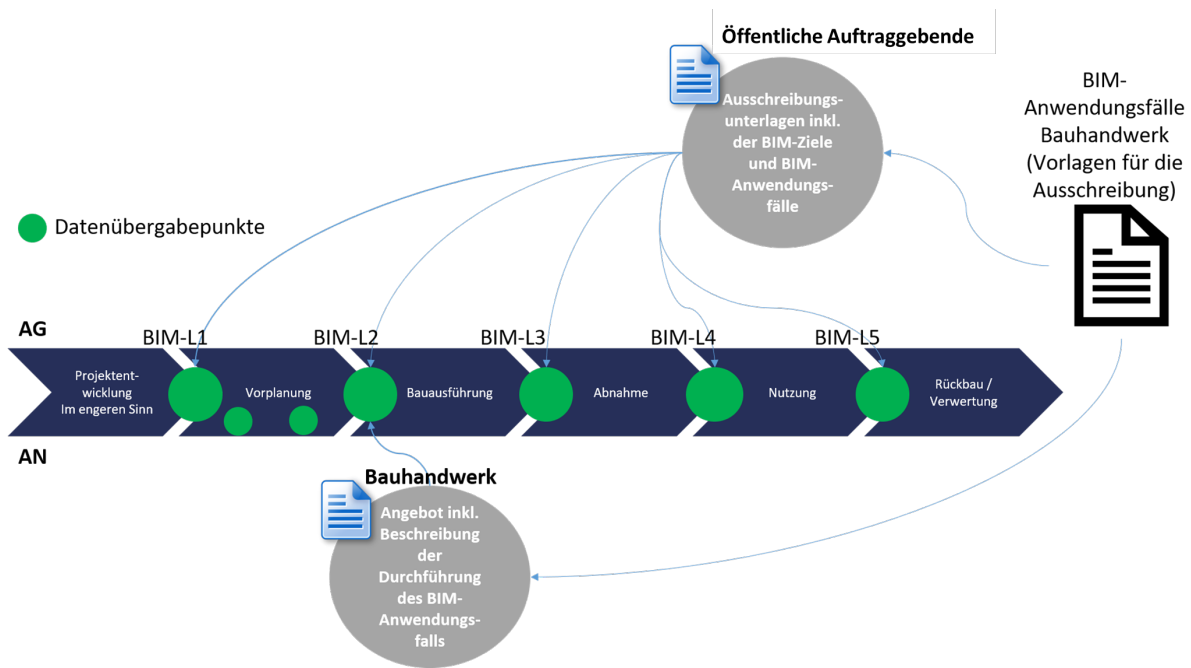


Abbildung 5: Der BIM-Prozess - Bedeutung von BIM-Anwendungsfällen als Vorlagen für die Ausschreibung öffentlicher Auftraggeber und das Erstellen von Angeboten durch das Bauhandwerk (eigene Darstellung in Anlehnung an [9])

Modellierungsrichtlinie

Für eine erfolgreiche Anwendung der BIM-Methode über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken ist eine klare Abstimmung der Projektbeteiligten bezüglich relevanter Informationen und Datenaustausch von entscheidender Bedeutung. Ein wichtiger Bestandteil hierbei ist das Bauwerksdatenmodell, welches als Grundlage für die Verknüpfung aller relevanten Informationen dient. Um jedoch Informationen zu den eingebauten Bauprodukten und Materialien strukturiert zu speichern bzw. mit dem BIM-Modell zu verknüpfen, ist eine Modellierungsrichtlinie unerlässlich. Diese Modellierungsrichtlinie legt die Modellstruktur fest und besteht aus 5 verschiedenen Ebenen: Projekt, Gebäude, Geschoss, Raum und einzelne Bauteile, den Objekten. [14, p. 8]



Abbildung 6: Modellstruktur gemäß Modellierungsrichtlinie der BUW in Anlehnung an [15]

Nur mit einer vereinbarten Modellierungsrichtlinie kann das BIM-Modell effizient genutzt werden, indem es durch die Anreicherung von Daten über die verschiedenen Lebenszyklusphasen hinweg genutzt werden kann - von der Projekt-Design-Phase über die Planung und Ausführung bis hin zum effizienten Betrieb. Eine einheitliche Modellierungsrichtlinie stellt sicher, dass Informationen konsistent und strukturiert erfasst werden, um so eine nahtlose Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten zu ermöglichen und damit die Effizienz und Qualität des Bauvorhabens zu steigern. [16]

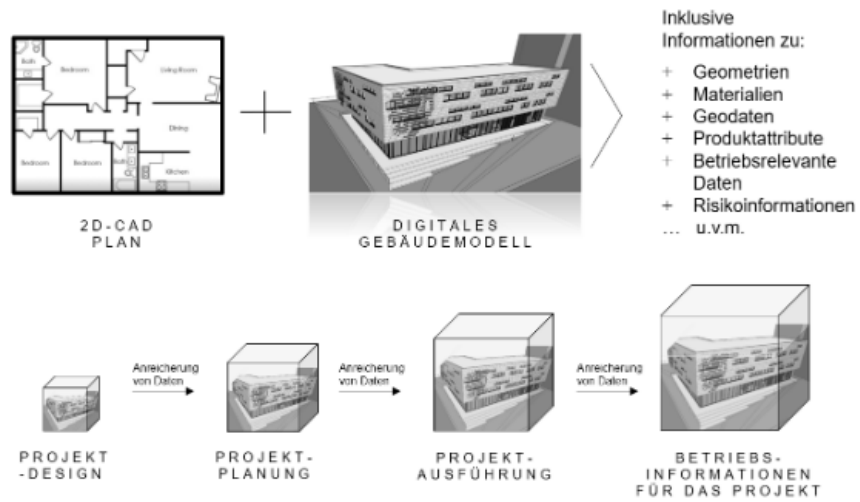


Abbildung 7: Entwicklungsstufen des digitalen Gebäudemodells [16, p. 38]

Analyse und Priorisierung von BIM-Anwendungsfällen

Mit dem ersten Arbeitspaket des Forschungsprojekts "BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk" wurde der Fokus auf die Analyse und Priorisierung von BIM-Anwendungsfällen gelegt, die sowohl für öffentliche Auftraggebende (als Vorreitende) als auch für das Bauhandwerk einen größtmöglichen Mehrwert darstellen.

Eine wichtige Grundlage für die Analyse relevanter BIM-Anwendungsfälle bildete das Forschungsprojekt „Entwicklung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle“, das vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung im Bauwesen aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau gefördert wurde. Hierbei wurden über 220 individuelle BIM-Anwendungsfalld Definitionen im DACH-Raum recherchiert, die von insgesamt 17 herausgegebenen Institutionen veröffentlicht wurden. Wichtig ist hierbei jedoch zu beachten, dass eine BIM-Anwendungsfalld Definition die Interpretation des jeweiligen BIM-Anwendungsfalls durch die herausgebende Institution widerspiegelt, während ein BIM-Anwendungsfall eine allgemeine Beschreibung einer Leistung im Kontext der Methode BIM darstellt.

Für die Priorisierung relevanter BIM-Anwendungsfälle werden die BIM-Anwendungsfälle aus der ersten BIM-Handlungsempfehlung [17] herangezogen, die vom BIM-Institut der Bergischen Universität Wuppertal im Auftrag des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen (MHKGB:NRW) im März 2021 veröffentlicht wurde. Die BIM-Handlungsempfehlung betrachtet insgesamt 37 verschiedene BIM- Anwendungsfälle, die den verschiedenen Lebenszyklusphasen eines Bauwerks zugeordnet sind und auch die von BIM4Infra [18] und BIM Deutschland [19] definierten 21 Hauptanwendungsfälle abdeckt. Diese dient somit als umfassende Grundlage für die Priorisierung relevanter BIM-Anwendungsfälle durch das Bauhandwerk und durch die öffentlichen Auftraggebenden. In einem zweiten Schritt wurden die BIM-Anwendungsfälle aus der BIM-Handlungsempfehlung hinsichtlich ihres Mehrwertes für öffentliche Auftraggebenden und das Bauhandwerk sowie ihrer technischen Umsetzbarkeit geprüft. Aus der Analyse resultierten 12 relevante BIM-Anwendungsfälle, die zur weiteren Betrachtung verwendet wurden. Die Beschreibung der aufgeführten BIM-Anwendungsfälle erfolgt nach [17]:

1. **Liegenschaftserfassung**
Auf Basis verfügbarer Daten, ggf. ergänzt um digitale Aufnahmen der topografischen und baulichen Gegebenheiten, werden Umgebungs- und/oder Bestandsdaten erfasst und ein Bauwerksinformationsmodell (Liegenschaftsmodell) erstellt.
2. **Visualisierung der Objekt- und Fachplanung**
Verwenden von Bauwerksinformationsmodellen zur Erstellung von Visualisierungen (z.B. Bilder, Videos, Renderings).
3. **Arbeitsschutz**
Verwenden von Bauwerksinformationsmodellen (gem. Detaillierungsgrad der für den Arbeitsschutz benötigten Informationen) zur Ableitung bauteilbezogener geometrischer Informationen (Volumen, Flächen, Längen, Stückzahlen) und Merkmalen.
4. **Angebotskalkulation der Bauleistung**
Verwenden von Bauwerksinformationsmodellen (gem. Detaillierungsgrad der Informationen zum Zeitpunkt der Ausführungsplanung) zur Ableitung bauteilbezogener geometrischer Informationen (Volumen, Flächen, Längen, Stückzahlen) und Merkmalen. In Verbindungsetzen mit Kalkulationsansätzen zur Erstellung einer Angebotskalkulation der Bauausführung.
5. **Werk- und Montageplanung**
Erstellung eines Bauwerksinformationsmodells (Werk- und Montagemodell) zur Werk- und Montageplanung je Gewerk. Integration von Bauproduktinformationen.

6. **Terminplanung der Ausführung**
Verwenden von Bauwerksinformationsmodellen (gem. Detaillierungsgrad der Informationen der Ausführungs- sowie Werk- und Montageplanung) zur Ableitung bauteilbezogener geometrischer Informationen (Volumen, Flächen, Längen, Stückzahlen) sowie Merkmalen (z.B. Bauabschnitte). In Verbindung setzen mit Vorgängen der Terminplanung (Starttermine und Dauer) zur Plausibilisierung und Visualisierung eines Bauablaufes.
7. **Logistikkonzept**
Auf Basis von Bauwerksinformationsmodellen (gem. Detaillierungsgrad der Informationen der Baustelleneinrichtungsplanung) und daraus abgeleiteten geometrischen Informationen (Volumen, Flächen, Längen, Stückzahlen) sowie Merkmalen (z.B. Bauabschnitten, Terminangaben) erfolgen Simulationen von Logistikabläufen (z.B. Lagerplatzbelegung, Zu- und Abfahrten, Verkehrswegeführung) zur Erstellung eines Logistikkonzeptes.
8. **Fortschrittserfassung und -kontrolle der Bauleistung**
Verwenden von Bauwerksinformationsmodellen (gem. Detaillierungsgrad der Informationen der Ausführungs- sowie Werk- und Montageplanung), der Terminplanung und Leistungsverzeichnisse (Soll), Durchführen einer Baufortschrittserfassung (Ist) und Ableiten einer Baufortschrittkontrolle (Soll-Ist Vergleich).
9. **Abrechnung von Bauleistungen**
Verwenden von Bauwerksinformationsmodellen (gem. Detaillierungsgrad der Informationen der Ausführungsplanung oder As built) sowie LV-Positionen zur Ableitung geometrischer Informationen (z.B. Volumen, Flächen, Längen, Stückzahlen) und Merkmalen (z.B. Bezeichnungen) als Grundlage zur Erstellung der Abrechnung von Bauleistungen.
10. **Bauwerksdokumentation**
Verwenden von Bauwerksinformationsmodellen (gem. Detaillierungsgrad der Informationen der Ausführungs- sowie Werk- und Montageplanung) zur Erstellung einer Bauwerksdokumentation mit z.B. Nachweisen, Angaben verwendeter Materialien und Produkten. Erfassung der realen Geometrie (As built-Modell).
11. **Wartungs- und Inspektionsmanagement**
Verwenden von Bauwerksinformationsmodellen (gem. Detaillierungsgrad der für das Wartungs- und Inspektionsmanagement benötigten Informationen) zur Ableitung bauteilbezogener geometrischer Informationen (Volumen, Flächen, Längen, Stückzahlen), Merkmalen (z.B. Wartungsintervalle) und/oder Dokumenten bei der Wartung- und Instandsetzung. Ergänzung durchgeführter Wartungs- und Inspektionsmanagementdokumentation (z.B. Prüfprotokolle) im Bauwerksinformationsmodell.
12. **Instandhaltungs- und Instandsetzungsmanagement**
Verwenden von Bauwerksinformationsmodellen (gem. Detaillierungsgrad der für das Instandhaltungs- und Instandsetzungsmanagement benötigten Informationen) zur Ableitung bauteilbezogener geometrischer Informationen (Volumen, Flächen, Längen, Stückzahlen), Merkmalen und/oder Dokumenten bei der Instandhaltung- und Instandsetzung

Auftaktworkshop

Zur Priorisierung der relevanten BIM-Anwendungsfälle fand im Februar 2022 ein Workshop mit den 14 Praxisbeteiligten sowie 20 weiteren Vertretenden öffentlicher Auftraggebern und dem Bauhandwerk statt. Um ein einheitliches Verständnis der Methode BIM aller Anwesenden zu schaffen, wurde die Methode durch die Forschenden erläutert und einige der relevanten BIM-Anwendungsfälle vorgestellt, sowie die Begriffsdefinition eines BIM-Anwendungsfalles erläutert.



Abbildung 8: Erwartete Mehrwerte durch die Anwendung der Methode BIM (eigene Darstellung)

Nach einer kurzen Projektvorstellung und Erläuterung der BIM-Anwendungsfälle wurden die Teilnehmenden getrennt nach öffentlichen Auftraggebern und dem Bauhandwerk in Kleingruppen aufgeteilt. Unter Koordination eines Mitglieds des Forschungsteams notierten die Teilnehmenden in einem ersten Schritt, welche Mehrwerte sie sich durch die Digitalisierung wünschen. Einige der aufgeführten Angaben der Teilnehmenden sind in der obigen Abbildung 8 aufgeführt, wobei die Aussagen des Bauhandwerks in blau, und die der öffentlichen Auftraggebern in grün dargestellt sind.

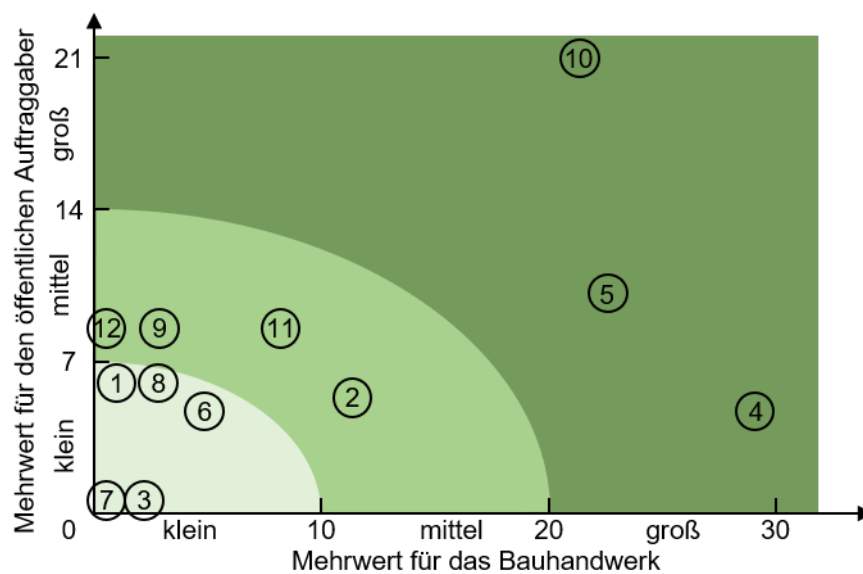


Abbildung 9: Bewertungsmatrix zur Priorisierung der ausgewählten BIM-Anwendungsfälle (Nummerierung gemäß vorangegangener Erläuterung / Eigene Darstellung)

Aufgrund der Gleichwertigkeit des hohen Mehrwerts des BIM-Anwendungsfalls der Digitalen Bauwerksdokumentation (10) für sowohl öffentliche Auftraggebende als auch das Handwerk wurde dieser als erster Themenbereich für BIM-Anwendungsfälle für weitere Bearbeitungszwecke ausgewählt, wie der Abbildung 9 zu entnehmen ist.

Durch verschiedene Gespräche mit den Praxisbeteiligten, die während der Entwicklung und Analyse der Informationsaustauschanforderungen zum BIM-Anwendungsfall der Digitalen Bauwerksdokumentation durchgeführt wurden, konnte kein einheitliches Verständnis der verschiedenen vorgestellten BIM-Anwendungsfälle erkannt werden. Dies führte zur Planung eines Innovationspfads, wodurch die BIM-Anwendungsfälle "Angebotskalkulation" (4) und "Werk- und Montageplanung" (5) zu diesem Zeitpunkt nicht weiter betrachtet wurden.

Innovationspfad

Im Verlauf des Forschungsprojektes zeigte sich, dass unterschiedliche Auffassungen über die Anwendung der Methode BIM und die Umsetzung der verschiedenen BIM-Anwendungsfälle unter den Projektbeteiligten und anderen Interessierten bestanden.

Um ein einheitliches Verständnis der BIM Methode und der verschiedenen BIM-Anwendungsfälle zu fördern, wurde im Rahmen des Forschungsprojektes „BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk“ in Zusammenarbeit mit dem JOBSTARTER Plus-Projekt „DigIt-Campus“ und dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Planen und Bauen an der Bergischen Universität Wuppertal im September 2022 der Innovationspfad zum Thema „Digitalisierung und BIM im Handwerk“ organisiert. Während der Vor-Ort-Veranstaltung konnten die Ausstellenden ihre Hard- und Softwarelösungen präsentieren und die Teilnehmenden aus Unternehmen der Bau- und Ausbaugewerke sowie öffentliche Auftraggebenden die nützlichen Anwendungen und Werkzeuge zum Thema digitales Bauen live ausprobieren. [20] Zu den Ausstellenden gehörten Dalux, Elitecad, Faro, Nova Ava, Specific, Tabya und Werkules. Ein Video des Innovationspfads ist auf der Website des BIM-Instituts der Bergischen Universität Wuppertal zu finden oder kann direkt über den folgenden Link abgerufen werden: <https://biminstitut.uni-wuppertal.de/de/forschung/forschungsprojekte/bim-anwendungen-fuer-das-bauhandwerk/>



Abbildung 10: Ausschnitt des Innovationspfad "Digitalisierung und BIM im Handwerk" an der Bergischen Universität Wuppertal (Eigene Quelle)

Im Anschluss an die Ausstellung wurden im angrenzenden Hörsaal verschiedene BIM-Anwendungsfälle vorgestellt, die durch den Einsatz der präsentierten Soft- und Hardwarelösungen unterstützt werden. Ferner vermittelte in Vertretung öffentlicher Auftraggebende eine Mitarbeiterin von Schulbau Hamburg den Teilnehmenden die Bedeutung der digitalen Bauwerksdokumentation und ihre Erfahrungen aus aktuellen Projekten, während der Geschäftsführer der Karl-August-Maurer GmbH, einem ausführenden regionalem Maurerunternehmen, die Vorteile und technische Umsetzung in der digitalen Liegenschaftserfassung beleuchtete.

Nach der Schaffung eines einheitlichen Verständnisses der BIM-Methode und der vorgestellten Anwendungsfälle erfolgte eine weitere Priorisierung der relevanten BIM-Anwendungsfälle durch die Teilnehmenden. Das in Abbildung 11 dargestellte Ergebnis dieser Umfrage zeigt, dass die Themenbereiche "Terminplanung" und "Digitales Bestandserfassung" als besonders bedeutsam eingestuft wurden. Ebenso wurde die Bedeutung der digitalen Bauwerksdokumentation auch bei dieser Umfrage deutlich hervorgehoben.

Frage: *Bewerten Sie die Anwendungsfälle (losgelöst von den jeweiligen Anschaffungskosten) danach, welche für Ihre Unternehmensprozesse einen größtmöglichen Mehrwert bedeuten können.*

Die Bewertung erfolgt über ein Punktesystem (0=kein Mehrwert, 10=größtmöglicher Mehrwert)

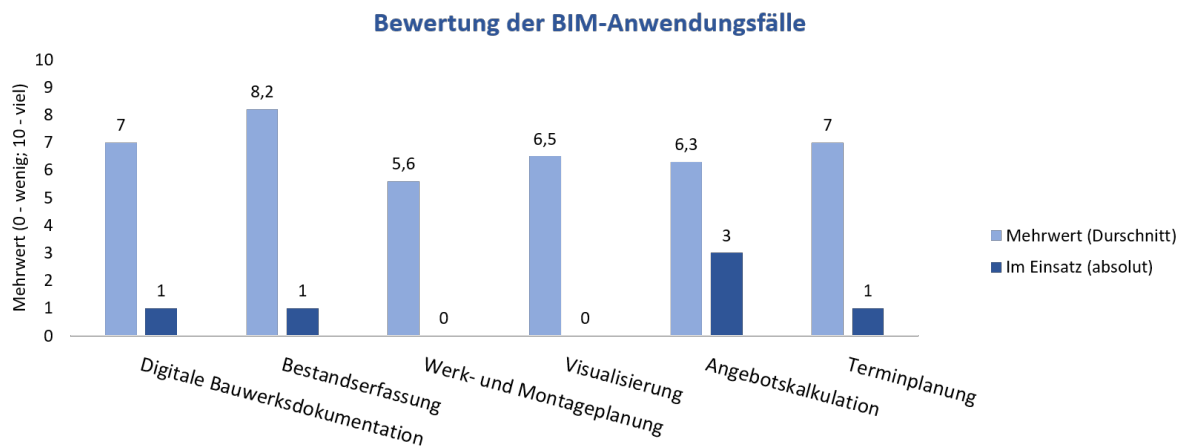


Abbildung 11: Ergebnisse zur Bewertung der BIM- Anwendungsfälle mit größtmöglichem Mehrwert im Rahmen des Innovationspfads "Digitalisierung und BIM im Handwerk"

Zusammenfassend kann somit festgehalten werden, dass durch die beiden Veranstaltungen - der Auftaktveranstaltung im Februar 2022 und dem Innovationspfad im September 2022 - die folgenden drei Themenbereiche für BIM-Anwendungsfälle priorisiert wurden:

1. **Digitales Bauwerksdokumentation**
2. **Digitale Terminplanerstellung**
3. **Digitale Bestandserfassung** **Digitales Aufmaß**

Definition der BIM-Anwendungsfälle und der damit verbundenen Informationsaustauschanforderungen

Im Rahmen des zweiten Arbeitspakets wurden die in Arbeitspaket 1 priorisierten BIM-Anwendungsfällen ausgearbeitet und die damit einhergehenden Informationsaustauschanforderungen definiert. In enger Zusammenarbeit mit den Praxisbeteiligten wurden diese Anforderungen mittels Experteninterviews und Unternehmensbefragungen ermittelt.

Die priorisierten BIM-Anwendungsfälle wurden in die Struktur der VDI/DIN-Expertenempfehlung 2552 Blatt 12.1 zu überführt und die Informationsbedarfstiefe für die jeweiligen Akteure und deren Zwecke gemäß der DIN EN 17412-1 erarbeitet. Dieses Regelwerk führt den Begriff "Level of Information Need (LOIN)" ein, welcher die benötigte Informationsbedarfstiefe für die jeweiligen Akteure berücksichtigt und nur die relevanten Informationen für diese bereitstellt. [21]

Themenbereich: Digitale Bauwerksdokumentation

Die steigende Komplexität von Bauprojekten mit ebenfalls wachsenden Anforderungen der Auftraggebenden und Nutzenden hinsichtlich eines effizienten und nachhaltigen Gebäudebetriebs, sowie die Koordination aller am Bau Beteiligten, bedingen eine umfassende und möglichst standardisierte Bauwerksdokumentation. Mit Hilfe einer projektspezifischen, digitalen Bauwerksdokumentation (DBWD), steht bereits zu einer frühen Projektphase fest, welche Dokumente (Berechnungen, Protokolle, Anleitungen, Zeichnungen usw.) im Projektverlauf erstellt und welche Informationen generiert werden müssen, um den Gesamterfolg einer Baumaßnahme zu gewährleisten. Dabei ist es wichtig, alle Daten und Informationen über den gesamten Lebenszyklus zu erfassen, zu speichern und kontinuierlich fortzuschreiben, um eine stets aktuelle Bauwerksdokumentation zu gewährleisten. [22]

Zur Erstellung und Fortschreibung der Bauwerksdokumentation bietet die Methode BIM ein großes Potential, um die Bauwerksdokumentation zu digitalisieren und die Prozesse zu erleichtern. Mit Hilfe einer gemeinsam genutzten Datenumgebung, einer sogenannten Common Data Environment (CDE) und einem 3D Gebäudemodell können Dokumente und Merkmale zu den jeweiligen Bauteilen zugeordnet und verknüpft werden. [23] Unter Merkmal wird im Rahmen dieses Projekts eine Objekteigenschaft bzw. -zustand verstanden und ist dem Englischen „Property“ gleichzusetzen. Die hierfür eingeführte DIN EN 17412-1 berücksichtigt die Informationsbedarfstiefe für die jeweiligen Akteure und deren Zwecke und stellt daraus folgend nur die relevanten Informationen im Zuge der digitalen Bauwerksdokumentation zur Verfügung.

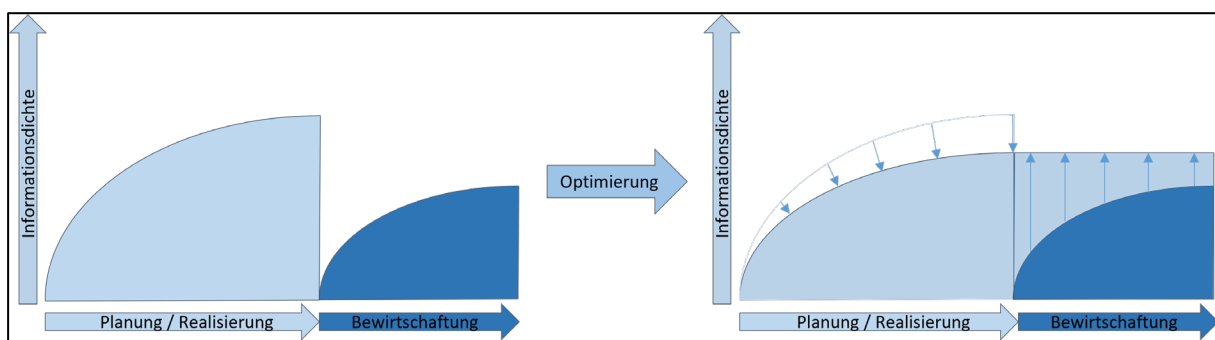


Abbildung 12: Optimierung der Informationsdichte durch LOIN (Eigene Darstellung, in Anlehnung an [23, p. 7])

Um die oben genannten Ziele zu erreichen und die Dokumentationsprozesse weiter zu optimieren, wurden im Rahmen des Forschungsprojektes drei eigenständige BIM-Anwendungsfälle für den Bereich der Digitalen Bauwerksdokumentation erarbeitet, die sich hinsichtlich ihres Fokus unterscheiden:

1. Digitale Bauwerksdokumentation - Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau),
2. Digitale Bauwerksdokumentation - Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (technische Anlagen),
3. Digitale Bauwerksdokumentation - Nachweis des Nachhaltigen Bauens.

Die Segmentierung der Digitalen Bauwerksdokumentation in drei separate BIM-Anwendungsfälle ist erforderlich, um die verschiedenen Leistungen klar voneinander abzugrenzen. Ausführende Gewerke, die Leistungen gemäß der Kostengruppe 300 nach DIN 276 erbringen, sind ausschließlich für den ersten BIM-Anwendungsfall zuständig. Hingegen sind Gewerke der Kostengruppe 400, wie zum Beispiel Installateure, lediglich für die Bereitstellung von Informationen zum zweiten BIM-Anwendungsfall verantwortlich. Darüber hinaus gewinnt der Nachweis einer nachhaltigen Bauweise zunehmend an gesellschaftlicher Relevanz, weshalb der dritte BIM-Anwendungsfall ebenfalls von großer Bedeutung ist. Er verlangt nach Informationen, die notwendig sind, um eine ökologisch verantwortungsvolle Bauweise zu belegen.

Diese differenzierte Aufgliederung unterstreicht die aktuelle Wichtigkeit der digitalen Bauwerksdokumentation. Die zur Verfügung gestellten Informationen und deren Verknüpfung mit Modellelementen aus dem BIM-Modell stellen einen erheblichen Mehrwert dar und sind für die digitale Transformation der Bauindustrie unverzichtbar. Die Betonung dieses Bereichs wurde sowohl von den Auftraggebern als auch vom Bauhandwerk als essentiell eingestuft. Insbesondere für einen effizienten Betrieb und Rückbau sowie die damit verbundene Verwertung der Baustoffe sind detaillierte Informationen zu den Bauprodukten und technischen Anlagen von hoher Bedeutung. Ebenso ist die Dokumentation des nachhaltigen Bauens aufgrund des steigenden gesellschaftlichen Bewusstseins und Interesses ein zentraler Aspekt des Forschungsprojektes.

Im Kontext der weiteren Bearbeitung des Forschungsprojektes wird der Themenbereich der digitalen Bauwerksdokumentation wie folgt definiert:

„Die digitale Bauwerksdokumentation (DBWD) ist die Summe aller Dokumente und Merkmale mit zugehöriger Verknüpfung zum Datenmodell, welche zur Erfüllung bzw. Ausübung sämtlicher Aufgaben während des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks erzeugt und genutzt werden.“ [BUW-Begriffsdefinition in Anlehnung an [23, p. 4]]

Die digitale Bauwerksdokumentation ist ein zentraler Aspekt für die effiziente Planung, Durchführung und Bewirtschaftung von Bauvorhaben. Die Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren (KBOB) in Zusammenarbeit mit der Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren (IPB) hat für die Strukturierung der Dokumentation ein Modell entwickelt, das sich in drei Hauptbereiche gliedert: die Projektdokumentation (PD), die Objektdokumentation (OD), und die Archivadokumentation (AD).

Die Projektdokumentation konzentriert sich auf die Planung der Bauprozesse und dokumentiert die Geschichte des Bauwerks, um Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten. Die Objektdokumentation teilt sich weiter auf in die Fachdokumentation des Bauwerks (OD-F) und die Anlagendokumentation (OD-A), wobei die Fachdokumentation die Details des Bauwerks selbst und die Anlagendokumentation die zu einem Bauwerk gehörenden Anlagen erfasst. Diese Informationen sind essenziell für eine effektive Bewirtschaftung des Objekts. Die Archivadokumentation schließlich bewahrt aufbewahrungspflichtige Daten, die aus der Projektdokumentation und Objektdokumentation stammen, jedoch für den weiteren Verlauf des Bauprojekts nicht bis kaum mehr von Relevanz sind.

Parallel dazu differenziert die DIN EN ISO 19650-1 zwischen zwei Informationsmodellen: dem Projekt-Informationsmodell (PIM) und dem Asset-Informationsmodell (AIM). Das PIM unterstützt direkt das Projektmanagement und trägt zum AIM bei, welches wiederum das Asset-Management unterstützt. Inhaltlich kann das PIM Details wie die Projektgeometrie, Ausrüstungsstandorte, Leistungsanforderungen, Bauweisen, Zeitpläne, Kostenberechnungen sowie Informationen über Systeme und Komponenten während der Bauausführung enthalten. Diese Informationen sind besonders für die Projektphase und für die Langzeitarchivierung für Revisionszwecke von Bedeutung.

Das AIM hingegen umfasst Daten, die für die strategische und tägliche Verwaltung des fertiggestellten Assets relevant sind, wie zum Beispiel Ausrüstungsregister, Wartungskosten, Installations- und Wartungstermine.

Das Projekt-Informationsmodell gemäß DIN EN ISO 19650-1 entspricht in wesentlichen Aspekten dem Archivmodell nach KBOB, da beide Modelle die langfristige Archivierung und die Nachvollziehbarkeit von Projektdaten unterstützen. Das Asset-Informationsmodell wiederum korrespondiert mit den relevanten Dokumenten und Eigenschaften der Fachdokumentation des Bauwerks und der Anlagendokumentation nach KBOB, da beide die Informationen bereitstellen, die für die Verwaltung und das Management des fertiggestellten Bauwerks erforderlich sind.

Durch diese Gleichsetzung wird klar, dass die internationale Normung und die nationalen Vorgaben sich ergänzen und aufeinander abgestimmt sind, um eine umfassende und effiziente digitale Dokumentation im Bauwesen zu gewährleisten.

Daher wird bei der Betrachtung der Dokumente und Eigenschaften zwischen Dokumenten und Informationen differenziert, die über den Baulebenszyklus generiert und im PIM gespeichert werden und welche, die für den Betrieb genutzt und somit an das AIM übergeben werden müssen.

Da das Bauhandwerk nur Informationen zur eigentlichen Bauausführung liefern kann, wird in der weiteren Bearbeitung nur die Objektdokumentation und der damit verbundenen Archivdokumentation berücksichtigt. Zur besseren Abgrenzung und Gliederung der Leistungen wurde der Themenbereich der digitalen Bauwerksdokumentation in die in Abbildung 13 dargestellten BIM-Anwendungsfälle gegliedert, die sich aus der Gliederung der Objektdokumentation nach KBOB und IPB sowie in Anlehnung an die DIN EN ISO 19650-1 in die Bereiche der Dokumentation des Bauwerks (OD-B) und der Anlagendokumentation (OD-A) ergeben. Ergänzt werden diese durch den BIM-Anwendungsfall der „Digitalen Bauwerksdokumentation – Nachweis des nachhaltigen Bauens“. Der voranschreitende Klimawandel mit seinen Auswirkungen für das Leben auf der Erde tritt immer stärker in den Fokus der Wirtschaft und der Gesellschaft. Da in der Bau- und Immobilienwirtschaft ein großes Potenzial zur Steigerung der Nachhaltigkeit liegt, ist es von hoher Bedeutung, die für das nachhaltige Bauen relevanten Informationen bei der Erstellung der digitalen Bauwerksdokumentation zu berücksichtigen.

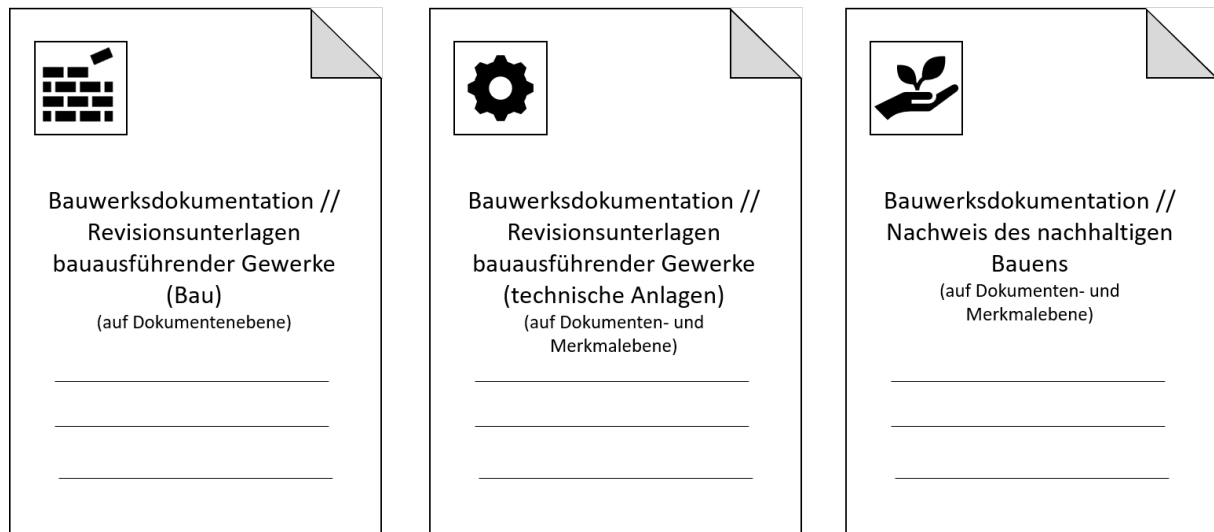


Abbildung 13: Gliederung der "Digitalen Bauwerksdokumentation" in drei BIM-Anwendungsfälle (Eigene Darstellung)

BIM-Awf: DBWD – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau)

Der BIM-Anwendungsfall „Digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau)“ richtet sich an Bauhandwerksunternehmen, die Leistungen aus dem Bereich der Kostengruppe 300 (KG 300) nach DIN 276 ausführen. Diese umfassen die Baukonstruktion eines Gebäudes und somit alle Bauteile, die das Gebäude tragen und seine Hülle bilden, wie zum Beispiel Wände, Decken und Türen, allerdings ohne die technischen Anlagen. [24]

Zu Beginn der Erstellung des BIM-Anwendungsfalls „Digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau)“ wurden von verschiedenen Kommunen und mittelständischen Bauunternehmen Dokumentenlisten angefordert bzw. öffentlich zugängliche Dokumentenlisten über das Internet abgerufen. Zu den öffentlich zugänglichen Quellen gehören:

- Cadmec AG [25]
- Handwerkskammer Hamburg
- Stadt Ingolstadt [26]
- Bauleitungen in der Gemeinde Niederwiesa [27]
- Bau- und Liegenschaftsbetrieb Nordrhein-Westfalen [28]

Diese Listen wurden analysiert, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede für die verschiedenen Gewerke der KG 300 zu identifizieren und um eine umfassende Dokumentenliste zu erstellen. Da bei der Bauwerksdokumentation für die Kostengruppe 300 hauptsächlich die Erfassung und Lokalisierung von eingebauten Baumaterialien und -produkten von Interesse sind und nicht die einzelnen Eigenschaften dieser Materialien und Produkte für die Gebäudewirtschaft relevant sind, wurde dieser Anwendungsfall auf Dokumentenebene beschränkt. Es wurden somit nur Dokumente berücksichtigt, die für eine umfassende Bauwerksdokumentation der Gewerke der KG 300 benötigt werden.

Tabelle 1: Abgleich und Auswertung der allgemeingültigen Dokumentenlisten für den Bereich Rohbau der KG 300 (eigene Darstellung)

Dokumente - Bereich Rohbau	Quelle 1	Quelle 2	Quelle 3	Quelle 4	Quelle 5	Quelle 6
Abnahmeprotokolle		x		x		x
Mängelliste		x		x		
Fachbauleiter- / Fachunternehmererklärung	x		x		x	x
Übereinstimmungserklärung	x			x	x	
Errichtungserklärung			x	x		
Konstruktionskonzept / Berechnung / stat. Nachweise	x	x	x			x
Leistungsumfang				x		
Prüfzeugnisse	x		x			
Bauaufs. Zulassungen	x					
Produktdatenblätter	x	x	x	x	x	x
Hersteller- und Lieferantangaben	x	x	x	x		
Fabrikats- und Materiallisten						
Konformitätserklärung		x	x			
Bauteilbeschrieb		x				
Sicherheitsdatenblätter				x		
Montage und Gebrauchsanleitung / Ausführungspläne			x		x	

Tabelle 2: Abgleich und Auswertung der gewerkespezifischen Dokumentenlisten für den Bereich Rohbau der KG 300 (eigene Darstellung)

Dokumente - Bereich Rohbau	Quelle 1	Quelle 2	Quelle 3	Quelle 4	Quelle 5	Quelle 6
Bewehrungsabnahme					x	
Betonprüfung und Bescheinigung für Güteüberwachung ÜK2			x			
Unterlagen zu Prüfwürfeln				x		
Dokumentation Sonderbauteile					x	
Betonüberdeckung						
Fertigteilpläne						
Nachweise über die Tausalzbeständigkeit des Tiefgaragenbodens				x		
Funktionsprüfung /-nachweise		x				

Darauf aufbauend wurden für die Erarbeitung des BIM-Anwendungsfalls „Digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen der bauausführenden Gewerke (Bau)“ die Gewerke nach ihren Aufgabebereichen in sieben Hauptkategorien zusammengefasst. Hierbei wurde berücksichtigt, dass die Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung von Handwerksleistungen in der Regel nach der Gliederung des Standardleistungsbuchs erfolgt, weshalb die jeweiligen Bezeichnungen aus dem Standardleistungsbuch für die Gruppierung der Gewerke verwendet wurde. [29, p. 25] Von den insgesamt 77 Leistungsbeschreibungen aus dem Standardleistungsbuch können die zugehörigen Leistungen nach KG 300 in die folgenden sieben Gruppierungen zusammengefasst werden: [30]

■ Erdarbeiten

002 Erdarbeiten | 003 Landschaftsbauarbeiten | 004 Landschaftsbauarbeiten - Pflanzen | 005 Brunnen-bauarbeiten und Aufschlussbohrungen | 006 Spezialtiefbauarbeiten | 008 Wasserhaltungsarbeiten | 009 Entwässerungskanalarbeiten | 010 Drän- und Versicherarbeiten

- Rohbauarbeiten
 - 000 Sicherheitseinrichtungen, Baustellensicherung | 001 Gerüstbauarbeiten | 012 Mauerarbeiten | 013 Betonarbeiten | 014 Natur-, Betonwerksteinarbeiten | 016 Zimmerund Holzarbeiten | 018 Abdichtungsarbeiten, Bauwerkstrochkenlegung
- Innenausbauarbeiten
 - 022 Klempnerarbeiten | 023 Putz- und Stuckarbeiten, Wärmedämmsysteme | 025 Estricharbeiten | 027 Tischlerarbeiten | 034 Maler- und Lackierarbeiten | 037 Tapezierarbeiten | 039 Trockenbauarbeiten
- Dacharbeiten
 - 020 Dachdeckungsarbeiten | 021 Dachabdichtungsarbeiten
- Fenster- und Fassadenarbeiten
 - 026 Fenster, Außentüren | 030 Rolladenarbeiten | 032 Verglasungsarbeiten | 038 Vorgehängte hinterlüftete Fassaden
- Stahlbauarbeiten
 - 017 Stahlbauarbeiten | 029 Beschlagarbeiten | 031 Metallbauarbeiten | 35 Korrosionsschutzarbeiten
- Bodenbelagarbeiten
 - 024 Fliesen- und Plattenarbeiten | 028 Parkett-, Holzpflasterarbeiten | 036 Bodenbelagarbeiten

Daran anschließend wurde die abgestimmte Dokumentenliste gewerkspezifisch den jeweiligen Gruppierungen zugeordnet. Auch hier wurde darauf geachtet, dass die Dokumente inhaltlich zusammengehörig geclustert wurden und für alle Kategorien ein einheitliches Layout verwendet wird, um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten. Diese Struktur wurde in Anlehnung an die vom Schulbau Hamburg erarbeitete Dokumentationsstruktur erstellt, die ebenfalls in naher Zukunft veröffentlicht werden soll. Die Einteilung der Dokumententypen erfolgte in die folgenden Bereiche:

- Fachunternehmerangaben (Allg. Angaben zu dem bauausführenden Unternehmen und verantwortlichen Bauleitung, wie Name, Anschrift und Kontaktdaten)
- Produktdaten (Bauproduktspezifische Dokumente mit Eigenschaften zu den eingebauten Baumaterialien)
- Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle (Sämtliche Protokolle und Nachweise)
- Pläne (Sämtliche Pläne, die für die Ausführung der Leistungen notwendig sind)
- Berechnungsunterlagen (Sämtliche Berechnungsunterlagen, wie bspw. Statische Nachweise)
- Abnahmeprotokolle (Dokumentation zur Abnahme von Bauleistungen)
- Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen (Sämtliche Dokumentation zum Betreiben und Warten von Bauprodukten, wie beispielsweise Fassaden oder elektrischen Fenstern)
- Ausführungsspezifische Dokumentation (Sämtliche Dokumente, die für die jeweiligen oben aufgeführten Gruppierungen erforderlich sind und nicht in die vorherigen Bereiche fallen)

Der Vorteil bei dieser Gliederung besteht darin, dass die Dokumente der oben aufgeführten sieben Gruppierungen nahezu identisch aufgebaut und nur die ausführungsspezifische Dokumentation berücksichtigt, die für die jeweilige Gruppierung der Gewerke vorgesehen werden.

Zusätzlich zur kategorischen Auflistung der Dokumente wurden der Dokumentenstruktur, wie in der nachfolgenden Tabelle 3 dargestellt, drei weitere Spalten hinzugefügt. Die erste Spalte gibt den Bauausführenden eine Übersicht, welche Dokumente von der Bauherrenschaft im Rahmen der Erstellung der digitalen Bauwerksdokumentation eingefordert werden und welche optional mitgeliefert werden können. Über eine Dropdown-Liste kann die Bauherrenschaft projektspezifisch definieren, welche Dokumente dieser für die Bauwerksdokumentation einfordert.

In der zweiten Spalte wird dargestellt, von wem welche Dokumente bereitgestellt werden, wobei auch hier die Auswahl projektspezifisch über eine Dropdown-Liste vorgenommen werden. Hierbei besteht eine Auswahl zwischen Auftraggebende (AG), Auftragnehmer (AN) und einer gemeinschaftlichen Erstellung (AG+AN), wie es beispielsweise bei der Abnahme von Leistungen die Regel ist.

Über die abschließende dritte Spalte kann die Bauherrenschaft definieren, auf welche Ebene der Modellstruktur nach Modellierungsrichtlinie der BUW [31] die Dokumente zugewiesen werden sollen (vgl. Kapitel 0). Wie auch bei den vorherigen Spalten wurde ein Vorschlag in Zusammenarbeit mit den Praxisbeteiligten erarbeitet, welche aber nach Wünschen der Auftraggebenden angepasst werden können. Die Modellstruktur gliedert sich dabei in die fünf Abschnitte, die aus dem übergeordneten Projekt und folgend aus dem Gebäude, einem Geschoss, einem Raum und in letzter Instanz auf dem jeweiligen Bauteil besteht.

Die in Tabelle 3 farblich markierten Dokumente, wie im obigen Beispiel die Fachunternehmererklärung, das Produktdatenblatt und das Abnahmeprotokoll nach VOB/B § 12 wurden in Abstimmung mit den Praxispartnern als relevante Dokumente für einen effizienten Betrieb identifiziert. Die Dokumente geben Auskunft über das Unternehmen, welches die Leistungen ausgeführt haben, zu den eingebauten Bauprodukten und über Anmerkungen zur Abnahme, ebenfalls das Abnahmedatum, welches für die Gewährleistungsfrist von Interesse ist. Es wird empfohlen, diese Dokumente mit den zugehörigen Bauteilen im BIM-Modell zu verknüpfen und somit in die Erstellung des AIM zu übernehmen. Die übrigen Dokumente können über eine CDE ohne direkte Verknüpfung zu dem BIM-Modell als Archivdaten, das heißt im PIM, gespeichert werden.

Die abgestimmte Dokumentenliste dient somit als Vorlage für die Bauherrenschaft und kann gleichzeitig als Übersicht vom Bauhandwerk genutzt werden, welche Dokumente idealerweise projektbegleitend zu erstellen sind, um die nachträgliche Erstellung der Bauwerksdokumentation nach Projektabschluss zu vermeiden.

Abschließend wurde auf Grundlage der gewonnenen Ergebnisse der BIM-Anwendungsfall nach der VDI/DIN-Expertenempfehlung 2552 Blatt 12.1 [12] erstellt. Eine erste Ausarbeitung des BIM-Anwendungsfalls „Digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau)“ wurde der buildingSMART-Fachgruppe Bau1 „BIM-Anwendungen für Bauunternehmen“ vorgestellt. Die dabei aufkommende Anmerkung, dass die Erstellung der digitalen Bauwerksdokumentation zu keinem neuen, eigenständigen Datenmodell führt, sondern die Dokumentation mit einem bestehenden 3D-Datenmodell verknüpft wird, wurde in die Erstellung des Anwendungsfalls berücksichtigt und dahingehend angepasst. Im Umfang der Informationsbedarfstiefe im Rahmen der LOIN-Tabelle wurde die abgestimmte Dokumentenliste als Grundlage verwendet und in das Format der LOIN-Tabelle überführt. Ebenso wurde die Struktur den Praxisbeteiligten abgestimmt und angenommen. Der BIM-Anwendungsfall „Digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau)“ kann der Anlage 1 entnommen werden.

Tabelle 3: Aufbau abgestimmte Dokumentenliste am Beispiel der Rohbauarbeiten (Eigene Darstellung)

Rohbauarbeiten				
000 Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtung 001 Gerüstbauarbeiten 012 Mauerarbeiten 013 Betonarbeiten 014 Natur-, Betonwerksteinarbeiten 016 Zimmer- und Holzbauarbeiten 018 Abdichtungsarbeiten, Bauwerkstrockerlegung				
Gruppierung	Dokumententyp	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Ja		Projekt
	Fachbauleitererklärung	Ja	AN	
Produktdaten	Fachbauleitererklärung	Ja	AN	Projekt
	Produktdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung	Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)	Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers	Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration	Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)	Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine	Optional	AN	Objekt
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Ersatzteilliste (u.a. bei Fassaden)	Nein	AN	Gebäude
	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)	Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)	Ja	AN	Objekt
	Materialnachweise	Ja	AN	Objekt
Pläne	Entsorgungsnachweise	Ja	AN	Objekt
	Ausführungspläne	Ja	AG	Gebäude
	Übersichtspläne	Ja	AG	Gebäude
	Bestandspläne	Ja	AG	Gebäude
	Schnitte	Ja	AG	Gebäude
	Statik- und Positionspläne	Ja	AG	Gebäude
Berechnungsunterlagen	Werk- und Montagepläne	Ja	AN	Objekt
	Systemnachweise	Ja	AN	Objekt
Abnahmedokumentation	Statische Bemessungen	Ja	AG	Projekt
	Abnahmeprotokoll nach VOB/B § 12	Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13	Ja	AG + AN	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen				
Ausführungsspezifische Dokumentation	Fertigeilpläne	Ja	AG	Projekt
	Schweißnachweis	Ja	AN	Gebäude

BIM-Awf: DBWD – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (technische Anlagen)

Technische Anlagen „tragen zur Funktion und Sicherheit von Gebäuden und Grundstücken sowie zur Gesundheit, zum Komfort und zur Sicherheit der Menschen wesentlich bei. Von ihnen können Gefahren ausgehen und die sind ein erheblicher Kostenfaktor bei der Errichtung und beim Betreiben.“ [32, p. 3] Aus diesem Grund ist für das effiziente und nachhaltige Betreiben technischer Anlagen eine umfassende Bauwerksdokumentation zwingend erforderlich.

Analog zur Erstellung der Bauwerksdokumentation für die Gewerke der KG 300 wurde auch für die Bauwerksdokumentation für die Kostengruppe 400 aus den neun bereitgestellten Dokumentenlisten eine, wie in der nachfolgenden Tabelle 4 dargestellt, abgestimmte Dokumentenliste erstellt und die Dokumente in die gleichen Kategorien wie im vorherigen Abschnitt geclustert.

Die wesentlichen Änderungen bei diesem Anwendungsfall bestehen darin, dass zusätzlich zu der abgestimmten Dokumentenliste auch notwendige Merkmale zu den technischen Anlagen analysiert werden, die relevant für eine effiziente und nachhaltige Inbetriebnahme und Bewirtschaftung sind. Um die Verknüpfung der Merkmale zu erleichtern, wurden die identifizierten Merkmale zu den zugehörigen Dokumenten zugewiesen, aus denen die Merkmale abgeleitet werden können.

Tabelle 4: Abgleich und Auswertung der allgemeingültigen Dokumentenliste für den Bereich Wärmeversorgungsanlagen der KG 400

Dokumente - Bereich Wärmeversorgungsanlagen	Quelle 1	Quelle 2	Quelle 3	Quelle 4	Quelle 5	Quelle 6	Quelle 7	Quelle 8	Quelle 9
Abnahme- / Übergabeprotokolle		x		x			x	x	x
Anlagen- und Funktionsbeschreibung	x	x	x	x			x		x
Baufaufs. Zulassung	x		x	x				x	x
Bedienungs- und Betriebsanleitungen	x	x	x	x		x	x	x	x
Errichtererklärung			x	x					
Ersatzteilliste	x	x	x	x		x	x	x	x
Fachbauleiter-/ Fachunternehmererklärung	x		x			x		x	x
Funktionsbestätigung				x	x			x	x
Hersteller- und Lieferantangaben	x	x	x	x				x	x
Inbetriebnahme- / Einweisungsprotokolle	x	x	x	x		x	x	x	x
Konformitätsbescheinigung	x		x	x			x	x	
Leistungsdaten / Anschlussdaten				x			x	x	x
Mängelliste		x		x				x	x
Produktdatenblätter		x	x					x	x
Prüfzeugnisse			x	x	x		x	x	
Sicherheitsdatenblätter			x	x			x		x
Übereinstimmungserklärung	x		x	x					
Wartungs- und Pflegeanweisungen	x	x	x	x		x	x	x	x

Tabelle 5: Abgleich und Auswertung der anlagenspezifischen Dokumentenliste für den Bereich Wärmeversorgungsanlagen der KG 400

Dokumente - Bereich Wärmeversorgungsanlagen	Quelle 1	Quelle 2	Quelle 3	Quelle 4	Quelle 5	Quelle 6	Quelle 7	Quelle 8	Quelle 9
Anlagenschema						x	x	x	
Aufheizprotokolle	x				x				
Berechnung Ausdehnungsgefäße				x		x			
Berechnung Druckhaltung				x					
Berechnung Pumpen				x	x	x			
Bescheinigung nach BGV A3 (elektr. Betriebsmittel)			x						
Dokumentation hydraulischer Abgleich	x			x	x			x	x
Druckprüf- / Dichtheitsprotokolle	x			x				x	x
Eichbescheinigung				x					
Einregulierungsprotokolle			x	x			x		
Geräteprogramm			x						
Heizlastberechnung	x				x				
Instandhaltungsanweisungen									
Messprotokolle			x				x		
Nachweise der Reinigung / Tausch der Filter				x					
Pläne	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rohrnetzberechnung				x	x	x			
Schweißnachweise				x					
Spülprotokolle	x			x				x	x
Wärmebedarfsberechnung				x		x			
Wartungsintervalle / Wartungskalender				x			x		x
Zusammenstellung aller wesentlicher technischer Betriebsmittel und Hilfsstoffe							x		

Bei der Identifizierung relevanter Merkmale lag der Fokus darauf, die technischen Anlagen und deren Komponenten eindeutig zu beschreiben, sowie wesentliche Daten für den Betrieb zu dokumentieren. Wie auch schon bei der digitalen Bauwerksdokumentation für die Gewerke der KG 300 werden nur die Dokumente und Merkmale identifiziert, die durch das Bauhandwerk bereitgestellt werden können. Je nach technischer Anlage und deren Komponenten wurden im Umfang des Forschungsprojekts die folgenden Merkmale identifiziert, die mit dem „Leitfaden zur Übergabe von Daten und Dokumente für den Betrieb von Gebäuden“ der Gebäudewirtschaft der Stadt Köln [33] im Wesentlichen übereinstimmen:

- Herstellerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten des Herstellers)
- Typbezeichnung
- Artikelnummer
- Leistungsdaten / Anschlussdaten
- Bauausführendes Unternehmen (Name, Anschrift, Kontaktdaten des ausführenden Unternehmens, Kontaktdaten der zugewiesenen Bauleitung)
- Einbaudatum
- Wartungsintervall

Die Validierung der identifizierten Merkmale wurde zudem am 17. Januar 2023 im Rahmen eines gemeinsamen Austauschs mit den Unternehmen Neugebauer, Elomech und Teloplan aus den Bereichen Elektrotechnik und Sicherheitstechnik durchgeführt.

Die Verknüpfung der Merkmale muss zur eindeutigen Zuordnung Anlagen- bzw. Komponentenbezogen auf Bauteilebene erfolgen, um eine gezielte Verortung zu gewährleisten. Die Gliederung der Leistungen erfolgt zudem anders als bei der Bauwerksdokumentation für die Gewerke der KG 300 hierbei in Anlehnung an die DIN 276 [34, p. 23 ff.] in die jeweiligen Kostengruppen 410 – Abwasser-, Wasser- und Gasanlagen, 420 - Wärmeversorgungsanlagen, 430 – Raumluftechnische Anlagen, 440 – Elektrische Anlagen, 450 – Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen, 460 – Förderanlagen und 480 – Gebäude- und Anlagenautomation. Eine ausgearbeitete Dokumentenliste mit den zugehörigen Merkmalen können der Tabelle 6 am Beispiel der KG 420 – Wärmeversorgungsanlagen entnommen werden.

Wie auch schon im vorherigen Kapitel beschrieben, wurden die farblich markierten Dokumente und Merkmale in Abstimmung mit den Praxispartnern als relevante Informationen für einen effizienten Betrieb identifiziert. Analog zu den KG 300 wird daher auch hier empfohlen, die farblich markierten Dokumente und Merkmale mit den technischen Anlagen bzw. deren Komponenten in dem 3D-Gebäudemodell zur Erstellung des AIM zu verknüpfen. Die nicht markierten Dokumente können ebenfalls als Archivdaten, das heißt im PIM, über eine CDE gespeichert werden.

Darauf aufbauend wurde der BIM-Anwendungsfall "Digitale Bauwerksdokumentation - Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (technische Anlagen)" entwickelt, der auf der VDI/DIN-Expertenempfehlung 2552 Blatt 12.1 basiert. Dabei wurde auch Anmerkungen zur Detaillierung der Beschreibung der buildingSMART-Fachgruppe Bau1 berücksichtigt und in die Erstellung des Anwendungsfalls integriert. Wie auch bei der KG 300 diente die abgestimmte Dokumentenliste als Grundlage für die Erstellung der LOIN-Tabelle, die den Informationsbedarf der Dokumente abbildet. In Abstimmung mit Praxisbeteiligten wurde die Struktur des Anwendungsfalls entwickelt und abgenommen. Der BIM-Anwendungsfall kann der Anlage 2 entnommen werden.

Tabelle 6: Aufbau der abgestimmten Dokumentenliste am Beispiel der KG 420 - Wärmeversorgungsanlagen (eigene Darstellung)

KG 420 - Wärmeversorgungsanlagen					
KG 421 - Wärmeerzeugungsanlagen KG 422 - Wärmeverteilnetze KG 423 - Raumheizflächen KG 424 - Verkehrsheizflächen KG 429 - Sonstiges zur KG 420					
Gruppierung	Dokumententyp	Merkmale	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Unternehmerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Bauleiterangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
Produktdaten	Produktdatenblatt	Herstellerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten) Typbezeichnung Artikelnummer	Ja	AN	Objekt
	Anlagen- und Funktionsbeschreibung	Einbaudatum	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt		Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung		Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)		Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers		Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration		Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)		Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine		Optional	AN	Objekt
	Ersatzteilliste		Nein	AN	Gebäude
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)		Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)		Ja	AN	Objekt
	Funktionsbestätigung		Ja	AN	Objekt
	Entsorgungsnachweise		Optional	AN	Objekt
Pläne	Ausführungspläne		Ja	AG	Projekt
	Übersichtspläne		Ja	AG	Projekt
	Bestandspläne		Ja	AG	Projekt
	Schnitte		Ja	AG	Projekt
	Anlagenschema		Ja	AN	Objekt
	Strangschema		Ja	AN	Objekt
	Werk- und Montagepläne		Ja	AN	Objekt
Berechnungsunterlagen	Anlagenberechnung		Ja	AN	Objekt
	Systemnachweise		Ja	AG	Objekt
Abnahmedokumentation	Abnahmeprotokoll nach VOB/ § 12		Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13		Ja	AG + AN	Objekt
	Sachverständigenabnahme		Ja	AN	Objekt
	Inbetriebnahmeprotokoll		Ja	AG	Objekt
	Einweisungsprotokoll		Ja	AG	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen	Bedienungs- und Betriebsanleitung		Ja	AN	Objekt
	Wartungs- und Pflegeanweisung	Wartungsintervall	Ja	AN	Objekt
	Wartungsvertrag		Ja	AG	Objekt
Ausführungsspezifische Dokumentation	Aufheizprotokolle		Ja	AN	Raum
	Eichbescheinigung		Ja	AN	Gebäude
	Heizlastberechnung		Ja	AG	Gebäude
	Druck- und Dichtheitsprotokolle		Ja	AN	Objekt
	Hydraulischer Abgleich		Ja	AN	Gebäude

	Protokolle zur Leistungsmessung		Ja	AN	Objekt
	Rohrnetzrechnung		Ja	AG	Objekt
	Schweißnachweise		Ja	AN	Gebäude
	Spülprotokolle		Ja	AN	Objekt

BIM-Awf: DBWD – Nachweis des Nachhaltigen Bauens

2015 haben sich alle Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen dazu verpflichtet an der internationalen Agenda 2030 zur nachhaltigen Entwicklung mitzuwirken, um die darin festgehaltenen Sustainable Development Goals (SDGs) umzusetzen. [35] Die Bauindustrie hat dabei Einfluss auf 13 der 17 SDGs und bildet damit eine Schlüsselrolle zur erfolgreichen Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele. [36] Zum Nachweis des nachhaltigen Bauens hat sich die Nutzung von Zertifizierungssystemen etabliert. Am weitesten verbreitet sind dabei die Systeme LEED, BREEAM, DGNB und BNB. Zum Nachweis des nachhaltigen Bauens für die Bauwerksdokumentation für Bauausführende Unternehmen soll daher ebenfalls auf die Zertifizierungssysteme aufbauen. Im Fokus steht dabei das Bauen im Bestand.

Im Rahmen dieses Projekts wurde sich auf die Systeme BNB und DGNB konzentriert, da sie unter anderem eine hohe Verbreitung im DACH-Raum aufweisen, auf deutsche und europäische Normen Bezug nehmen und eine hohe Transparenz des Bewertungsverfahrens aufweisen. In der sich anschließenden Dokumentenanalyse sind die einzelnen Nachhaltigkeitskriterien der Systeme auf die Relevanz und die Umsetzbarkeit für bauausführende Betriebe untersucht worden. Die Einflussnahme wurde daraufhin quantifiziert und mit der systemeigenen Gewichtung der Kriterien verrechnet, wodurch sich eine Priorisierung der relevanten Kriterien ergeben hat. Aus den identifizierten Kriterien ließen sich die durch das Handwerk bereitzustellenden Dokumente und Merkmale ableiten. Diese Dokumente und Merkmale wurden im Nachgang in Experteninterviews mit Vertretern des DGNB und BNB diskutiert und abgeglichen. Eine darauf beruhende, vollständige Auflistung der für das Handwerk relevanten Kriterien findet sich im folgenden Text. Das Bauhandwerk beeinflusst damit vier von sechs Themenfelder (Ökologische Qualität, Ökonomische Qualität, Technische Qualität und Prozessqualität) der Bewertungssysteme zur Zertifizierung der Gebäudenachhaltigkeit. [37] [38] Zum Abschluss ist die Schnittmenge der identifizierten Dokumente und Merkmale aus beiden Systemen erfasst worden.

Für das Bauhandwerk relevante Nachhaltigkeitskriterien gemäß DGNB und BNB:

- Anpassungsfähigkeit
- Baustelle/Bauprozess
- FM-gerechte Planung
- Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus
- Geordnete Inbetriebnahme
- Nachhaltige Bewirtschaftung
- Nutzerkommunikation
- Ökobilanzierung
- Qualitätssicherung in der Bauausführung
- Risiken für die lokale Umwelt
- Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit
- Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung

Neben dem Hauptfokus im Experteninterview mit DGNB und BNB auf die DBWD mit den entsprechend vom Bauhandwerk bereitzustellenden Dokumenten und Merkmalen wurden die Ansprechpersonen hinsichtlich der BIM-Umsetzbarkeit der Nachhaltigkeitszertifizierung und der aktuellen Einbeziehung des Bauhandwerks befragt. Die befragten Personen haben dabei großes Potenzial in der Einbeziehung des Handwerks gesehen. Thesen aus den Gesprächen lauten wie folgt:

- „Das Handwerk hat bei der Zertifizierung eine Schlüsselrolle, wird aber derzeit kaum bis gar nicht eingebunden“ - DGNB
- „In vielen Bereichen ist die Sensibilisierung für das Handwerk von großer Bedeutung“ - BNB
- „Im Bereich der BIM-basierten Qualitätssicherung ergibt sich ein großes Potenzial für das Handwerk“ - DGNB

Eine Übersicht über die vom Handwerk beizustellenden Dokumente und Merkmale der Baustoffe und Bauprodukte wurde erstellt. Diese wird in Anlage 8 dargestellt. Sie dient als Überführung der laut den Zertifizierungssystemen geforderten Dokumenten hinzu den tatsächlich von den ausführenden Gewerken bereitzustellenden Dokumenten und Merkmalen mitsamt einer Einschätzung über die grundsätzliche BIM-Umsetzbarkeit und die Zuordnung zur Modellstruktur. Ein Ausschnitt dieser Übersicht ist in der Tabelle 7 aufgeführt. Zu erkennen ist, dass nicht jedes eingeforderte Dokument auch über ein Merkmal verfügt, das mit der Modellstruktur verknüpft werden muss. Sofern vorhanden sind diese Merkmale nicht relevant für den späteren Gebäudebetrieb. Diese Übersicht ist im Rahmen des Forschungsprojektes mit den Praxisbeteiligten abgestimmt und kritisch diskutiert worden.

Tabelle 7: Ausschnitt aus der Übersicht zum Nachweis des Nachhaltigen Bauens

Kriterium	Dokument nach Zertifizierungssystem	Eingefordertes Dokument (Handwerk)	Eingefordertes Merkmal (Handwerk)	BIM-Umsetzbarkeit	Zuordnung zur Modellstruktur
Ökobilanz	Übersicht über eingebrachte Bauteile/Materialien/Oberflächen	Produktdatenblatt; Produkt-Umwelt Deklaration	angesetzte Nutzungsdauer; Verwertungsweg; Recyclingpotenzial	ja	Projekt
Ökobilanz	Darstellung der Bauteile als Schichtfolge	Beschreibung der einzelnen Schichten (z.B. Detailzeichnung)	Schichtdicke; angesetzte Rohdichte	ja	Bauteil
Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung	Selbstdeklaration des Herstellers über enthaltene Sekundärrohstoffe	Selbstdeklaration des Herstellers über enthaltene Sekundärrohstoffe		(ja)	Bauteil
Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	Nachweis der Herstellungskosten	Artikelkatalog; Preisblätter		ja	Bauteil
Nachhaltige Bewirtschaftung	Erstellte Nutzungs-, Wartungs- und Pflegeanleitungen	Wartungs-, Inspektions-, Betriebs- und Pflegeanleitung; Wartungsverträge	Wartungsintervalle Inspektionsintervalle; erforderliche Qualifikation	ja	Projekt

Zur Finalisierung ist der BIM-Anwendungsfall "Digitale Bauwerksdokumentation – Nachweis des Nachhaltigen Bauens, basierend auf der VDI/DIN-Expertenempfehlung 2552 Blatt 12.1, in die Struktur der LOIN-Tabellen überführt worden. Die zu Grunde liegende Dokumentenliste wurde zweistufig mit Personen der Zertifizierungssysteme sowie analog zu den vorangegangenen BIM-Anwendungsfällen zur DBWD mit den Praxispartnern abgestimmt. In weiterer Abstimmung mit den Praxispartnern wurde auf

die entwickelte Struktur zur Abbildung der LOIN aufgebaut. Der BIM-Anwendungsfall kann der Anlage 3 entnommen werden.

Technische Umsetzung: BIM-Datenmodell & CDE

Die Umsetzung der digitalen Bauwerksdokumentation kann projektspezifisch durch die Bauherrenschaft definiert werden, wobei verschiedene Lösungen existieren. Eine Möglichkeit besteht darin, die Dokumente entweder mit einem 3D-Datenmodell zu verknüpfen oder über eine BIM Kollaborationsplattform (Common Data Environment, kurz CDE) zu speichern. Es ist ratsam, die für den Betrieb relevante Informationen unmittelbar mit dem BIM-Modell zu verknüpfen, indem entweder das Dokument angehängt oder der Dateipfad als Merkmal verknüpft wird. Die übrigen Dokumente können mithilfe einer CDE gespeichert werden. Auf diese Weise kann die vollständige Bauwerksdokumentation gemäß den Anforderungen an die Objektdokumentation (OD-B und OD-A), die idealerweise mit dem AIM verknüpft werden sollte, von der Archivdokumentation getrennt werden.

Wie die digitale Bauwerksdokumentation technisch umgesetzt wird, kann durch die Auftraggebenden ebenfalls projektspezifisch definiert werden.

Um den Aufwand der Erstellung der Bauwerksdokumentation zu verringern und somit einen Mehraufwand für das Bauhandwerk möglichst so gering wie möglich zu halten, bedarf es einer möglichst automatisierten und standardisierten Bauwerksdokumentation. Hierzu bearbeitet das BIM-Institut der Bergische Universität Wuppertal aktuell ein paralleles Forschungsprojekt mit dem Titel „Forschungsprojekt Bauausführende als zentrale Instanz für die digitale automatisierte Bauwerksdokumentation“. Ziel des Forschungsprojektes ist dabei, Produktinformationen über standardisierte Kennzeichnungen der Bauprodukte abrufen zu können und diese auf einfache Art und Weise in dem BIM-Modell zu verorten. [39]

Themenbereich: Digitale Terminplanung

Die fortschreitende Entwicklung der Baubranche erfordert immer kürzere Realisierungszeiten von Unternehmen. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, ist es notwendig, Planung, Rohbau und Ausbau zeitlich häufig parallel auszuführen. Eine derartige komplexe Leistung kann nur durch eine ausführliche Terminplanung sichergestellt werden. [40, p. 17] Somit stellt die Terminplanung einen bedeutenden Prozess in der Bauwirtschaft dar, der die Erstellung eines terminierten Projektablaufs beinhaltet. Der Zweck dieses Prozesses besteht darin sicherzustellen, dass das Projekt innerhalb des vorgegebenen Budgets und Zeitrahmens geschlossen wird, während gleichzeitig die erforderliche Qualität gewährleistet wird. Die Terminplanung hat daher erheblichen Einfluss auf die Erreichung der klassischen Projektmanagementziele Kosten, Termine und Qualitäten. [41, p. 84]

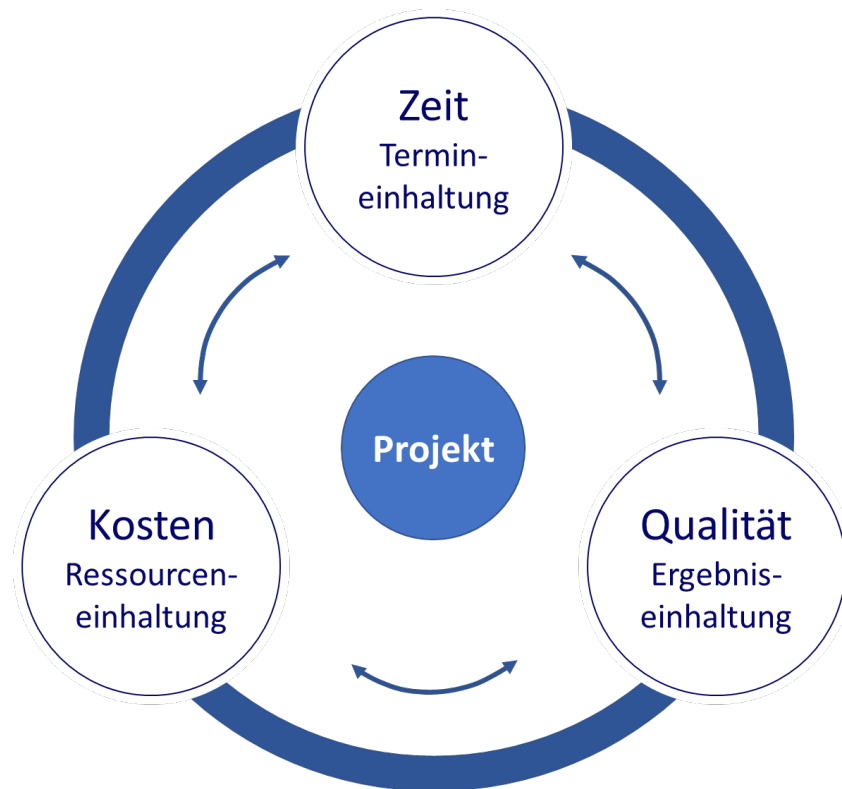


Abbildung 14: Projektmanagementziele Kosten, Termine und Qualitäten (in Anlehnung an: [41, p. 84])

Im Bereich des Bauwesens berücksichtigt die Terminplanung nicht nur die Herstellung des Bauwerks selbst, sondern auch die Planung der Ausführungsplanung sowie weitere Prozesse. Die Planung, Kontrolle und Steuerung von Bauvorhaben ist eine komplexe Aufgabe, die von verschiedenen Beteiligten gemeinsam bewältigt werden muss. Hierzu zählen nicht nur Auftraggebende, Planende und Objektüberwachende, sondern auch bauausführende Unternehmen. Es wird somit deutlich, dass die effektive Terminplanung eine kooperative Arbeitsteilung darstellt, die eine umfassende Abstimmung aller am Bau Beteiligten erfordert. [42, p. 28]

Zu einer Verbesserung der Prozesse der Planung, Kontrolle und Steuerung von Bauvorhaben können die Vorgänge der herkömmlichen Bauablaufplanung mit den Bauteilen des 3D-Gebäudemodells verknüpft werden. Die BIM-basierte Terminplanung bietet folgende weitere Vorteile: [43, p. 114]

- Visualisierung der Bauabläufe und Verbesserung der Verständlichkeit, insbesondere bei der Kommunikation mit den Projektbeteiligten und der Öffentlichkeit.
- Visuelle Überprüfung des Terminplans hinsichtlich Vollständigkeit und logischer Abfolge.
- Fehlervermeidung durch die direkte Verbindung der Terminpläne mit der Bauablaufplanung im BIM-Modell.
- Erhöhung der Detailtiefe und Qualität der Bauablaufplanung durch das BIM-Modell.
- Einfachere Erkennung von Beziehungen zu logistischen Anforderungen.

Die Informationsaustauschanforderungen für den BIM-Anwendungsfall „Terminplanung“ ergeben sich aus den grundlegenden Inhalten von Terminplanung sowie der eindeutigen Kennzeichnung in Form der Globally Unique Identifier (GUID) zu den jeweiligen Bauteilen im BIM-Modell. Diese bestehen grundsätzlich aus: [40, p. 17]

- Einzelne Vorgänge als Unterteilung des Gesamtprojektes mit Vorgangsbezeichnungen und gegenseitiger Abhängigkeiten wie Vorgänger- und Nachfolgerbeziehungen
- Dauer der Vorgänge, die sich aus dem Aufwand der Leistungen und dem Umfang/der Menge der Leistungen ergeben.
- Start- und Endtermine zur Festlegung von Randbedingungen.

Angesichts der deutlichen Vorteile, die die digitale, modellbasierte Terminplanung mit sich bringt, ist das Interesse an einer einheitlichen Beschreibung dieses BIM-Anwendungsfalls sowie der Festlegung klarer Informationsaustauschanforderungen stark ausgeprägt. Aufgrund des Interesses wurde der BIM-Anwendungsfall ebenfalls von der Fachgruppe Bau 1 von buildingSMART Deutschland aufgegriffen, bei der das BIM-Institut der Bergischen Universität Wuppertal maßgeblich beteiligt war. Durch die Mitwirkung konnten die Erfahrungen aus verschiedenen Forschungsprojekten und durchgeführten Arbeiten des BIM-Instituts mitberücksichtigt werden. Darüber hinaus hat die Zusammenarbeit mit dem buildingSMART den Vorteil, dass der entwickelte BIM-Anwendungsfall eine breitere Aufmerksamkeit erlangt und somit zu einer wirksameren Vereinheitlichung von Prozessen und Informationsflüssen beitragen kann.

Da die Ausarbeitung dieses BIM-Anwendungsfalls durch den buildingSMART erst nach der Priorisierung im Rahmen des Forschungsprojektes stattfand, wurde der BIM-Anwendungsfall weiterhin im Forschungsprojekt betrachtet. Die anhaltende Betrachtung des BIM-Anwendungsfalls dient dazu, die Vorteile wie die verbesserte Baufortschrittskontrolle und effizientere Vergleiche von Soll/Ist-Zuständen für Prozesse auf der Baustelle hervorzuheben. Diese kontinuierliche Auseinandersetzung unterstützt die Verbreitung des BIM-Anwendungsfalls und zusätzlich wird ein Weiterbildungskonzept entwickelt, das die notwendigen Lerninhalte spezifiziert, um das volle Potenzial der digitalen Terminplanung zu nutzen.

Für weiterführende Informationen zum BIM-Anwendungsfall „Terminplanung aus Sicht bauausführender Unternehmen in der Angebots- und Realisierungsphase“ sei auf Anlage 4 verwiesen, in der der vom buildingSMART veröffentlichte BIM-Anwendungsfall einschließlich der Informationsaustauschanforderungen detailliert nach der Struktur der VDI/DIN-EE 2552 Blatt 12.1 dokumentiert ist. Zusätzliche Details können auch über das Use Case Management vom buildingSMART [44] eingesehen werden.

Technische Umsetzung: Terminplanungssoftware

Die technische Realisierung des BIM-Anwendungsfalls "Digitale Terminplanung" erfordert eine präzise und methodisch fundierte Herangehensweise, welche die Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen und Prozessen berücksichtigt. Ein zentrales Element in diesem Kontext ist das digitale Gebäudemodell, das entweder im nativen Format oder im herstellernerneutralen Austauschformat Industry Foundation Classes (IFC) vorliegen kann. Die Nutzung des IFC-Formats ist insbesondere hervorzuheben, da es die Kompatibilität zwischen verschiedenen Softwarelösungen gewährleistet und somit eine breite Anwendbarkeit in heterogenen Systemlandschaften ermöglicht.

Für die effektive Anwendung im Rahmen der digitalen Terminplanung ist es unerlässlich, dass das Modell gemäß einer definierten Modellierungsrichtlinie erstellt wurde. Diese Richtlinie garantiert, dass alle Bauteile des Modells eindeutig identifizierbar und kategorisierbar sind, was eine essentielle Voraussetzung für die anschließende Zuordnung zu spezifischen Prozessen im Terminplan darstellt. Diese strukturierte Modellierung erlaubt eine präzise Abbildung realer Bauabläufe und erleichtert die spätere Verknüpfung mit dem Terminplan.

Der Terminplan selbst kann entweder in die Software importiert oder direkt in dieser angelegt werden. Bei der eigenständigen Erstellung des Terminplans ist besonders auf eine strukturierte und chronologisch korrekte Abbildung der tatsächlichen Ausführungsphasen zu achten. Dies sichert nicht nur die Realitätsnähe und Praktikabilität des Plans, sondern unterstützt auch eine effiziente Projektsteuerung und -überwachung (in Anlehnung an [45]). Der gesamte Prozess zur Erstellung der digitalen Terminplanung wird in Abbildung 15 dargestellt.

Ein entscheidender Schritt in der Umsetzung der digitalen Terminplanung ist die Verknüpfung der Vorgänge des Terminplans mit den jeweiligen Bauteilen des Gebäudemodells über die GUID. Durch diese Verknüpfung entsteht eine modellbasierte Terminplanung, die eine detaillierte und visuell nachvollziehbare Darstellung des Bauablaufs ermöglicht. In Abhängigkeit von der verwendeten Software können auch Prozessbausteine genutzt werden, die eine noch feingliedrigere Steuerung und Darstellung der Bauabläufe ermöglichen. Diese Bausteine werden mit den virtuellen Bauteilen im Modell verknüpft, was eine integrierte und dynamische Projektvisualisierung erlaubt.

Im Rahmen des beschriebenen Projektes wurde die Software "Desite MD" eingesetzt, um das digitale Gebäudemodell mit dem Terminplan zu verknüpfen. Desite MD [46] bietet spezielle Funktionen für die Erstellung von Bauablaufsimulationen, die es ermöglichen, den gesamten Bauprozess virtuell darzustellen und zu analysieren. Diese Simulationen bieten einen erheblichen Mehrwert für die Projektplanung und -überwachung, indem sie eine frühzeitige Erkennung von potenziellen Konflikten und Verzögerungen ermöglichen und somit zu einer effizienteren und risikominimierten Bauprojektentwicklung beitragen.

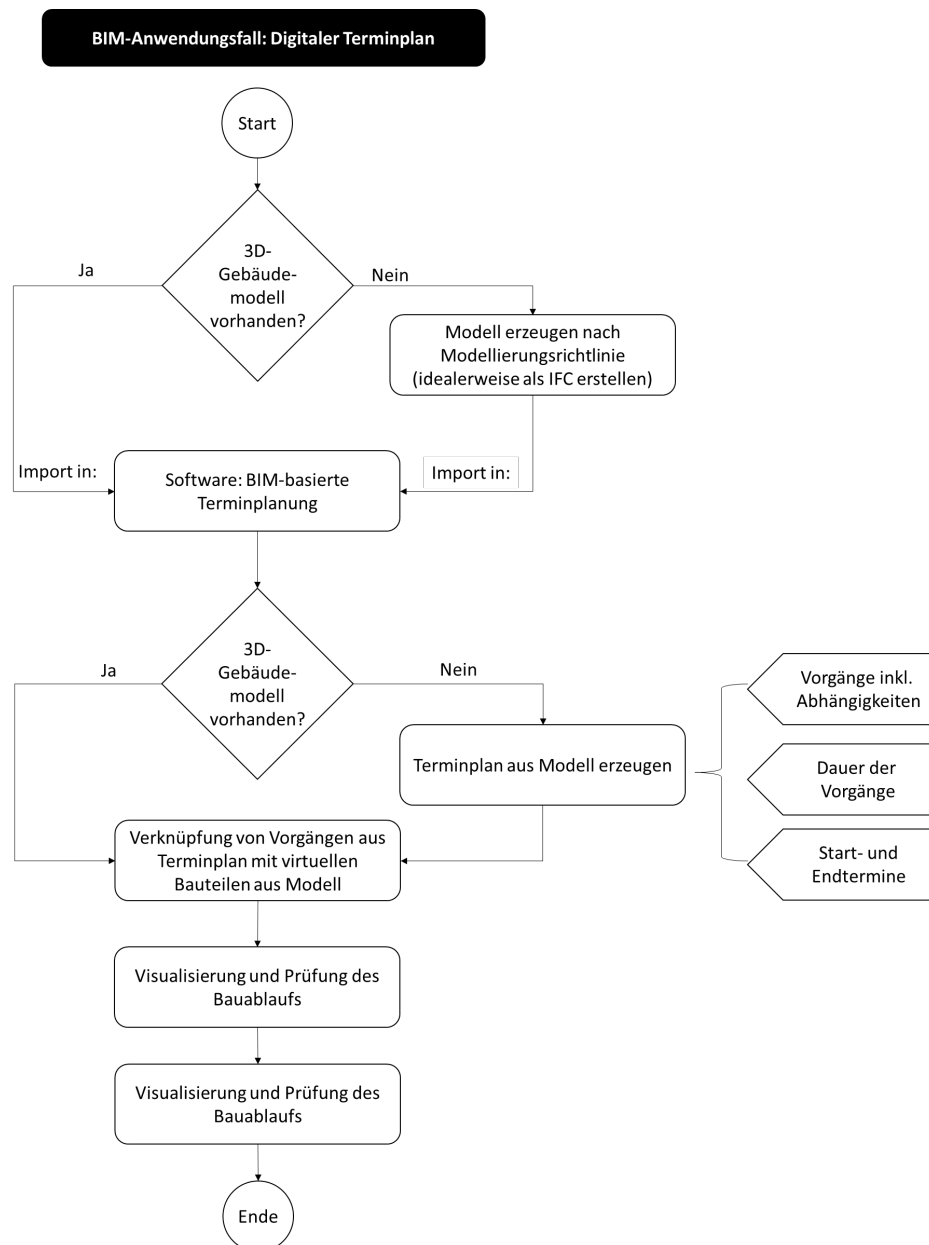


Abbildung 15: Prozessmodell zur technischen Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls: Digitale Terminplanung (Eigene Darstellung in Anlehnung an: [45])

Themenbereich: Digitale Liegenschaftserfassung / Digitales Aufmaß

Die Bauwirtschaft wird zu einem großen Teil durch das Bauen im Bestand geprägt, welches etwa 60 bis 80 Prozent des Marktsegments ausmacht. Dabei sind oft keine vollständige 2D-Pläne und Bauwerksunterlagen mehr vorhanden. Um Bestandsbauwerke nachträglich in BIM-Modelle zu überführen, müssen die notwendigen Informationen erfasst und aufgenommen werden. Um Transparenz in Bezug auf Chancen und Risiken der digitalen Liegenschaftserfassung zu schaffen, aber auch Detaillierungsgrade und Datenhandling bei der Aufnahme von Bestandsbauwerken mittels 3D-Laserscanning und Drohnen zu definieren, wurde vom BIM-Institut der Bergischen Universität Wuppertal eine Handlungsempfehlung zur Digitalen Bestandserfassung [47] erarbeitet.

Das Bauen im Bestand kann fast jedes Bauvorhaben betreffen und ist durch Umbauplanung, Erweiterung, Abriss und Neubau geprägt. Um die Planung auf den Ist-Zustand abstimmen zu können, ist die Beurteilung des Bauwerkszustands von elementarer Bedeutung. Wesentliche Punkte beim Vorgehen hierfür sind:

- Die Bauaufnahme, welche den Grundzustand klärt
- Schrittweise Detaillierung und Fortschreibung der erfassten Daten
- Abgleich mit planerischen Maßnahmen
- Proprärierendes Arbeiten (Aufnahme der Ist-Größe vor Ort und direkte Übertragung in digitale Zeichnungen bzw. Modelle)
- Aufgabenbezogene Dokumentation

Die Umsetzung der Planung auf Grundlage der Bauaufnahme erfolgt heute meist digital. Im Gegensatz dazu wird die Bauaufnahme oft mit analogen Mess- und Dokumentationswerkzeugen durchgeführt. Die vollständige geometrische Erfassung mit digitalen Hilfsmitteln ermöglicht eine leichtere und schnelle Erstellung von digitalen Modellen.

Zur digitalen Aufnahme von geometrischen Bauwerksinformationen gibt es verschiedene Aufgabenstellungen, wie beispielsweise die Bauwerksverwaltung bzw. das Facility Management, Umbau-, Sanierungs- oder Modernisierungsarbeiten, historische Dokumentation, Bauschadensanalysen, Bestimmung des statisch konstruktiven Systems, baubegleitende Einmessung und Fortschreibung der Planungsdaten zur jeweils errichteten Konstruktion sowie Qualitätssicherung, Mengenermittlung und Abrechnung. Je nach Aufgabe ist eine Auswahl der Aufnahmemethoden zu treffen. [47]

Aufgrund der verschiedenen Anwendungsbereiche müssen auch verschiedene BIM-Anwendungsfälle erstellt werden, bei denen die jeweiligen Detaillierungsgrade festgelegt werden. Infolge der oben beschriebenen Aufgabenstellungen können für den Themenbereich Digitale Liegenschaftserfassung / Digitales Aufmaß in Anlehnung an die Handlungsempfehlung zur Digitalen Bestandserfassung [47] folgende BIM-Anwendungsfälle erstellt werden. Da die BIM-Anwendungsfälle sich vorwiegend hinsichtlich des Detaillierungsgrads unterscheiden, wurde lediglich der erste BIM-Anwendungsfall „Digitale Liegenschaftserfassung der topografischen und baulichen Gegebenheiten für das digitale Aufmaß“ erstellt und wird in Anlage 5 dargestellt.

BIM-Awf: Digitale Liegenschaftserfassung der topografischen und baulichen Gegebenheiten für das digitale Aufmaß

Der BIM-Anwendungsfall "Digitale Liegenschaftserfassung der topografischen und baulichen Gegebenheiten für das digitale Aufmaß" beschreibt den allgemeinen Prozess zur Erfassung der baulichen Gegebenheiten einer Liegenschaft. Die damit verbundenen Prozesse sind für die Erstellung von digitalen Aufnahmen, insbesondere Punktwolken, notwendig, um die topografischen und baulichen Gegebenheiten einer Liegenschaft sowie die Umgebungs- und Bestandsdaten durch bauausführende Unternehmen zu erfassen. Diese digitalen Aufnahmen bilden die Grundlage für ein modellgestütztes Aufmaß, welches zur Erstellung eines Bauwerkdatenmodells genutzt werden kann.

BIM-Awf: Digitale Liegenschaftserfassung mit dem Ziel der Mengenermittlung

Für den Anwendungsfall der reinen Mengenermittlung genügen Scanaufnahmen mit geringer Auflösung und geringer Qualität, um eine grobe Abschätzung der Bauwerksmengen zu erzielen. Die Erfassung von jedem Versatz oder jeder Fensteröffnung ist dabei nicht unbedingt erforderlich, da die Raumgeometrien anhand weniger Punkte nachmodelliert oder direkt aus der Punktwolke abgeleitet werden können. Es bedarf keiner aufwendigen Visualisierung oder Farbaufnahmen. Die Aufnahme- und Verarbeitungszeit werden auf ein Minimum reduziert, was schnelle Ergebnisse ermöglicht.

BIM-Awf: Digitale Liegenschaftserfassung mit dem Ziel Abbruch bzw. Rückbau

Auch für den Anwendungsfall der Bauwerksdokumentation im Rahmen von Abbruch- oder Rückbaumaßnahmen werden vergleichsweise geringe Anforderungen an die Aufnahme gestellt. Eine grobe Mengenermittlung genügt in der Regel, weshalb die Auflösung und Qualität der Scanaufnahmen auf ein Minimum reduziert werden können. Eine detaillierte Erfassung von Merkmalen ist dabei nicht zwingend erforderlich. Auf Farbfotos kann weitgehend verzichtet werden, sofern dies die Bauwerkgeometrie zulässt. Eine Platzierung von Zielmarken kann unter Umständen entfallen, indem eine automatische Methode wie C2C für die Stationierung eingesetzt wird. Mit einer Einzelscanzeit von unter einer Minute und ein bis zwei Scans pro Raum kann die Abwicklung sehr schnell erfolgen. Eine analoge Vorgehensweise mit vergleichbaren Einstellungen ist auch für die Dokumentation des Rückbaufortschritts geeignet und ermöglicht eine Nachvollziehbarkeit der durchgeführten Maßnahmen.

BIM-Awf: Digitale Liegenschaftserfassung mit dem Ziel Sanierung und Umbau

Wenn ein Bauwerk saniert oder umgebaut werden soll, müssen genauere Messungen durchgeführt werden. Um redundante Scanaufnahmen zu vermeiden, empfiehlt es sich, eine höhere Auflösung und Qualität zu wählen, die der geometrischen Komplexität des Objekts angepasst ist. Die Einstellungen für diesen Anwendungsfall sollten als mittlere Genauigkeitseinstellung festgelegt werden, wobei eine Auflösung von mindestens 1/5 und eine Qualität von 2x ausreichen, um Innenräume mit einem Abstand von unter 10 m zum Scanner zu erfassen. Wenn größere Distanzen oder Außenaufnahmen erforderlich sind, sollten beide Einstellungen erhöht werden. Die Erfassung von Farbfotos hängt vom Einzelfall ab und den Anforderungen des Auftraggebers.

BIM-Awf: Digitale Liegenschaftserfassung mit dem Ziel Visualisierung

Möchte man ein Bauwerk möglichst detailliert und umfassend aufnehmen, so ist die verfügbare Zeit der limitierende Faktor. Für diesen Nutzungsbereich sind die Einstellungen, die im Hauptprojekt verwendet wurden, ausreichend genau. Eine Erhöhung der Qualität oder Auflösung würde die benötigte Scanzeit erheblich verlängern. Die Anzahl der benötigten Scans hängt stark von der Geometrie des Bauwerks ab. Viele Winkel und Vorsprünge, wie oben bereits beschrieben, erfordern eine hohe Anzahl an Scans. Um die Realität so genau wie möglich darzustellen, sind Farbfotos unverzichtbar. Es ist jedoch zu beachten, ob für die Visualisierung nur die Punktwolke oder auch eine nachmodellierte Abbildung genutzt werden

soll. Soll lediglich die Punktwolke verwendet werden, so sollte eine entsprechend höhere Auflösung gewählt werden, um den Eindruck der Realität zu erhöhen.

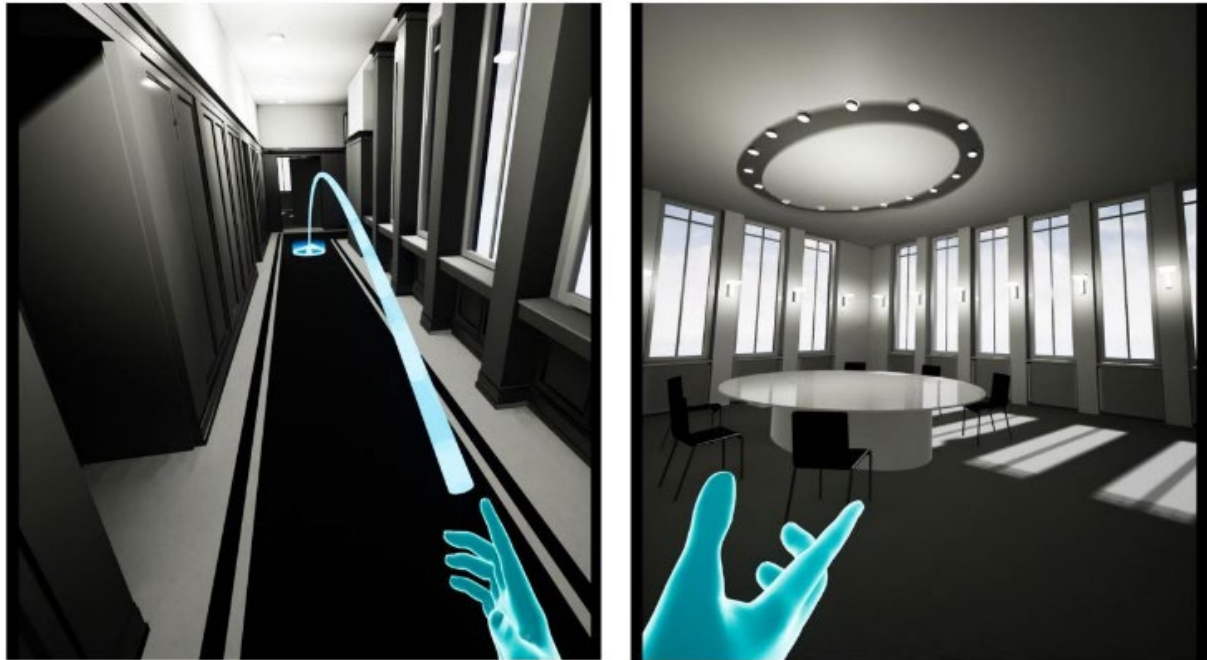


Abbildung 16: Darstellung der Betrachtung durch die VR-Brille [47, p. 48]

Technische Umsetzung

Die technische Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls "Digitale Liegenschaftserfassung" ist ein komplexes und vielschichtiges Unterfangen, das von entscheidender Bedeutung für die moderne Bauwirtschaft ist, insbesondere im Bereich des Bauens im Bestand. Dieser Sektor macht einen erheblichen Anteil der Bauwirtschaft aus, oft ohne vollständige 2D-Pläne und Bauwerksunterlagen. Die digitale Liegenschaftserfassung beinhaltet die detaillierte Beurteilung des Ist-Zustands von Bauwerken, die schrittweise Detaillierung und Fortschreibung der erfassten Daten, den Abgleich mit planerischen Maßnahmen und die aufgabenbezogene Dokumentation.

Traditionelle Methoden der Bauaufnahme, die meist analoge Mess- und Dokumentationswerkzeuge verwenden, sind in ihrer Informationsmenge begrenzt und können bei Vergessen wichtiger Maße zu erheblichem Mehraufwand führen. Die digitale Erfassung, die eine vollständige geometrische Erfassung ermöglicht, behebt diese Einschränkungen und erlaubt eine effizientere Erstellung digitaler Modelle.

Das BIM-Institut der Bergischen Universität Wuppertal hat in dieser Hinsicht eine Handlungsempfehlung zur Digitalen Bestandserfassung [41] erarbeitet, die als Leitfaden für die Umsetzung dient. Hieraus werden nachfolgend die relevanten Ergebnisse zur technischen Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls „Digitale Liegenschaftserfassung“ vorgestellt.

Zwei Schlüsseltechnologien haben sich in diesem Bereich als besonders wertvoll erwiesen: Laserscanning und Photogrammetrie.

Laserscanning:

Laserscanning ist eine Methode, bei der die Oberflächen von Bauwerken rasterförmig mit Laserstrahlen abgetastet werden, um diese dreidimensional zu vermessen. Es findet breite Anwendung in Bereichen wie Geländeerfassung, industrielle Messtechnik, Archäologie und insbesondere in der dreidimensionalen Vermessung von Bauwerken.

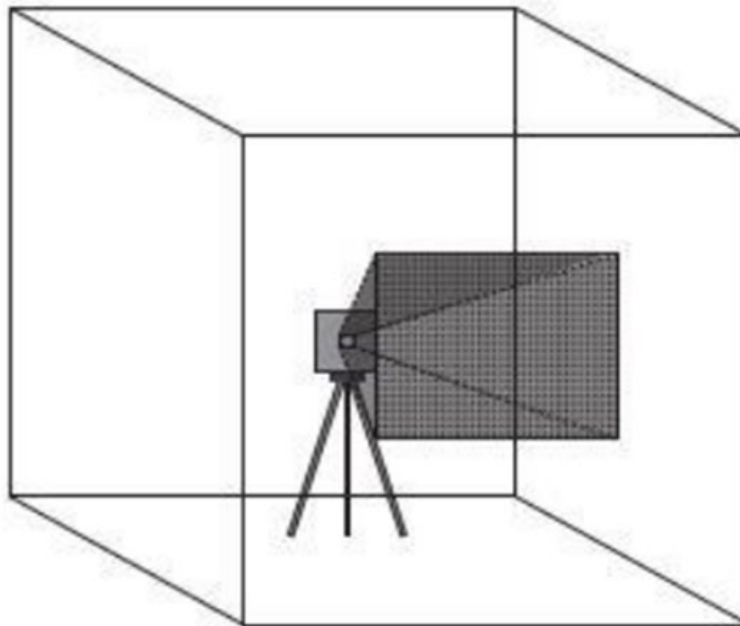


Abbildung 17: Darstellung eines Laserscanners bei der Aufnahme in einem Raum [47, p. 14]

- **Grundprinzip:** Beim Laserscanning werden Horizontal- und Vertikalwinkel sowie die Distanz zu den Objektpunkten gemessen. Es wird zwischen statischem und mobilem Laserscanning unterschieden. Beim mobilen Laserscanning können Scannerpositionen verändert werden, was besonders geeignet ist, um Bauwerke zu erfassen.
- **Scanner-Typen:** Es gibt verschiedene Typen von Scannern, wie Camera-View-Scanner und Panorama-Scanner, die sich in ihren Anwendungsbereichen unterscheiden.

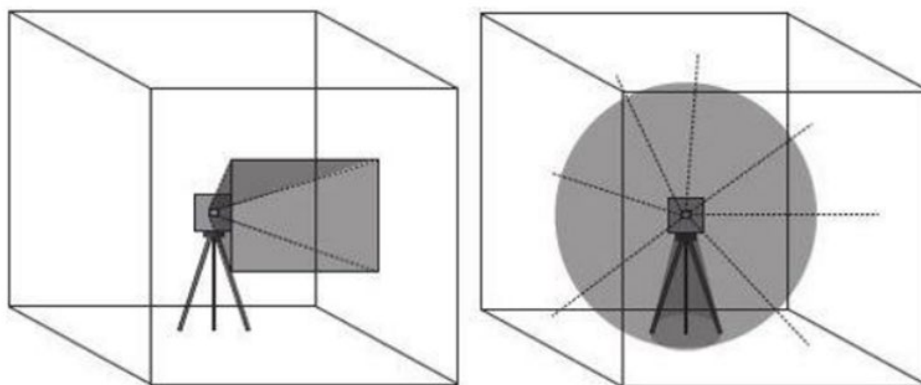


Abbildung 18: Darstellung Camera-View-Scanner (links) und Panorama-Scanner (rechts) [47, p. 15]

- **Distanzmessverfahren:** Laserscanner verwenden unterschiedliche Verfahren zur Distanzmessung, wie das Impulslaufzeitverfahren, das Phasenvergleichsverfahren und die Lasertriangulation.

Photogrammetrie:

Die Photogrammetrie ist ein Verfahren, das auf der Grundlage von Fotografien die Lage und Geometrie räumlicher Objekte ermittelt. Sie wird in terrestrische und Aerophotogrammetrie unterteilt, wobei die terrestrische Variante in der Architektur am häufigsten verwendet wird.

- **Mehrbildauswertung:** Hierbei werden mehrere Aufnahmen eines Objekts von unterschiedlichen Standorten aus gemacht, um Objektpunkte in ihrer Lage dreidimensional zu erfassen. Diese Methode erfordert die Orientierung von Einzelbildern und die Bildung eines Bezugskoordina-tensystems.
- **Stereobildauswertung:** Bei dieser Methode werden Bilder so aufgenommen, dass sie der natürlichen Anordnung des menschlichen Auges entsprechen, was eine räumliche Betrachtung ermöglicht.

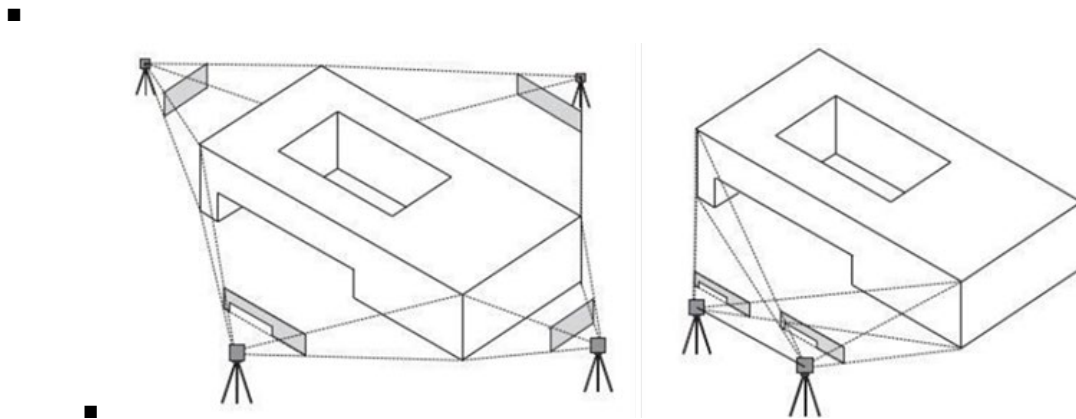


Abbildung 19: Prinzipien der Mehrbildaufnahme und Stereobildauswertung [47, p. 18]

Für die Integration dieser Technologien in den Kontext der digitalen Liegenschaftserfassung und BIM ist es entscheidend, dass die erfassten Daten in einem Modellierungs- oder CAD-Programm überführt und dort für weitere Planungs- und Analysezwecke genutzt werden können.

Analyse und Darstellung des Mehrwertes

Das dritte Arbeitspaket beschreibt den Mehrwert der identifizierten und priorisierten BIM-Anwendungsfälle für die unternehmensinternen Prozesse des Bauhandwerks. In Ergänzung dazu ist außerdem der Mehrwert für die Seite der Auftraggebenden erfasst worden. Für die Analyse des Mehrwerts sind unterschiedliche Werkzeuge, wie Befragungen und Workshop-Formate in enger Zusammenarbeit mit den Praxisbeteiligten angewendet worden.

Eine Grundlage für die Erfassung des Mehrwerts der BIM-Anwendungsfälle ist bereits mit der Priorisierung in Arbeitspaket 1 des Forschungsprojekts gelegt worden. Durch die Abfrage des subjektiv eingeschätzten Mehrwerts durch die Praxisbeteiligten wird den betrachteten BIM-Anwendungsfällen bereits ein qualitativ erfasster Mehrwert sowohl auf Auftragnehmenden- als auch von der Seite der Auftraggebenden zugeordnet. Diese Abfrage ist ebenfalls bei der Durchführung des Innovationspfads am 30.09.2022 an der Bergischen Universität Wuppertal und bei der IT-Fachtagung am 22.02.2023 am Fraunhofer IFF vorgenommen worden, um den Kreis der befragten Personen zu erweitern und damit die Aussagekraft zu erhöhen.

Aufbauend darauf konnte in einem ersten Schritt in Zusammenarbeit mit den Praxisbeteiligten eine Chancen-Risiken-Analyse durchgeführt werden. In Form eines Workshops sind dabei durch Trigger-Fragen Impulse bzgl. möglicher Chancen bzw. Risiken bei der Einführung und der Nutzung von BIM-Anwendungsfällen gesetzt worden. Die Aussagen konnten hierbei direkt von allen Teilnehmenden kritisch diskutiert werden. Die Ergebnisse der Chancen-Risiken-Analyse dienen wiederum als Basis für die anschließende Expertenbefragung im Stil einer Delphi-Befragung. Sie dient zur Finalisierung der Erfassung des Mehrwerts für die unternehmensinternen Prozesse der bausauführenden Unternehmen.

Methodisch orientiert sich die durchgeführte Befragung im Stil einer Delphi-Befragung an Häderer (2014) [48]:

Das Ziel der Befragung im Stil der Delphi-Methode besteht in der qualitativen und quantitativen Analyse des Mehrwerts der BIM-Anwendungsfelder der Digitalen Bauwerksdokumentation sowie der BIM-Anwendungsfälle Digitale Terminplanung und Digitale Liegenschaftserfassung. (Im nachfolgenden wird zur Vereinfachung jeweils der Ausdruck „Anwendungsfall“ genutzt) In Ergänzung dazu sind zudem Hemmnisse oder Hindernisse bei der Einführung beleuchtet worden. Hierbei wurden Expertenmeinungen ermittelt. Als Experten werden dabei Personen eingeschätzt, die mit der Thematik und den damit einhergehenden Herausforderungen vertraut sind. Die ausgewählten Experten lassen sich unterschiedlichen Gruppen zuordnen. Zum einen sind Softwareanbieter ausgewählt worden, die Produkte für einen jeweiligen Anwendungsfall weiterentwickeln und anbieten und daher einen Marktüberblick sowie die Gegebenheiten ihrer Kunden kennen. Darüber hinaus sind Anwender ausgewählt worden, die die BIM-Anwendungsfälle aus der Sicht der Ausführenden Unternehmen betrachten. Hierbei sind sowohl die Praxispartner des Projekts als auch externe Ausführende in die Umfrage einbezogen worden. Die Durchführung der Befragung ist als Online-Umfrage angelegt worden, die in Wellen an die jeweiligen Gruppen per Mail zugesendet worden sind. Diese Form der Umfrage wurde gewählt, um den befragten Personen ausreichend Zeit zur Beantwortung der Fragen zu geben. Durch das beigefügte Informationsmaterial waren die Personen in der Lage, bei Bedarf Hintergrundinformationen zu den Anwendungsfällen, den Zwischenergebnissen der Delphi-Umfrage sowie Informationen zur Durchführung der Umfrage nachzulesen.

Zur Ableitung der Fragen bildete in jeder Befragungsstufe der jeweils aktuelle Pool aus gesammelten Mehrwerten die Grundlage. Grundsätzlich folgte der Aufbau der Umfrage zu jedem Anwendungsfall dem gleichen Muster. Zuerst ist erfasst worden, ob die befragte Person bereits den Anwendungsfall bedienen kann. Daraufhin wurden die Fragen jeweils auf die eingenommene Perspektive hin angepasst. Daran schließt sich eine Frage an, in der die Personen die Möglichkeit haben, den bis zu diesem Punkt

gesammelten Mehrwerten zuzustimmen oder diese abzulehnen und selbst zu bewerten. Auf Grundlage des Anteils der bestätigten Mehrwerte ist eine Kategorisierung in die Kategorien A, B und C in Anlehnung an die auf dem Pareto-Prinzip beruhende ABC-Analyse vorgenommen worden. Der Anteil bezieht sich dabei auf die Zustimmung bzw. Bestätigung der jeweiligen Mehrwerte durch die befragten Personen. Die Einteilung erfolgte auf folgende Weise: Über 80 % Zustimmung entspricht Kategorie A, unter 20 % Zustimmung entspricht Kategorie C und das Feld zwischen 20 % und 80 % wird der Kategorie B zugeordnet.

Daran schlossen sich jeweils vier Fragen an, die zur Quantifizierung der Mehrwerte dienen. Als Grundlage dafür sind die gesammelten Mehrwerte gruppiert worden. Die Zuordnung findet sich in Anlage 9. Die Bewertung erfolgte hierbei über eine sechsstufige Likert-Skala. An diesen Teil schlossen sich freie Antwortfelder an, die den befragten Personen die Möglichkeit gaben, weitere Mehrwerte aufzuführen, Hindernisse bei der Nutzung und Einstiegsbarrieren bei der Einführung festzuhalten. Jeder Anwendungsfall schloss mit einer Frage zur Zeitspanne für die Einführung der Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls und einer Frage zur Wahrscheinlichkeit, dass in den nächsten fünf Jahren dieser Anwendungsfall die gängige Praxis darstellen wird, ab. Nachdem jeder BIM-Anwendungsfall durch die Personen bewertet worden ist, erfolgte zuletzt eine vergleichende Betrachtung. In dieser wurden die drei BIM-Anwendungsfälle hinsichtlich der höchsten Kosten, der größten Chancen für das Unternehmen, der höchsten Einführungswahrscheinlichkeit und dem höchsten Weiterbildungsbedarf gegenübergestellt. Die Fragebögen sind sowohl intern als auch in Zusammenarbeit mit einer befragten Person aus der Gruppe der Praxispartner pilotiert worden. Durch diese Optimierung sind unter anderem Hinweisfelder bzw. weiterführende Informationen zu jeder Frage ergänzt worden. Der Aufbau ist sowohl für die Softwareanbieter, als auch für befragte Personen außerhalb des Kreises der Praxispartner hin modifiziert worden. Da die befragten Softwareanbieter mit ihren Produkten nur jeweils einen BIM-Anwendungsfall bedienen können, sind sie nur zu diesen befragt worden. Bei den Personen außerhalb des Kreises der Praxispartner bei einer Umfrage im Nachgang an eine Veranstaltung (Innovationspfad Oberhausen) wurde auf die Fragen zur Quantifizierung des Mehrwerts verzichtet, da die benötigte Erläuterung nicht in der Form dargestellt werden konnte, wie es den Personen in der zeitlich nicht begrenzten Online-Umfrage möglich gewesen ist.

Insgesamt wurden in dieser Form drei Wellen mit folgender Reihenfolge gestartet: Softwareanbieter, Anwender (keine Praxispartner, Umfrage beim Innovationspfad Oberhausen am 23.07.23 und Umfrage über das Mittelstand Digitalzentrum Bau) und Anwender aus der Gruppe der Praxispartner. Der Befragungszeitraum erstreckte sich zwischen Juni 2023 bis August 2023. Die Auswertung der Fragebögen erfolgte anonymisiert. Des Weiteren sind die teilnehmenden Personen darüber informiert worden, dass die erhobenen Daten nur für diese Umfrage genutzt worden sind.

Digitale Bauwerksdokumentation

Im Austausch mit den Personen aus dem Bereich der Auftraggebenden und ausführenden Seite wurde eine hohe Übereinstimmung mit den in der BIM-Handlungsempfehlung aufgeführten Mehrwerten zur Bauwerksdokumentation erzielt. [17] Der Schwerpunkt wird im Forschungsprojekt dabei in der Optimierung im Bereich der Ausführung, des Gebäudebetriebs sowie des Rückbaus bzw. der Wiederverwertung gesehen. Die in der BIM-Handlungsempfehlung aufgeführten Mehrwerte sind somit ergänzt worden und lauten adaptiert wie folgt:

- Verbesserte und transparente Dokumentation der eingebauten Bauprodukte
- Verbesserte Datenverfügbarkeit (z.B. Überführung in Betriebszielsysteme) und Pflege der Betriebsdaten
- Gesteigerte Transparenz in der Planungs- und Bauphase

In der Zusammenarbeit mit den Projektbeteiligten sowie Externen konnten bei der IT-Fachtagung am Fraunhofer IFF weitere Chancen bei der Nutzung der Anwendungsfälle zur DBWD vornehmlich aus Sicht der Ausführenden identifiziert werden:

- Transparenz in Fällen der Gewährleistung, Nacharbeit und haftungsrechtlichen Gründen
- Reduzierung der analogen Dokumentation
- Transparente Ablage der Daten im geeigneten Ablagesystemen
- Einfachere Vervielfältigung von Dokumenten bei Bedarf

Ergänzung durch Softwareentwickler:

- Verbesserte Qualitätssicherung während der Planungs- und Bauphase
- Steigerung der Mitarbeiterzufriedenheit durch die Erleichterung des Dokumentationsprozesses

Bei der Zustimmung zu den Mehrwerten im Rahmen der stufenweisen Befragung haben sich folgende Zuordnungen ergeben:

Kategorie A:

- Transparenz in Fällen der Gewährleistung, Nacharbeit und haftungsrechtlichen Gründen
- Reduzierung analoger Dokumentation
- Verbesserte und transparente Dokumentation der eingebauten Bauprodukte
- Gesteigerte Transparenz in der Planungs- und Bauphase
- Verbesserte Qualitätssicherung während der Planungs- und Bauphase

Kategorie B:

- Transparente Ablage der Daten im geeigneten Ablagesystem
- Einfachere Vervielfältigung von Dokumenten bei Bedarf
- Verbesserte Datenverfügbarkeit (z.B. Überführung in Betriebszielsysteme) und Pflege der Betriebsdaten

Kategorie C:

- Steigerung der Mitarbeiterzufriedenheit durch die Erleichterung des Dokumentationsprozesses

Weitere, neue Mehrwerte aus der Delphi-Befragung:

- Nutzung der planungsbegleitenden Dokumentation und daraus ergebenden Leistungen zur Ableitung unternehmerischer Kennzahlen und Organisation der Auftragsbearbeitung
- Erleichterung der Kalkulation auf Grundlage der modellbasierten Dokumentation
- Motivation zum Abschluss der Planung durch Front-Loading im BIM-Prozess
- Effizientere Einbindung von Nutzern/Dienstleistern in der Betriebsphase

Ergänzte Mehrwerte nach Delphi-Befragung:

- Gesteigerte Transparenz in der Planungs- und Bauphase für alle Stakeholder, u. a. durch den Abruf der aktuellen Planung
- Transparenz in Fällen der Gewährleistung, Nacharbeit und haftungsrechtlichen Gründen sowie Sanierungen

Hindernisse bei der Umsetzung:

- Ängste vor dem Neuen
- Rechtskonforme Einarbeitung des Datenschutzes
- Softwareinteroperabilität
- Stakeholder übergreifender Einsatz und Kompatibilität
- Fehlendes Know-How
- Sorge vor zu hoher Transparenz gegenüber Projektbeteiligten
- Sorge vor zusätzlichen Kosten/Aufwänden
- Fehlende, zu späte oder unklare Definition der Auftraggeber/Betreiber über benötigte Informationen
- Fachkräftemangel
- Mangel an einer ganzheitlichen Strategie zur Einführung von digitalen Werkzeugen

Einstiegsbarrieren:

- Fehlende Vorgaben hinsichtlich prozesstechnischer und softwareseitiger Umsetzung sowie Verantwortlichkeiten
- Aufwand bei der Einarbeitung in neue Systeme
- Zeit für die geeignete Mitarbeiterqualifikation
- Mangel an Wissen und/oder Ressourcen, wie mit der Einführung gestartet werden soll

Einschätzung der Befragten zu den Gruppen zugeordneten Mehrwerten (Aufwandsreduktion, Absicherung, Wettbewerbsvorteil, Mitarbeiterzufriedenheit)

Die Aussagen der Personen zu den Fragen, die den Gruppen Aufwandsreduktion, Absicherung, Wettbewerbsvorteil, Mitarbeiterzufriedenheit zugeordnet werden können, zeigen alle eine große Streuung in der Einschätzung des Mehrwerts der Digitalen Bauwerksdokumentation zu den einzelnen Gruppen. Eine differenzierte Betrachtung ist aufgrund der bestehenden Datengrundlage sowie der Streuung der Ergebnisse für die einzelnen Gruppen nicht zielführend.

Zeitspanne zur Einführung:

Bei der Betrachtung der zur Einführung der Digitalen Bauwerksdokumentation im Unternehmen zeigt sich ebenfalls eine große Spannweite der Ergebnisse (vgl. Abbildung 20). Dabei lässt sich jedoch festhalten, dass sowohl die Personen, die den BIM-Anwendungsfall noch nicht umsetzen können, als auch der befragte Softwareentwickler einen Zeitraum von mindestens 12 bis 24 Monate einschätzen. Anwender, die bereits den Anwendungsfall bedienen können, unterscheiden sich dabei ebenfalls sehr stark. Einer Einschätzung von unter sechs Monaten steht eine Dauer von über 24 Monaten gegenüber. Werden die Aussagen der einzelnen befragten Gruppen kombiniert, dann zeichnet sich eine tendenziell längere Einführungszeit für den BIM-Anwendungsfall Digitale Bauwerksdokumentation ab.

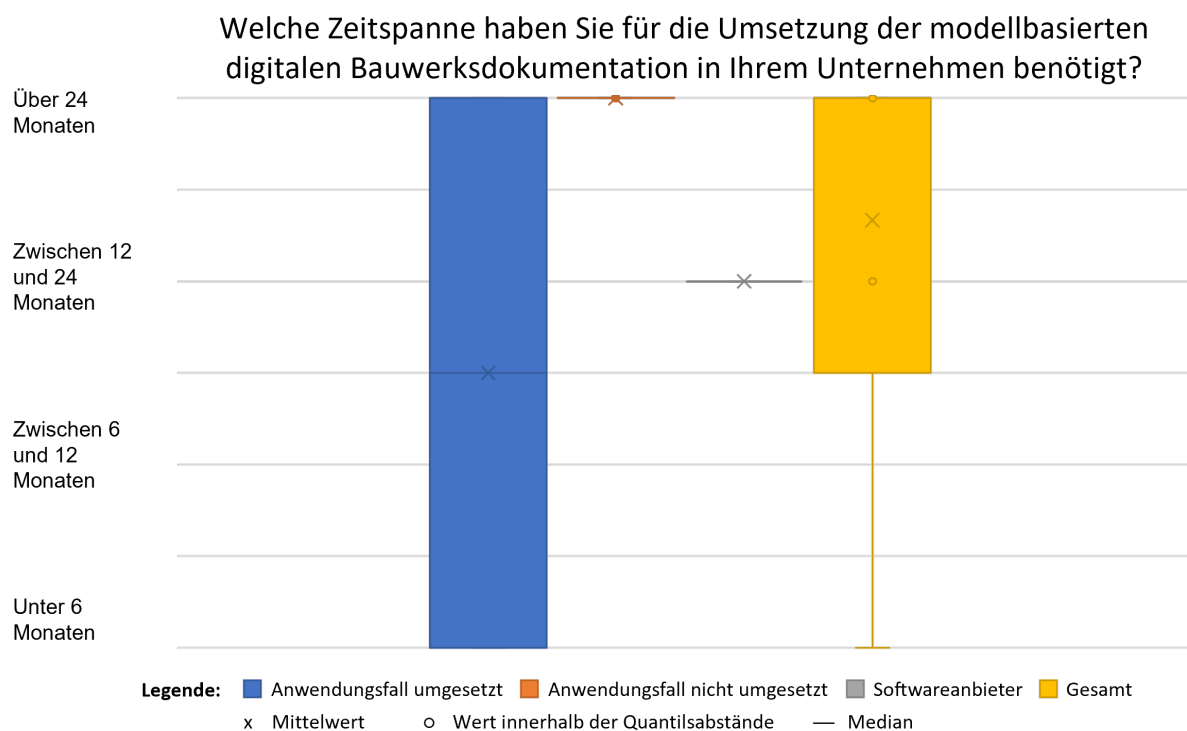


Abbildung 20: Ergebnisse der Befragung zur Einschätzung der benötigten Zeitspanne für die Umsetzung des BIM-Anwendungs-falls Digitale Bauwerksdokumentation

Wahrscheinlichkeit der Einführung

Bei der Frage nach der Wahrscheinlichkeit, ob der BIM-Anwendungsfall in den nächsten fünf Jahren gängige Praxis sein wird, ergibt sich ebenfalls ein gemischtes Bild bei den befragten Gruppen, wie die Abbildung 21 zeigt. Der Softwareentwickler sieht von allen Befragten die höchste Wahrscheinlichkeit in der Überführung des Anwendungsfalls Digitale Bauwerksdokumentation in die gängige Praxis. Die Personen, die den BIM-Anwendungsfall noch nicht in der Nutzung haben, schätzen die Wahrscheinlichkeit auf mittelmäßig bis sehr wahrscheinlich ein. Dem Gegenüber schätzen die derzeitigen Anwender die Wahrscheinlichkeit auf sehr gering bis wahrscheinlich. Die Gruppe der aktuellen Nutzer schätzt damit die Wahrscheinlichkeit geringer ein als die Gruppe, die den BIM-Anwendungsfall noch nicht bedienen können.

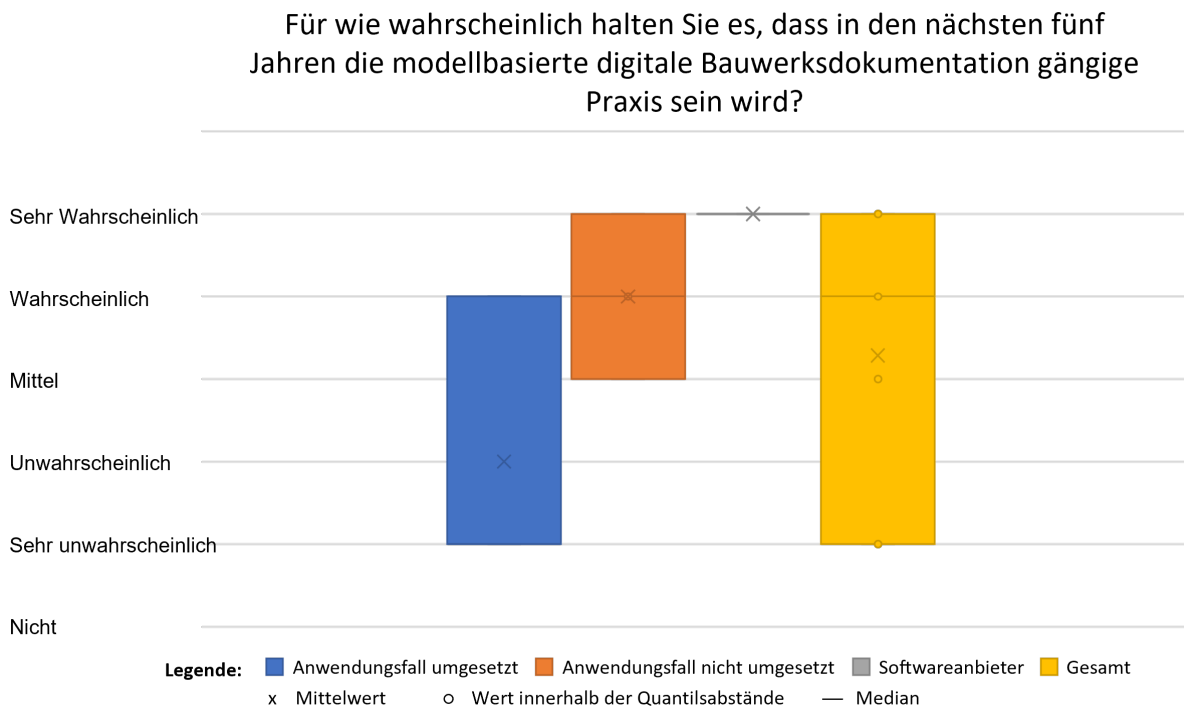


Abbildung 21: Ergebnisse der Befragung zur Wahrscheinlichkeit, ob die Digitale Bauwerksdokumentation in den nächsten fünf Jahren gängige Praxis sein wird.

Terminplanung

Durch die durchgeführten Analysen konnte bereits in der ersten Stufe der Befragung der Mehrwert des BIM-Anwendungsfalls Digitale Terminplanung im Vergleich zur BIM-Handlungsempfehlung operationalisiert werden. Der Mehrwert „verbesserte Kontrolle und Steuerung der Bauausführung“ ([17]) ist aus Sicht der bauausführenden Unternehmen damit in folgende Mehrwerte gegliedert worden:

- Kommunikationstool bei Bauzeitstörung
- Transparente und frühzeitige Terminplanung
- Kommunikation über Planungstool anstatt über Messenger
- Offenlegung von (Zeit-)Puffern
- Verbesserte Personalkapazitätsplanung zur Steuerung von Engpässen in Folge des Fachkräftemangels
- Bedarfsgerechte Materialbestellung
- Konkrete Zeitangaben unterstützen die Planung von (Zeit-)Puffern
- Aufdecken von Zeitfenstern in der Feinplanung in Abhängigkeit von anderen Gewerken

Im Rahmen der IT-Fachtagung am Fraunhofer IFF Magdeburg sind darüber hinaus folgende Mehrwerte identifiziert worden:

- Reduzierung von Verlustzeiten
- Steigerung von Produktivität und Wirtschaftlichkeit
- Schnellere Umplanung

- Vergrößerte Transparenz

Darüber hinaus sind aus Sicht der Softwareentwickler diese Mehrwerte ergänzt worden:

- Soll-Ist Abgleich zwischen detaillierter digitaler Wochenplanung und Bauzeitenplanung
- Auswertungen wie Leistungsmeldung der einzeln geplanten Vorgänge

Bei der Zustimmung der Mehrwerte je Kategorie ergibt sich folgende Einteilung:

Kategorie A:

- Kommunikationstool bei Bauzeitstörung
- Reduzierung von Verlustzeiten
- Vergrößerte Transparenz
- Auswertungen wie Leistungsmeldung der einzeln geplanten Vorgänge

Kategorie B:

- Kommunikation über Planungstool anstatt über Messenger
- Offenlegung von Puffern in der Zeitplanung
- Verbesserte Personalkapazitätsplanung zur Steuerung von Engpässen in Folge des Fachkräftemangels
- Bedarfsgerechte Materialbestellung
- Konkrete Zeitangaben unterstützen die Planung von Puffern
- Aufdecken von Zeitfenstern in der Feinplanung in Abhängigkeit von anderen Gewerken
- Steigerung von Produktivität und Wirtschaftlichkeit
- Schnellere Umplanung
- Soll-Ist Abgleich zwischen detaillierter digitaler Wochenplanung und Bauzeitenplanung

Beim Anwendungsfall Digitale Terminplanung erfolgte keine Zuordnung in die Kategorie C, womit keinem identifizierten Mehrwert eine geringe Zustimmung zugeordnet werden kann.

Des Weiteren sind in der finalen Befragung zusätzliche Mehrwerte identifiziert worden:

- tagaktuelle Ist-Zustände (real), die aufgeschlüsselt werden auf Liegenschaft, Bauabschnitt, Eingang, Etage, Wohnung, Raum, Wand, je Gewerk
- Terminprognosen zur Fertigstellung mit Tendenz in der Abweichung (positiv wie negativ)
- Implementierung von Anreizen zur Leistungsvariablen Vergütung
- Vermeidung unnötiger Baustellenwechsel aufgrund der transparenten Offenlegung von Zeitpuffern im Kontext zu anderen Gewerken
- Auswertung der Auswirkungen von Bauzeitverzögerungen /-störungen in Abhängigkeit von Bauabläufen

Im Bereich der Digitalen Terminplanung sind keine bereits identifizierten Mehrwerte ergänzt worden.

Hindernisse bei der Umsetzung

- Furcht der Mitarbeitenden vor einem Kontrollsystem durch die Digitale Terminplanung
- Fehlendes Know-How bei der Anwendung
- Standardisierung der Anwendung für die ausführenden Personen

- Potenzielle Überforderung bei den Möglichkeiten der Anwendung der Applikation

Einstiegsbarrieren

- Notwendige Hardwareausstattung
- Parallele Einarbeitung in das System bzw. Systeme beim täglichen Arbeitspensum
- Keine Koordination der Terminplanung und Vergabe von Verantwortlichkeiten
- Fehlende Verpflichtung der Parteien/Firmen über das LV bzw. den Auftrag
- Parallele Digitalisierung peripherer Prozesse in den Firmen, wie z.B. Kalkulation, Verwaltung, Planung, Fertigung
- Fehlendes Know-How bei der Einführung
- Kosten
- Akzeptanz der handelnden Menschen
- Fehlendes Personal für die Einführung
- Verständnis für den Mehrwert und Nutzen des Anwendungsfalls
- Honorierung der geschaffenen Mehrwerte über die jeweilige Firma hinweg, da Mehrwerte bzw. Vorteile auf der übergeordneten Projektebene erzielt werden

Insbesondere der Anwendungsfall Digitale Terminplanung offenbart die Sorge der anwendenden Personen, dass sie beim Bedienen des Anwendungsfalls lediglich mit Einstiegshürden und -kosten sowie daraus resultierenden Nachteilen konfrontiert sind. Dies offenbart den Bedarf an Information sowie den Handlungsbedarf, Anreize für die Anwender über z.B. die integrierte Projektabwicklung zu schaffen.

Einschätzung der Befragten zu den Gruppen zugeordneten Mehrwerten (Verbesserte Kommunikation, Erhöhung der Datensicherheit, Steigerung der Transparenz, Produktivitätssteigerung)

Die Aussagen der Personen zu den Fragen, die den Gruppen Erhöhung der Datensicherheit, Steigerung der Transparenz, Produktivitätssteigerung zugeordnet werden können, zeigen alle eine große Streuung in der Einschätzung des Mehrwerts der Digitalen Terminplanung zu den einzelnen Gruppen. Eine differenzierte Betrachtung ist aufgrund der bestehenden Datengrundlage sowie der Streuung der Ergebnisse für die einzelnen Gruppen nicht zielführend. Eine Ausnahme bildet die Einschätzung der Verbesserung der Kommunikation. Hierbei schätzen alle Personen den Mehrwert hoch bzw. sehr hoch ein.

Zeitspanne zur Einführung

Die befragten Personen schätzen für die Einführung des BIM-Anwendungsfall Digitale Terminplanung tendenziell eine Einführungsdauer von über 12 Monaten ein (vgl. Abbildung 22). Eine Person aus der Gruppe von Anwendern, die den Anwendungsfall noch nicht bedienen können, hat im Gegensatz dazu eine Einführungsdauer von unter sechs Monaten eingeschätzt. Werden alle Einschätzungen kombiniert betrachtet, ist davon auszugehen, dass es sich dabei wahrscheinlich um einen Ausreißer handelt. Unter dieser Annahme lässt die Beantwortung dieser Frage die Aussage zu, dass für die Dauer der Einführung des BIM-Anwendungsfalls in einem Unternehmen eine Zeitspanne von 12 bis über 24 Monate einzuplanen ist. Insbesondere die Angabe des Softwareentwicklers stützt die langwierige Einführungsdauer der Tools zur Bedienung des BIM-Anwendungsfall.

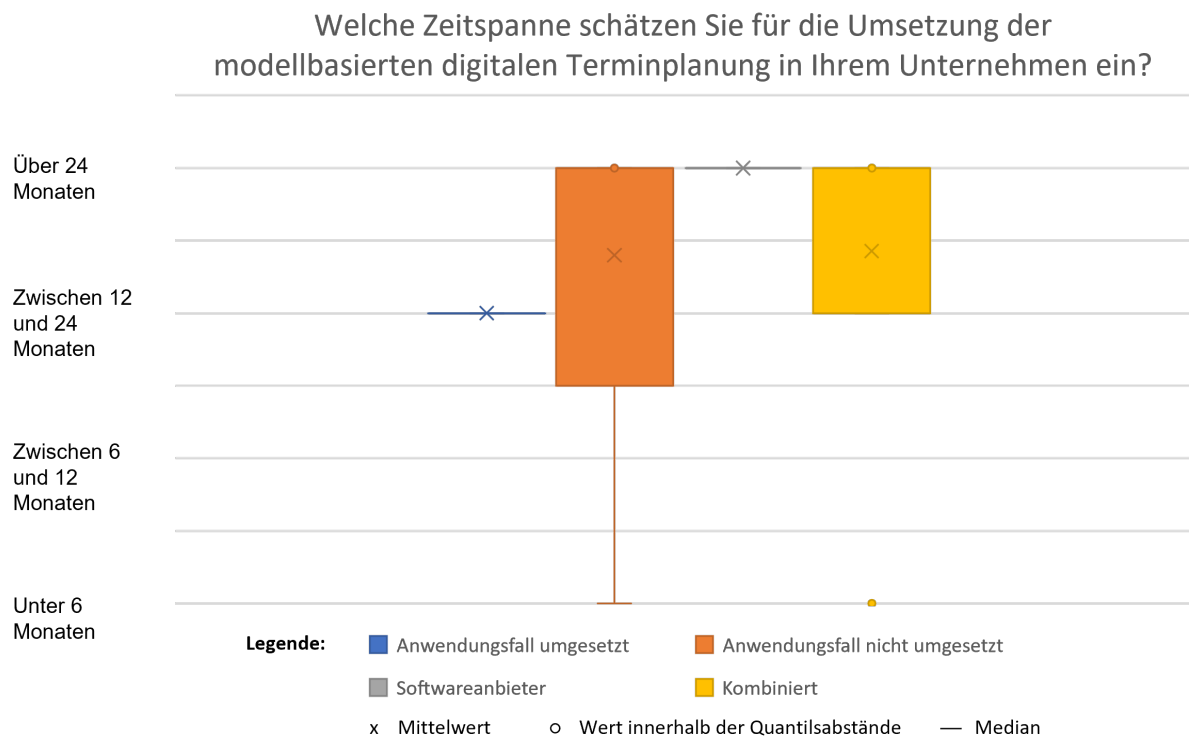


Abbildung 22: Ergebnisse der Befragung zur Einschätzung der benötigten Zeitspanne für die Umsetzung des BIM-Anwendungs-falls Digitale Terminplanung

Wahrscheinlichkeit der Einführung

Hinsichtlich der Frage, wie hoch die Einführungswahrscheinlichkeit über die nächsten fünf Jahre für die modellbasierte, digitale Terminplanung eingeschätzt wird, zeigt sich erneut eine weite Streuung der abgeschätzten Wahrscheinlichkeit, wie in der Abbildung 23 zu sehen ist. Zwar hält keine Person die Einführung des BIM-Anwendungs-falls für ausgeschlossen, allerdings schwanken die Ergebnisse der Umfrage zwischen sehr unwahrscheinlich und sehr wahrscheinlich.

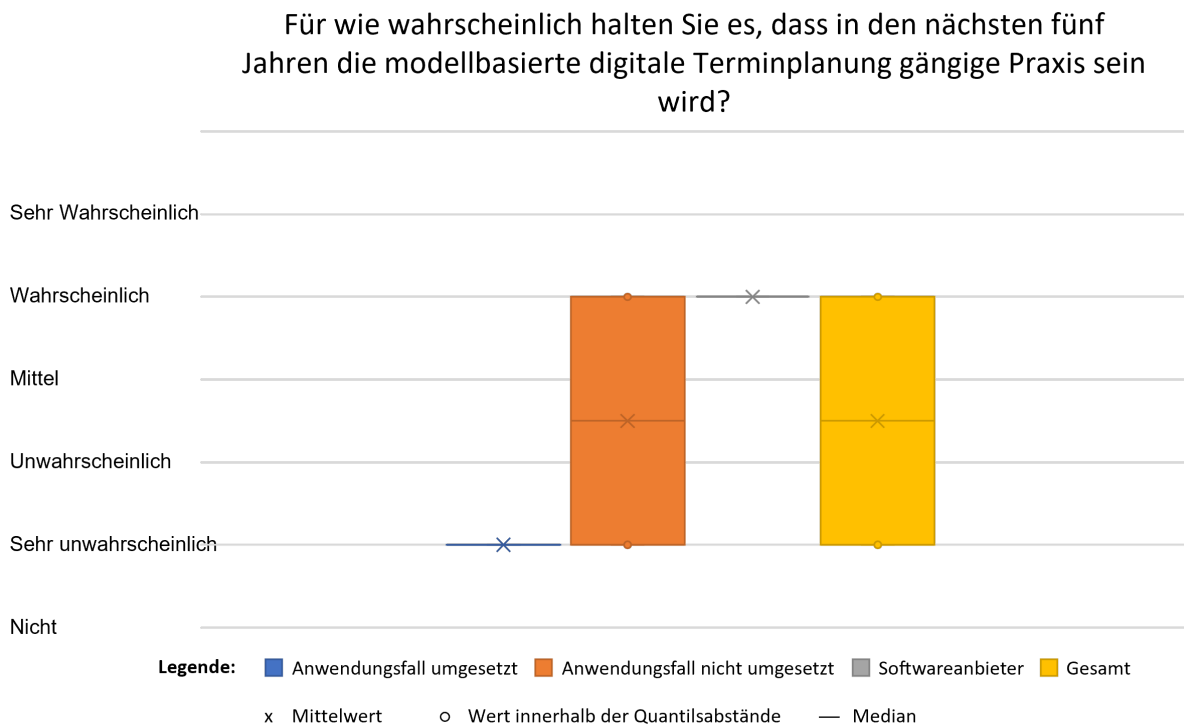


Abbildung 23: Ergebnisse der Befragung zur Wahrscheinlichkeit, ob die Digitale Terminplanung in den nächsten fünf Jahren gängige Praxis sein wird.

Digitale Liegenschaftserfassung / Digitales Aufmaß

In der BIM-Handlungsempfehlung konnten als Ausgangspunkt für die Umfrage in Bezug auf die modellbasierte, digitale Liegenschaftserfassung bzw. digitales Aufmaß folgende Mehrwerte identifiziert werden [17]:

- Verständlichere Planung für alle Projektbeteiligten und Interessensvertreter
- Bereitstellung einer Datengrundlage für Maßnahmenentscheidungen im Bauwerks-Lebenszyklus

Daraufhin ließen sich folgende Mehrwerte im Rahmen des Praxispartnertreffens ableiten:

- Datenaufnahme und –verarbeitung im Unternehmen
- Eigenes Aufnehmen von Daten bei mangelnder Grundlage
- Bereich Bauen im Bestand - Übernahme von Planung durch das Handwerk
- Verbesserung der Bautoleranzen
- Auch bei Leistungsänderungen sind alle Maße vorhanden
- Zeitersparnis
- Konfliktminimierung
- Weniger Unsicherheiten bei plausibler Erstellung

Die Befragung in der IT-Fachtagung ergab keine neuen Mehrwerte. Dem gegenüber konnten aus der Perspektive der Softwareentwicklung folgende Mehrwerte identifiziert werden:

- Virtuelle Rundgänge durch das Gebäude

- Arbeitsvorbereitende Maßnahmen vom Schreibtisch aus
- Ungewohnt hohes Maß an Informationen

Für die Zustimmung der Mehrwerte ergibt sich bei den definierten Kategorien folgende Zuordnung:

Kategorie A

- Auch bei Leistungsänderungen sind alle Maße vorhanden
- Zeitersparnis

Kategorie B

- Datenaufnahme und -verarbeitung im eigenen Unternehmen
- Eigenes Aufnehmen von Daten bei mangelnder Grundlage
- Bereich Bauen im Bestand: Übernahme von Planung durch das Handwerk
- Konfliktminimierung
- Weniger Unsicherheiten bei plausibler Erstellung des digitalen Aufmaß
- Verständlichere Planung für alle Projektbeteiligten und Interessensvertreter
- Bereitstellung einer Datengrundlage für Maßnahmenentscheidungen im Bauwerks-Lebenszyklus
- Virtuelle Rundgänge durch das Gebäude

Kategorie C

- Verbesserung der Bauleranzen und Qualität
- Ermöglicht arbeitsvorbereitende Maßnahmen vom Schreibtisch aus

Weitere, neue Mehrwerte aus der Delphi-Befragung:

- Mögliche Synergieeffekte durch kombinierte Anwendung bei der Baufortschrittskontrolle
- Mögliche Datengrundlage im AVA-Prozess

Hindernisse bei der Umsetzung

- Datenschutzkonforme Umsetzung der Datenerfassung, -verarbeitung und Speicherung
- Weiterbildungsbedarf
- Die Verbreitung der Anwendung zur Nutzung zwischen Unternehmen
- Der unternehmenseigene Mehrwert ist nicht genau abschätzbar
- Kosten-Nutzen-Verhältnis beim Bestandsbau
- Datenpflege von 2D in 3D, wodurch entweder entsprechendes Know-How benötigt wird oder die Datenpflege extern vergeben werden muss

Einstiegsbarrieren

- Softwareschnittstellen zwischen Systemen
- Einführung und Implementierung benötigter Soft- und Hardware
- Fehlendes Know-How
- Kosten

Einschätzung der Befragten zu den Gruppen zugeordneten Mehrwerten (Aufwandsreduktion, Absicherung, Erweiterung des Leistungsspektrums, Qualitätssteigerung)

Mit Ausnahme der Absicherung zeigt sich in allen Gruppen von Mehrwerten erneut eine sehr starke Streuung bei der qualitativen Einschätzung des Mehrwerts. Lediglich im Bereich der Absicherung sehen die Anwender einen starken bis sehr starken Mehrwert bzw. Nutzen. Analog zu den voran gegangenen Mehrwert-Analysen lässt die Datengrundlage eine vertiefende Analyse nicht zu.

Zeitspanne zur Einführung

Bei der Einschätzung der zur Einführung der modellbasierten, digitalen Liegenschaftserfassung benötigten Zeitspannen zeigt sich ebenfalls eine weite Spannbreite der Ergebnisse in der Abbildung 24. Insbesondere der Anteil der Anwender, die bereits den beschriebenen BIM-Anwendungsfall bedienen können ergibt sich die größte Streuung zwischen dem Minimalwert von unter sechs Monaten und dem Maximalwert von über 24 Monaten. In der kombinierten Betrachtung über alle befragten Personen lässt jedoch den Schluss zu, dass die Einführungsdauer von unter sechs Monaten eine Ausnahme darstellt.

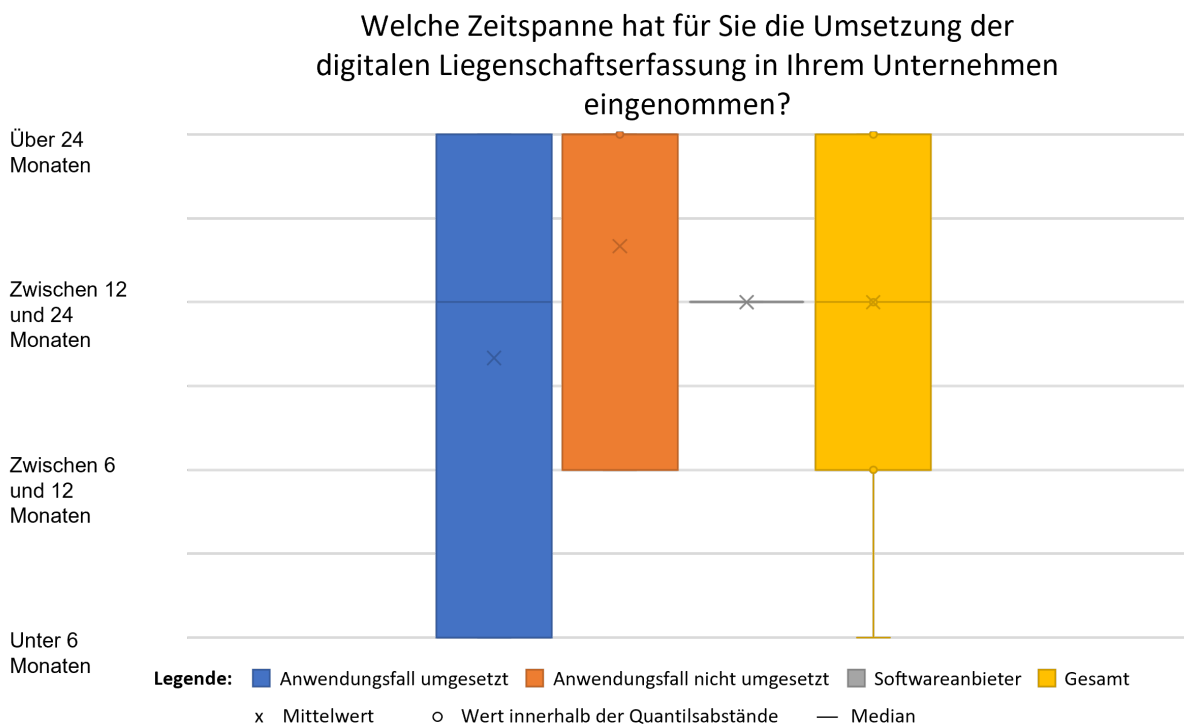


Abbildung 24: Ergebnisse der Befragung zur Einschätzung der benötigten Zeitspanne für die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls Digitale Liegenschaftserfassung / Digitales Aufmaß.

Wahrscheinlichkeit der Einführung

Auch bei den Ergebnissen zur Einführungswahrscheinlichkeit zeigt sich eine hohe Spannweite bei den Antworten der befragten Personen, wie der Abbildung 25 zu entnehmen ist. Erneut liegt die höchste Spannweite bei den Anwendern vor, die den Anwendungsfall bedienen können. Dem gegenüber zeigt sich bei den Anwendern, die ihn noch nicht bedienen können eine geringere Streuung. Sie geben eine mittlere bis hohe Wahrscheinlichkeit zur Einführung in den nächsten fünf Jahren an.

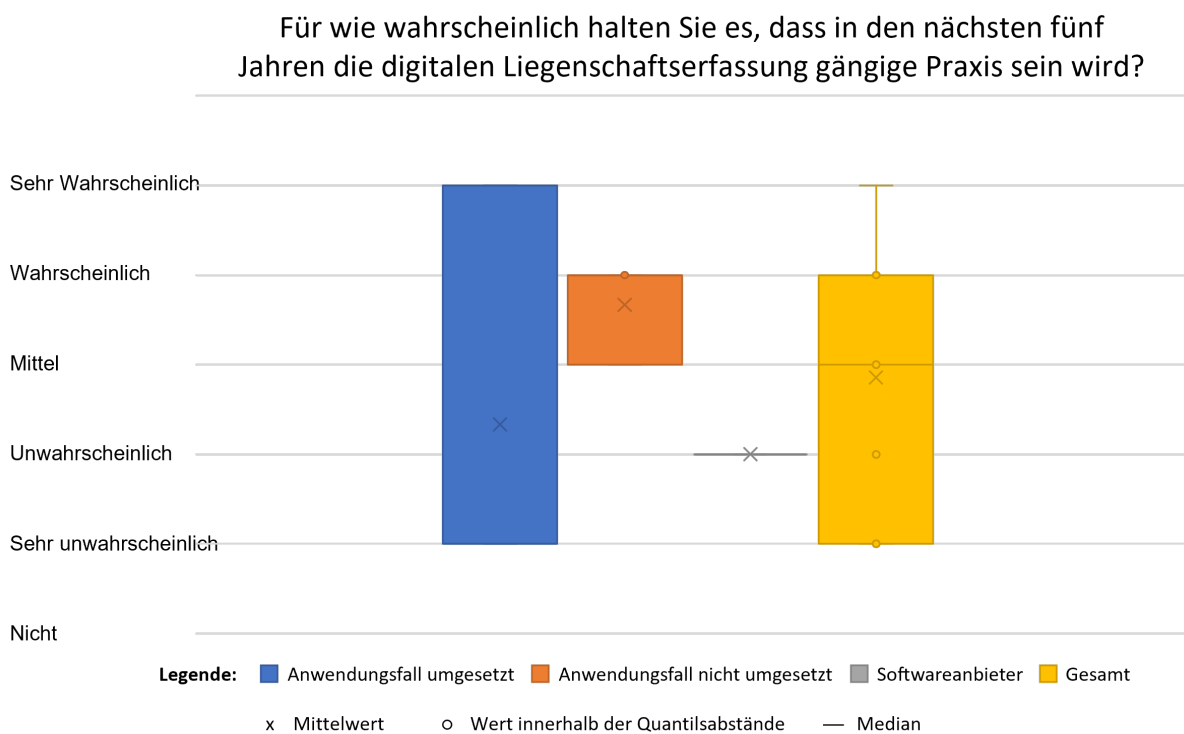


Abbildung 25: Ergebnisse der Befragung zur Wahrscheinlichkeit, ob die Digitale Liegenschaftserfassung / Digitales Aufmaß in den nächsten fünf Jahren gängige Praxis sein wird.

Übergreifende Betrachtung

Bei der vergleichenden Betrachtung der drei analysierten BIM-Anwendungsfälle werden diese sich jeweils vergleichend gegenübergestellt (siehe Abbildung 26). Dargestellt ist hierbei jeweils der Anteil der Zustimmungen der befragten Personen zu den vier Fragen in diesem Abschnitt. Hierbei zeigt sich deutlich, dass der BIM-Anwendungsfall bzw. -feld hervorsticht. Zwar ordnen die befragten Personen diesem Anwendungsfall mit 80 % die im Vergleich höchsten Kosten zu. Gleichzeitig sehen sie in diesem aber auch die höchsten Chancen für das eigene Unternehmen (60 %) wie auch die höchste generelle Einführungswahrscheinlichkeit (60 %). Außerdem wird in diesem BIM-Anwendungsfall mit 60 % der höchste Bedarf an einem Weiterbildungskonzept gesehen. Die beiden anderen BIM-Anwendungsfälle, die im Zuge dieser Untersuchung betrachtet worden sind, erhalten die gleiche Einschätzung hinsichtlich der gestellten Fragen. Somit wird das im Auftaktworkshop ermittelte Ergebnis zur Priorisierung der BIM-Anwendungsfälle bestätigt.

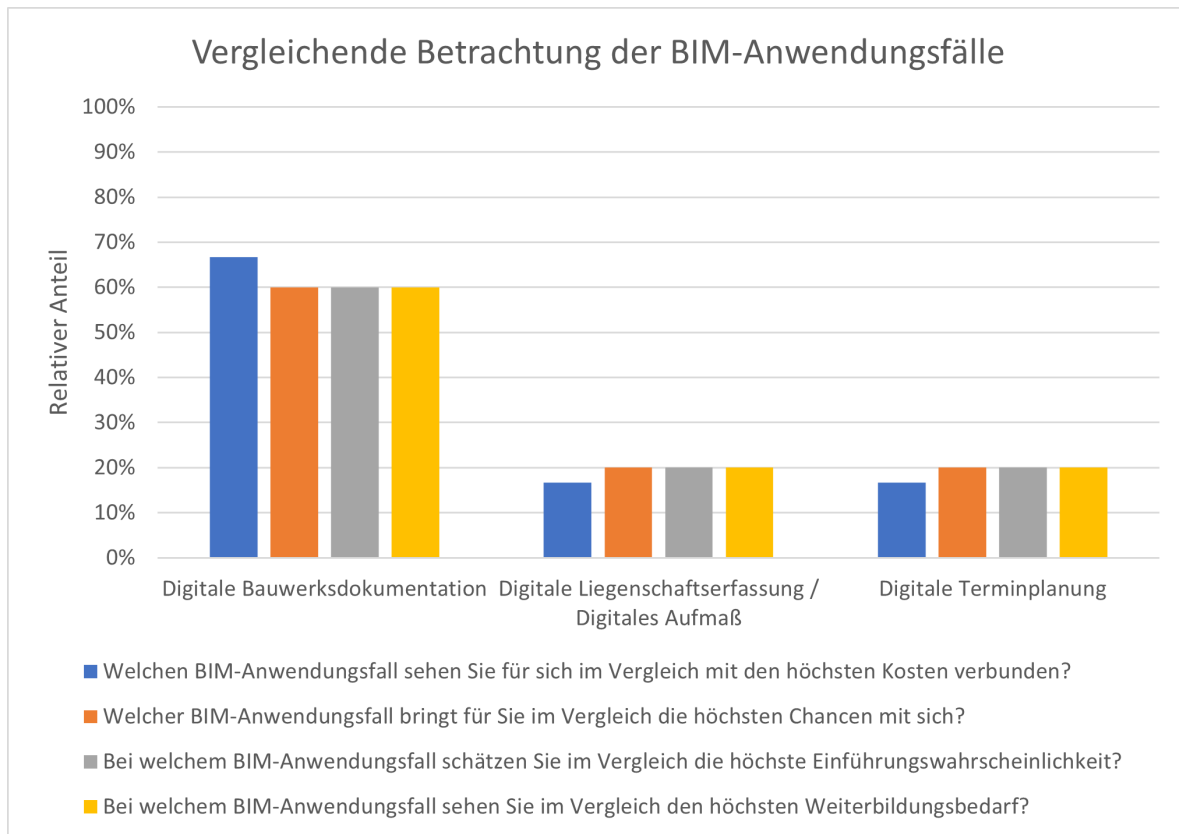


Abbildung 26: Ergebnisse der Befragung zur vergleichenden Betrachtung der drei BIM-Anwendungsfälle

Diskussion der Forschungsergebnisse

Innerhalb der Bearbeitung des dritten Arbeitspakets zur Analyse und Darstellung des Mehrwerts ist eine auf die Fragestellung hin adaptierte Befragungsmethode angewendet worden, die auf die Methode der Delphi-Befragung aufbaut. Diese adaptierte Methode hat auf die wiederholende Interaktion zwischen den befragten Personen und den Durchführenden der Analyse abgezielt, um eine Entwicklung der Antworten zu provozieren. Des Weiteren führte dieser wiederkehrende Austausch in diesem Themenfeld zu einer verstärkten Auseinandersetzung mit den Inhalten, die u. A. in diesem Projekt erarbeitet worden sind. Allerdings zeigt die durchgeführte Analyse Optimierungspotenziale auf. So konnte trotz der Vielzahl an durchgeführten Umfragen über diverse Kanäle nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl von Befragten für die Umfrage rekrutiert werden, weshalb die Datengrundlage nur eine bedingte Aussagekraft in sich trägt. Die Ergebnisse der durchgeführten Analyse können damit aber als Indikator für die Einschätzung von Anwendern aufgefasst werden. Sie stellt damit nicht nur im Rahmen dieses Projekts einen Meilenstein in der Erfassung und auch Kommunikation der Mehrwerte besonders für ausführende Unternehmen dar.

Im Rahmen der Untersuchung konnte der zu Beginn als ordinal erfasster globaler Mehrwert operationalisiert und damit transparenter dargestellt werden. Über die gebildeten Kategorien (A-, B- und C-Kategorien) ist zudem eine erste Einschätzung über die Bedeutung des Mehrwerts für ausführende Unternehmen möglich. Die hohe Spannweite der Einschätzungen hinsichtlich Einführungsdauer, -wahrscheinlichkeit und Konkretisierung des Mehrwerts der Anwendungsfälle zeigt jedoch, dass weiterhin ein Forschungsbedarf besteht. In Ergänzung dazu ist aber insbesondere die zielgerichtete Informierung und Befähigung der ausführenden Unternehmen ein entscheidender Faktor. Dies zeigt sich insbesondere im

BIM-Anwendungsfall modellbasierte, digitale Terminplanung. Hier konnte aus den Antworten die Furcht vor Kontrolle und zu hoher Transparenz festgestellt werden.

Durch die Steigerung von Informations- und Weiterbildungsmöglichkeiten könnte positiv auf die Akzeptanz und damit auch auf die Einführungswahrscheinlichkeit und -dauer eingewirkt werden. Gleichzeitig bietet die durchgeführte Analyse einen Einblick in potenzielle Hemmnisse und Einführungshürden, die somit gezielt adressiert werden könnten. Im Vergleich der drei priorisierten Anwendungsfälle bestätigt sich die besondere Bedeutung des Anwendungsfelds der Digitalen Bauwerksdokumentation.

Erstellung von Weiterbildungskonzepten

Im Rahmen des vierten Arbeitspaketes des Forschungsprojekts soll ein Weiterbildungskonzept für das Bauhandwerk erarbeitet werden, welches das Bauhandwerk in die Lage versetzen soll, die in Arbeitspaket 1 priorisierten BIM-Anwendungsfälle in der Praxis routiniert umzusetzen.

Konzepterstellung

Zur Erstellung des Weiterbildungskonzeptes wurde in einem ersten Schritt analysiert, welche Elemente für die Erstellung eines didaktischen Konzeptes berücksichtigt werden müssen [49]. Hierzu zählen:

- Die Zielgruppe (Wer soll an der Aus- und Weiterbildung teilnehmen?)
- Die Lernziele (Was sollen die Teilnehmenden am Ende der Weiterbildung wissen oder können?)
- Die Inhalte (Was sollen die Teilnehmer lernen?)
- Die Methode (Wie sollen die Inhalte vermittelt werden?)
- Die Materialien (Welche Materialien werden im Rahmen der Weiterbildung eingesetzt?)
- Die Evaluation (Wie wird überprüft, ob die Lernziele erreicht wurden?)

Die Ausarbeitung eines detaillierten Konzeptes zu Beginn der Erstellung einer Weiterbildung ist von großer Bedeutung, um sicherzustellen, dass das Lernen effektiv und effizient gestaltet wird und die Teilnehmenden das erforderliche Wissen und die Fähigkeit erwerben können. Es dient als Leitfaden für die Gestaltung und Durchführung von Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen und kann sowohl als Präsenz- als auch für Onlineveranstaltungen erstellt werden.

Das Weiterbildungskonzept konzentriert sich vorrangig auf die methodische Planung und Festlegung der Lerninhalte, die für die praktische Anwendung der BIM-Anwendungsfälle notwendig sind. Im Rahmen des Forschungsprojekts werden jedoch keine spezifischen Lehrmaterialien entwickelt. Die Erstellung dieser Materialien obliegt den Weiterbildungsanbietern, zu denen Handwerkskammern, Berufsförderungswerke und andere Ausbildungsinstitutionen zählen. Das Forschungsprojekt liefert eine Blaupause dafür, wie eine ideale Weiterbildung strukturiert sein könnte, welche technischen Ressourcen genutzt werden sollten und mit welchen Methoden das Wissen effektiv vermittelt und evaluiert werden kann, d.h., wie überprüft wird, ob die Lernziele erreicht wurden.

Die Zielgruppe

Das vorgesehene Weiterbildungskonzept hat grundsätzlich alle Gewerke im Bauhandwerk als Zielgruppe. Jedoch sind aufgrund ihrer Tätigkeiten einige der priorisierten BIM-Anwendungsfälle eher für Führungspersonen wie Bauleitung, Fachkräften oder Vorarbeitenden von Unternehmen geeignet als für jeden einzelnen handwerklichen Mitarbeitenden. Grundsätzlich können aber alle Interessierten, so zum Beispiel auch Auftraggebende und Planende dieses Konzept zur Wissensaneignung nutzen. Eine differenzierte Betrachtung der Eignung der BIM-Anwendungsfälle für unterschiedliche Arten von bauausführendem Personal wird in Abbildung 27 anschaulich dargestellt.

Digitale Bauwerksdokumentation	Digitale Terminplanung	Digitale Liegenschaftserfassung
<ul style="list-style-type: none"> • Richtet sich grundsätzlich an alle Gewerke im Bauhandwerk und an (öffentliche) Auftraggebende • Wird aktuell vorwiegend durchgeführt von: Vorarbeiter*innen, Meister*innen, sowie der Bauleitung • Zukünftig auch scanbasiert von allen Ausführenden erstellt 	<ul style="list-style-type: none"> • Richtet sich grundsätzlich an alle Gewerke im Bauhandwerk und an (öffentliche) Auftraggebende • Wird aktuell vorwiegend durchgeführt von: Vorarbeiter*innen, Meister*innen, sowie der Bauleitung • Bauhandwerker*in wird kaum Berührungspunkte mit der Terminplanung haben 	<ul style="list-style-type: none"> • Richtet sich grundsätzlich an alle Gewerke im Bauhandwerk und an (öffentliche) Auftraggebende • Liegenschaftserfassung mit Drohnen wird vorwiegend von Dachdecker*innen verwendet • Vollständige Liegenschaftserfassung vorwiegend durch Vermesser*innen

Abbildung 27: Zielgruppen des Weiterbildungskonzept für die priorisierten BIM-Anwendungsfälle (eigene Darstellung)

Die Lernziele

Die Zielsetzung der Weiterbildung fokussiert sich auf die Dissemination und Vertiefung eines doppelsträngigen Kompetenzspektrums bezüglich der Building Information Modeling (BIM)-Methodik, insbesondere im Kontext des Handwerks. Die Vermittlung eines fundierten, theoretischen Fundaments und dessen transitive Anwendung auf praktische Szenarien formen den didaktischen Kern dieser Fortbildungsmaßnahme.

Einleitend wird die systematische Erläuterung der BIM-Grundlagen in den Vordergrund gestellt, um ein homogenes Verständnis der BIM-Anwendungsfälle unter den Teilnehmenden zu kultivieren. Dieser fundamentale Wissenstransfer erfolgt in einem initialen Segment jedes Moduls, welches als konzeptionelles Gerüst für die nachfolgenden, spezifischen Lehrinhalte dient. Die Explikation der Mehrwerte, die sich durch die Adoption der BIM-Anwendungen ergeben, bildet den nächsten didaktischen Schritt. Hier wird nicht nur auf die Vorteile eingegangen, sondern auch ein kritischer Blick auf die Herausforderungen und theoretischen Grundlagen geworfen. Eine besondere Berücksichtigung finden dabei diverse Softwarelösungen, die im Handwerksbereich Anwendung finden, inklusive einer vergleichenden Evaluation ihrer Vorzüge und Limitationen.

Um die Brücke zwischen Theorie und Praxis zu schlagen, ist es vorgesehen, dass die Teilnehmenden mittels didaktisch aufbereiteter Materialien, wie Präsentationsfolien oder interaktiven Elementen, in die Handhabung einer exemplarischen BIM-Software eingeführt werden. Das übergeordnete Ziel dieser praktischen Module ist es, die Teilnehmenden zu befähigen, die erlernten Kenntnisse auf realweltliche Bauprojekte zu übertragen und somit einen Beitrag zur Steigerung von Effizienz und Qualität in der Bauausführung zu leisten. Zur Überprüfung und Festigung des vermittelten Wissens ist es von essentieller Bedeutung, dass die Teilnehmenden am Ende der Weiterbildung in der Lage sind, zentrale Fragen zur BIM-Methodik präzise zu beantworten. Dazu zählen das grundlegende Verständnis von BIM, die spezifische Anwendung der Methode, die Identifikation und Bewertung der Mehrwerte und Herausforderungen von BIM im Handwerk, die Definition von BIM-Zielen und -Anwendungsfällen, die notwendigen BIM-Prozesse, sowie das Verständnis der priorisierten BIM-Anwendungsfälle und ihrer technischen

Realisierung. Die kompetente Handhabung dieser Thematiken soll die Teilnehmenden dazu befähigen, als kompetente Fachpersonen im Bereich des digitalisierten Bauwesens zu agieren.

Die Inhalte

Im Rahmen der Weiterbildungsmaßnahme werden Lerninhalte konzipiert, die nicht nur fundiertes theoretisches Wissen, sondern auch dessen praktische Anwendung im Bereich des Building Information Modeling (BIM) vermitteln. Der Fokus liegt auf einer didaktisch sinnvollen Aufbereitung der Lerninhalte, die ein tiefgründiges Verständnis für die Interdependenz zwischen BIM und der fortschreitenden Digitalisierung in der Bauwirtschaft schaffen.

Ein einleitendes Modul setzt sich mit den Grundlagen von BIM auseinander und differenziert diese von allgemeinen Digitalisierungsprozessen. Es wird eine Begriffsabgrenzung sowie eine historische Kontextualisierung beider Konzepte vorgenommen, um die Notwendigkeit für Veränderungen im Sektor deutlich zu machen. In diesem Zusammenhang werden die Anwendungsbereiche der BIM-Methode beleuchtet, Herausforderungen diskutiert und die daraus resultierenden Mehrwerte für das Bauhandwerk herausgestellt.

Das Modul zur digitalen Bauwerksdokumentation führt in die Grundlagen der Bauwerksdokumentation ein und kontrastiert dabei die Veränderungen im Prozessablauf, die durch BIM im Vergleich zu klassischen Methoden entstehen. Dabei werden auch die spezifischen Einsatzmöglichkeiten und die Vorzüge, die sich daraus für das Bauhandwerk ergeben, thematisiert. Ein zentrales Element ist die Einführung in die gemeinsame Datenumgebung (Common Data Environment, CDE), die als digitales Ökosystem für den Informationsaustausch dient. Die technische Umsetzung dieser Prozesse wird anhand von beispielhaften Softwareanwendungen illustriert.

In Bezug auf die digitale Terminplanung wird den Teilnehmenden ein umfassender Einblick in die Terminplanung gewährt, wobei die Modifikationen im Workflow durch die BIM-Implementierung im Vordergrund stehen. Unterschiedliche Formen der digitalen Terminplanung und deren spezifische Vorteile für das Bauhandwerk werden aufgezeigt. Anhand einer exemplarischen Software wird demonstriert, wie solche Planungen technisch realisiert werden können.

Das Modul zur digitalen Liegenschaftserfassung beschäftigt sich mit der Aufnahme und Dokumentation von Grundstücks- und Immobiliendaten. Hierbei wird aufgezeigt, wie sich die Prozesse durch BIM im Vergleich zu traditionellen Vorgehensweisen verändern. Die Möglichkeiten, die sich durch diese digitalen Methoden bieten, werden ebenso erörtert wie die Vorzüge, die sich für das Bauhandwerk ergeben, etwa in Bezug auf den Detaillierungsgrad der Aufnahmen. Zudem werden verschiedene Methoden und Werkzeuge zur digitalen Liegenschaftserfassung vorgestellt.

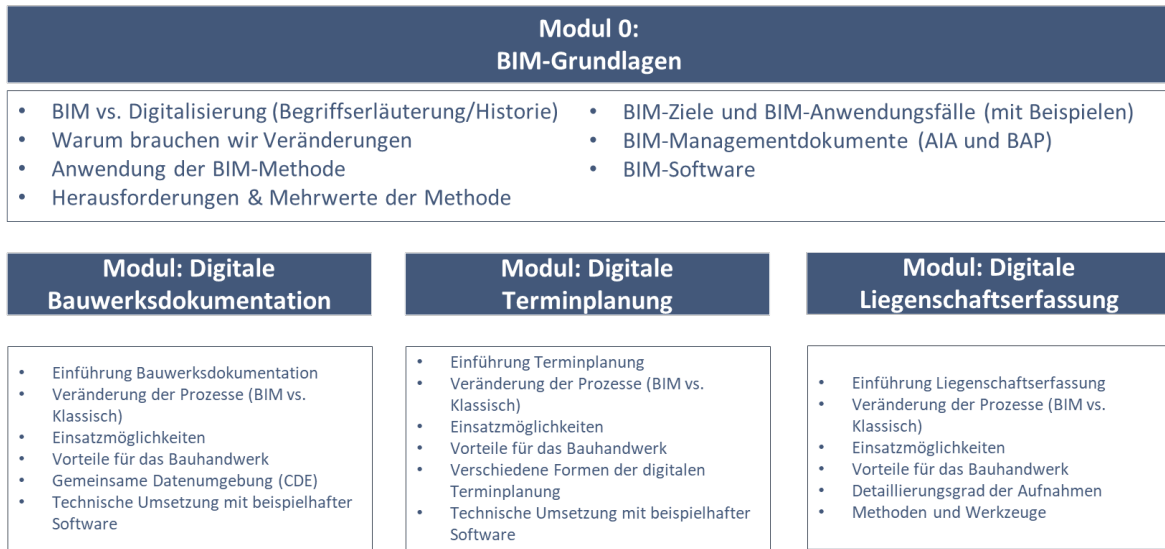


Abbildung 28: Lerninhalte des Weiterbildungskonzepte zu den jeweiligen BIM-Anwendungsfällen (eigene Darstellung)

Die Methode

Im Kontext der digitalen Bildung zeichnet sich das Konzept des "Digital Learning" durch seine Flexibilität und Zugänglichkeit aus. Es beruht auf der Prämisse, dass Lerninhalte unabhängig vom Standort ("Von überall"), zu jeder Zeit ("Zu jeder Zeit"), mittels unterschiedlicher technischer Hilfsmittel ("Mit jeder Technik") und personalisiert auf das individuelle Vorwissensniveau ("Für jede Person") aufbereitet und zugänglich gemacht werden. Diese vier Säulen des digitalen Lernens ermöglichen es den Lernenden, auf eine Weise zu interagieren, die sowohl ihre individuellen Lernstile als auch ihre logistischen Bedürfnisse berücksichtigt. [50, p. 14]

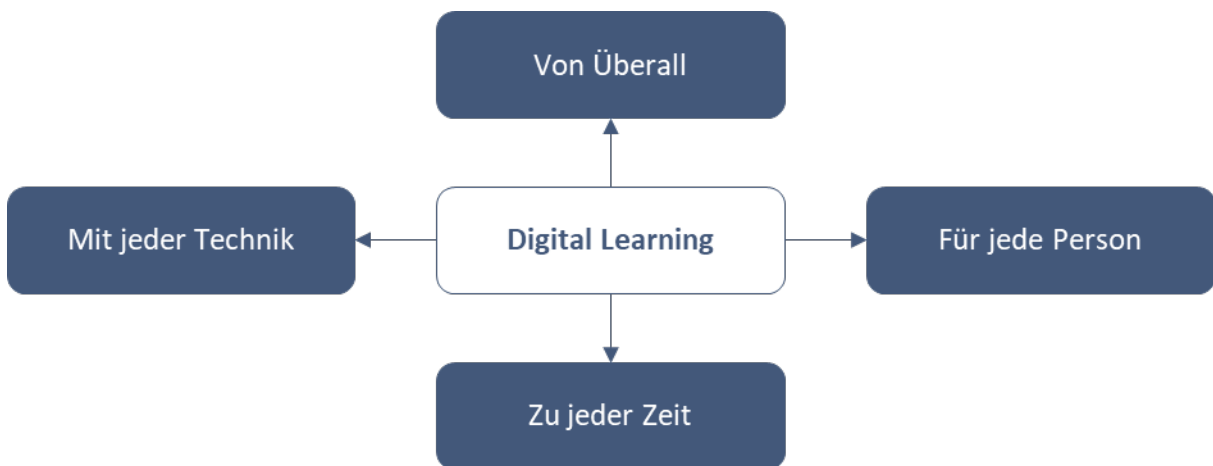


Abbildung 29: Komponenten des Digital Learning (eigene Darstellung in Anlehnung an [39])

Die "Von überall"-Komponente hebt die räumliche Ungebundenheit des digitalen Lernens hervor. Dies ermöglicht eine Integration des Lernens in den Alltag, da keine physische Anwesenheit an einem bestimmten Ort erforderlich ist. Die "Zu jeder Zeit"-Komponente impliziert eine zeitliche Flexibilität, die es den Lernenden erlaubt, ihren Bildungsweg an persönliche und berufliche Verpflichtungen anzupassen. "Mit jeder Technik" verweist auf die Möglichkeit, diverse technologische Plattformen und Geräte für den

Lernprozess zu verwenden, was eine inklusive und adaptierbare Lernumgebung schafft. Schließlich erlaubt die "Für jede Person"-Komponente eine individualisierte Lernerfahrung, indem sie es ermöglicht, die Inhalte auf das jeweilige Vorwissen und die Fähigkeiten des Einzelnen abzustimmen.

Bei der Analyse verschiedener Formen und Konzepte des Digital Learning wurden neben den klassischen Web-Seminaren [51] und webbasierten Lernansätzen auch innovative Ansätze wie Video Based Learning, [52, p. 249] Blended Learning, [53] Individual Learning sowie Collaborative Learning, [54] Game Based Learning [55, p. 98] und Immersive Learning [56] berücksichtigt. Technische Komponenten wie Learning Management Systeme (LMS) und Responsive Design sind unerlässlich, um die unterschiedlichen Lernformate und Konzepte zu unterstützen. Ein LMS bietet die Infrastruktur, um Lerninhalte bereitzustellen, Fortschritte zu verfolgen und die Kommunikation zu erleichtern, während Responsive Design gewährleistet, dass digitale Lerninhalte auf verschiedenen Geräten optimal dargestellt werden.

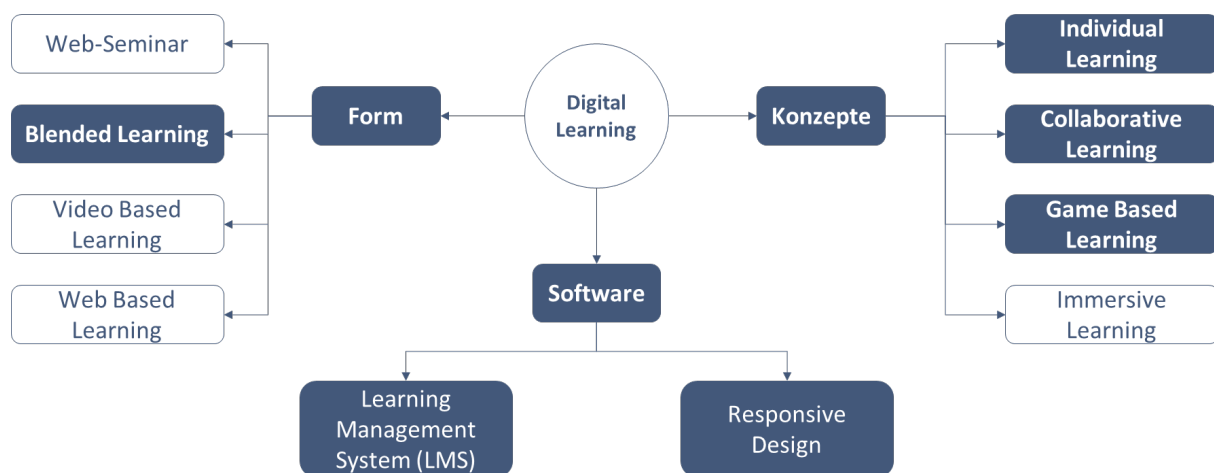


Abbildung 30: Verwendete Formen, Konzepte und Softwarelösungen zur Entwicklung des Weiterbildungskonzepts (eigene Darstellung in Anlehnung an [57])

Blended Learning, eine hybride Form, die sowohl Online- als auch Präsenzphasen umfasst, zeichnet sich durch eine flexible Gestaltung dieser Phasen aus. Das Inverted Classroom Modell², eine spezifische Variante des Blended Learning, wurde für das Weiterbildungskonzept "BIM und Handwerk" ausgewählt. Es beginnt mit einer vorbereitenden Online-Phase und mündet in eine Präsenzphase. Dieses Modell zielt darauf ab, einen einheitlichen Wissensstand zu Beginn der Präsenzphase zu schaffen, die Dauer der Präsenzphase zu verkürzen und dadurch Anreise- und Übernachtungskosten zu reduzieren. Es verlagert den Schwerpunkt in der Präsenzphase auf Übungen und Workshops und ermöglicht eine selbstständige und flexible Vorbereitung auf diese Phase. [58, p. 68]

Das Inverted Classroom Modell beginnt im Rahmen der Weiterbildung „BIM und Handwerk“ mit einem Vortest in Form eines Quizz, um das Vorwissen der Teilnehmer zu bewerten, und deckt somit die "Für jede Person"-Komponente ab. In der Selbstlernphase werden die theoretischen Grundlagen von BIM sowie spezifische Anwendungsfälle und Tools erläutert. Diese Phase ermöglicht es, die Komponenten "Von jedem Ort" und "Zu jeder Zeit" zu erfüllen. Begleitende Quizze während der Selbstlernphase dienen dazu, den Lernerfolg zu überwachen und zu festigen.

² Zu Deutsch: umgedrehtes Klassenzimmer

1. Modell: Vorbereitende Online-Phase mit anschließender Präsenz-Phase

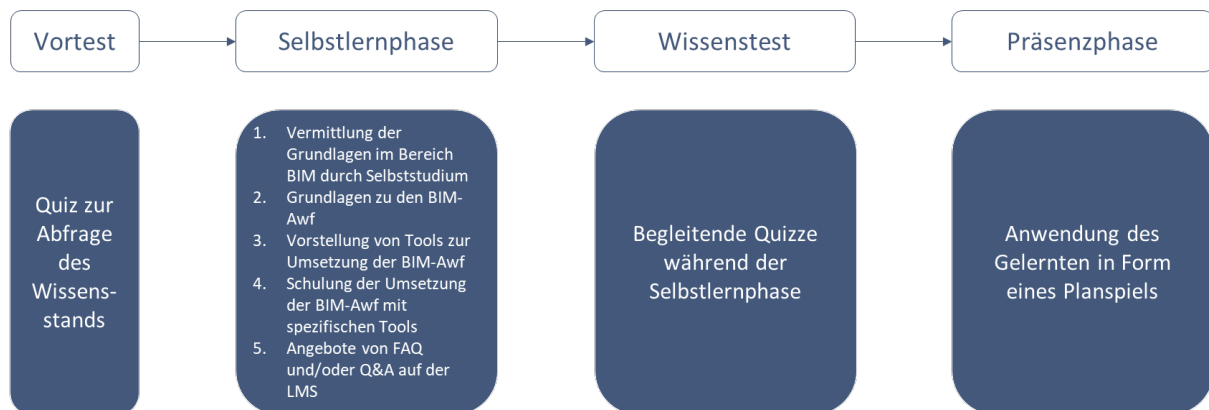


Abbildung 31: Die Methode des Weiterbildungskonzepts in Form des Inverted Classroom (eigene Darstellung)

Den Abschluss der Weiterbildung bildet eine Präsenzveranstaltung, in der das erlernte Wissen in einem Planspiel angewendet und somit praktisch überprüft wird. Hierdurch wird eine aktive und erfahrungsbezogene Auseinandersetzung mit den Lerninhalten gefördert, die für den effektiven Transfer von Wissen in praktische Handlungskompetenz von zentraler Bedeutung ist.

Die Materialien

Im Kontext der Weiterbildung "BIM und Handwerk" avanciert die Wahl geeigneter Lehrmaterialien zu einem essentiellen Faktor für den Erfolg des Lernprozesses. Eine Kernkomponente in diesem didaktischen Gefüge ist die Implementierung einer interaktiven Präsentation. Diese dient als Initiationspunkt, um den Teilnehmern ein einheitliches Grundverständnis der BIM-Methode sowie der diversen Anwendungsfälle zu vermitteln. Die interaktive Präsentation stellt sicher, dass Lernende durch eingebundene Interaktionsflächen aktiv in den Lernprozess eingegliedert werden. Dieses Medium erlaubt den Lernenden, das Lerntempo individuell zu bestimmen und bei Bedarf vertiefende Informationen anzufordern. Dies fördert nicht nur die Autonomie des Lernenden, sondern optimiert auch den Wissenserwerb durch individuell angepasste Lernwege.

Digital Learning – Digitale Bauwerksdokumentation mit BIM

Einführung in das Digital Learning

Da bei diesem Digital Learning Möglichkeiten zur Interaktion bestehen, werden nachfolgend wichtige Symbole aufgezeigt, die in die Präsentation eingebettet werden und auf eine vorhandene Interaktion hinweisen.

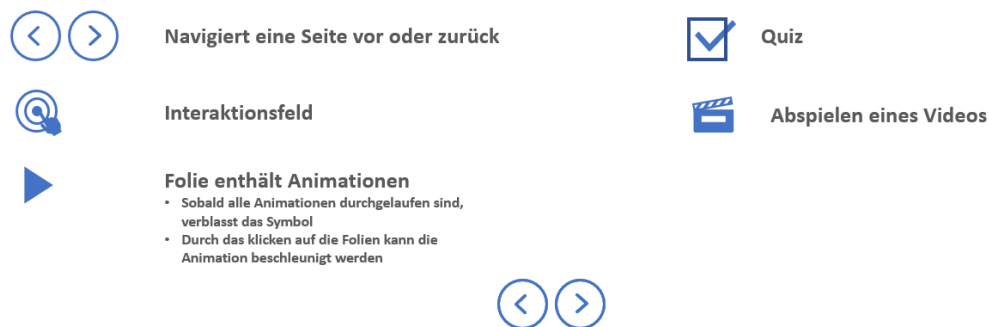


Abbildung 32: Funktionen der interaktiven Präsentation zur Vermittlung theoretischen Wissens (eigene Darstellung)

Ferner sollen Quizze integraler Bestandteil der Selbstlernmodule sein. Multiple-Choice-Fragen, Lückentexte sowie Zuordnungsfragen dienen dabei der Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit und ermöglichen eine Form der Selbstüberprüfung sowie die Feststellung des Lernfortschritts. Die Quizze fungieren nicht nur als Eingangstests zur Einschätzung des initialen Wissensstands, sondern auch als fortwährende Wissensüberprüfung, wodurch die Erreichung der Lernziele evaluiert werden kann.

Das dritte wesentliche Lehrmittel umfasst interaktive Klickanleitungen spezifischer Softwaretools, die für BIM-Anwendungsfälle relevant sind. Die Interaktivität dieser Anleitungen ermöglicht es den Lernenden, sich mit der Software vertraut zu machen und die Abläufe selbstgesteuert zu erlernen – eine Vorgehensweise, die unabhängig von der Bereitstellung kostenpflichtiger Lizenzen ist. Die interaktiven Klickanleitungen können darüber hinaus während der Präsenzphase als strukturierte Anleitung dienen. Die aktive Einbindung des Lernenden durch Interaktionsflächen und die Möglichkeit, individuelle Entscheidungen zu treffen, verstärkt den Lerneffekt und erhöht die persönliche Involvierung.

Ein weiterer substantieller Vorzug manifestiert sich in der Flexibilität von PowerPoint-Präsentationen, die als SCORM-Dateien (Sharable Content Object Reference Model) konzipiert werden. SCORM-Dateien garantieren eine herstellernerneutrale Nutzbarkeit auf diversen Learning-Management-Systemen (LMS) wie Moodle oder ILIAS und bilden einen internationalen Standard. [59] Sie ermöglichen es, die Quizergebnisse systematisch über das LMS abzurufen und gewährleisten durch Responsive Design eine konsistente Darstellung und Handhabung über eine Vielfalt technischer Endgeräte hinweg. Die technische Flexibilität dieser SCORM-Präsentationen unterstützt das Prinzip "Mit jeder Technik" und stellt somit eine ubiquitäre Zugänglichkeit und einheitliche Nutzererfahrung sicher. Diese didaktischen Instrumente sind daher zentral, um die Lehrziele der Weiterbildung "BIM und Handwerk" effizient und effektiv zu erreichen.

Die Evaluation

Bei der Evaluation wird das Augenmerk auf die kritische Überprüfung der Zielerreichung innerhalb des Bildungsprozesses gelegt. Hierbei spielt die systematische Evaluation eine zentrale Rolle, die sich nicht

nur auf das Abschlussresultat, sondern auch auf den gesamten Lernfortschritt erstreckt. Die im Selbstlernprozess integrierten Quizze fungieren als formative Evaluationsinstrumente, die fortlaufend Rückmeldung über den Verständnisgrad der Lernenden geben. Diese ermöglichen eine zeitnahe Selbstkontrolle, indem sie aufzeigen, ob und in welchem Maße die Lerninhalte verinnerlicht wurden. Lernende erhalten unmittelbares Feedback, welches aufzeigt, ob gewisse Inhalte einer erneuten Rekapitulation bedürfen oder bereits fest im Verständnis verankert sind.

Des Weiteren ist das Planspiel ein weiteres zentrales Instrument innerhalb der Evaluationsstrategie. Es dient der praktischen Anwendung theoretisch erlernter Inhalte und bietet eine simulierte Umgebung, in welcher die Teilnehmenden ihr Wissen aktiv anwenden und vertiefen können. Das Planspiel ist dabei so konzipiert, dass es sowohl das kollaborative Lernen als auch das spielbasierte Lernen (Game Based Learning) integriert. Der Vorteil des Planspiels liegt darin, dass es die Grundlagen aus der Selbstlernphase einer praktischen Überprüfung unterzieht. Durch den Einbezug von praxisnahen Workshops erhalten die Lernenden die Möglichkeit, die Theorie in einem kontrollierten, aber realitätsnahen Kontext anzuwenden.

Durch das Planspiel werden sowohl individuelle Kompetenzen als auch die Fähigkeit zur Teamarbeit gefördert. Einzelne Aufgaben zielen darauf ab, das selbständige Problemlösen und die Anwendung von Fachwissen zu stärken. Gruppenaufgaben hingegen unterstützen die Entwicklung sozialer Kompetenzen wie Kommunikation und Kooperation. Die Evaluierung mittels Planspiels erlaubt daher eine mehrdimensionale Beurteilung der Lernfortschritte und fördert gleichzeitig das Verständnis für die Relevanz der Lerninhalte im praktischen Kontext.

Somit bildet die Evaluation durch Quizze und Planspiele ein komplementäres System, welches den Wissenserwerb aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet und durch verschiedene Methoden validiert. Die hieraus resultierenden Erkenntnisse sind für die qualitative Beurteilung des Bildungsangebotes unerlässlich und bilden eine solide Grundlage für die kontinuierliche Weiterentwicklung des Lehrplans und der Lehrmethoden.

Validierung des Weiterbildungskonzepts

Bei der Validierung des in Kapitel 8.1 präsentierten Weiterbildungskonzepts zeigte sich eine durchweg positive Resonanz der befragten Praxispartner. Die methodische Herangehensweise für die Validierung, basierend auf individuellen Gesprächen mit einem Vertreter von der Handwerkskammer Münster, einem Vertreter der Handwerkskammer Hamburg sowie einer Vertreterin der öffentlichen Auftraggebenden, führte zu einem detaillierten und gründlichen Verständnis der Eignung und Praktikabilität des Weiterbildungskonzepts für das Bauhandwerk. Die systematische Evaluierung erfolgte über zehn Fragen, deren Feedback nachfolgend, teilweise zusammengefasst, präsentiert wird.

1. Zielgruppenzuweisung und Lernziele

Der Vertreter von der Handwerkskammer Münster erkannte eine starke Praxisorientierung des Konzepts, die sich an den täglichen Herausforderungen im Bauhandwerk orientiert. Er hob hervor, dass das Konzept Fähigkeiten anspricht, die direkt auf Baustellen oder im Büro angewendet werden können. Die Vertreterin der öffentlichen Auftraggebenden merkte an, dass auch Planende, wie beispielsweise im Rahmen des BIM-Anwendungsfalls zur digitalen Liegenschaftserfassung, einbezogen werden sollten. Der Vertreter der Handwerkskammer Hamburg stimmte diesen Ansichten zu und bestätigte, dass die Lernziele angemessen formuliert wurden, um die spezifischen Bedürfnisse der Zielgruppe zu erfüllen.

2. Lehrmethoden

Die Befragten bewerteten den Inverted Classroom als einen modernen Ansatz, der Teilnehmende aktiviert und zu selbstständigem Lernen ermutigt. Der Vertreter von der Handwerkskammer Münster und

der Vertreter der Handwerkskammer Hamburg schätzten die Flexibilität dieses Ansatzes, der es ermöglicht, Grundwissen eigenständig anzueignen, bevor es in der Präsenzphase vertieft wird. Eine ergänzende Auftaktveranstaltung wurde als wichtiges Instrument zur Schaffung eines Gemeinschaftsgefühls unter den Lernenden angesehen, was als grundlegend für eine erfolgreiche Weiterbildung betrachtet wird.

3. Benutzerfreundlichkeit

Der Vertreter von der Handwerkskammer Münster äußerte Optimismus bezüglich der Benutzerakzeptanz im Bauhandwerk, besonders wenn die Anforderungen an die Teilnehmenden steigen. Der Vertreter der Handwerkskammer Hamburg hob die Erreichbarkeit und flexible Umsetzung der Online-Weiterbildung hervor und betrachtete diese Aspekte als wesentliche Vorteile gegenüber traditionellen Präsenzformaten.

4. Gleichgewicht zwischen Theorie und Praxis

Die Praxispartner waren sich einig, dass das Weiterbildungskonzept eine gute Balance zwischen Theorievermittlung und praktischer Anwendung bietet. Die Integration von praktischen Elementen, die vorhandenes Wissen der Teilnehmer aktiv einbeziehen und erweitern, wurde als motivierend und engagementfördernd hervorgehoben.

5. Prüfungs- und Bewertungsmethoden

Die Nutzung von Quizen und anderen interaktiven Bewertungsmethoden wurde positiv aufgenommen. Sie wurden als effektive Mittel zur Selbstüberprüfung und Vertiefung des Gelernten angesehen, die gleichzeitig als Feedbackmechanismus für die Lehrenden dienen. Ein ergänzendes Feedback im Rahmen der Quizze, beispielsweise bei falschen Antworten, könnte den Lernenden direkt neues Wissen vermitteln und helfen, das Quiz beim nächsten Mal korrekt zu beantworten.

6. Einsatz des Planspiels

Das Planspiel wurde als besonders innovatives Element des Weiterbildungskonzepts gewürdigt. Der Vertreter von der Handwerkskammer Münster sah darin eine Möglichkeit, das Verständnis für die gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen Auftraggebern und Ausführenden zu verbessern. Der Vertreter der Handwerkskammer Hamburg lobte die Idee, eine neutrale Plattform für konstruktive und offene Diskussionen zu bieten. Auch die Vertreterin der öffentlichen Auftraggebenden fand das Planspiel sehr wichtig, da es ermöglicht, dass das Bauhandwerk einmal in die Rolle der öffentlichen Auftraggebenden schlüpfen kann und umgekehrt, was das Verständnis für unterschiedliche Perspektiven und Prozesse fördert.

7. Verbesserungsvorschläge

Der Vertreter der Handwerkskammer Hamburg betonte die Wichtigkeit sozialer Interaktionen im Lernprozess. Er empfahl eine Kennenlernveranstaltung zu Beginn der Weiterbildung, die sowohl in Präsenz als auch online abgehalten werden könnte. Der Zweck dieser Veranstaltung besteht darin, den Teilnehmenden die Möglichkeit zu geben, einander kennenzulernen, ein Gemeinschaftsgefühl zu entwickeln und somit die Kommunikation und den Austausch zu fördern. Dies soll die Teilnehmenden ermutigen, offener zu interagieren, was insbesondere dazu beiträgt, dass Fragen und Diskussionen während der Selbstlernphase weniger Hemmungen hervorrufen und das kollaborative Lernen verstärkt wird.

Die Vertreterin der öffentlichen Auftraggebenden hob die Diversität der Lernstile hervor und schlug vor, das Weiterbildungskonzept um multimodale Lernoptionen zu erweitern. Sie erklärte, dass die Aufnahme von Wissen nicht einheitlich sei; einige Personen profitieren von visuellen Materialien wie Bildern und Texten, während andere effektiver auditiv lernen. Um die Effizienz der Weiterbildung zu steigern und den Grundsatz "Für jede Person" zu verwirklichen, sollten Lehrmaterialien in verschiedenen Formaten, einschließlich auditiver Inhalte, bereitgestellt werden. Diese Anpassung würde es den Teilnehmern ermöglichen, Lerninhalte in der Form zu rezipieren, die ihrer individuellen Lernweise am besten entspricht. Anpassung des Weiterbildungskonzepts

Infolge der Validierungsgespräche mit den Praxispartnern und Praxispartnerinnen konnten gezielte Anpassungen am Weiterbildungskonzept vorgenommen werden, um dessen Effizienz und Akzeptanz zu steigern.

Grundsätzlich wurde beschlossen, das Angebot über den Kreis der Bauhandwerksakteure hinaus zu erweitern und allen Interessierten an Building Information Modeling (BIM) und dessen Anwendungsfällen zugänglich zu machen. Dies schließt die Einbindung von Planenden und weiteren Fachkräften mit BIM-Interesse ein. Eine solche Erweiterung soll das interdisziplinäre Verständnis für BIM vertiefen und ein breit gefächertes Fachwissen aufbauen, von dem die Branche insgesamt profitieren kann.

Ein signifikanter Aspekt der Optimierung des Konzepts ist die Einführung einer Auftaktveranstaltung. Dies dient dem Zweck, den Teilnehmern eine Gelegenheit zum gegenseitigen Kennenlernen zu bieten, um so die Grundlage für ein starkes Gemeinschaftsgefühl zu legen. Dieses Gemeinschaftsgefühl soll die Kommunikationsbereitschaft und den gemeinschaftlichen Umgang mit Herausforderungen während des gesamten Weiterbildungsprozesses fördern.

1. Modell: Vorbereitende Online-Phase mit anschließender Präsenz-Phase

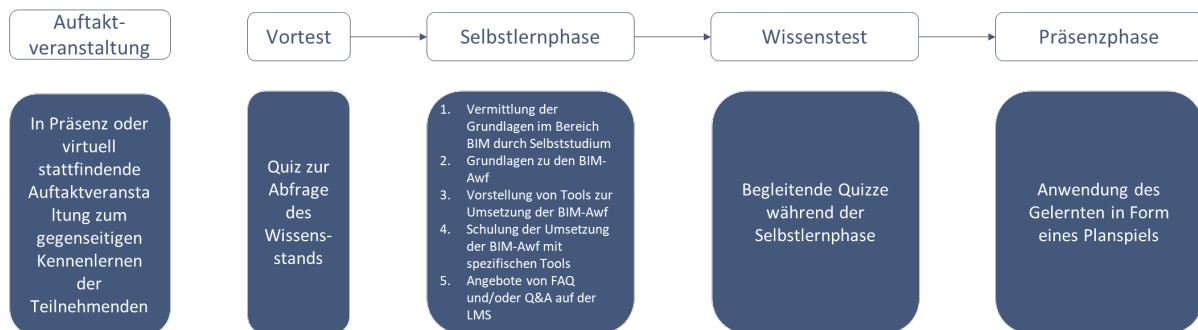


Abbildung 33: Angepasstes Weiterbildungskonzept mit der Ergänzung einer Auftaktveranstaltung (eigene Darstellung)

Um die Adaption des Konzepts weiter voranzutreiben, wird zudem auf die Einbeziehung unterschiedlicher Lernstile Wert gelegt. Durch die Implementierung von auditiven Lernangeboten, ermöglicht durch innovative Technologien, werden Sprachaufnahmen bereitgestellt, die die Textinhalte der Präsentationen ergänzen. Diese Option erleichtert vor allem auditiv präferierenden Lernenden den Zugang zum Lehrmaterial. Durch die Integration solcher Angebote in das Konzept wird die Zugänglichkeit verbessert und die Lernumgebung noch inklusiver gestaltet.

Digital Learning – Digitale Bauwerksdokumentation mit BIM

Einführung in das Digital Learning

Da bei diesem Digital Learning Möglichkeiten zur Interaktion bestehen, werden nachfolgend wichtige Symbole aufgezeigt, die in die Präsentation eingebettet werden und auf eine vorhandene Interaktion hinweisen.

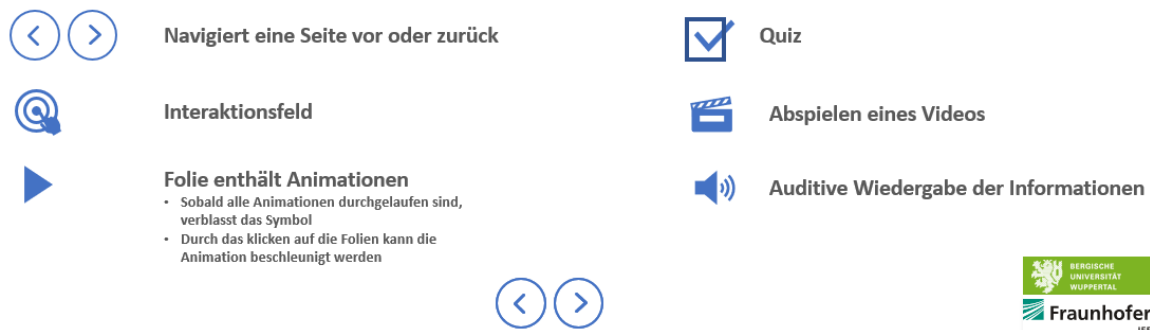


Abbildung 34: Ergänzung der Interaktionsmöglichkeiten durch auditive Wiedergabe der Informationen (eigene Darstellung)

Verwertung des Weiterbildungskonzeptes

Die Verwertung des entwickelten Weiterbildungskonzeptes nimmt eine zentrale Rolle in der Gesamtbilanz des Forschungsprojekts ein. Dieses Konzept wurde mit dem klaren Ziel entwickelt, die Bauhandwerksunternehmen in die Lage zu versetzen, die erarbeiteten BIM-Anwendungsfälle effizient und effektiv in der Praxis umzusetzen. Die Verbreitung und Implementierung dieses Konzepts ist von entscheidender Bedeutung für die Förderung von Building Information Modeling (BIM) in der Baubranche.

Ein wichtiger Schritt in dieser Richtung ist die Bereitstellung des Leitfadens zur Entwicklung einer Weiterbildung für das Bauhandwerk für die Handwerkskammern in Anlage 10. Diese dienen als Multiplikatoren, da sie eine breite Reichweite und direkten Zugang zu den Bauhandwerksunternehmen haben. Indem das Weiterbildungskonzept den Handwerkskammern zur Verfügung gestellt wird, können sie Schulungen und Schulungsmaterialien für ihre Mitglieder anbieten. Dies ermöglicht es den Handwerksunternehmen, sich gezielt in BIM und den spezifischen BIM-Anwendungsfällen fortzubilden.

Darüber hinaus ist das Forschungsteam der Bergischen Universität Wuppertal bestrebt, das Weiterbildungskonzept kontinuierlich zu verbessern und mit inhaltlichen Informationen anzureichern. Dieser fortlaufende Prozess zielt darauf ab, eine umfassende Weiterbildung auf Grundlage des Konzepts zu entwickeln. Dabei sollen die neuesten Erkenntnisse und Entwicklungen im Bereich BIM sowie die spezifischen Anforderungen der Bauhandwerksunternehmen berücksichtigt werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden bereits erste Gespräche mit den Handwerkskammern Hamburg und Münster geführt. Diese Gespräche sollen dazu dienen, die Bedürfnisse und Erwartungen der Handwerkskammern in Bezug auf die Weiterbildung zu verstehen und sicherzustellen, dass das Konzept ihren Anforderungen entspricht. Die enge Zusammenarbeit mit den Handwerkskammern ist von entscheidender Bedeutung, um sicherzustellen, dass die Weiterbildung effektiv umgesetzt wird und den Bedürfnissen der Bauhandwerksunternehmen gerecht wird.

Zusammenfassung und Ausblick

Das Forschungsprojekt "BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk" markiert einen bedeutenden Fortschritt in der Integration von Building Information Modeling (BIM) in das Bauhandwerk. Die im Rahmen dieses Projekts erzielten Ergebnisse sind von großer Bedeutung und bieten eine fundierte Grundlage, um BIM-Anwendungsfälle in der realen Baupraxis umzusetzen und somit einen anwendungsorientierten Transfer zu ermöglichen. Ein zentraler Aspekt des Projekts war die sorgfältige Definition dieser BIM-Anwendungsfälle, die sich an der Struktur der VDI/DIN-Expertenempfehlung 2552 Blatt 12.1 orientieren. Diese systematische Herangehensweise erleichtert und standardisiert die Ausschreibungsprozesse für öffentliche Auftraggeber und trägt somit zu einer effizienteren und transparenteren Projektabwicklung bei.

Ein weiteres Kernelement des Projekts war die Klärung der Anforderungen für den Informationsaustausch innerhalb der BIM-Anwendungsfälle. Diese präzisen Informationen sind für das Bauhandwerk von großer Bedeutung, da sie Klarheit darüber schaffen, welche spezifischen Daten und Informationen im Rahmen der BIM-Projekte benötigt werden. Dies ist ein entscheidender Faktor für die erfolgreiche Implementierung von BIM im Bauhandwerk und trägt zur Reduktion von Missverständnissen und Fehlern bei der Projektdurchführung bei.

Darüber hinaus wurde im Rahmen des Projekts der Mehrwert der BIM-Anwendungsfälle detailliert untersucht. Durch Gespräche mit u.a. Softwareanbietern, öffentlichen Auftraggebern und Bauunternehmen, die bereits Erfahrungen in der Umsetzung von BIM gesammelt haben, konnten wichtige Erkenntnisse über die Vorteile dieser Methode gewonnen werden. Die identifizierten Mehrwerte beinhalten unter anderem:

- **Verbesserte Transparenz und Dokumentation:** Die Digitalisierung der Dokumentation und der Einsatz von BIM-Modellen führen zu einer erhöhten Transparenz im Bauprozess und erleichtern die Nachverfolgbarkeit und Verwaltung von Bauprojekten.
- **Förderung einer gesünderen gebauten Umwelt:** Durch präzisere Planungsprozesse und eine verbesserte Dokumentation der Bauwerke werden nachhaltigere Bauweisen gefördert, was zu einer Verringerung der Umweltauswirkungen führt.
- **Optimierung von Betriebs- und Rückbauprozessen:** Durch detaillierte und präzise Informationen aus BIM-Modellen können Betriebs- und Wartungsprozesse sowie Rückbau- und Recyclingmaßnahmen effizienter gestaltet werden.
- **Steigerung der Effizienz in Bauprojekten:** Dies umfasst eine verbesserte Koordination und Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten, eine effizientere Ressourcenplanung und -verwaltung sowie eine Reduzierung von Bauzeit und -kosten auf Grundlage der modellbasierten Terminplanung.
- **Plausible und umfassende Datengrundlage:** Die plausiblere Erstellung des digitalen Aufmaßes ermöglicht eine detaillierte und präzise Erfassung der tatsächlichen baulichen Gegebenheiten. Dies trägt dazu bei, Unklarheiten oder Fehlinterpretationen, die häufig bei traditionellen, analogen Aufmaßmethoden auftreten können, zu vermeiden. Durch die digitale Erfassung und Modellierung wird eine hohe Datenkonsistenz erreicht, die sich positiv auf die Qualität der Planung und Ausführung auswirkt.

Dies zeigt deutlich auf, dass die Anwendung der Methode BIM nicht nur wirtschaftliche Vorteile bietet, sondern auch zu einer nachhaltigeren Bauweise beitragen kann. Gleichzeitig haben die Chancen-Risiken-Analyse und die Delphi-Befragung darüber hinaus auch spezifische Herausforderungen und Lösungsansätze aufgezeigt, wie die Integration von BIM in bestehende Unternehmensstrukturen gelingen kann

und die Einstiegsbarrieren überwunden werden können. Zu den genannten Herausforderungen und Einstiegsbarrieren zählten dabei unter anderem:

- Fehlendes technisches Know-How
- Technische Herausforderungen
- Aufwand bei der Einarbeitung in neue Systeme
- Mangel an Wissen und / oder Ressourcen, wie mit der Einführung gestartet werden soll
- Fehlendes Verständnis für den Mehrwert und den Nutzen des Anwendungsfalls

Diese Erkenntnisse unterstreichen die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Wissensvermittlung, um ein einheitliches Verständnis über die Inhalte der BIM-Anwendungsfälle und die damit verbundenen Vorgänge im und außerhalb des Unternehmens zu schaffen. So soll sichergestellt werden, dass die Anwendung von BIM in der Baupraxis nicht nur zu wirtschaftlichen Vorteilen führt, sondern auch den Weg zu einer effizienteren und nachhaltigeren Baubranche ebnet.

Daher bietet das entwickelte Schulungskonzept einen wichtigen Aspekt des Forschungsprojektes, um das Bauhandwerk und alle weiteren Interessierten für die Anwendung der BIM-Anwendungsfälle zu qualifizieren und damit eine Antwort auf den zuvor beschriebenen Bedarf zu bieten. Dabei wurde ein Blended-Learning-Ansatz gewählt, der sowohl theoretische Inhalte als auch praktische Übungen umfasst. Dieses Konzept wurde den Handwerkskammern zur Verfügung gestellt, um eine breite und effektive Vermittlung des notwendigen Wissens und der erforderlichen Fähigkeit zu gewährleisten. Die Kombination von Theorie und Praxis in diesem Schulungskonzept stellt sicher, dass die Beteiligten im Bauhandwerk die BIM-Methode nicht nur verstehen, sondern auch deren Mehrwerte erkennen und die Prozesse kompetent in der Praxis anwenden können.

Darüber hinaus bieten die entwickelte BIM-Anwendungsfälle und vor allem das zugehörige Schulungskonzept vielfältige Anknüpfungsmöglichkeiten. Öffentliche Auftraggebende können die Steckbriefe nutzen, um BIM-basierte Ausschreibungen effizienter zu gestalten, während bauausführende Unternehmen nun besser verstehen, welche spezifischen Informationen für die erforderliche Umsetzung von BIM-Projekten erforderlich sind.

Ergänzend muss hervorgehoben werden, dass das Weiterbildungskonzept noch durch konkrete Lerninhalte bzw. Lernmaterialien erweitert werden muss. Diese Erweiterung erfolgt auf Grundlage der zuvor definierten Anforderungen an die Lerninhalte. Die Entwicklung und Bereitstellung dieser spezifischen Lernmaterialien können in Zukunft durch die Handwerkskammern sowie die Weiterbildungsanbieter, aufbauend auf dem in Anlage 10 bereitgestellten Leitfaden zur Entwicklung einer Weiterbildung für das Bauhandwerk, übernommen werden. In diesem Prozess steht das BIM-Institut der Bergischen Universität Wuppertal beratend und mitwirkend zur Seite, um sicherzustellen, dass die Lerninhalte präzise auf die Bedürfnisse der Baubranche und die spezifischen Herausforderungen der BIM-Anwendungsfälle abgestimmt sind. Diese Zusammenarbeit wird es ermöglichen, ein effektives und praxisorientiertes Weiterbildungsangebot zu schaffen, das das Bauhandwerk in die Lage versetzt, die Potenziale der BIM-Methode voll auszuschöpfen und die Effizienz sowie Nachhaltigkeit im Bauwesen weiter zu steigern.

Zusammenfassend hat das Forschungsprojekt "BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk" einen erfolgreichen Beitrag zur Verbreitung und Förderung der BIM-Methode in der Baubranche geleistet. Die Entwicklung einer klaren Struktur für BIM-Anwendungsfälle, die Identifizierung von Mehrwerten und die Bereitstellung eines Schulungskonzepts sind wichtige Schritte zur Steigerung der Effizienz im Bauwesen. Darüber hinaus hat das Projekt dazu beigetragen, eine gesündere gebaute Umwelt zu fördern, indem es die theoretischen Grundlagen von BIM mit praktischen Lösungen verknüpft. Dadurch wurden nicht nur neue Perspektiven für die Anwendung von BIM in der Baupraxis eröffnet, sondern auch ein solides Fundament für die zukünftige Entwicklung und Verbreitung dieser innovativen Methode geschaffen.

Mitwirkende

Autorinnen und Autoren

Prof. Dr.-Ing.-habil. Anica Meins-Becker (Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft/BIM-Institut, Bergische Universität Wuppertal)

Dominik Stellmacher, M.Sc. (Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft/BIM-Institut, Bergische Universität Wuppertal)

Agnes Kelm, M.Sc. (Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft/BIM-Institut, Bergische Universität Wuppertal)

Dipl.-Math. Stefanie Samtleben (Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF / Abteilung Logistik- und Fabrikssysteme LFS /Integrale Fabrikplanung IFP)

Adrian Schröder, M.Sc. (Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF / Abteilung Logistik- und Fabrikssysteme LFS /Integrale Fabrikplanung IFP)

Weitere Mitwirkende

Nils Koch to Krax, M.Sc. (Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft/BIM-Institut, Bergische Universität Wuppertal)

Eyk Flechtner (Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF / Abteilung Logistik- und Fabrikssysteme LFS /Integrale Fabrikplanung IFP)

Nicole Mencke (Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF / Abteilung Logistik- und Fabrikssysteme LFS /Integrale Fabrikplanung IFP)

Fachliche Betreuung

Anne Bauer

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), Bonn

Kurzbiographien



Prof. Dr.-Ing.-habil. Anica Meins-Becker

Anica Meins-Becker leitet das BIM-Institut an der Bergischen Universität Wuppertal. Anica Meins-Becker wurde 2021 zur Apl.-Professorin für die Professur "Digitale Transformation in der Bau- und Immobilienwirtschaft" ernannt und habilitierte 2020 zum Thema „BIM, Digitalisierung und Prozessmanagement“ im Fach „Baubetrieb und Bauwirtschaft“ an der Bergischen Universität Wuppertal. Bereits seit 2006 ist sie wissenschaftliche Projektleiterin in zahlreichen Forschungsvorhaben mit Projektmitgelgebern aus Industrie und der öffentlichen Hand.

Zu den Forschungsschwerpunkten zählen u.a. das prozessorientierte Planen, Erfassen, Kontrollieren, Steuern und Dokumentieren von Informationen sowie die Anwendung und Weiterentwicklung der Methode Building Information Modeling. In diesen Bereichen verfasste sie auch ihre Dissertation, die sie mit Auszeichnung absolvierte. In den Jahren 1999 bis 2006 war sie u.a. als Projektleiterin bei der Streif Baulegistik GmbH im Bereich der Arbeitsvorbereitung. Berufsbegleitend absolvierte sie in dieser Zeit an der Bauakademie Biberach ein Aufbaustudium zur Wirtschaftsingenieurin mit dem Titel „Unternehmensführung für Bauingenieure und Architekten“.



Dominik Stellmacher

Dominik Stellmacher ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIM Institut der Bergischen Universität Wuppertal. Zu seinen Forschungsschwerpunkten zählt die Analyse und Entwicklung relevanter BIM-Anwendungen mit größtmöglichem Potenzial für Kommunen und das Bauhandwerk sowie die Entwicklung einer standardisierten und automatisierten Bauwerksdokumentation. Vor seiner Tätigkeit als Mitarbeiter absolvierte er ein Duales Studium im Bereich Bauingenieurwesen mit integrierter Ausbildung zum Mauerer und anschließend das Studium zum Master of Science mit dem Schwerpunkt Konstruktiver Ingenieurbau an der Bergischen Universität Wuppertal.



Agnes Kelm

Agnes Kelm ist Leiterin des BIM- und Digitalisierungs-Labor an der Bergischen Universität Wuppertal und ist zudem an zahlreichen Forschungsprojekten mit Forschungsgeldgebern aus Industrie sowie der öffentlichen Hand tätig. Zu ihren Forschungsschwerpunkten zählen u.a. der Einsatz moderner Technologien im prozessorientierten Planen, Erfassen, Kontrollieren, Steuern und Dokumentieren und die Anwendung der Methode Building Information Modeling. Sie verfolgt Mitgliedschaften im DIN-Arbeitskreis zum Thema RFID und PSA und im Arbeitskreis BIM-Datenmanagement des VDI.

**Dipl.-Math. Stefanie Samtleben**

Stefanie Samtleben ist Gruppenleiterin für Integrale Fabrikplanung am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF und forscht im Bereich des Einsatzes von Datenmodelle zur Automatisierung der Planung.

Nach dem Studium der Mathematik lagen ihre Aufgaben am Fraunhofer-Institut zunächst bei der energieorientierten Planung von Produktionssystemen, welche auf Basis von digitalen Modellen erstellt werden kann. Die Anwendung der Building Information Modeling Methode im Kontext der Fabrik- und Produktionssystemplanung war die Möglichkeit die Datenbasis für Fabrikplanungsaufgaben zu verbessern und verlagerte den Forschungsschwerpunkt.

**Adrian Schröder**

Adrian Schröder ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in der Gruppe für Integrale Fabrikplanung. In seiner Forschung beschäftigt er sich mit der digitalen Fabrikplanung im Bereich der Elektrolyseurproduktion für den Bereich der Wasserstofferzeugung. Des Weiteren forscht er im Spannungsfeld der Anwendung von BIM in der digitalen Fabrikplanung. Dafür engagiert er sich in der buildingSMART Fachgruppe Open-BIM in der Fabrikplanung unter anderem mit der kontinuierlichen As-Built-Dokumentation. Vor seiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IFF hat er Maschinenbau mit der Vertiefung Produktionstechnik als M.Sc. absolviert.

Literaturverzeichnis

- [1] Koalitionsvertrag zwischen SPD, Bündnis 90 / Die Grünen und FDP, *Mehr Fortschritt wagen - Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit*, 2021.
- [2] BIM-Institut der Bergischen Universität Wuppertal, „Experimentier-Lab DigiBauDok,“ Februar 2022. [Online]. Available: <https://biminstitut.uni-wuppertal.de/de/forschung/forschungsprojekte/experimentier-lab-digibaudok/>. [Zugriff am 06 Februar 2023].
- [3] BIM-Institut der Bergischen Universität Wuppertal, „Entwicklung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle,“ 03 2021. [Online]. Available: <https://biminstitut.uni-wuppertal.de/de/forschung/forschungsprojekte/struktur-bim-anwendungsfaelle/>. [Zugriff am 04 Februar 2023].
- [4] BIM-Institut der Bergischen Universität Wuppertal, „BIM-Modellierungsrichtlinie,“ März 2019. [Online]. Available: <https://biminstitut.uni-wuppertal.de/de/forschung/abgeschlossene-forschungsprojekte/bim-modellierungsrichtlinie/>. [Zugriff am 04 Februar 2023].
- [5] B. f. W. u. K. R. Habeck, „Linkedin,“ 10 März 2023. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/in/robert-habeck/recent-activity/>. [Zugriff am 10 März 2023].
- [6] Destatis, „Handwerk - Strukturdaten 2021,“ [Online]. Available: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Handwerk/aktuell-struktur-handwerk.html>. [Zugriff am 2023].
- [7] Bundesagentur für Arbeit, „Berufe im Überblick 2021 | Bauwesen, Architektur, Vermessung,“ 30 Juni 2021. [Online]. Available: <https://www.ausbildung.de/berufe/themen/auf-dem-bau/>. [Zugriff am 28 Februar 2023].
- [8] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, „Reformkommission Bau von Großprojekten,“ 29 Juni 2015. [Online]. Available: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/reformkommission-bau-grossprojekte-endbericht.pdf?__blob=publicationFile. [Zugriff am 28 Februar 2023].
- [9] BIM-Institut, „Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft,“ BIM-Institut, [Online]. Available: <https://biminstitut.uni-wuppertal.de/de/>. [Zugriff am 08 August 2023].
- [10] Hessische /Niedersächsische Allgemeine (HNA), „Dem Klimawandel wird das Handwerk gelegt,“ 26 November 2010. [Online]. Available: <https://www.hna.de/wirtschaft/handwerk/klimawandel-wird-handwerk-gelegt-handwerk-mz-1023379.html#id-Comments>. [Zugriff am 24 03 2023].
- [11] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, „Umsetzung des Stufenplans Digitales Planen und Bauen,“ 20 01 2017. [Online]. Available: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bim-umsetzung-stufenplan-erster-fortschrittsbe.pdf?__blob=publicationFile. [Zugriff am 28 Februar 2022].
- [12] VDI/DIN, „VDI/DIN-Expertenempfehlung 2552 Blatt 12.1,“ Beuth, 2022.
- [13] M. Eilers, D. Feller und A.-P. D.-I. h. A. Meins-Becker, „Potenziale für die Vereinheitlichung von BIM-Anwendungen,“ Build-Ing., 08 Juni 2021. [Online]. Available: <https://www.build->

- ing.de/fachartikel/detail/potenziale-fuer-die-vereinheitlichung-von-bim-anwendungen/. [Zugriff am 30.03.2023].
- [14] D. J. Feller, G. Hort, U.-P. D.-I. M. Helmus und A.-P. D.-I. h. A. Meins-Becker, „Leitfaden für die Erstellung eines Bauwerksdatenmodells,“ Oktober 2021. [Online]. Available: https://temp382.move.uni-wuppertal.de/fileadmin/biminstitut/Download-Bereich/Forschungsprojekte-Modellierungsrichtlinie/Modellierungsrichtlinie_Hauptdokument.pdf. [Zugriff am 20. März 2023].
- [15] BRZ, „BRZ-Broschüre: Vernetzt Arbeiten mit BRZ-BIM4YOU,“ BRZ, [Online]. Available: <https://shop-akademie.brz.eu/products/brz-broschuren>. [Zugriff am 28. November 2023].
- [16] U.-P. D.-I. M. Helmus, A.-P. D.-I. h. Meins-Becker, M. Eilers und C. Pütz, BIM-basiertes Risikomanagement - Maßnahmen zur Umsetzung eines effizienten Risikomanagements bei Bauprojekten, Bonn: BBSR-Online-Publikation, 2022.
- [17] Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen, „BIM Handlungsempfehlung,“ mhkgb.nrw, Düsseldorf, 2021.
- [18] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, „BIM4INFRA2020,“ 10. Juli 2019. [Online]. Available: https://bim4infra.de/wp-content/uploads/2019/07/BIM4INFRA2020_AP4_Teil6.pdf. [Zugriff am 20. März 2023].
- [19] BIM Deutschland - Zentrum für die Digitalisierung des Bauwesens, „Liste der standardisierten Anwendungsfallbezeichnungen,“ [Online]. Available: <https://www.bimdeutschland.de/bim-deutschland/liste-der-standardisierten-anwendungsfallbezeichnungen>. [Zugriff am 20. März 2023].
- [20] Kompetenzzentrum digitales Handwerk, „INNOVATIONSPFAD DIGITALES BAUEN,“ 29. Oktober 2019. [Online]. Available: <https://demonstratoren.gfe-net.de/sites/default/files/2021-08/Qualikonzept%20M1%20Innovationspfad%20Digitales%20Bauen.pdf>. [Zugriff am 21. März 2023].
- [21] D. I. f. Normungen, *DIN EN 17412-1: Bauwerksinformationsmodellierung - Informationsbedarfstiefe - Teil 1: Konzepte und Grundsätze*, Berlin: Beuth publishing DIN, 2021.
- [22] Verein deutscher Ingenieure e.V., *VDI 6026 Blatt 1 // Dokumentation in der technischen Gebäudeausrüstung - Inhalte und Beschaffenheit von Planungs-, Ausführungs- und Revisionsunterlagen*, 2020, p. 2.
- [23] Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren, KBOB // Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren, IPB, „Bauwerksdokumentation im Hochbau - Empfehlung,“ 2016.
- [24] Deutsches Institut für Normungen, *DIN 276-1: Kosten im Bauwesen - Teil 1: Hochbau*, Beuth publishing DIN, 2008.
- [25] Cadmec AG, „DocPlayer,“ März 2015. [Online]. Available: <https://docplayer.org/75092720-Checklistenbauwerksdokumentation.html>. [Zugriff am 17. Mai 2022].
- [26] Stadt Ingolstadt, „Stadt Ingolstadt,“ 20. Oktober 2015. [Online]. Available: <https://www.ingolstadt.de/output/download.php?fid=465.11338.1.PDF>. [Zugriff am 17. Mai 2022].
- [27] Gemeinde Niederwiesa, „Gemeinde Niederwiesa,“ November 2019. [Online]. Available: <https://gemeinde-niederwiesa.de/wp-content/uploads/2020/01/RL-Dokumentation-von-Bauleistungen.pdf>. [Zugriff am 17. Mai 2022].

-
- [28] Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW, „DocPlayer,“ 24 Februar 2015. [Online]. Available: <https://docplayer.org/24970128-Checkliste-fuer-bauuebergabe-und-revisionsunterlagen.html>. [Zugriff am 17 Mai 2022].
- [29] A. B. Wolfgang Rösel, AVA-Handbuch, Wiesbaden: Vieweg + Teubner Verlag, 2008.
- [30] Standardleistungsbuch Bau, „Standardleistungsbuch Bau,“ Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB), [Online]. Available: <https://www.stlb-bau-online.de/Ausschreibungstexte/Leistungsbereiche/1>. [Zugriff am 19 Oktober 2022].
- [31] Bergische Universität Wuppertal // Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft, „Leitfaden für die Erstellung eines Bauwerksdatenmodells,“ 2021.
- [32] Verein deutscher Ingenieure e.V., *VDI 3810 Blatt 1 - Betrieben und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen - Grundlagen*, 2012.
- [33] Gebäudewirtschaft der Stadt Köln, „Übersicht über die für den Betrieb eines Gebäudes (Neubauten) benötigten Daten und Dokumente,“ 2020.
- [34] Deutsche Institut für Normung e.V., *DIN 276 - Kosten im Bauwesen*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2018.
- [35] United Nations, „Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development,“ United Nations, 21.10.2015.
- [36] DGNB GmbH, „Overview of the criteria,“ 2022. [Online]. Available: <https://www.dgnb.de/en/certification/buildings/renovation>. [Zugriff am Juli 2022].
- [37] BNB, „BNB Evaluation Methodology,“ 2022. [Online]. Available: <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/en/assessment-system/methodology-and-usage/>. [Zugriff am Juni 2022].
- [38] DGNB GmbH, „Oekobilanz des Gebaeudes,“ 2021. [Online]. Available: https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/sanierung/kriterien/DGNB-Kriterium-Gebaeude-Sanierung_ENV1_1_Oekobilanz_des_Gebaeudes.pdf?m=1658909913&. [Zugriff am Juni 2022].
- [39] DigiBauDok, „BIM-Institut,“ 14 Oktober 2022. [Online]. Available: <https://biminstitut.uni-wuppertal.de/de/forschung/forschungsprojekte/experimentier-lab-digibaudok/>.
- [40] U.-P. D.-I. M. Helmus, A.-P. D.-I. h. A. Meins-Becker und A. Kelm, „TEIL 1: Grundlagenbericht - Building Information Modeling und Prozess,“ 29 September 2017. [Online]. Available: https://biminstitut.uni-wuppertal.de/fileadmin/biminstitut/Download-Bereich/BIM-Prozesse_Bauausf%C3%BChrung_Forschungsberichte/BIM_-_Prozesse_-_Grundlagenbericht.pdf. [Zugriff am 30 März 2023].
- [41] J. Küster, C. Bachmann, M. Hubmann, R. Lippmann und P. Schneider, *Handbuch Projektmanagement - Agil - Klassisch - Hybrid*, Berlin: Springer Gabler, 2022.
- [42] F. Berner, B. Kochendörfer, R. Schach, H. C. Jünger, J. Otto und M. Sundermeier, *Grundlagen der Baubetriebslehre 2*, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2022.
- [43] H. Astour und H. Strotmann, *Lehrbuch Grundlagen der BIM-Arbeitsmethode*, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2022.
- [44] buildingSMART, „Use Case Management,“ buildingSMART, [Online]. Available: <https://ucm.buildingsmart.org/use-case-details/2021/de>. [Zugriff am 09 August 2023].

-
- [45] S. Schönstedt, F. Geppert und H. C. Jünger, „BIM-basierte Terminplangenerierung,“ *Build-Ing*, pp. 46 - 51, Januar 2023.
- [46] ThinkProject, „Desite BIM,“ [Online]. Available: <https://thinkproject.com/de/produkte/desite-bim/>. [Zugriff am 27 November 2023].
- [47] U.-P. D.-I. M. Helmus, A.-P. D.-I. A. Meins-Becker, A. Kelm und N. Koch to Krax, „Handlungsempfehlung zur Digitalen Bestandserfassung,“ 07 April 2020. [Online]. Available: https://biminstitut.uni-wuppertal.de/fileadmin/biminstitut/Download-Bereich/3D-Laserscan_Handlungsempfehlung_Bestanderfassung/200401_HE_Laserscan_Handlungsempfehlung.pdf. [Zugriff am 20 März 2023].
- [48] M. Häderer, *Delphi-Befragung. Ein Arbeitsbuch*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014.
- [49] U. Müller und U. Papenkort, „Didaktik für Erwachsene und Didaktiken der Weiterbildung,“ *REPORT - Zeitschrift*, pp. 22-31, 2013.
- [50] B. Möslein-Tröppner und W. Berhanrd, *Digital Learning - Was es ist und wie es praktisch gestaltet werden kann*, Ravensburg: SpringerGabler, 2021.
- [51] S. Plett, „Placetel.de,“ 16 November 2021. [Online]. Available: 12. [Zugriff am Juli 2023 2022].
- [52] H. Niegemann, *Handbuch Bildungstechnologie*, Saarbrücken: Springer, 2020.
- [53] Verbad der europäischen Blended-Learning-Akteure e.V., „Was verstehen wir unter "Blended Learning"?,“ 23 November 2021. [Online]. Available: https://www.blended-learning-network.eu/network/de/blended_learning_definition.php. [Zugriff am 04 Juli 2023].
- [54] Lehrerinnenfortbildung Baden-Württemberg, „Lehrerinnenfortbildung Baden-Württemberg,“ 2017 Dezember 217. [Online]. Available: https://lehrerfortbildung-bw.de/st_digital/medienwerkstatt/fortbildungen/lern2/index.html. [Zugriff am 04 Juni 2023].
- [55] S. Strahinger und C. Leyh, *Gamification und Serious Games*, Dresden: Springer Vieweg, 2017.
- [56] AK Learning Solutions, „Bitkom.org,“ 15 Mai 2020. [Online]. Available: https://www.bitkom.org/sites/main/files/2020-05/200515_impulspapier_lernen-in-immersiven-welten.pdf. [Zugriff am 04 Juni 2023].
- [57] C. Musekamp, „Infoport,“ *E-Learning Definition | Diitales Lenen einfach erklärt*, 04 Oktober 2019. [Online]. Available: <https://www.infoport.de/e-learning-definitionen-digitales-lernen-einfach-erklart/>. [Zugriff am 06 Dezember 2022].
- [58] S. Kauffeld, *Handbuch Innovative Lehre*, Braunschweig: Springer Verlag, 2019.
- [59] H. Colman, „iSpringLearn,“ 23 Oktober 2023. [Online]. Available: <https://www.ispringlearn.de/blog/was-ist-scorm>. [Zugriff am 30 Oktober 2023].

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Thematische Anordnung der Arbeitspakete (eigene Darstellung)	13
Abbildung 2: Fördermittelgeber des Forschungsprojektes	15
Abbildung 3: Praxisbeteiligte des Forschungsprojektes "BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk"	16
Abbildung 4: Bedeutung des Bauhandwerks in den verschiedenen Lebenszyklusphasen (in Anlehnung an: [9])	19
Abbildung 5: Der BIM-Prozess - Bedeutung von BIM-Anwendungsfällen als Vorlagen für die Ausschreibung öffentlicher Auftraggeber und das Erstellen von Angeboten durch das Bauhandwerk (eigene Darstellung in Anlehnung an [9])	22
Abbildung 6: Modellstruktur gemäß Modellierungsrichtlinie der BUW in Anlehnung an [15]	22
Abbildung 7: Entwicklungsstufen des digitalen Gebäudemodells [16, p. 38]	23
Abbildung 8: Erwartete Mehrwerte durch die Anwendung der Methode BIM (eigene Darstellung)	26
Abbildung 9: Bewertungsmatrix zur Priorisierung der ausgewählten BIM-Anwendungsfälle (Nummerierung gemäß vorangegangener Erläuterung / Eigene Darstellung)	27
Abbildung 10: Ausschnitt des Innovationspfad "Digitalisierung und BIM im Handwerk" an der Bergischen Universität Wuppertal (Eigene Quelle)	28
Abbildung 11: Ergebnisse zur Bewertung der BIM- Anwendungsfälle mit größtmöglichem Mehrwert im Rahmen des Innovationspfads "Digitalisierung und BIM im Handwerk"	29
Abbildung 12: Optimierung der Informationsdichte durch LOIN (Eigene Darstellung, in Anlehnung an [23, p. 7])	30
Abbildung 13: Gliederung der "Digitalen Bauwerksdokumentation" in drei BIM-Anwendungsfälle (Eigene Darstellung)	33
Abbildung 14: Projektmanagementziele Kosten, Termine und Qualitäten (in Anlehnung an: [41, p. 84])	45
Abbildung 15: Prozessmodell zur technischen Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls: Digitale Terminplanung (Eigene Darstellung in Anlehnung an: [45])	48
Abbildung 16: Darstellung der Betrachtung durch die VR-Brille [47, p. 48]	51
Abbildung 17: Darstellung eines Laserscanners bei der Aufnahme in einem Raum [47, p. 14]	52
Abbildung 18: Darstellung Camera-View-Scanner (links) und Panorama-Scanner (rechts) [47, p. 15]	52
Abbildung 19: Prinzipien der Mehrbildaufnahme und Stereobildauswertung [47, p. 18]	53
Abbildung 20: Ergebnisse der Befragung zur Einschätzung der benötigten Zeitspanne für die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls Digitale Bauwerksdokumentation	58
Abbildung 21: Ergebnisse der Befragung zur Wahrscheinlichkeit, ob die Digitale Bauwerksdokumentation in den nächsten fünf Jahren gängige Praxis sein wird.	59
Abbildung 22: Ergebnisse der Befragung zur Einschätzung der benötigten Zeitspanne für die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls Digitale Terminplanung	62
Abbildung 23: Ergebnisse der Befragung zur Wahrscheinlichkeit, ob die Digitale Terminplanung in den nächsten fünf Jahren gängige Praxis sein wird.	63

Abbildung 24: Ergebnisse der Befragung zur Einschätzung der benötigten Zeitspanne für die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls Digitale Liegenschaftserfassung / Digitales Aufmaß.	65
Abbildung 25: Ergebnisse der Befragung zur Wahrscheinlichkeit, ob die Digitale Liegenschaftserfassung / Digitales Aufmaß in den nächsten fünf Jahren gängige Praxis sein wird.	66
Abbildung 26: Ergebnisse der Befragung zur vergleichenden Betrachtung der drei BIM-Anwendungsfälle	67
Abbildung 27: Zielgruppen des Weiterbildungskonzept für die priorisierten BIM-Anwendungsfälle (eigene Darstellung)	70
Abbildung 28: Lerninhalte des Weiterbildungskonzepte zu den jeweiligen BIM-Anwendungsfällen (eigene Darstellung)	72
Abbildung 29: Komponenten des Digital Learning (eigene Darstellung in Anlehnung an [39])	72
Abbildung 30: Verwendete Formen, Konzepte und Softwarelösungen zur Entwicklung des Weiterbildungskonzepts (eigene Darstellung in Anlehnung an [57])	73
Abbildung 31: Die Methode des Weiterbildungskonzepts in Form des Inverted Classroom (eigene Darstellung)	74
Abbildung 32: Funktionen der interaktiven Präsentation zur Vermittlung theoretischen Wissens (eigene Darstellung)	75
Abbildung 33: Angepasstes Weiterbildungskonzept mit der Ergänzung einer Auftaktveranstaltung (eigene Darstellung)	78
Abbildung 34: Ergänzung der Interaktionsmöglichkeiten durch auditive Wiedergabe der Informationen (eigene Darstellung)	79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abgleich und Auswertung der allgemeingültigen Dokumentenlisten für den Bereich Rohbau der KG 300 (eigene Darstellung)	34
Tabelle 2: Abgleich und Auswertung der gewerkespezifischen Dokumentenlisten für den Bereich Rohbau der KG 300 (eigene Darstellung)	34
Tabelle 3: Aufbau abgestimmte Dokumentenliste am Beispiel der Rohbauarbeiten (Eigene Darstellung)	37
Tabelle 4: Abgleich und Auswertung der allgemeingültigen Dokumentenliste für den Bereich Wärmeversorgungsanlagen der KG 400	38
Tabelle 5: Abgleich und Auswertung der anlagenspezifischen Dokumentenliste für den Bereich Wärmeversorgungsanlagen der KG 400	39
Tabelle 6: Aufbau der abgestimmten Dokumentenliste am Beispiel der KG 420 - Wärmeversorgungsanlagen (eigene Darstellung)	41
Tabelle 7: Ausschnitt aus der Übersicht zum Nachweis des Nachhaltigen Bauens	43

Abkürzungsverzeichnis

AD	Archivdokumentation
AIA	Auftraggeber-Informationen-Anforderungen
AIM	Asset-Informationsmodell
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BIM	Building Information Modeling
BMWSB	Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
BUW	Bergische Universität Wuppertal
CDE	Common Data Environment
DACH-Raum	Region von Deutschland, Österreich und Schweiz
DBWD	Digitale Bauwerksdokumentation
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
DIN	Deutsches Institut für Normung
EE	Expertenempfehlung
E-Learning	Electronical Learning (≙ Elektronisches Lernen)
GUID	Globally Unique Identifier
IFC	Industry Foundation Classes
IPB	Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren
KBOB	Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
KG	Kostengruppe
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LOIN	Level of Information Need
MHKGB:NRW	Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen
OD	Objektdokumentation
OD-F	Fachdokumentation des Bauwerks
OF-A	Anlagendokumentation
PD	Projektdokumentation
PIM	Projekt-Informationsmodell
SCORM	Sharable Content Object Reference Model

VDI

Verein Deutscher Ingenieure

Anlagen

- Anlage 1: Steckbrief zum BIM-Anwendungsfall: Digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau)
- Anlage 2: Steckbrief zum BIM-Anwendungsfall: Digitale Bauwerksdokumentation - Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (technische Anlagen)
- Anlage 3: Steckbrief zum BIM-Anwendungsfall: Digitale Bauwerksdokumentation – Nachweis des nachhaltigen Bauens
- Steckbrief 4: Steckbrief zum BIM-Anwendungsfall: Terminplanung aus Sicht bauausführender Unternehmen in der Angebots- und Realisierungsphase (Veröffentlicht durch buildingSMART)
- Anlage 5: Steckbrief zum BIM-Anwendungsfall: Digitale Liegenschaftserfassung der topografischen und baulichen Gegebenheiten für das digitale Aufmaß
- Anlage 6: Übersichten der zu liefernden Dokumenten (KG 300)
- Anlage 7: Übersichten der zu liefernden Dokumenten (KG 400)
- Anlage 8: Übersichten zur Nachhaltigkeitszertifizierung
- Anlage 9: Ergebnisse Mehrwertbefragung
- Anlage 10: Ergebnisse der Validierung der Weiterbildungskonzepte

Anlage 1

–

Steckbrief zum BIM-Anwendungsfall: Digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-21.57

Projektlaufzeit: 01.2022 – 12.2023

BIM-Anwendungsfall

Digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau)

1. Allgemeines

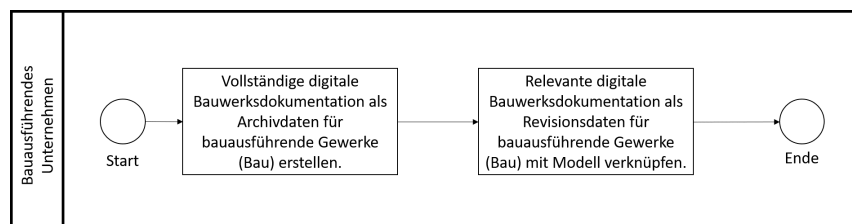
Beschreibung	<p>Die Digitale Bauwerksdokumentation (DBWD) – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau) ist die Summe aller Dokumente mit zugehöriger Verknüpfung mit einem bestehenden Datenmodell, welche zur Erfüllung bzw. Ausübung sämtlicher Aufgaben bauausführender Gewerke der KG 300 während des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks erzeugt und genutzt werden.</p> <p><i>Anmerkung 1: Die digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau) ist ein Teil der vollständigen digitalen Bauwerksdokumentation. Die Referenzierung der Informationen erfolgt an einem bestehenden Datenmodell (z.B. Architekturmodell).</i></p> <p><i>Anmerkung 2: Die Revisionsdaten umfassen relevante Daten der Archivierungsdaten und sie können als Grundlage für das Betreibermodell dienen.</i></p> <p><i>Anmerkung 3: Die Archivierungsdaten beinhalten alle Dokumente.</i></p>
Lieferleistung / Output	<p>Revisionsdaten mit allen relevanten Dokumenten, die für das Errichten, Bewirtschaften und Rückbauen eines Gebäudes notwendig sind.</p> <p>Archivierungsdaten mit allen Dokumenten und Merkmalen, die zur Archivierung gespeichert werden.</p>
Inputs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauwerksdatenmodell (idealerweise As-Planned-Modell) gem. vereinbarter Modellierungsrichtlinie ▪ Dokumentation der Informationsbedarfstiefe (bspw. in Form einer AIA) ▪ Relevante Dokumente nach AIA-spezifischen Anforderungen
(Lebenszyklus-)Phase	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Production (gem. ISO 22263) ▪ Realisierung (gem. Lebenszyklusdefinition BUW)
BIM-Ziele / Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserte Kontrolle und Steuerung der Bauausführung ▪ Verbesserte und transparente Dokumentation der eingebauten Bauprodukte ▪ Schaffung einer Grundlage für den Betrieb ▪ Schaffung einer Grundlage für den Rückbau, Umbau und die Wiederverwertung
Abgrenzung (bei Bedarf)	<p>Beinhaltet nicht die Erstellung des As-Planned-Modells / Ausführungsplanungsmodells. Die Erstellung der Projektdokumentation¹ ist nicht Umfang</p>

¹ Die Projektdokumentation bezieht sich auf die Dokumentation während der Planungsphase. Hierzu gehören beispielsweise Dokumente zur Genehmigung, auf die das Bauhandwerk keinen Einfluss nimmt.

	dieses Anwendungsfalls, ebenso ist die Erstellung der digitalen Bauwerksdokumentation der technischen Anlagen nicht Umfang dieses Anwendungsfalls.
Voraussetzung/Rahmenbedingungen (bei Bedarf) bezogen auf die Methode BIM	<ul style="list-style-type: none">▪ Definierte Datenaustauschformate▪ Definierte Toleranzen für Abweichungen des gebauten zum geplanten Ist-Zustands

2. Prozesse

**Prozessdiagramm
gem. DIN EN ISO
29481**



Tabellarische Prozessübersicht

Verantwortlichkeit	Prozess
Bauausführendes Unternehmen	Archivierungsmodell ² erstellen Revisionsmodell ³ erstellen

**Interaktionsplan
gem. DIN EN ISO
29481**

Entfällt infolge Anzahl beteiligter Rollen.

**Transaktionsdiagramm
gem. DIN EN
ISO 29481**

Entfällt infolge fehlendem Interaktionsplan.

Prozessdetaillierung

Prozess	Prozessinformationen
Archivierungsmodell erstellen:	<p>Prozessverantwortlicher: Bauausführendes Unternehmen</p> <p>Prozessinput: Bauwerksdatenmodell (idealerweise Revisionsmodell-Modell), relevante Dokumente der bauausführenden Gewerke der KG 300, AIA-spezifische Anforderungen</p> <p>Mitgliedende Dokumente/ Datenaustauschformate: Modell = z.B. IFC, Dokumente: z.B. PDF/Word</p> <p>Informationsverarbeitungsschritte: a. Daten erfassen: Ist-Daten-Erfassung</p>

² Die Erstellung des Archivierungsmodells wird als Ordnerstruktur in einer Datenumgebung (LOG 0) erstellt.

³ Die Erstellung des Revisionsmodells wird auf Grundlage der Ausführungsplanung (LOG 300) erstellt.

	<p><i>Erfassung der relevanten Dokumente der bauausführenden Gewerke der KG 300 je Bauabschnitt und/oder Bauelement.</i></p> <p>b. Daten schreiben: Anreicherung des Datenmodells</p> <p><i>Referenzieren der relevanten Dokumente der bauausführenden Gewerke der KG 300 an die Modellelemente.</i></p> <p>Output: Archivierungsdaten in CDE</p>
Revisionsmodell erstellen	<p>Prozessverantwortlicher: Bauausführendes Unternehmen</p> <p>Prozessinput: Bauwerksdatenmodell (idealerweise As planned-Modell), relevante Dokumente der bauausführenden Gewerke der KG 300, AIA-spezifische Anforderungen</p> <p>Mitgliedende Dokumente/ Datenaustauschformate: Modell = z.B. IFC, Dokumente: z.B. PDF/Word</p> <p>Informationsverarbeitungsschritte:</p> <p>a. Daten erfassen: Ist-Daten-Erfassung</p> <p><i>Erfassung der relevanten Dokumente der bauausführenden Gewerke der KG 300 je Bauabschnitt und/oder Bauelement.</i></p> <p>b. Daten schreiben: Anreicherung des Datenmodells</p> <p><i>Referenzieren der relevanten Dokumente der bauausführenden Gewerke der KG 300 an die Modellelemente.</i></p> <p>Output: Datenmodell mit Revisionsdaten</p>

3. Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen

Informationsbedarfstiefe (LOIN)	
Alphanummerische Informationen	Siehe Anlage 1.
Geometrische Informationen	Siehe Anlage 1.
Dokumentation	Siehe Anlage 1.
Prüfoptionen	Zu erstellen.

4. Anlagen

Anlage 1 - Tabellen Informationsbedarfstiefe Digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Bau)

Anlage 2

—

Steckbrief zum BIM-Anwendungsfall: Digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Technische Anlagen)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-21.57

Projektlaufzeit: 01.2022 – 12.2023

BIM-Anwendungsfall

Digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Technische Anlagen)

1. Allgemeines

Beschreibung	<p>Die Digitale Bauwerksdokumentation (DBWD) – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Technische Anlagen) ist die Summe aller Dokumente und Merkmale mit zugehöriger Verknüpfung mit einem bestehenden Datenmodell, welche zur Erfüllung bzw. Ausübung sämtlicher Aufgaben technischer Anlagen (KG 400) während des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks erzeugt und genutzt werden.</p> <p><i>Anmerkung 1: Die digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Technische Anlagen) ist ein Teil der vollständigen digitalen Bauwerksdokumentation. Die Referenzierung der Informationen erfolgt an einem bestehenden Datenmodell (z.B. Architekturmodell).</i></p> <p><i>Anmerkung 2: Die Revisionsdaten umfassen relevante Daten der Archivierungsdaten und können als Grundlage für das Betreibermodell dienen.</i></p> <p><i>Anmerkung 3: Die Archivierungsdaten beinhalten alle Dokumente.</i></p>
Lieferleistung / Output	<p>Revisionsdaten mit allen relevanten Dokumenten und Merkmalen, die für das Errichten, Bewirtschaften und Rückbauen eines Gebäudes notwendig sind.</p> <p>Archivierungsdaten mit allen Dokumenten und Merkmalen, die zur Archivierung gespeichert werden.</p>
Inputs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauwerksdatenmodell (idealerweise As-Planned-Modell) gem. vereinbarter Modellierungsrichtlinie ▪ Dokumentation der Informationsbedarfstiefe (bspw. in Form einer AIA) ▪ Relevante Dokumente nach AIA-spezifischen Anforderungen
(Lebenszyklus-)Phase	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Production (gem. ISO 22263) ▪ Realisierung (gem. Lebenszyklusdefinition BUW)
BIM-Ziele / Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserte Kontrolle und Steuerung der Bauausführung ▪ Verbesserte und transparente Dokumentation der eingebauten Bauprodukte ▪ Schaffung einer Grundlage für den Betrieb ▪ Schaffung einer Grundlage für den Rückbau, Umbau und die Wiederverwertung
Abgrenzung (bei Bedarf)	<p>Beinhaltet nicht die Erstellung des As-Planned-Modells / Ausführungsplanungsmodells. Die Erstellung der Projektdokumentation¹ ist nicht Umfang dieses Anwendungsfalls, ebenso ist die Erstellung der digitalen Bauwerksdokumentation der bauausführenden Gewerke der KG 300 nicht Umfang dieses Anwendungsfalls.</p>

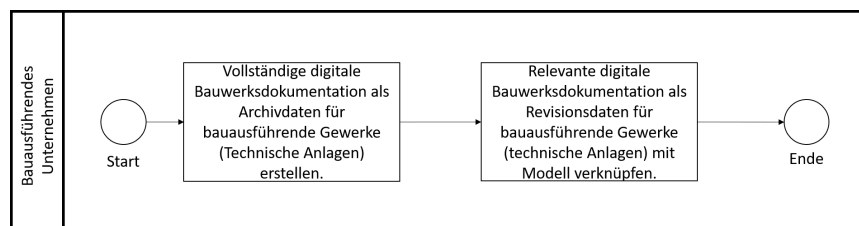
¹ Die Projektdokumentation bezieht sich auf die Dokumentation während der Planungsphase. Hierzu gehören beispielsweise Dokumente zur Genehmigung, auf die das Bauhandwerk keinen Einfluss nimmt.

**Voraussetzung/Rahmenbedingungen
(bei Bedarf) bezogen
auf die Methode BIM**

- Definierte Datenaustauschformate
- Definierte Toleranzen für Abweichungen des gebauten zum geplanten Ist-Zustands

2. Prozesse

**Prozessdiagramm
gem. DIN EN ISO
29481**



Tabellarische Prozessübersicht

Verantwortlichkeit	Prozess
Bauausführendes Unternehmen	Archivierungsdaten ² erstellen Revisionsdaten ³ erstellen

**Interaktionsplan
gem. DIN EN ISO
29481**

Entfällt infolge Anzahl beteiligter Rollen.

**Transaktionsdiagramm
gem. DIN EN
ISO 29481**

Entfällt infolge fehlendem Interaktionsplan.

Prozessdetaillierung

Prozess	Prozessinformationen
Archivierungsmodell erstellen:	<p>Prozessverantwortlicher: Bauausführendes Unternehmen</p> <p>Prozessinput: Ordnerstruktur in einer Datenumgebung (Common Data Environment), vollständige Dokumente und Merkmale der bauausführenden Gewerke der KG 400, AIA-spezifische Anforderungen</p> <p>Mitgliedende Dokumente/ Datenaustauschformate: Modell = z.B. IFC, Dokumente: z.B. PDF / Word</p> <p>Informationsverarbeitungsschritte:</p> <ol style="list-style-type: none"> Daten erfassen: Ist-Daten-Erfassung <i>Erfassung aller Dokumente und Merkmale der bauausführenden Gewerke der KG 400 je Bauabschnitt und/oder Bauelement.</i>

² Die Referenzierung der Archivierungsdaten wird als Ordnerstruktur in einer Datenumgebung (LOG 0) erstellt.

³ Die Referenzierung der Revisionsdaten wird auf Grundlage der Ausführungsplanung (LOG 300) erstellt.

<p>Revisionsmodell erstellen:</p>	<p>b. Daten schreiben: Anreicherung eines Datenmodells (z.B. Architekturmodell)</p> <p><i>Referenzieren der relevanten Dokumente und Merkmale der bauausführenden Gewerke der KG 400 in die Ordnerstruktur.</i></p> <p>Output: Archivierungsdaten in CDE</p> <p>Prozessverantwortlicher: Bauausführendes Unternehmen</p> <p>Prozessinput: Bauwerksdatenmodell (idealerweise As-Planned-Modell), relevante Dokumente und Merkmale der bauausführenden Gewerke der KG 400, AIA-spezifische Anforderungen</p> <p>Mitgliedende Dokumente/ Datenaustauschformate: Modell = z.B. IFC, Dokumente: z.B. PDF / Word</p> <p>Informationsverarbeitungsschritte:</p> <p>a. Daten erfassen: Ist-Daten-Erfassung</p> <p><i>Erfassung der relevanten Dokumente und Merkmale der bauausführenden Gewerke der KG 400 je Bauabschnitt und/oder Bauelement.</i></p> <p>b. Daten schreiben: Anreicherung eines Datenmodells (z.B. Architekturmodell)</p> <p><i>Referenzieren der relevanten Dokumente und Merkmale der bauausführenden Gewerke der KG 400 an die Modellelemente.</i></p> <p>Output: Datenmodell mit Revisionsdaten</p>
-----------------------------------	--

3. Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen

Informationsbedarfstiefe (LOIN)	
Alphanummerische Informationen	Siehe Anlage 1.
Geometrische Informationen	Siehe Anlage 1.
Dokumentation	Siehe Anlage 1.
Prüfoptionen	Zu erstellen.

4. Anlagen

Anlage 1 - Tabellen Informationsbedarfstiefe Digitale Bauwerksdokumentation – Revisionsunterlagen bauausführender Gewerke (Technische Anlagen)

Anlage 3

—

Steckbrief zum BIM-Anwendungsfall: Digitale Bauwerksdokumentation – Nachweis des nachhaltigen Bauens

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-21.57

Projektlaufzeit: 01.2022 – 12.2023

BIM-Anwendungsfall

Digitale Bauwerksdokumentation – Nachweis des nachhaltigen Bauens

1. Allgemeines

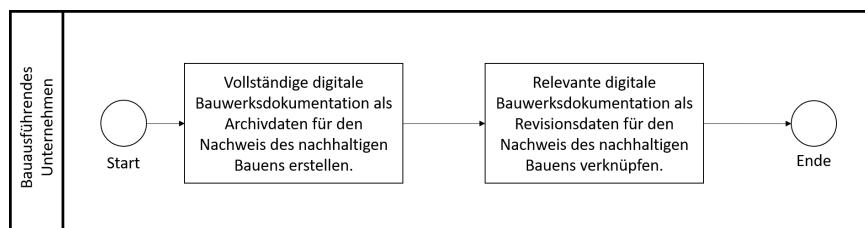
Beschreibung	<p>Die Digitale Bauwerksdokumentation (DBWD) – Nachweis des nachhaltigen Bauens ist die Summe aller Dokumente und Merkmale mit zugehöriger Verknüpfung mit einem bestehenden Datenmodell, welche zur Erfüllung bzw. Ausübung sämtlicher Aufgaben bauausführender Gewerke mit dem Fokus auf nachhaltiges Bauen während des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks erzeugt und genutzt werden.</p> <p><i>Anmerkung 1: Die digitale Bauwerksdokumentation – Nachweis des nachhaltigen Bauens ist ein Teil der vollständigen digitalen Bauwerksdokumentation. Die Referenzierung der Informationen erfolgt an einem bestehenden Datenmodell (z.B. Architekturmodell).</i></p> <p><i>Anmerkung 2: Die Revisionsdaten umfassen relevante Daten der Archivierungsdaten und können als Grundlage für das Betreibermodell dienen.</i></p> <p><i>Anmerkung 3: Die Archivierungsdaten beinhalten alle Dokumente.</i></p>
Lieferleistung / Output	<p>Revisionsdaten mit allen relevanten Dokumenten und Merkmalen, die für das Errichten, Bewirtschaften und Rückbauen eines Gebäudes notwendig sind.</p> <p>Archivierungsdaten mit allen Dokumenten und Merkmalen, die zur Archivierung gespeichert werden.</p>
Inputs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauwerksdatenmodell (idealerweise As-Planned-Modell) gem. vereinbarter Modellierungsrichtlinie ▪ Dokumentation der Informationsbedarfstiefe (bspw. in Form einer AIA) ▪ Relevante Dokumente nach AIA-spezifischen Anforderungen
(Lebenszyklus-)Phase	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Production (gem. ISO 22263) ▪ Realisierung (gem. Lebenszyklusdefinition BUW)
BIM-Ziele / Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserte Kontrolle und Steuerung der Bauausführung ▪ Verbesserte und transparente Dokumentation der eingebauten Bauprodukte ▪ Schaffung einer Grundlage für den Betrieb ▪ Schaffung einer Grundlage für den Rückbau, Umbau und die Wiederverwertung ▪ Grundlage für einen nachhaltigen Gebäudebetrieb
Abgrenzung (bei Bedarf)	<p>Beinhaltet nicht die Erstellung des As-Planned-Modells / Ausführungsplanungsmodells. Die Erstellung der Projektdokumentation¹ ist nicht Umfang</p>

¹ Die Projektdokumentation bezieht sich auf die Dokumentation während der Planungsphase. Hierzu gehören beispielsweise Dokumente zur Genehmigung, auf die das Bauhandwerk keinen Einfluss nimmt.

	dieses Anwendungsfalls, ebenso ist die Erstellung der digitalen Bauwerksdokumentation der bauausführenden Gewerke der KG 300 und 400 nicht Umfang dieses Anwendungsfalls.
Voraussetzung/Rahmenbedingungen (bei Bedarf) bezogen auf die Methode BIM	<ul style="list-style-type: none">▪ Definierte Datenaustauschformate▪ Definierte Toleranzen für Abweichungen des gebauten zum geplanten Ist-Zustand

2. Prozesse

**Prozessdiagramm
gem. DIN EN ISO
29481**



Tabellarische Prozessübersicht

Verantwortlichkeit	Prozess
Bauausführendes Unternehmen	Archivierungsdaten ² erstellen Revisionsdaten ³ erstellen

**Interaktionsplan
gem. DIN EN ISO
29481**

Entfällt infolge Anzahl beteiligter Rollen.

Transaktionsdiagramm gem. DIN EN ISO 29481

Entfällt infolge fehlendem Interaktionsplan.

Prozessdetaillierung

Prozess	Prozessinformationen
Archivierungsmodell erstellen:	<p>Prozessverantwortlicher: Bauausführendes Unternehmen</p> <p>Prozessinput: Ordnerstruktur in einer Datenumgebung (Common Data Environment), vollständige Dokumente und Merkmale bauausführender Gewerke für den Nachweis des nachhaltigen Bauens, AIA-spezifische Anforderungen</p> <p>Mitgliedende Dokumente/ Datenaustauschformate: Modell = z.B. IFC, Dokumente: z.B. PDF / Word</p> <p>Informationsverarbeitungsschritte: a. Daten erfassen: Ist-Daten-Erfassung</p>

² Die Referenzierung der Archivierungsdaten wird als Ordnerstruktur in einer Datenumgebung (LOG 0) erstellt.

³ Die Referenzierung der Revisionsdaten wird auf Grundlage der Ausführungsplanung (LOG 300) erstellt.

	<p><i>Erfassung der relevanten Dokumente und Merkmale der bauausführenden Gewerke je Bauabschnitt und/oder Bauelement.</i></p> <p>b. Daten schreiben: Anreicherung des Datenmodells (z.B. Architekturmodell)</p> <p><i>Referenzieren der relevanten Dokumente und Merkmale der bauausführenden Gewerke in die Ordnerstruktur.</i></p> <p>Output: Archivierungsdaten in CDE</p>
Revisionsmodell erstellen:	<p>Prozessverantwortlicher: Bauausführendes Unternehmen</p> <p>Prozessinput: Bauwerksdatenmodell (idealerweise As-Planned-Modell), relevante Dokumente und Merkmale der bauausführenden Gewerke zum Nachweis des nachhaltigen Bauens</p> <p>Mitgeltende Dokumente/ Datenaustauschformate: Modell = z.B. IFC, Dokumente: z.B. PDF / Word</p> <p>Informationsverarbeitungsschritte:</p> <p>c. Daten erfassen: Ist-Daten-Erfassung</p> <p><i>Erfassung der relevanten Dokumente und Merkmale der bauausführenden Gewerke je Bauabschnitt und/oder Bauelement.</i></p> <p>d. Daten schreiben: Anreicherung des Datenmodells (z.B. Architekturmodell)</p> <p><i>Referenzieren der relevanten Dokumente und Merkmale der bauausführenden Gewerke an die Modellelemente</i></p> <p>Output: Datenmodell mit Revisionsdaten</p>

3. Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen

Informationsbedarfstiefe (LOIN)	
Alphanummerische Informationen	Siehe Anlage 1.
Geometrische Informationen	Siehe Anlage 1.
Dokumentation	Siehe Anlage 1.
Prüfoptionen	Zu erstellen.

4. Anlagen

Anlage 1 - Tabellen Informationsbedarfstiefe Digitale Bauwerksdokumentation – Nachweis des nachhaltigen Bauens

Anlage 4

—

Steckbrief zum BIM-Anwendungsfall: Terminplanung aus Sicht bauausführenden Unternehmen in der Angebots- und Realisierungsphase (Veröffentlicht durch buildingSMART)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-21.57

Projektlaufzeit: 01.2022 – 12.2023

BIM-Anwendungsfall

Terminplanung aus Sicht bauausführenden Unternehmen in der Angebots- und Realisierungsphase¹

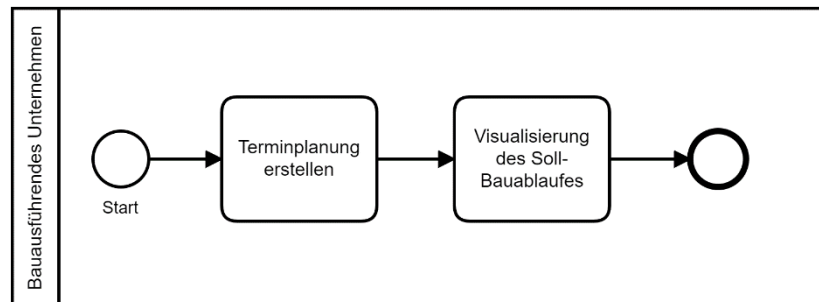
1. Allgemeines

Beschreibung	Erstellung und Visualisierung eines modellbasierten Terminplanes als erweiterbare Grundlage in der Angebots- und Realisierungsphase unter Einbeziehung der gewählten Bauverfahren, der gewählten Taktung und der vorgegebenen Ecktermine des Auftraggebers.
Lieferleistung / Output	Terminplanung aus Sicht von bauausführenden Unternehmen in der Angebots- und Realisierungsphase.
Inputs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufwandswerte ▪ Ressourcenverfügbarkeit ▪ Bauwerksdatenmodell ▪ Rahmenterminplan des AG oder Vorgabe von Projektmeilensteinen ▪ Leistungsbeschreibung der zu erbringenden Leistungen
(Lebenszyklus-)Phase	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Production (gem. ISO 22263) ▪ Realisierung (gem. Lebenszyklusdefinition BUW)
BIM-Ziele / Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserte Unternehmens- /Organisationssteuerung (digitale Prozesse) ▪ Verbesserte Kontrolle und Steuerung der Bauausführung
Abgrenzung (bei Bedarf)	Keine
Voraussetzung/Rahmenbedingungen (bei Bedarf) bezogen auf die Methode BIM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauwerksdatenmodell gem. vereinbarter Modellierungsrichtlinie ▪ Datenaustauschformate sind im Vorfeld zu definieren ▪ Geeignete Software-Anwendungen zur Verarbeitung von Bauwerksdatenmodellen und Zusammenführung von Bauwerkinformationsmodellen und Terminplänen sowie gegebenenfalls Visualisierung

¹ (Entwickelt von der Fachgruppe Bau 1 von buildingSMART Deutschland)

2. Prozesse

Prozessdiagramm
gem. DIN EN ISO 29481



Tabellarische Prozess-
übersicht

Verantwortlichkeit	Prozess
Bauausführendes Unternehmen	Terminplanung erstellen Visualisierung des Soll-Bauablaufs

Interaktionsplan gem.
DIN EN ISO 29481

Entfällt infolge Anzahl beteiligter Rollen.

Transaktionsdiagramm gem. DIN EN
ISO 29481

Entfällt infolge fehlendem Interaktionsplan.

Prozessdetaillierung

Prozess	Prozessinformationen
Terminplanung erstellen	<p>Prozessdurchführungsverantwortlicher: Bauausführendes Unternehmen</p> <p>Prozessinput: Aufwandswerte, Ressourcenverfügbarkeit, Bauwerksdatenmodell, Rahmenterminplan des AG oder Vorgabe von Projektmeilensteinen, Leistungsbeschreibung der zu erbringenden Leistungen</p> <p>Mitgeltende Dokumente/Datenaustauschformate: Datenaustauschformat ist zu definieren.</p> <p>Informationsverarbeitungsschritte:</p> <ol style="list-style-type: none"> Daten ableiten: Datenableitung aus dem Modell <i>Ableitung und Definition geeigneter Bauabschnitte und/oder Bauteile für die Terminplanung aus dem Modell.</i> Daten verarbeiten: Terminplanung

	<p><i>Aufbauend auf den ermittelten Bauabschnitten und/oder Bauteilen werden hierfür Termine und Dauern abgeleitet und die Vorgänge miteinander in Beziehung gesetzt.</i></p> <p>c. Daten schreiben: Anreicherung des Bauwerksdatenmodells</p> <p><i>Auf Grundlage der definierten Bauabschnitte und/oder Bauteile, sowie der Soll-Terminplanung (vorgangsverknüpften Termine und Dauern) werden Termine und Dauern je Bauabschnitt und/oder Bauteil im Modell zugeordnet und mit diesem verknüpft.</i></p> <p>Output: Modellreferenzierter Terminplan</p>
Visualisierung des Soll-Bauablaufs	<p>Prozessdurchführungsverantwortlicher: Bauausführendes Unternehmen</p> <p>Prozessinput: Modellobjektverknüpfter Terminplan, Visualisierungsparameter, Bauwerksdatenmodell</p> <p>Mitgeltende Dokumente/Datenaustauschformate: Datenaustauschformat ist zu definieren.</p> <p>Informationsverarbeitungsschritte:</p> <p>a. Daten verarbeiten: Visualisierung</p> <p><i>Aufbauend auf dem modellreferenzierten Terminplan wird die Visualisierung des terminierten Bauablaufs für Kontroll-/Plausibilisierungs- und/oder Demonstrationzwecke durchgeführt.</i></p> <p>Output: Visualisierter Bauablauf</p>

3. Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen

Informationsbedarfstiefe (LOIN)	
Alphanummerische Informationen	Siehe Anlage 1.
Geometrische Informationen	Siehe Anlage 1.
Dokumentation	Siehe Anlage 1.
Prüfoptionen	Zu erstellen.

4. Anlagen

Anlage 1 - Tabelle Informationsbedarfstiefe Terminplanung

Anlage 5

—

Steckbrief zum BIM-Anwendungsfall: Digitale Liegenschaftserfassung der topografischen und baulichen Gegebenheiten für das digi- tale Aufmaß

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-21.57

Projektlaufzeit: 01.2022 – 12.2023

BIM-Anwendungsfall

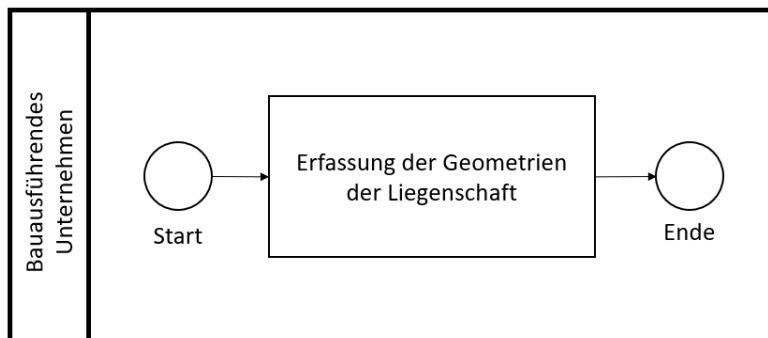
Liegenschaftserfassung der topografischen und baulichen Gegebenheiten für das digitale Aufmaß

1. Allgemeines

Beschreibung	Erstellung digitaler Aufnahmen (Punktwolke) der topografischen und baulichen Gegebenheiten einer Liegenschaft zur Erfassung der Umgebungs- und/oder Bestandsdaten. Nutzung der aufgenommenen Bestandsdaten für das modellgestützte Aufmaß. Diese können als Grundlage für die Erstellung eines Bauwerksdatenmodells dienen.
Lieferleistung / Output	Bestandsdaten der topografischen und baulichen Gegebenheiten einer Liegenschaft mit allen relevanten Geometrien.
Inputs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bestandspläne (falls vorhanden) ▪ Detaillierungsangaben sind im Vorfeld zu definieren ▪ Dateigröße der Gesamtaufnahme
(Lebenszyklus-)Phase	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Design (gem. ISO 22263) ▪ Planung (gem. Lebenszyklusdefinition BUW)
BIM-Ziele / Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verständlichere Planung für alle Projektbegleitenden und Interessensvertreter ▪ Bereitstellung einer Datengrundlage für Maßnahmenentscheidungen im Bauwerks-Lebenszyklus ▪ Verbesserung der Planungsgrundlage <ul style="list-style-type: none"> ○ Erhöhte Genauigkeit gegenüber analogem Aufmaß ○ Reduzierung von Planungsfehlern und Nacharbeiten ○ Umfassende und einmalige Aufnahme aller Geometrien ○ Weitere Datenverarbeitung zu bspw. Einem Bauwerksdatenmodell
Abgrenzung (bei Bedarf)	Keine Erstellung eines Bauwerksdatenmodells
Voraussetzung/Rahmenbedingungen (bei Bedarf) bezogen auf die Methode BIM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Datenaustauschformate sind im Vorfeld zu definieren ▪ Geeignete Software-Anwendungen zur weiteren Datenverarbeitung (Export der Punktwolke) ▪ Aufstiegsgenehmigung für Drohnenflüge ▪ Vereinbarte Datenschutzverordnung (Blurring) ▪ Aufnahmeauflösung ▪

2. Prozesse

Prozessdiagramm
gem. DIN EN ISO 29481



Tabellarische Prozess-
übersicht

Verantwortlichkeit	Prozess
Bauausführendes Unternehmen	Erfassung der Geometrien der Liegenschaft

Interaktionsplan gem.
DIN EN ISO 29481

Entfällt infolge Anzahl beteiligter Rollen.

Transaktionsdiagramm gem. DIN EN
ISO 29481

Entfällt infolge fehlendem Interaktionsplan.

Prozessdetaillierung

Prozess	Prozessinformationen
Erfassung der Geometrien der Liegenschaft	<p>Prozessdurchführungsverantwortlicher: Bauausführendes Unternehmen</p> <p>Prozessinput: Bestandspläne</p> <p>Mitgeltende Dokumente/Datenaustauschformate: Datenaustauschformat ist zu definieren. Toleranzen oder Aufnahmedetaillierung ist zu definieren</p> <p>Informationsverarbeitungsschritte:</p> <ol style="list-style-type: none"> Daten erfassen: Erfassung der Liegenschaft durch Vermessung mit verschiedenen Messmethoden (z.B. Laserscanning, Drohnenflug, Photogrammetrie) Daten schreiben: Erstellen eines geometrischen Datenmodells

	<p>Aufbereitung und Verarbeitung der Messdaten zu einer Punktwolke. Überprüfung und ggf. Korrektur der Punktwolke.</p> <p>Output: Datenmodell auf Grundlage einer Punktwolke mit Informationen zu Geometrien für das digitale Aufmaß</p>
--	---

3. Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen

Informationsbedarfstiefe (LOIN)	
Alphanummerische Informationen	Entfällt
Geometrische Informationen	Entfällt
Dokumentation	Entfällt
Prüfoptionen	Zu erstellen.

4. Anlagen

entfällt

Anlage 6
—
**Übersichten der zu liefernden
Dokumenten
(KG 300)**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

[Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung \(BBSR\) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen \(BMWSB\) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.](#)

Aktenzeichen: 10.08.18.7-21.57

Projektlaufzeit: 01.2022 – 12.2023

Erdarbeiten				
002 Erdarbeiten 003 Landschaftsbauarbeiten 005 Brunnenarbeiten und Aufschlussbohrungen 006 Spezialtiefbauarbeiten 008 Wasserhaltungsarbeiten 009 Entwässerungskanalarbeiten 010 Drän- und Versickerarbeiten				
Gruppierung	Dokumententyp	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Ja	AN	Projekt
Produktdaten	Produktdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung	Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)	Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers	Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration	Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)	Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine	Optional	AN	Objekt
Ersatzteilliste (u.a. bei Fassaden)	Nein	AN	Gebäude	
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)	Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)	Ja	AN	Objekt
	Materialnachweise	Ja	AN	Objekt
	Entsorgungsnachweise	Ja	AN	Objekt
Pläne	Ausführungspläne	Ja	AG	Gebäude
	Übersichtspläne	Ja	AG	Gebäude
	Bestandspläne	Ja	AG	Gebäude
	Schnitte	Ja	AG	Gebäude
	Statik- und Positionspläne	Ja	AG	Gebäude
	Werk- und Montagepläne	Ja	AN	Objekt
Berechnungsunterlagen	Systemnachweise	Ja	AN	Objekt
	Statistische Bemessungen	Ja	AG	Gebäude
Abnahmedokumentation	Abnahmeprotokoll nach VOB/ § 12	Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13	Ja	AG + AN	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen				
Ausführungsspezifische Dokumentation	Kampfmittelfreiheit	Ja	AG	Projekt
	Bescheinigung des Baugrubenverbaus / der Arbeitsraumverfüllung	Ja	AN	Gebäude
	Bohrpfahlplan	Nein	AG	Gebäude
	Vermessungsplan	Ja	AG	Projekt

Rohbauarbeiten				
000 Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtung 001 Gerüstbauarbeiten 012 Mauerarbeiten 013 Betonarbeiten 014 Natur-, Betonwerksteinarbeiten 016 Zimmer- und Holzbauarbeiten 018 Abdichtungsarbeiten, Bauwerkstrochenlegung				
Gruppierung	Dokumententyp	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Ja	AN	Projekt
Produktdaten	Produktdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung	Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)	Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers	Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration	Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)	Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine	Optional	AN	Objekt
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Ersatzteilliste (u.a. bei Fassaden)	Nein	AN	Gebäude
	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)	Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)	Ja	AN	Objekt
	Materialnachweise	Ja	AN	Objekt
Pläne	Entsorgungsnachweise	Ja	AN	Objekt
	Ausführungspläne	Ja	AG	Gebäude
	Übersichtspläne	Ja	AG	Gebäude
	Bestandspläne	Ja	AG	Gebäude
	Schnitte	Ja	AG	Gebäude
Berechnungsunterlagen	Statik- und Positionspläne	Ja	AG	Gebäude
	Werk- und Montagepläne	Ja	AN	Objekt
	Systemnachweise	Ja	AN	Objekt
Abnahmedokumentation	Statische Bemessungen	Ja	AG	Projekt
	Abnahmeprotokoll nach VOB/B § 12	Ja	AG + AN	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13	Ja	AG + AN	Objekt
Ausführungsspezifische Dokumentation				
	Fertigeilpläne	Ja	AG	Projekt
	Schweißnachweis	Ja	AN	Gebäude

Innenausbauarbeiten				
022 Klempnerarbeiten 023 Putz- und Stuckarbeiten, Wärmedämmsysteme 025 Estricharbeiten 027 Tischlerarbeiten 034 Maler- und Lackierarbeiten - Beschichtungen 037 Tapezierarbeiten 039 Trockenbauarbeiten				
Gruppierung	Dokumententyp	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Ja	AN	Projekt
Produkt Daten	Produkt Datenblatt	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung	Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)	Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers	Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration	Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierung)	Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine	Optional	AN	Objekt
Ersatzteilliste (u.a. bei Fassaden)	Nein	AN	Gebäude	
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)	Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)	Ja	AN	Objekt
	Materialnachweise	Ja	AN	Objekt
	Entsorgungsnachweise	Ja	AN	Objekt
Pläne	Ausführungspläne	Ja	AG	Gebäude
	Übersichtspläne	Ja	AG	Gebäude
	Bestandspläne	Ja	AG	Gebäude
	Schnitte	Ja	AG	Gebäude
	Werk- und Montagepläne	Ja	AN	Gebäude
Berechnungsunterlagen	Systemnachweise	Ja	AN	Objekt
Abnahmedokumentation	Abnahmeprotokoll nach VOB/ § 12	Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B	Ja	AG + AN	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen				
Ausführungsspezifische Dokumentation				

Dacharbeiten				
020 Dachdeckungsarbeiten 021 Dachabdichtungsarbeiten				
Gruppierung	Dokumententyp	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Ja	AN	Projekt
Produktdaten	Produktdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung	Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)	Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers	Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration	Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)	Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine	Optional	AN	Objekt
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Ersatzteilliste (u.a. bei Fassaden)	Nein	AN	Gebäude
	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)	Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)	Ja	AN	Objekt
	Materialnachweise	Ja	AN	Objekt
Pläne	Entsorgungsnachweise	Ja	AN	Objekt
	Ausführungspläne	Ja	AG	Gebäude
	Übersichtspläne	Ja	AG	Gebäude
	Bestandspläne	Ja	AG	Gebäude
	Schnitte	Ja	AG	Gebäude
	Statik- und Positionspläne	Ja	AG	Gebäude
Berechnungsunterlagen	Werk- und Montagepläne	Ja	AN	Objekt
	Systemnachweise	Ja	AN	Objekt
Abnahmedokumentation	Statistische Bemessungen	Ja	AG	Projekt
	Abnahmeprotokoll nach VOB/ § 12	Ja	AG + AN	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13	Ja	AG + AN	Objekt
	Wartungsanweisung	Ja	AN	Objekt
Ausführungsspezifische Dokumentation	Reinigungs- und Pflegeanweisung	Ja	AN	Objekt
	Auflastnachweise	Ja	AG	Projekt
	Pläne zu Sekuranten, Dachabläufen, Dachaufstiegen	Ja	AG	Gebäude

Fenster- und Fassadenarbeiten				
026 Fenster, Außentüren 030 Rolladenarbeiten 032 Verglasungsarbeiten 038 Vorgehängte hinterlüftete Fassaden				
Gruppierung	Dokumententyp	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Ja	AN	Projekt
Produktdaten	Produktdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung	Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)	Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers	Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration	Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)	Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine	Optional	AN	Objekt
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Ersatzteilliste (u.a. bei Fassaden)	Nein	AN	Gebäude
	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)	Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)	Ja	AN	Objekt
	Materialnachweise	Ja	AN	Objekt
Pläne	Entsorgungsnachweise	Ja	AN	Objekt
	Ausführungspläne	Ja	AG	Gebäude
	Übersichtspläne	Ja	AG	Gebäude
	Bestandspläne	Ja	AG	Gebäude
	Schnitte	Ja	AG	Gebäude
Berechnungsunterlagen	Statik- und Positionspläne	Ja	AG	Gebäude
	Werk- und Montagepläne	Ja	AN	Objekt
	Systemnachweise	Ja	AN	Objekt
Abnahmedokumentation	Statistische Bemessungen	Ja	AG	Projekt
	Abnahmeprotokoll nach VOB/B § 12	Ja	AG + AN	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13	Ja	AG + AN	Objekt
	Montageanleitung	Ja	AN	Objekt
	Bedienungsanleitung	Ja	AN	Objekt
Ausführungsspezifische Dokumentation	Reinigungs- und Pflegeanweisung	Ja	AN	Objekt
	Fensterliste	Ja	AN	Gebäude
	Glasliste	Ja	AN	Gebäude

Stahlbauarbeiten				
017 Stahlbauarbeiten 029 Beschlagarbeiten 031 Metallbauarbeiten 035 Korrosionsschutzarbeiten im Stahlbau				
Gruppierung	Dokumententyp	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Ja	AN	Projekt
Produkt Daten	Produktdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung	Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)	Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers	Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration	Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)	Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine	Optional	AN	Objekt
Ersatzteilliste (u.a. bei Fassaden)	Nein	AN	Gebäude	
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)	Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)	Ja	AN	Objekt
	Materialnachweise	Ja	AN	Objekt
	Entsorgungsnachweise	Ja	AN	Objekt
Pläne	Ausführungspläne	Ja	AG	Gebäude
	Übersichtspläne	Ja	AG	Gebäude
	Bestandspläne	Ja	AG	Gebäude
	Schnitte	Ja	AG	Gebäude
	Statik- und Positionspläne	Ja	AG	Gebäude
	Werk- und Montagepläne	Ja	AN	Objekt
Berechnungsunterlagen	Systemnachweise	Ja	AN	Objekt
	Statistische Bemessungen	Ja	AG	Projekt
Abnahmedokumentation	Abnahmeprotokoll nach VOB/ § 12	Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13	Ja	AG + AN	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen				
Ausführungsspezifische Dokumentation	Schweißnachweis	Ja	AG	Projekt
	Nachweis Korrosionsschutz	Ja	AN	Gebäude

Bodenbelagarbeiten				
024 Fliesen- und Plattenarbeiten 028 Pakett-, Holzpflasterarbeiten 036 Bodenbelagarbeiten				
Gruppierung	Dokumententyp	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Ja	AN	Projekt
Produktdaten	Produktdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt	Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung	Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)	Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers	Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration	Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)	Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine	Optional	AN	Objekt
Ersatzteilliste (u.a. bei Fassaden)	Nein	AN	Gebäude	
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)	Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)	Ja	AN	Objekt
	Materialnachweise	Ja	AN	Objekt
	Entsorgungsnachweise	Ja	AN	Objekt
Pläne	Ausführungspläne	Ja	AG	Gebäude
	Übersichtspläne	Ja	AG	Gebäude
	Bestandspläne	Ja	AG	Gebäude
	Schnitte	Ja	AG	Gebäude
	Statik- und Positionspläne	Ja	AG	Gebäude
	Werk- und Montagepläne	Ja	AN	Objekt
Berechnungsunterlagen	Systemnachweise	Ja	AN	Objekt
	Statistische Bemessungen	Ja	AG	Projekt
Abnahmedokumentation	Abnahmeprotokoll nach VOB/ § 12	Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13	Ja	AG + AN	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen	Montageanleitung	Ja	AN	Objekt
	Reinigungs- und Pflegeanweisung	Ja	AN	Objekt
Ausführungsspezifische Dokumentation	Nachweis Rutschklasse nach ASR	Ja	AG	Raum
	Nassbelastete Barfußbereiche	Ja	AN	Raum

Anlage 7
—
**Übersichten der zu liefernden
Dokumenten
(KG 400)**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

[Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung \(BBSR\) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen \(BMWSB\) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.](#)

Aktenzeichen: 10.08.18.7-21.57

Projektlaufzeit: 01.2022 – 12.2023

KG 410 - Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen					
KG 411 - Abwasseranlagen KG 412 - Wasseranlagen KG 413 - Gasanlagen KG 419 - Sonstige zur KG 410					
Gruppierung	Dokumententyp	Merkmale	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Unternehmerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Bauleiterangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
Produktangaben	Produktangabenblatt	Herstellerangaben Typbezeichnung Einbaudatum	Ja	AN	Objekt
	Anlagen- und Funktionsbeschreibung		Ja	AG	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt		Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung		Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)		Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers		Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration		Ja	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)		Ja	AN	Objekt
	Lieferscheine		Ja	AN	Objekt
	Ersatzteilliste		Ja	AN	Gebäude
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)		Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)		Ja	AN	Objekt
	Funktionsbestätigung		Ja		Objekt
	Entsorgungsnachweise		Ja	AN	Objekt
Pläne	Ausführungspläne		Ja	AG	Gebäude
	Übersichtspläne		Ja	AG	Gebäude
	Bestandspläne		Ja	AG	Gebäude
	Schnitte		Ja	AG	Gebäude
	Statik- und Positionspläne		Ja	AG	Gebäude
	Anlagenschema		Ja	AN	Objekt
	Strangschema		Ja	AN	Objekt
Berechnungsunterlagen	Werk- und Montagepläne		Ja	AN	Objekt
	Anlagenberechnung Systemnachweise		Ja Ja	AG AN	Objekt Objekt
Abnahmedokumentation	Abnahmeprotokoll nach VOB/B § 12		Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13		Ja	AG + AN	Objekt
	Sachverständigenabnahme		Ja	AN	Objekt
	Inbetriebnahmeprotokoll		Ja	AN	Objekt
	Einweisungsprotokoll		Ja	AG + AN	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen	Bedienungs- und Betriebsanweisung	Leistungsdaten / Anschlussdaten	Ja	AN	Objekt
	Wartungs- und Pflegeanweisung	Wartungsintervall	Ja	AN	Objekt
	Wartungsvertrag		Ja	AG	Objekt
Ausführungsspezifische Dokumentation	Anlagenbuch		Ja	AG	Projekt
	Apperatenliste		Ja	AN	Gebäude
	Berechnung von Ablaufleistungen von Dachabläufen /		Ja	AG	Gebäude
	Druck- und Dichtheitsprüfung		Ja	AG	Gebäude
	Hydraulischer Abgleich		Ja	AN	Gebäude
	Hygienennachweis Trinkwasser		Ja	AG	Projekt
	Rohrnetzberechnung		Ja	AN	Gebäude
	Spülprotokolle		Ja	AG	Gebäude

KG 420 - Wärmeversorgungsanlagen					
KG 421 - Wärmeerzeugungsanlagen KG 422 - Wärmeverteilnetze KG 423 - Raumheizflächen KG 424 - Verkehrsheizflächen KG 429 - Sonstiges zur KG 420					
Gruppierung	Dokumententyp	Merkmale	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Unternehmerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Bauleiterangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
Produktdaten	Produktdatenblatt	Herstellerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten) Typbezeichnung Artikelnummer	Ja	AN	Objekt
	Anlagen- und Funktionsbeschreibung	Einbaudatum	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt		Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung		Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)		Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers		Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration		Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)		Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine		Optional	AN	Objekt
Ersatzteilliste		Nein	AN	Gebäude	
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)		Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)		Ja	AN	Objekt
	Funktionsbestätigung		Ja	AN	Objekt
	Entsorgungsnachweise		Optional	AN	Objekt
Pläne	Ausführungspläne		Ja	AG	Projekt
	Übersichtspläne		Ja	AG	Projekt
	Bestandspläne		Ja	AG	Projekt
	Schnitte		Ja	AG	Projekt
	Anlagenschema		Ja	AN	Objekt
	Strangschema		Ja	AN	Objekt
	Werk- und Montagepläne		Ja	AN	Objekt
Berechnungsunterlagen	Anlagenberechnung		Ja	AN	Objekt
	Systemnachweise		Ja	AG	Objekt
Abnahmedokumentation	Abnahmeprotokoll nach VOB/ § 12		Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13		Ja	AG + AN	Objekt
	Sachverständigenabnahme		Ja	AN	Objekt
	Inbetriebnahmeprotokoll		Ja	AG	Objekt
	Einweisungsprotokoll		Ja	AG	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen	Bedienungs- und Betriebsanleitung		Ja	AN	Objekt
	Wartungs- und Pflegeanweisung	Wartungsintervall	Ja	AN	Objekt
	Wartungsvertrag		Ja	AG	Objekt
Ausführungsspezifische Dokumentation	Aufheizprotokolle		Ja	AN	Raum
	Eichbescheinigung		Ja	AN	Gebäude
	Heizlastberechnung		Ja	AG	Gebäude
	Druck- und Dichtheitsprotokolle		Ja	AN	Objekt
	Hydraulischer Abgleich		Ja	AN	Gebäude
	Protokolle zur Leistungsmessung		Ja	AN	Objekt
	Rohrnetzberechnung		Ja	AG	Objekt
	Schweißnachweise		Ja	AN	Gebäude
	Spülprotokolle		Ja	AN	Objekt

KG 430 - Raumluftechnische Anlagen					
KG 431 - Lüftungsanlagen KG 432 - Teilklimaanlagen KG 433 - Klimaanlagen KG 439 - Sonstiges zu KG 430					
Gruppierung	Dokumententyp	Merkmale	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Unternehmerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Bauleiterangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
Produkt- und Leistungsdaten	Produkt- und Leistungsdatenblatt		Ja	AN	Objekt
	Anlagen- und Funktionsbeschreibung	Einbaudatum	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt		Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung		Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)		Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers		Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration		Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)		Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine		Optional	AN	Objekt
Ersatzteilliste		Nein	AN	Gebäude	
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)		Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)		Ja	AN	Objekt
	Prüfzeugnisse		Ja	AN	Objekt
	Funktionsbestätigung		Ja	AN	Objekt
	Einregulierungsprotokoll		Ja	AN	Objekt
	Entsorgungsnachweise		Ja	AN	Objekt
Pläne	Ausführungspläne		Ja	AG	Gebäude
	Bestandspläne		Ja	AG	Gebäude
	Schnitte		Ja	AG	Gebäude
	Anlagenschema		Ja	AG	Objekt
	Statik- und Positionspläne		Ja	AG	Gebäude
	Übersichtspläne		Ja	AG	Gebäude
	Werk- und Montagepläne		Ja	AN	Objekt
Berechnungsunterlagen	Anlagenberechnung		Ja	AN	Objekt
	Systemnachweise		Ja	AN	Objekt
Abnahmedokumentation	Abnahmeprotokoll nach VOB/ § 12		Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13		Ja	AG + AN	Objekt
	Sachverständigenabnahme		Ja	AN	Objekt
	Inbetriebnahmeprotokoll		Ja	AG	Objekt
	Einweisungsprotokoll		Ja	AG	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen	Bedienungs- und Betriebsanleitung	Leistungsdaten / Anschlussdaten	Ja	AN	Objekt
	Wartungs- und Pflegeanweisung	Wartungsintervall	Ja	AN	Objekt
	Instandhaltungsanweisung		Ja	AN	Objekt
	Wartungsvertrag		Ja	AG	Objekt
	Druck- und Dichtheitsprotokolle		Ja	AN	Objekt
	Geräteprogrammierung		Ja	AN	Objekt
	Hydraulischer Abgleich		Ja	AN	Gebäude
	Hygienebericht		Ja	AN	Gebäude
	Kanalnetzberechnung		Ja	AG	Gebäude
	Luftkanalberechnung		Ja	AN	Objekt
	Rohrnetzberechnung		Ja	AN	Objekt
	Spülprotokoll		Ja	AN	Objekt

KG 440 - Elektrische Anlagen					
KG 441 - Hoch- und Mittelspannungsanlagen KG 442 - Eigenstromversorgungsanlagen KG 443 - Niederspannungsschaltanlagen KG 444 - Niederspannungsinstallationsanlagen KG 445 - Beleuchtungsanlagen KG 446 - Blitzschutz- und Erdungsanlagen KG 447 - Fahrleitungssysteme KG 449 - Sonstiges zur KG 440					
Gruppierung	Dokumententyp	Merkmale	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Unternehmerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Bauleiterangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
Produktdaten	Produktdatenblatt	Herstellerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten) Typbezeichnung Artikelnummer	Ja	AN	Objekt
	Anlagen- und Funktionsbeschreibung	Einbaudatum	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt		Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung		Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)		Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers		Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration		Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)		Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine		Optional	AN	Objekt
Ersatzteilliste		Ja	AN	Gebäude	
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)		Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)		Ja	AN	Objekt
	Funktionsbestätigung		Ja	AN	Objekt
	Prüfzeugnisse		Ja	AN	Objekt
	Messprotokolle / Werkstatttests		Ja	AN	Objekt
Entsorgungsnachweise		Ja	AN	Objekt	
Pläne	Ausführungspläne		Ja	AG	Gebäude
	Übersichtspläne		Ja	AG	Gebäude
	Bestandspläne		Ja	AG	Gebäude
	Schnitte		Ja	AG	Gebäude
	Werk- und Montagepläne		Ja	AN	Objekt
Berechnungsunterlagen	Systemnachweise		Ja	AN	Objekt
	Anlagenberechnung		Ja	AN	Objekt
Abnahmedokumentation	Abnahmeprotokoll nach VOB/ § 12		Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13		Ja	AG + AN	Objekt
	Sachverständigenabnahme		Ja	AN	Objekt
	Inbetriebnahmeprotokoll		Ja	AG	Objekt
	Einweisungsprotokoll		Ja	AG	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen	Bedienungs- und Betriebsanleitung	Leistungsdaten / Anschlussdaten	Ja	AN	Objekt
	Wartungs- und Pflegeanweisung	Wartungsintervall	Ja	AN	Objekt
	Instandhaltungsanweisung		Ja	AN	Objekt
	Wartungsvertrag		Ja	AG	Objekt
Ausführungsspezifische Dokumentation	Beleuchtungsberechnung / NW Beleuchtungsstärke		Ja	AG	Raum
	Kurzschlussberechnung		Ja	AG	Gebäude
	Leistungsbilanz / Netzersatzberechnung		Ja	AG	Gebäude
	Programmierung		Ja	AN	Objekt
	Selektivitätsnachweis		Ja	AN	Objekt
	Wärmeberechnung		Ja	AG	Objekt

KG 450 - Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen

KG 451 - Telekommunikationsanlagen | KG 452 - Such- und Signalanlagen | KG 453 - Zeitdienstanlagen | KG 454 - Elektroakustische Anlagen | KG 455 - Audiovisuelle Medien- und Antennenanlagen | KG 456 - Gefahrenmelde- und Alarmanlagen | KG 457 - Datenübertragungsnetze | KG 458 - Verkehrsbeeinflussungsanlagen | KG 459 - Sonstiges zur KG 450

Gruppierung	Dokumententyp	Merkmale	Wird vom AG gefordert?	Deliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Unternehmerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Bauleiterangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
Produktangaben	Produktangabenblatt	Herstellerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten) Typbezeichnung Artikelnummer	Ja	AN	Objekt
	Anlagen- und Funktionsbeschreibung	Einbaudatum	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt		Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung		Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)		Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers		Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration		Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)		Optional	AN	Objekt
Lieferscheine		Optional	AN	Objekt	
Ersatzteilliste (u.a. bei Fassaden)		Nein	AN	Gebäude	
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)		Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)		Ja	AN	Objekt
	Funktionsbestätigung		Ja	AN	Objekt
	Prüfzeugnisse		Ja	AN	Objekt
Entsorgungsnachweise		Optional	AN	Objekt	
Pläne	Ausführungspläne		Ja	AG	Gebäude
	Übersichtspläne		Ja	AG	Gebäude
	Bestandspläne		Ja	AG	Gebäude
	Schnitte		Ja	AG	Gebäude
	Statik- und Positionspläne		Ja	AG	Gebäude
	Werk- und Montagepläne		Ja	AN	Objekt
Berechnungsunterlagen	Anlagenberechnung		Ja	AN	Objekt
	Systemnachweise		Ja	AG	Objekt
Abnahmedokumentation	Abnahmeprotokoll nach VOB/ § 12		Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13		Ja	AG + AN	Objekt
	Sachverständigenabnahme		Ja	AN	Objekt
	Inbetriebnahmeprotokoll		Ja	AG	Objekt
	Einweisungsprotokoll		Ja	AG	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen	Bedienungs- und Betriebsanleitung	Leistungsdaten / Anschlussdaten	Ja	AN	Objekt
	Wartungs- und Pflegeanweisungen	Wartungsintervall	Ja	AN	Objekt
	Wartungsvertrag		Ja	AG	Objekt
Ausführungsspezifische Dokumentation	Leistungsbilanz		Ja	AG	Gebäude
	Wärmeberechnung Schaltschränke		Ja	AG	Objekt

KG 460 - Förderanlagen					
KG 461 - Aufzugsanlagen KG 462 - Fahrtreppen, Fahrsteige KG 463 - Befahranlagen KG 464 - Transportanlagen KG 465 - Krananlagen KG 466 - Hydraulikanlagen KG 469 - Sonstiges zur KG 460					
Gruppierung	Dokumententyp	Merkmale	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Unternehmerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Bauleiterangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
Produktangaben	Produktangabenblatt	Herstellerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten) Typbezeichnung Artikelnummer	Ja	AN	Objekt
	Anlagen- und Funktionsbeschreibung	Einbaudatum	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt		Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung		Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)		Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers		Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration		Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)		Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine		Optional	AN	Objekt
Ersatzteilliste (u.a. bei Fassaden)		Nein	AN	Gebäude	
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)		Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)		Ja	AN	Objekt
	Funktionsbestätigung		Ja	AN	Objekt
	Prüfzeugnisse		Ja	AN	Objekt
	Prüfprotokolle / Prüfbücher		Ja	AN	Objekt
	Einregulierungsprotokolle		Ja	AN	Objekt
	Entsorgungsnachweise		Optional	AN	Objekt
Pläne	Ausführungspläne		Ja	AG	Projekt
	Übersichtspläne		Ja	AG	Projekt
	Bestandspläne		Ja	AG	Projekt
	Schnitte		Ja	AG	Projekt
	Statik- und Positionspläne		Ja	AG	Objekt
	Werk- und Montagepläne		Ja	AN	Objekt
Berechnungsunterlagen	Systemnachweise		Ja	AN	Objekt
	Statistische Bemessungen		Ja	AN	Objekt
Abnahmedokumentation	Abnahmeprotokoll nach VOB/ § 12		Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13		Ja	AG + AN	Objekt
	Sachverständigenabnahme		Ja	AN	Objekt
	Inbetriebnahmeprotokoll		Ja	AG	Objekt
	Einweisungprotokoll		Ja	AG	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen	Bedienungs- und Betriebsanleitung	Leistungsdaten / Anschlussdaten	Ja	AN	Objekt
	Wartungs- und Pflegeanweisung	Wartungsintervall	Ja	AN	Objekt
	Wartungsvertrag		Ja	AG	Objekt
Ausführungsspezifische Dokumentation	Förderkapazitätsberechnung		Ja	AG	Objekt
	Motorstrom Einstellwerte		Ja	AN	Objekt

KG 480 - Gebäude- und Anlagenautomation					
KG 481 - Automationsanlagen KG 482 - Schaltschränke, Automationsschwerpunkte KG 483 - Automationsmanagement KG 484 - Kabel, Leitungen und Verlegesysteme KG 485 - Datenübertragungsnetze KG 489 - Sonstiges zur KG 480					
Gruppierung	Dokumententyp	Merkmale	Wird vom AG gefordert?	Geliefert von?	Zuordnung zur Modellstruktur:
Fachunternehmerangaben	Fachunternehmererklärung	Unternehmerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
	Fachbauleitererklärung	Bauleiterangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten)	Ja	AN	Projekt
Produktangaben	Produktangabenblatt	Herstellerangaben (Name, Anschrift, Kontaktdaten) Typbezeichnung Artikelnummer	Ja	AN	Objekt
	Anlagen- und Funktionsbeschreibung	Einbaudatum	Ja	AN	Objekt
	Sicherheitsdatenblatt		Ja	AN	Objekt
	Leistungserklärung		Ja	AN	Objekt
	Konformitätserklärung (CE-Kennzeichen)		Ja	AN	Objekt
	Übereinstimmungserklärung des Herstellers		Ja	AN	Objekt
	Umwelt-Produktdeklaration		Optional	AN	Objekt
	Nachhaltigkeitsdokumente (Zertifizierungsklassifizierung)		Optional	AN	Objekt
	Lieferscheine		Optional	AN	Objekt
Ersatzteilliste (u.a. bei Fassaden)		Nein	AN	Gebäude	
Nachweise / Mess- und Prüfprotokolle	Allg. bauaufs. Zulassung (abZ)		Ja	AN	Objekt
	Allg. Bauartgenehmigung (abG)		Ja	AN	Objekt
	Funktionsbestätigung		Ja	AN	Objekt
	Prüfzeugnisse		Ja	AN	Objekt
	Entsorgungsnachweise		Ja	AN	Objekt
Pläne	Ausführungspläne		Ja	AG	Projekt
	Übersichtspläne		Ja	AG	Projekt
	Bestandspläne		Ja	AG	Projekt
	Schnitte		Ja	AG	Projekt
	Statik- und Positionspläne		Ja	AG	Objekt
	Werk- und Montagepläne		Ja	AN	Objekt
Berechnungsunterlagen	Systemnachweise		Ja	AN	Objekt
	Statistische Bemessungen		Ja	AN	Objekt
Abnahmedokumentation	Abnahmeprotokoll nach VOB/ § 12		Ja	AG + AN	Objekt
	Mängelanspruchsprotokoll nach VOB/B § 13		Ja	AG + AN	Objekt
	Sachverständigenabnahme		Ja	AN	Objekt
	Inbetriebnahmeprotokoll		Ja	AG	Objekt
	Einweisungsprotokoll		Ja	AG	Objekt
Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsanweisungen	Bedienungs- und Betriebsanleitungen	Leistungsdaten / Anschlussdaten	Ja	AN	Objekt
	Wartungs- und Pflegeanweisungen	Wartungsintervall	Ja	AN	Objekt
	Wartungsvertrag		Ja	AG	Objekt
Ausführungsspezifische Dokumentation	Programmierung		Ja	AN	Objekt

Anlage 8

–

Übersichten zur Nachhaltigkeitszertifizierung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

[Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung \(BBSR\) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen \(BMWSB\) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.](#)

Aktenzeichen: 10.08.18.7-21.57

Projektlaufzeit: 01.2022 – 12.2023

Kriterium	Dokument nach Zertifizierungssystem	Eingefordertes Dokument (Handwerk)	Eingefordertes Merkmal (Handwerk)	BIM-Umsetzbarkeit	Zuordnung
Ökobilanz	Übersicht über eingebrachte Bauteile/Materialien/Oberflächen	Produktdatenblatt Produkt-Umwelt Deklaration	- angesetzte Nutzungsdauer - Verwertungsweg - Recyclingpotenzial - Schichtdicke - angesetzte Rohdichte	ja	Projekt
Ökobilanz	Darstellung der Bauteile als Schichtfolge	Beschreibung der einzelnen Schichten (z.B. Detailzeichnung)		ja	Bauteil
Ökobilanz	Dokumentation der für die Ökobilanzierung vernachlässigten Bauteile/Prozesse	Auflistung der für Ökobilanzierung vernachlässigte Bauteile		nein	Bauteil
Ökobilanz	ÖKOBAUDAT-Datensätze	Produktdatenblatt ÖKOBAUDAT-Datensatz für entsprechendes oder vergleichbares Produkt	- Treibhauspotenzial (GWP) als CO2-Äquivalent - Ozonschichtabbaupotenzial (ODP) als R11-Äquivalent - Ozonschichtabbaupotenzial (ODP) als R11-Äquivalent - Ozonbildungspotenzial (POCP) als C2H4-Äquivalent - Versauerungspotenzial (AP) als SO2-Äquivalent - Überdüngungspotenzial (EP) als PO4-Äquivalent - Einsatz von Sekundärstoffen (SM) - Einsatz von Süßwasserressourcen (FW) - Gefährlicher Abfall zur Deponie (HWD) - Entsorgter nicht gefährlicher Abfall (NHWD) - Komponenten für die Wiederverwendung (CRU) - Stoffe zum Recycling (MFR) - Stoffe für die Energierückgewinnung (MER) Nutzung als generische Datenbank (Sicherheitsaufschläge enthalten) möglich, Nutzung vergleichbarer Produkte toleriert	ja	Bauteil
Ökobilanz	Endenergiebedarf für Nutzungsphasen spezifiziert für Energieträger	Produktdatenblatt	- Primärenergiebedarf: - Erneuerbare Primärenergie als Energieträger (PERE) - Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung (PERM) - Total Erneuerbare Primärenergie (PERT) - Nicht-Erneuerbare Primärenergie als Energieträger (PENRE) - Nicht-Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung (PENRM) - Total Nicht Erneuerbare Primärenergie (PENRT) - Erneuerbare Sekundärbrennstoffe (RSF) - Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe (NRSF) - Exportierte elektrische Energie (EEE) - Exportierte thermische Energie (EET)	(nein)	Bauteil/Gebäude
Risiken für lokale Umwelt	Deklaration und Nachweisführung der flächig sowie punkt- und linienförmig eingesetzten und relevanten Bauteile / -materialien in Form eines materialökologisch ergänzten Bauteilkatalogs	Produktblatt; Technisches Merkblatt; Sicherheitsdatenblatt; Emissionsprüfbericht nach AgBB-Schema; Beschreibung der einzelnen Schichten (z.B. Detailzeichnung); Leistungserklärung zur CE-Kennzeichnung; Zulassung durch BAuA (Biozide); Herstellereklärung; EPD	- SVHC (Substance of Very High Concern) - VOC-Gehalt (Volatile organic compounds) - Halogenierte Treibmittel - Schwermetalle - Biozide - Nachweise: Blauer Engel; GuT-Teppichsiegel; Emission; GHS-Code; Gütezeichen Holzschutzmittel - Formaldehyd	(ja)	Bauteil/Raum/Gebäude
Risiken für lokale Umwelt	Tabellarische Auflistung aller relevanten, eingebauten Bauprodukte und technischen Anlagen	1) Produktdatenblatt 2) Beschreibung der einzelnen Schichten (z.B. Detailzeichnung) 3) Leistungsverzeichnis	- Kostengruppe und Bauteilname (KG 3. Ebene) - Einbauart / Bauteilgruppe (KG 2. Ebene) - Leistungsbereich mit LV-/Pos.-Nr. - Produktart und -name - Hersteller - Erreichte Qualitätsstufe	ja	Projekt
Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung	CSR-Bericht des Herstellers	CSR-Bericht des Herstellers Nachweis zum Ausschluss illegalem Rohstoffabbaus für Primär- und Sekundärrohstoffe, z.B. über Label		(ja)	Bauteil
Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung	Nachweis zum Ausschluss illegalem Rohstoffabbaus	Relevante Label (vornehmlich Holzbranche): CSC eco-INSTITUT-Label FSC HOLZ VON HIER indoor Air Comfort Gold natureplus PEFC TÜV PROFICERT WIN = WIN Fair Stone Blauer Engel	- Herkunft - Qualitätsstufe - Vorhandensein von Zertifikat	ja	Bauteil
Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung	Lieferschein der zertifizierten Hölzer bzw. Holzwerkstoffe (Zertifizierte Bauprodukte)	Lieferschein der zertifizierten Hölzer bzw. Holzwerkstoffe		ja	Bauteil
Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung	Selbstdeklaration des Herstellers über enthaltene Sekundärrohstoffe	Selbstdeklaration des Herstellers über enthaltene Sekundärrohstoffe		(ja)	Bauteil
Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	Nachweis der Herstellungskosten	- Artikelkatalog - Preisblätter		ja	Bauteil
Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	Nachweis der Nutzungskosten	- Angebotsunterlagen - Angebotsunterlagen - Produktdatenblatt - Produktdatenblatt	- Energiebedarf	ja	Bauteil
Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit	Bauelementekatalog	- Beschreibung der Bauteilschichten (Detailzeichnungen) - Werk- und Montagepläne - Angaben über Flächen- und Massenanteile - Nachweis über Qualitätsstufe über Herstellereklärung	- Rückbaufähigkeit - Sortenreinheit - Verwertbarkeit - Recyclingfähigkeit	ja	Gebäude
Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit	Beitrag zum Materialpass des Gebäudes	- Materialpass für das Bauteil - Rückbauleitung für das BT		(ja)	Gebäude
Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit	Erklärung über eingesetzte Anstriche, Anhaftungen, Beimischungen	Unbedenklichkeitserklärung des Herstellers zu Anstrichen, Anhaftungen, Beimischungen		(nein)	Gebäude
Anpassungsfähigkeit	Auszüge aus den TGA-Plänen bezüglich der Verteilungen und Anschlüsse der Lüftung / Klimatechnik, Kühlung, Heizung und der sanitären Anlagen mit Erläuterungen	Detailpläne; Beschreibung der Verbindungselemente der TGA	Zugänglichkeiten; Platzreserven; Art der Verbindungselemente der TGA	(ja)	Raum
Anpassungsfähigkeit	Fotodokumentation mit Erläuterung	Fotodokumentation mit Erläuterung		nein	Raum
Nachhaltige Bewirtschaftung	Erstellte Nutzungs-, Wartungs- und Pflegeanleitungen	- Wartungs-, Inspektions-, Betriebs- und Pflegeanleitung - Wartungsverträge	- Wartungsintervalle - Inspektionsintervalle - erforderliche Qualifikation	ja	Projekt
Nachhaltige Bewirtschaftung	Nachweis, dass Planungsunterlagen, Nachweise und Berechnungen dem realisierten Stand des Gebäudes entsprechen	Angepasste Detailzeichnungen		(ja)	Raum/Etage/Gebäude

Nachhaltige Bewirtschaftung	Nutzerhandbuch	Produktdatenblätter der haustechnischen Anlagen, ggf. für besondere Bauteile und Gebäudekomponenten; Ergänzende Erläuterungen	(nein)	Projekt
Baustelle/Bauprozesse	Auszüge aus Unterlagen, die die Kontrolle der entsprechenden Abfallentsorgung nachweisen wie z. B. Bautagebuch, Baufotos, Schriftverkehr Bauleitung/ausführendes Unternehmen	Unterlagen zum Nachweis der Kontrolle der Abfallentsorgung: Baufotos; Schriftverkehr	nein	Projekt
Baustelle/Bauprozesse	Auszug aus Unterlagen, die die Schulung/Einweisung zur Abfallvermeidung für die am Bauprozess Beteiligten dokumentiert	Protokolle und Aktenvermerke zu Schulung und Einweisung zur Abfallvermeidung	nein	Projekt
Baustelle/Bauprozesse	Auszüge aus Unterlagen für Maßnahmen zur Lärminderung	Auszüge aus Unterlagen für Maßnahmen zur Lärminderung; Liste der eingesetzten Baumaschinen mit Nachweis des Schalleistungspegels relativ zu den Vorgaben nach RAL-UZ53	nein	Projekt
Baustelle/Bauprozesse	Auszüge aus Verträgen zur Nutzungen von Geräten und Einrichtungen für Maßnahmen zur Staubminderung	Auszüge aus Verträgen zur Nutzungen von Geräten und Einrichtungen für Maßnahmen zur Staubminderung; Baufotos Schriftverkehr	nein	Projekt
Baustelle/Bauprozesse	Auszüge aus Unterlagen, die die Kontrolle des Umgangs mit dem Bodenschutz bezgl. chem. Verunreinigungen nachweisen	Auszüge aus Unterlagen, die die Kontrolle des Umgangs mit dem Bodenschutz bezgl. chem. Verunreinigungen nachweisen	nein	Projekt
Baustelle/Bauprozesse	Darüber hinaus soll über entsprechende Unterlagen nachgewiesen werden, dass Boden und Vegetation vor schädlichen mechanischen Einflüssen geschützt werden sowie ggf. vorhandene kontaminierte Böden getrennt behandelt wurden.	Unterlagen zum Nachweis vom Schutz des Bodens und der Vegetation vor mechanischen Einflüssen und ggf. getrennte Behandlung kontaminierten Bodens: Baufotos Schriftverkehr	nein	Projekt
Geordnete Inbetriebnahme	Liste der durchgeführten Vorab-Funktions- und Funktionsprüfungen und zugehörigen Protokolle	- Checklisten und Prüfprotokolle der Vorab-Funktionsprüfung - Checklisten und Prüfprotokolle für Inbetriebnahme- und Abnahmeprozess mit erforderlichen Ergebnissen - Leistungsnachweis und Messwerte der Werksabnahmen bei Großkomponenten - Leistungsnachweis	(nein)	Projekt
Geordnete Inbetriebnahme	Der Probebetrieb und die Einregulierungen mit den zugehörigen Messungen (z.B. Volumenstrommessung) sind inhaltlich näher zu beschreiben und zeitlich in den Inbetriebnahmeplan zu integrieren. Es ist der Umfang der zu protokollierenden Einstellungen zu definieren, dies sind im Regelfall: Vollast-, Wochenend-, Regelbetrieb, Notbetrieb.	Prüfprotokolle von Probebetrieb und Einregulierung mit dazugehörigen Messungen und zeitlichem Inbetriebnahmeplan	(nein)	Projekt
Nutzerkommunikation	Technisches Nutzerhandbuch	Bedienungsanleitungen; Grafiken zur Erläuterung; Übersicht von Ansprechpartnern für Service/Reinigung/Wäsche;	nein	Projekt
FM-gerechte Planung	Betriebskostenprognose	Produktdatenblatt; Angebote für Infrastrukturelle Dienstleistungen;	(ja)	Projekt
FM-gerechte Planung	Nutzer- und nutzungsbedingter Energieverbrauch	Produktdatenblatt	ja	Projekt
Qualitätssicherung der Bausausführung	Dokumentation der verwendeten Materialien, Hilfsstoffe und der Sicherheitsdatenblätter	Infrastrukturelle Dienstleistungen: - Aufwand - Kosten Technische Dienste: - Zyklen von Prüfung, Inspektion und Wartung Energiekosten: - Aufnahmemenge von Wärme, Strom und Wasser Energieverbrauch von Verbrauchern außerhalb der ENEV: - Aufzüge - Rolltreppen - Effekt- und Fassadenbeleuchtung - Displays - Nutzerausstattung Sicherheitsdatenblatt; Labormessergebnisse; Produktdatenblatt; Produktdatenblatt	(ja)	Gebäude

Anlage 9

—

Ergebnisse der Mehrwertbefragung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-21.57

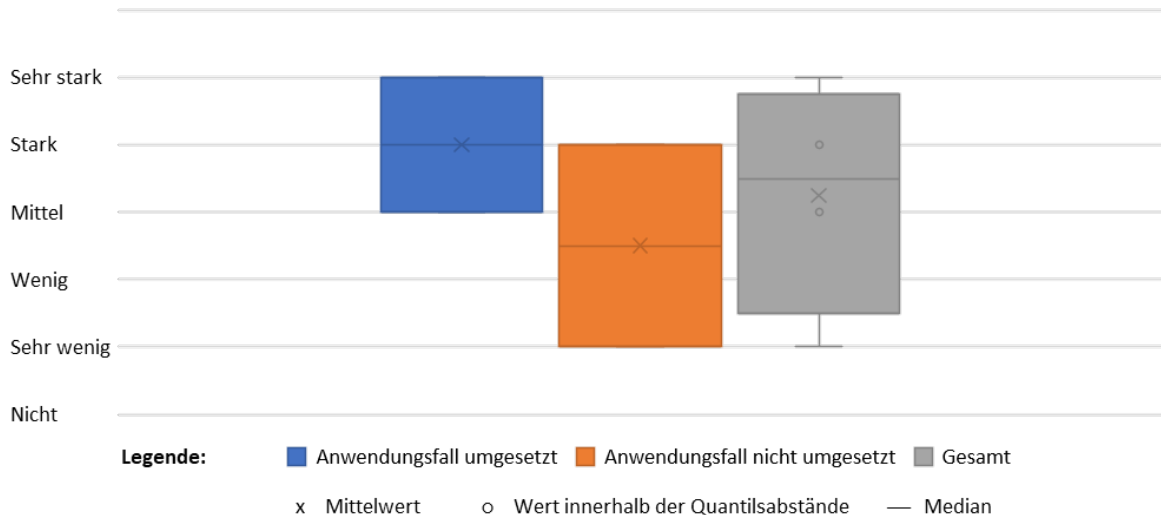
Projektlaufzeit: 01.2022 – 12.2023

1. Digitale Bauwerksdokumentation

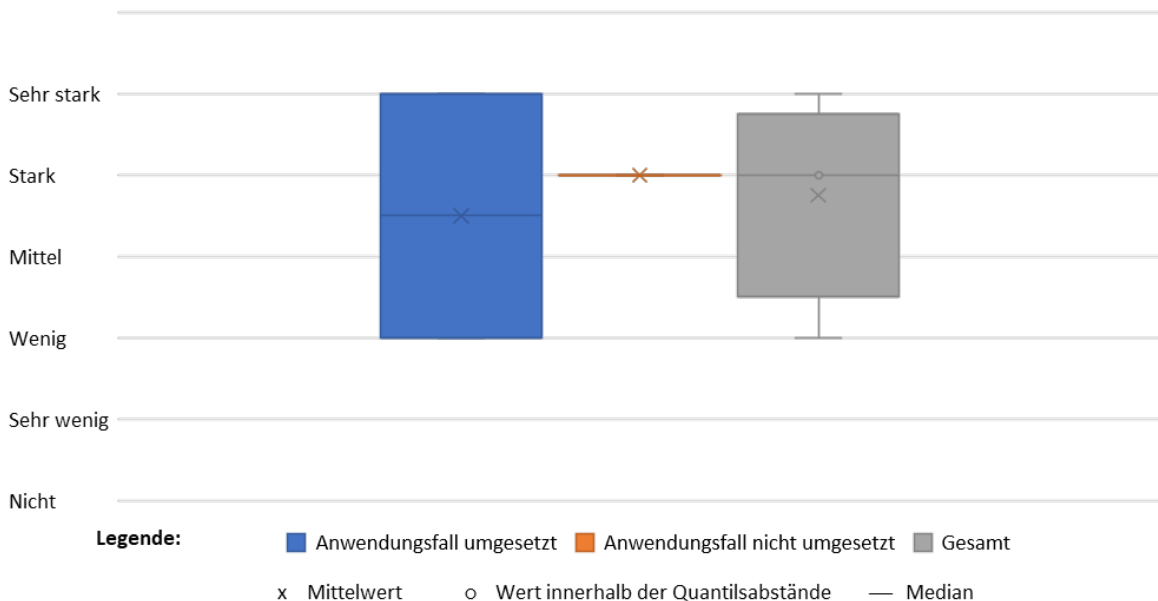
Tabelle 1: Kategorisierung der Mehrwerte zu Digitalen Bauwerksdokumentation

Mehrwert	Anteil	Kategorisierung
Transparenz in Fällen der Gewährleistung, Nacharbeit und haftungsrechtlichen Gründen	83%	A
Reduzierung analoger Dokumentation	83%	A
Transparente Ablage der Daten im geeigneten Ablagesystem	67%	B
Einfachere Vervielfältigung von Dokumenten bei Bedarf	67%	B
Verbesserte und transparente Dokumentation der eingebauten Bauprodukte	83%	A
Verbesserte Datenverfügbarkeit (z.B. Überführung in Betriebsziel-systeme) und Pflege der Betriebsdaten	67%	B
Gesteigerte Transparenz in der Planungs- und Bauphase	83%	A
Verbesserte Qualitätssicherung während der Planungs- und Bau-phase	83%	A
Steigerung der Mitarbeiterzufriedenheit durch die Erleichterung des Dokumentationsprozesses	17%	C

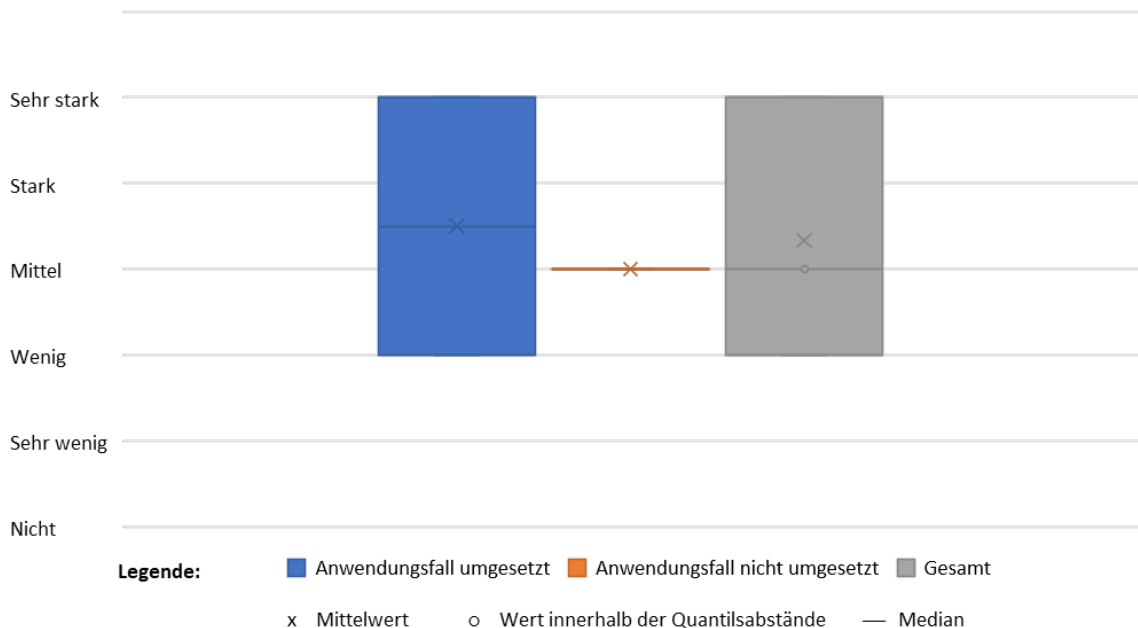
Wie stark lässt sich der Dokumentationsaufwand durch die modellbasiert digitale Bauwerksdokumentation im Vergleich zur analogen Dokumentation reduzieren? Dabei sind z.B. die übersichtliche Ablage von Dokumenten in geeigneten Ablagesystemen und die transparente Dokumentation der eingebauten Bauprodukte zu berücksichtigen.



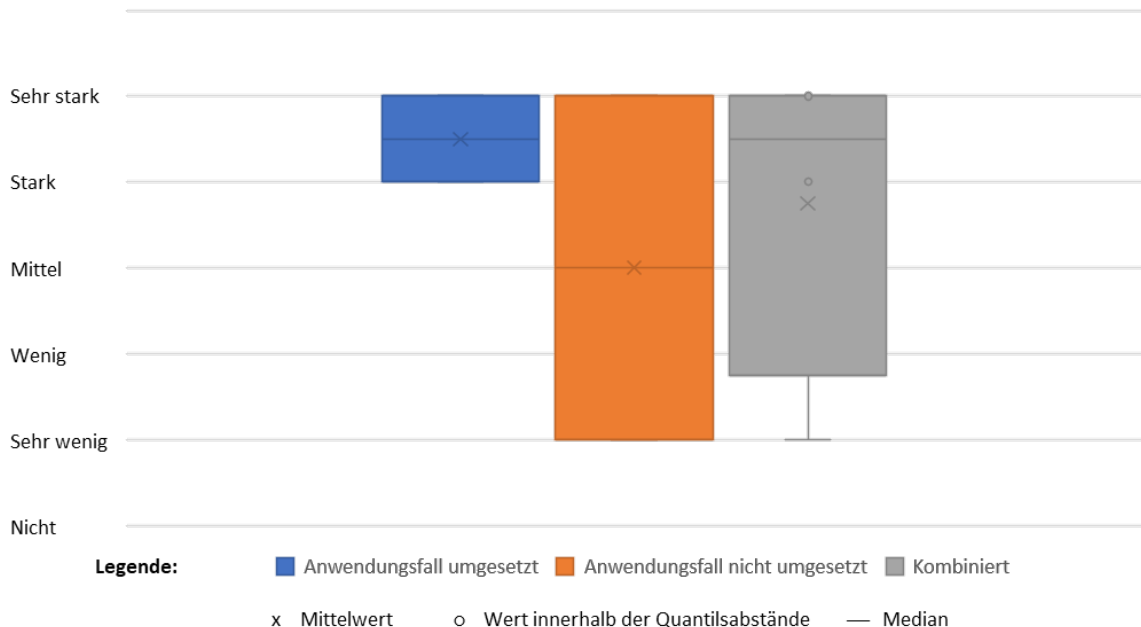
Wie stark lässt sich die Absicherung gegenüber Revisionsmaßnahmen durch die Nutzung der modellgestützten digitalen Bauwerksdokumentation steigern, indem z.B. eine gezielte Aussage über tatsächlich eingebaute Bauprodukte möglich ist?

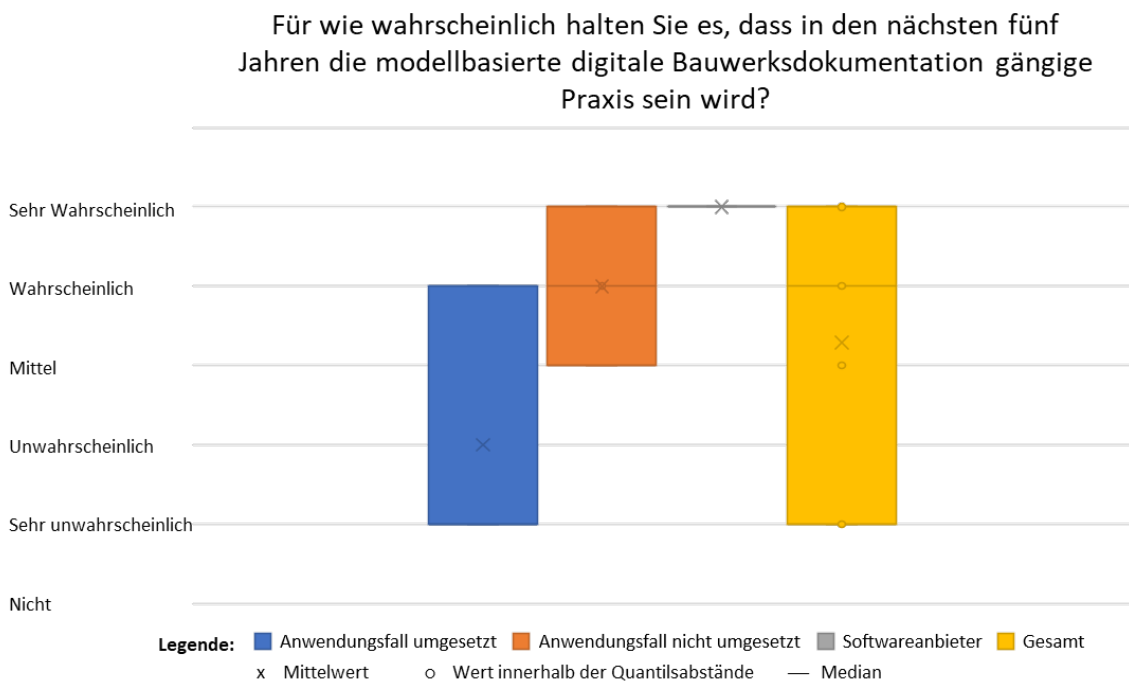
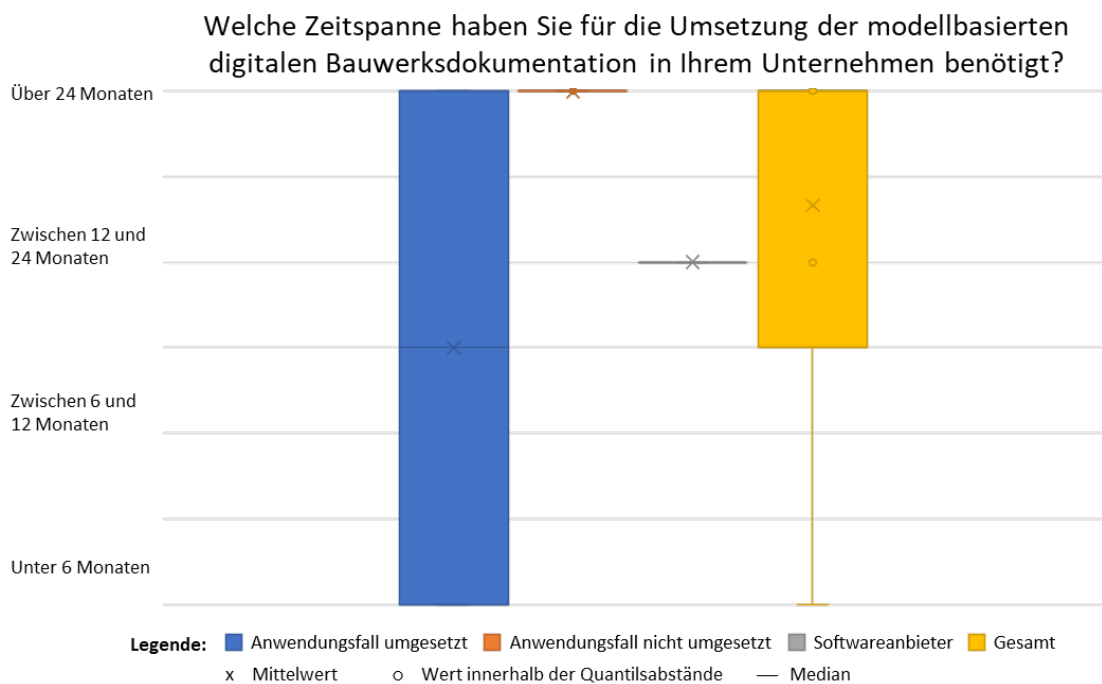


Ergibt sich für Sie ein Wettbewerbsvorteil gegenüber Ihren Konkurrierenden, da Sie die modellbasierte digitale Bauwerksdokumentation umsetzen können?



Wie stark lässt sich die Mitarbeiterzufriedenheit durch die Nutzung digitaler Technologien und die daraus folgende Arbeitserleichterung steigern?



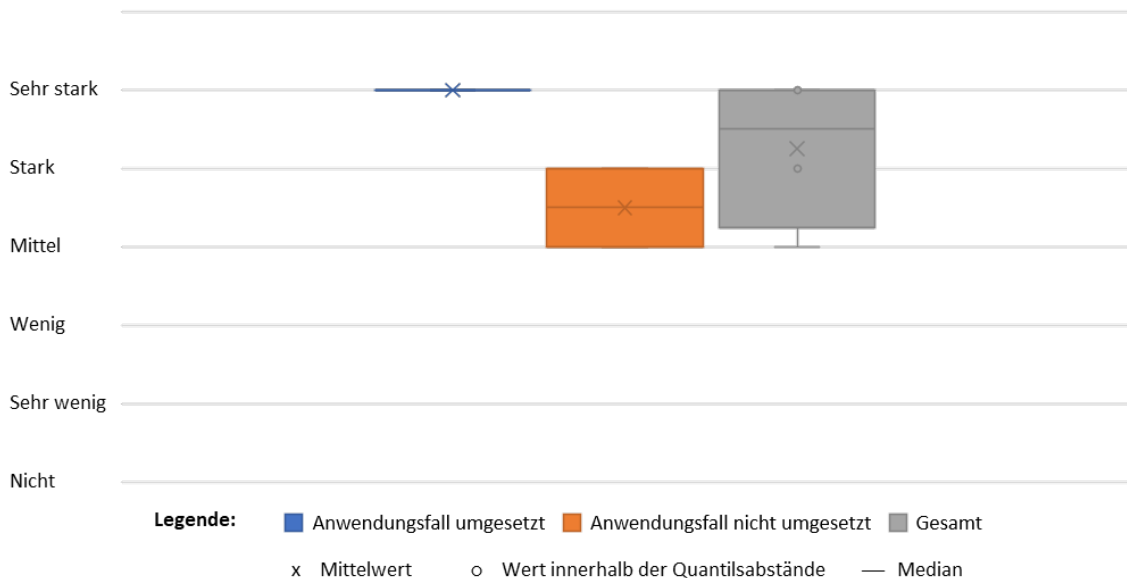


2. Digitale Liegenschaftserfassung / Digitales Aufmaß

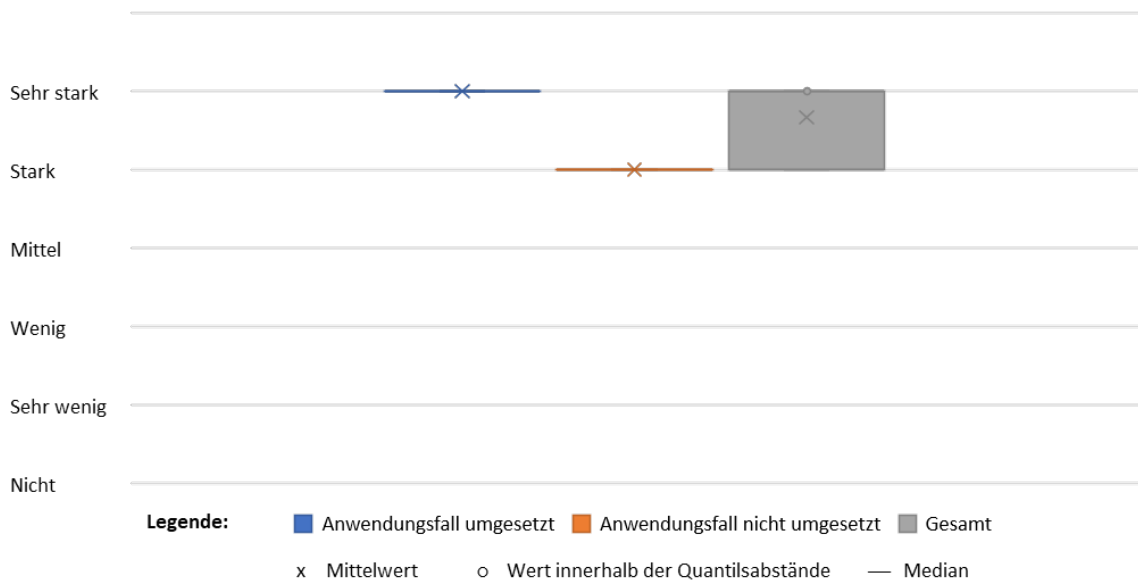
Tabelle 2: Kategorisierung der Mehrwerte zur Digitalen Liegenschaftserfassung / Digitales Aufmaß

Mehrwert	Anteil	Kategorisierung
Datenaufnahme und –verarbeitung im eigenen Unternehmen	67%	B
Eigenes Aufnehmen von Daten bei mangelnder Grundlage	50%	B
Bereich Bauen im Bestand: Übernahme von Planung durch das Handwerk	67%	B
Verbesserung der Bautoleranzen und Qualität	0%	C
Auch bei Leistungsänderungen sind alle Maße vorhanden	83%	A
Zeitersparnis	100%	A
Konfliktminimierung	67%	B
Weniger Unsicherheiten bei plausibler Erstellung des digitalen Aufmaß	67%	B
Verständlichere Planung für alle Projektbeteiligten und Interessensvertreter	67%	B
Bereitstellung einer Datengrundlage für Maßnahmenentscheidungen im Bauwerks-Lebenszyklus	67%	B
Ermöglicht arbeitsvorbereitende Maßnahmen vom Schreibtisch aus	17%	C
Virtuelle Rundgänge durch das Gebäude	50%	B

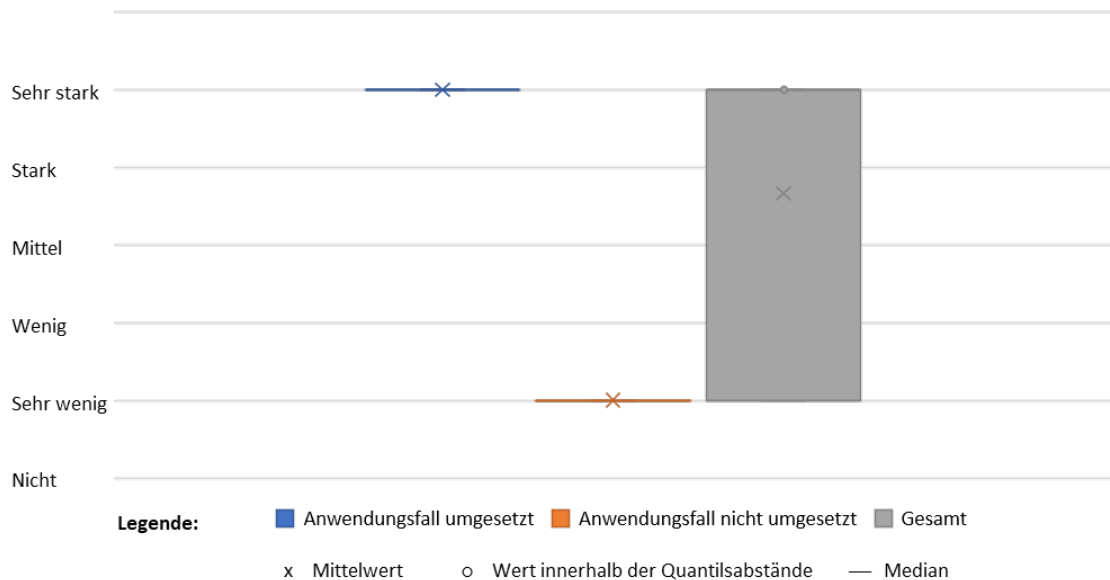
Wie stark lässt sich ihr Arbeitsaufwand durch die digitale Liegenschaftserfassung reduzieren, indem z.B. nach der ersten Aufnahme kein erneutes Aufmaß erstellt werden muss und auch bei Leistungsänderungen alle benötigten Maße vorhanden sind?



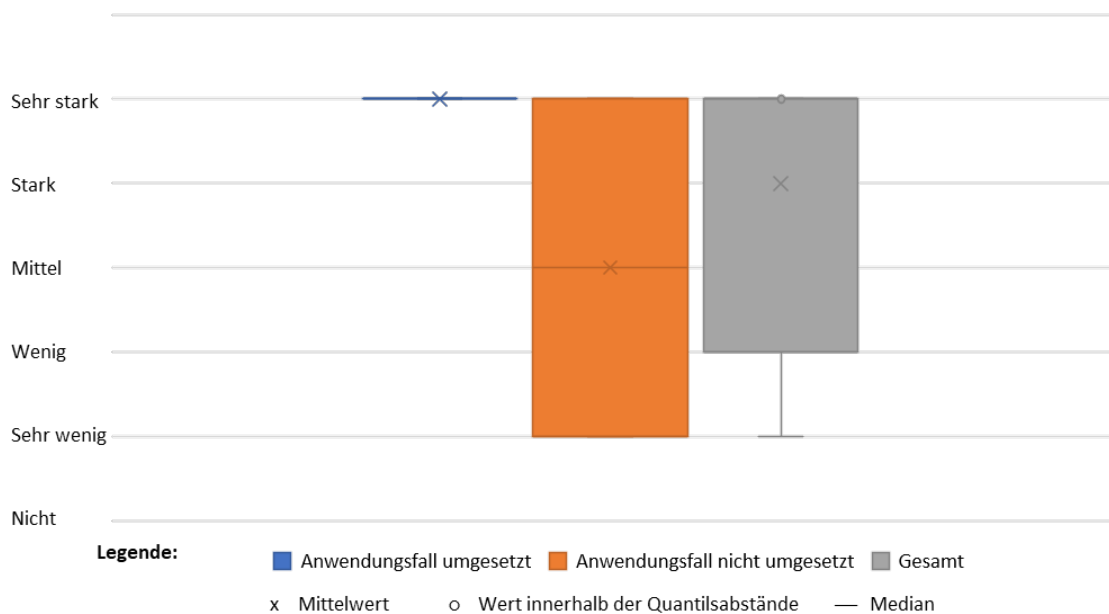
Wie sehr können Sie Ihre Leistungen gegenüber dem Auftraggeber und anderen Gewerken absichern, weil z.B. bei Konflikten auf das digitale Aufmaß verwiesen werden kann und mit diesem auch weniger Unsicherheit bei einem entsprechendem Maß besteht?



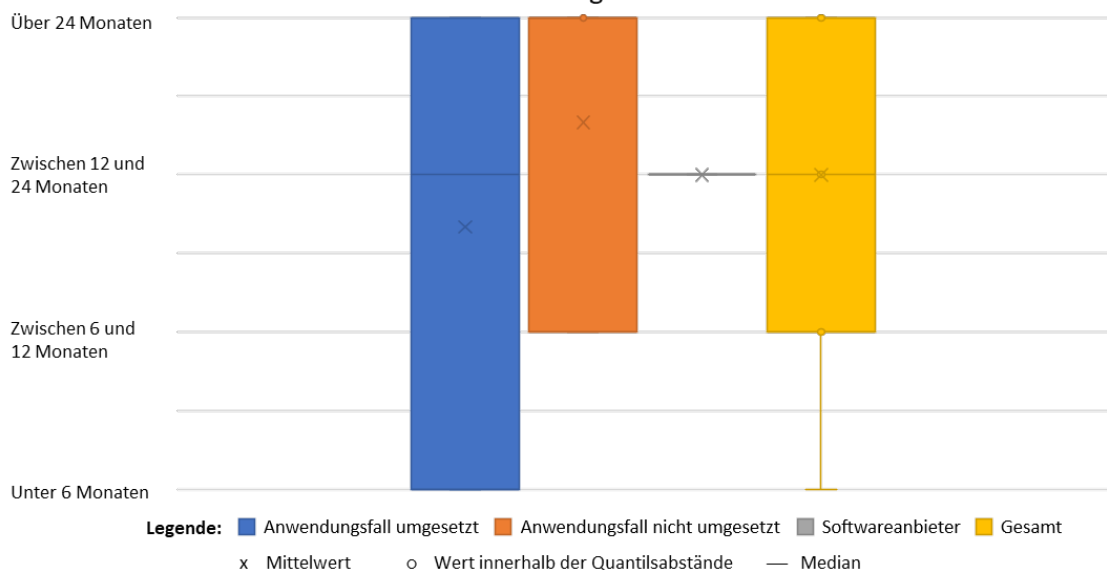
Wie groß fällt das Potenzial für neue Leistungen infolge der digitalen Liegenschaftserfassung für Sie aus, indem z.B. die Datenaufnahme und -verarbeitung in Ihrem Unternehmen stattfindet und z.B. Sie im Bestandsbau selbst Planungen umsetzen können?



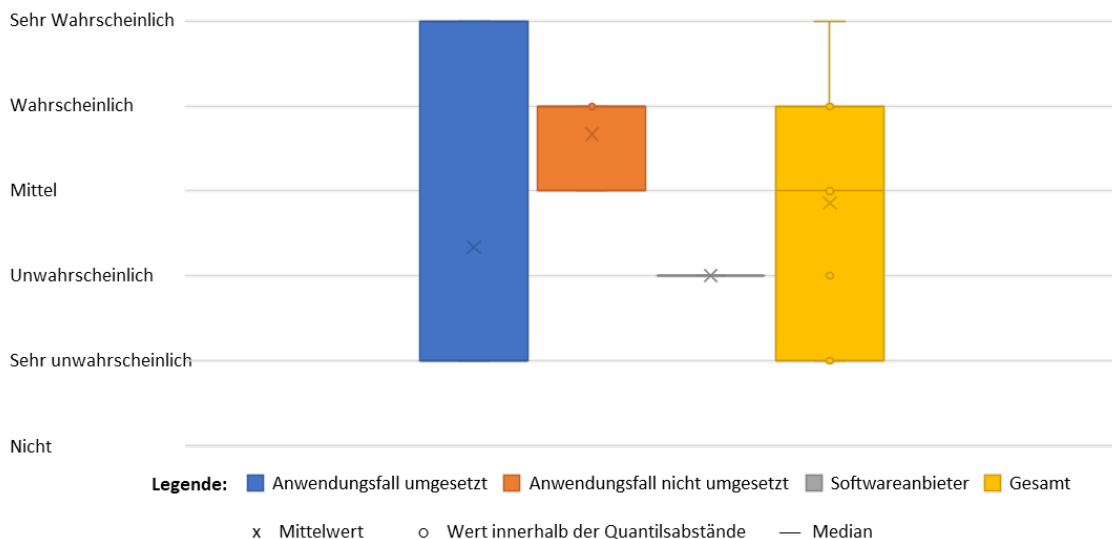
Wie hoch schätzen Sie die Verbesserung der Bautoleranz bzw. Qualität der Ausführung aufgrund der Nutzung des digitalen Aufmaßes ein?



Welche Zeitspanne hat für Sie die Umsetzung der digitalen Liegenschaftserfassung in Ihrem Unternehmen eingenommen?



Für wie wahrscheinlich halten Sie es, dass in den nächsten fünf Jahren die digitalen Liegenschaftserfassung gängige Praxis sein wird?

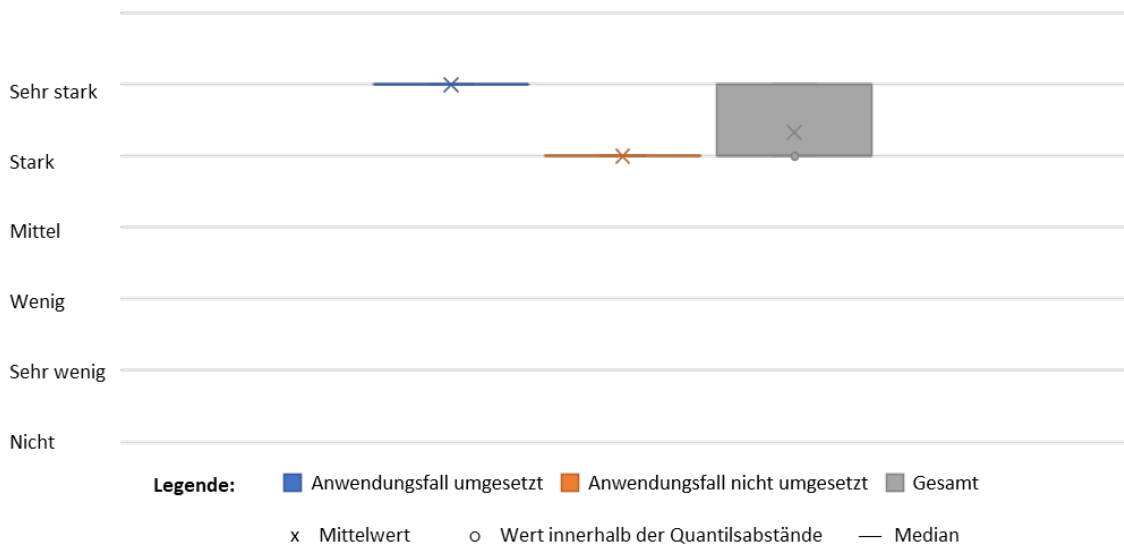


3. Digitale Terminplanung

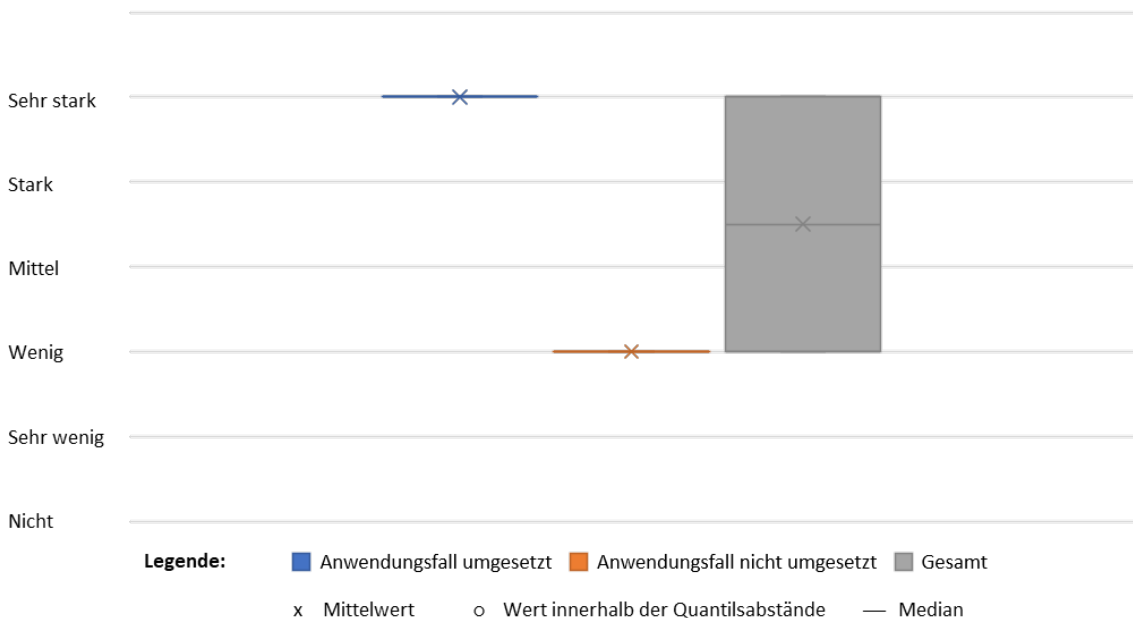
Tabelle 3: Kategorisierung der Mehrwerte zur Digitalen Terminplanung

Mehrwert	Anteil	Kategorisierung
Kommunikationstool bei Bauzeitstörung	83%	A
Kommunikation über Planungstool anstatt über Messenger	33%	B
Offenlegung von Puffern in der Zeitplanung	33%	B
Verbesserte Personalkapazitätsplanung zur Steuerung von Engpässen in Folge des Fachkräftemangels	67%	B
Bedarfsgerechte Materialbestellung	67%	B
Konkrete Zeitangaben unterstützen die Planung von Puffern	67%	B
Aufdecken von Zeitfenstern in der Feinplanung in Abhängigkeit von anderen Gewerken	67%	B
Reduzierung von Verlustzeiten	83%	A
Steigerung von Produktivität und Wirtschaftlichkeit	67%	B
Schnellere Umplanung	33%	B
Vergrößerte Transparenz	83%	A
Soll-Ist Abgleich zwischen detaillierter digitaler Wochenplanung und Bauzeitenplanung	67%	B
Auswertungen wie Leistungsmeldung der einzeln geplanten Vorgänge	83%	A

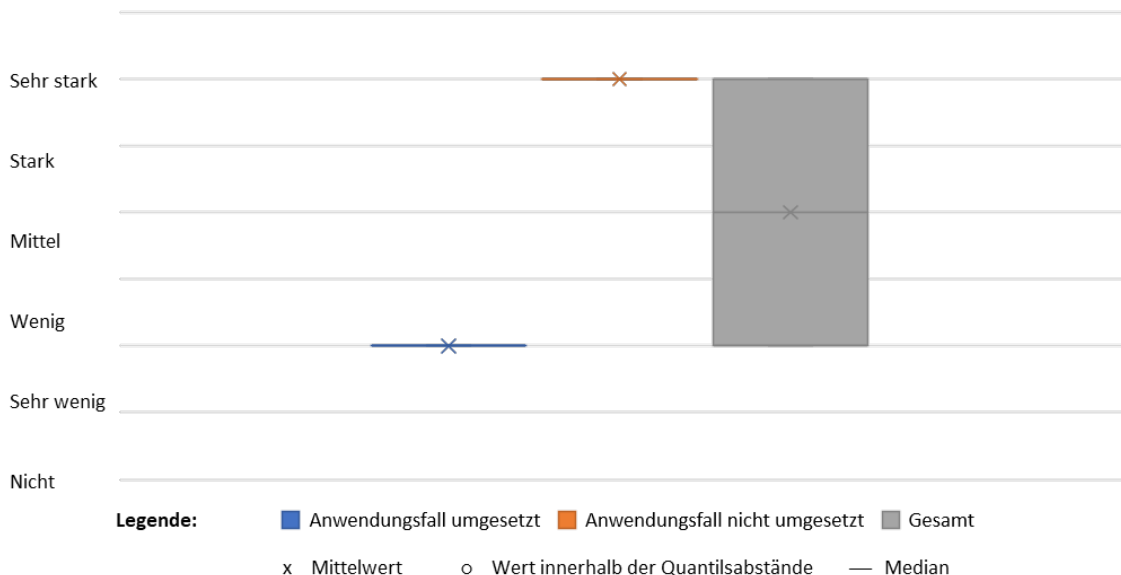
Wie stark lässt sich die Kommunikation durch die digitale modellbasierte Terminplanung verbessern, indem z.B. Bauzeitenstörungen gemeldet werden und die kontinuierlich aktualisierte Terminplanung frühzeitig allen Projektbeteiligten vorliegt?



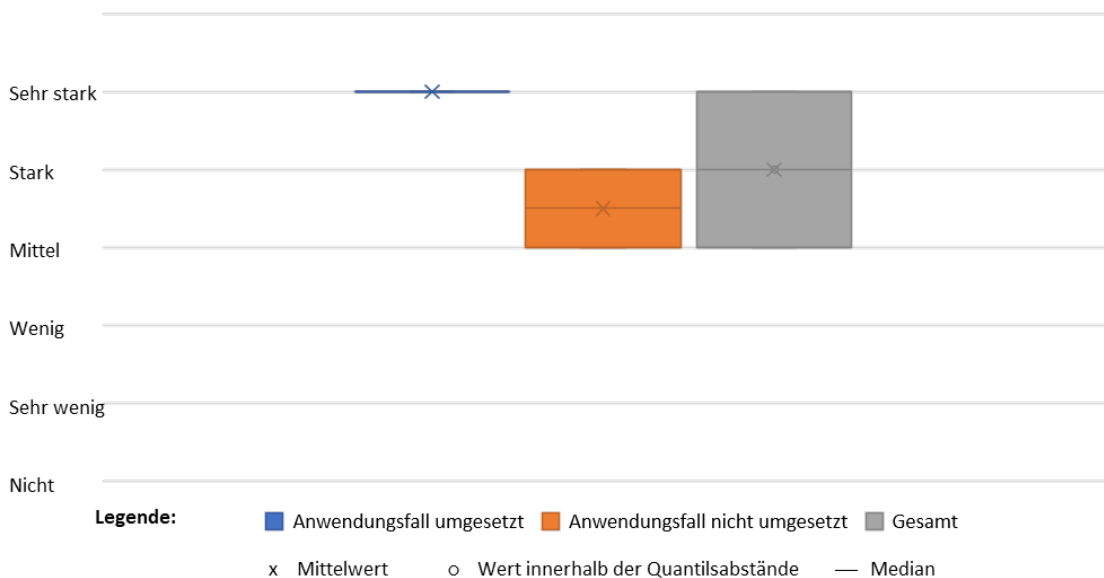
Inwieweit würde durch die Nutzung des Terminplanungstools die Datensicherheit aller Projektbeteiligten erhöht werden, weil z.B. die Kommunikation über Messenger-Dienste vermieden wird?



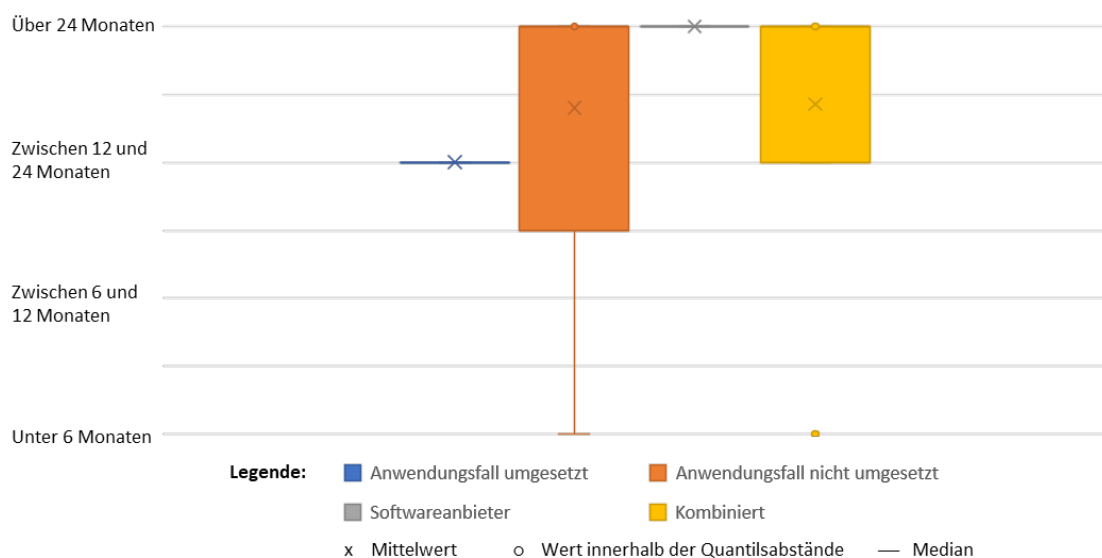
Wie stark lässt sich durch die digitale modellbasierte Terminplanung die Transparenz steigern, indem z.B. Zeitpuffer für das eigenen Unternehmen offengelegt werden oder Zeitfenster in Abhängigkeit von anderen Gewerken aufgedeckt werden?



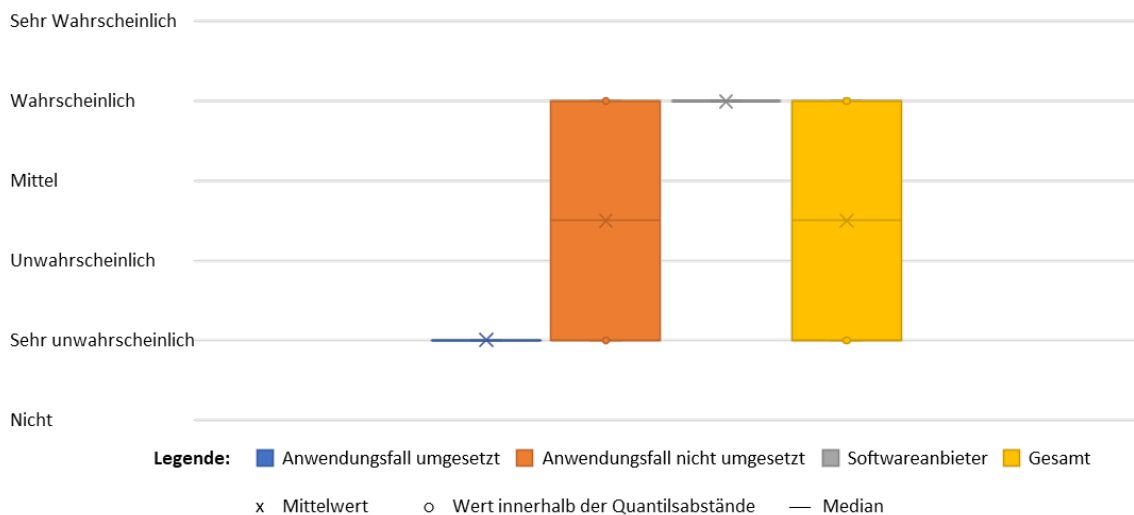
Wie sehr lässt sich durch die digitale modellbasierte Terminplanung eine Produktivitätssteigerung erzielen, indem z.B. Materialbestellungen bedarfsgerecht erfolgen können und Verlustzeiten reduziert werden?



Welche Zeitspanne schätzen Sie für die Umsetzung der modellbasierten digitalen Terminplanung in Ihrem Unternehmen ein?



Für wie wahrscheinlich halten Sie es, dass in den nächsten fünf Jahren die modellbasierte digitale Terminplanung gängige Praxis sein wird?



Anlage 10

—

Leitfaden zur Entwicklung einer Weiterbildung für das Bauhandwerk

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-21.57

Projektlaufzeit: 01.2022 – 12.2023

Vorwort

Dieser Leitfaden stellt eine essentielle Ergänzung zu dem Forschungsbericht dar und ist als konzeptionelle Anleitung konzipiert, die sich mit der Entwicklung von Weiterbildungsprogrammen im Bereich des Bauhandwerks befasst. Dabei liegt der Fokus nicht auf der Beschreibung einer spezifischen Weiterbildung, sondern vielmehr auf der Darstellung des didaktischen Konzepts und der Methodik, die für die Entwicklung solcher Weiterbildungsprogramme herangezogen werden könnten. Dies reflektiert die Ergebnisse unseres Forschungsprojekts „BIM-Anwendungsfälle im Bauhandwerk“, das die digitale Transformation in der Baubranche und insbesondere die Rolle von Building Information Modeling (BIM) als zentrales Element dieser Veränderungsprozesse beleuchtet.

Der Leitfaden richtet sich nicht ausschließlich an Fachkräfte des Bauhandwerks, sondern auch an weitere Interessengruppen wie öffentliche Auftraggebende und Planende. Sein Hauptanliegen ist es, eine methodische Grundlage zu bieten, auf deren Basis ein tiefgehendes Verständnis für BIM sowie für die damit zusammenhängenden spezifischen Anwendungsfälle entwickelt werden kann. Diese beinhalten unter anderem:

- Digitale Bauwerksdokumentation,
- Digitale Terminplanung,
- Digitale Liegenschaftserfassung.

Indem die Forschenden diese Anwendungsfälle als Ausgangspunkt wählen, zielt der Leitfaden darauf ab, Einblicke zu geben, wie die BIM-Methode konzeptionell in Weiterbildungsprogrammen verankert und in realen Bauprojekten praktisch umgesetzt werden kann. Zudem bietet er die Möglichkeit, diese Basis um zusätzliche BIM-Anwendungsfälle zu erweitern, was die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit des Weiterbildungsdesigns unterstreicht.

Im Kern legt dieser Leitfaden dar, wie Weiterbildungsprogramme von der Konzeptphase bis zur methodischen Umsetzung entwickelt werden sollten. Dabei werden die Lehrmethoden behandelt, um eine effektive und zielgerichtete Lernerfahrung sicherzustellen.

Ziel ist es, mit diesem Leitfaden eine fundierte Basis zu schaffen, die das Verständnis und die Anwendung von BIM im Bauhandwerk fördert und damit einen signifikanten Beitrag zur Verbesserung der Effizienz und Qualität in der Bauwirtschaft leistet.

Kapitel 1: Einführung

In der heutigen, rasant fortschreitenden digitalen Landschaft, stellt die kontinuierliche Weiterbildung einen unverzichtbaren Bestandteil für die Aufrechterhaltung und Förderung der Wettbewerbsfähigkeit in zahlreichen Berufsfeldern dar. Dies gilt in besonderem Maße für das Bauwesen, welches sich durch die Integration digitaler Prozesse und Methoden in einem tiefgreifenden Transformationsprozess befindet. Im Zentrum dieser Entwicklung steht das Building Information Modeling (BIM), eine Methode, die eine kooperative Arbeitsweise und die Nutzung eines digitalen Bauwerksinformationsmodells ermöglicht und fordert. Die Weiterbildung von Fachkräften in diesem Bereich ist somit nicht nur eine Antwort auf den gegenwärtigen Bedarf, sondern auch eine Investition in die Zukunftsfähigkeit des Sektors.

Das im folgenden Kapitel vorgestellte Weiterbildungskonzept wurde so konzipiert, dass es Fachkräfte im Bereich des Bauhandwerks und ggf. weiteren am Bauprojekt Beteiligten die Möglichkeit bietet, sich neben ihren beruflichen Aufgaben weiterzubilden, in dem es die theoretischen Grundlagen im Rahmen von Selbstlernerinheiten vermittelt und die praktische Umsetzung daran anschließt. So können Lerninhalte flexibel vermittelt und ideal in den Berufsalltag des Fachpersonals integriert werden.

Aufbauend auf der Vorstellung des Konzepts und den damit angestrebten Zielen wird in den darauffolgenden Kapiteln beschrieben, wie Weiterbildungsanbieter ein solches Konzept umsetzen können, was diese dabei zu beachten haben und welche Aufgaben dazu noch erarbeitet werden müssen.

Kapitel 2: Das Weiterbildungskonzept

In diesem Kapitel wird das im Rahmen des Forschungsprojekts entwickelte und durch die Praxisbeteiligten als effizient und praxistauglich bewertete Weiterbildungskonzept, die angestrebten Ziele sowie die modulare Aufbereitung vorgestellt.

Kapitel 2.1: Konzept des Inverted Classroom

Das betrachtete Konzept des Inverted Classroom-Modells als spezielle Form des Blended Learnings, steht im Zentrum einer innovativen Lehr- und Lernstrategie, die darauf abzielt, das traditionelle Bildungssystem zu optimieren. In diesem Kontext wird der Fokus auf eine aktive, selbstbestimmte Aneignung von Wissen durch die Lernenden gelegt, während Präsenzphasen der Vertiefung und Anwendung des Wissens dienen. Das Konzept des Inverted Classroom ist besonders zur Vermittlung komplexer Inhalte geeignet, da es den Lernenden ermöglicht, theoretische Grundlagen und softwarebasierte Anwendungen in ihrem eigenen Tempo zu erschließen.

Die Einführung des Konzepts beginnt, wie in Abbildung 1 dargestellt, mit einer Auftaktveranstaltung, die entweder in Präsenz oder virtuell stattfinden kann. Dieser initiale Rahmen dient nicht nur dem gegenseitigen Kennenlernen der Teilnehmenden, sondern auch der Schaffung eines gemeinschaftlichen Lernumfelds. Durch den persönlichen Kontakt und die Interaktionen zu Beginn wird eine Lerngemeinschaft gefördert, in der Wissen geteilt und gemeinsame Lernprozesse angeregt werden. Nach der Auftaktveranstaltung schließt der Vortest an, der sowohl im Rahmen der Auftaktveranstaltung als auch separat davon als Einstig zur Selbstlernphase erfolgen kann. Dieser Vortest dient dazu, den Wissensstand der Teilnehmenden zu erfassen und eine Basis für die individuelle Lernweggestaltung zu schaffen. Gleichzeitig wird eine transparente Messung der Lernfortschritte während der Weiterbildung ermöglicht.



Abbildung 1: Die Methode des Weiterbildungskonzepts in Form des Inverted Classroom (eigene Darstellung)

Mit Beginn der eigentlichen Selbstlernphase wird den Teilnehmenden das grundlegende und notwendige Wissen zur Arbeitsmethode BIM vermittelt. Durch ein modular aufbereitetes Selbststudium (siehe Kapitel 2.2) das sich auf die Grundlagen der BIM-Methode und spezifischen BIM-Anwendungsfälle konzentriert, erarbeiten sich die Lernenden eigenständig die Inhalte. Die Präsentation von Tools und exemplarischen Anwendungen spielt dabei eine entscheidende Rolle, da sie die Teilnehmenden befähigen soll, das erworbene Wissen praktisch umzusetzen. Unterstützt wird dieser Prozess durch FAQs und Q&A-Angebote, die in einem Learning Management System (LMS), wie beispielsweise Moodle, zur Verfügung gestellt werden und den Teilnehmenden erlauben, aufkommende Fragen zeitnah zu klären.

Während der Selbstlernphase sind begleitende Wissenstests vorgesehen, die den Wissenserwerb kontinuierlich abfragen und bei Bedarf direktes Feedback liefern. Dieses Vorgehen ermöglicht eine unmittelbare Reflexion und Korrektur des Lernprozesses und unterstützt die Teilnehmenden darin, Wissenslücken effektiv zu schließen.

Mit Hilfe der Selbstlernphase und den darin enthaltenen, begleitenden Wissenstests wird das Ziel verfolgt, sicherzustellen, dass alle Teilnehmenden zu Beginn der Präsenzphase über den gleichen, theoretischen Wissensstand verfügen. Durch die Kombination von Selbstlernstudium und kontinuierlichen Wissenstests wird eine homogene Wissensbasis geschaffen, die eine effiziente und zielgerichtete Nutzung der anschließenden Präsenzzeit ermöglicht. Gleichzeitig kann dadurch eine Verkürzung der Präsenzphase erreicht werden, wodurch damit verbundene Kosten wie Reise- oder Übernachtungskosten reduziert werden können.

Die Präsenzphase bildet den Abschluss des Inverted Classroom-Modells. In dieser Phase kommen die Teilnehmenden zusammen, um das erlernte Wissen praktisch anzuwenden. Hierzu wird als Übung ein Planspiel eingesetzt, das die Teilnehmenden in die Lage versetzt, in verschiedene Rollen zu agieren und anhand eines realitätsnahen Fallbeispiels die Prozesse und Aufgaben im Kontext der Methode BIM durchzuführen. Wie auch die Selbstlernphase kann auch die Präsenzphase sowohl vor Ort als auch online organisiert werden. Ziel ist die praktische Umsetzung der Theorie in einem kooperativen und interaktiven Umfeld.

Die erfolgreiche Teilnahme an der Weiterbildung wird abschließend mit einer Teilnahmeurkunde bestätigt. Diese dient als Nachweis der erworbenen Kompetenzen und der aktiven Beteiligung am Weiterbildungsprozess und kann Auftraggebern bei zukünftigen Ausschreibungen als Kompetenznachweis mitgeliefert werden. Das Inverted Classroom-Modell ermöglicht eine flexible, selbstgesteuerte Aneignung der Lerninhalte und eine intensive, praxisorientierte Anwendung in der Präsenzphase. Dies fördert nicht nur das Verständnis und die Beherrschung der BIM-Methode, sondern auch die Fähigkeit zur kollaborativen Problemlösung und Teamarbeit. Die kontinuierliche Bewertung und das Feedback während der Selbstlernphase tragen maßgeblich zur Qualitätskontrolle und zur Anpassung des Lernprozesses an die individuellen Bedürfnisse der Teilnehmenden bei.

Kapitel 2.2: Modularer Aufbau und Inhalte

Die Vermittlung der theoretischen und praktischen Kompetenzen sollte modular erfolgen, das heißt, die Teilnehmenden können sich aussuchen, ob sie nur die für sie relevanten Teile der Weiterbildung in Anspruch nehmen oder alle Inhalte lernen. Dabei werden die Module hinsichtlich der thematisierten BIM-Anwendungsfälle definiert. Nachfolgend werden die Inhalte der in Abbildung 2 dargestellten, betrachteten Module aufgeführt, die idealerweise im Rahmen einer Weiterbildung erläutert werden sollten. Wichtig hervorzuheben ist, dass eine Weiterbildung auch durch weitere BIM-Anwendungsfälle erweitert werden kann. Die aufgeführten BIM-Anwendungsfälle stellen lediglich ein Beispiel dar.

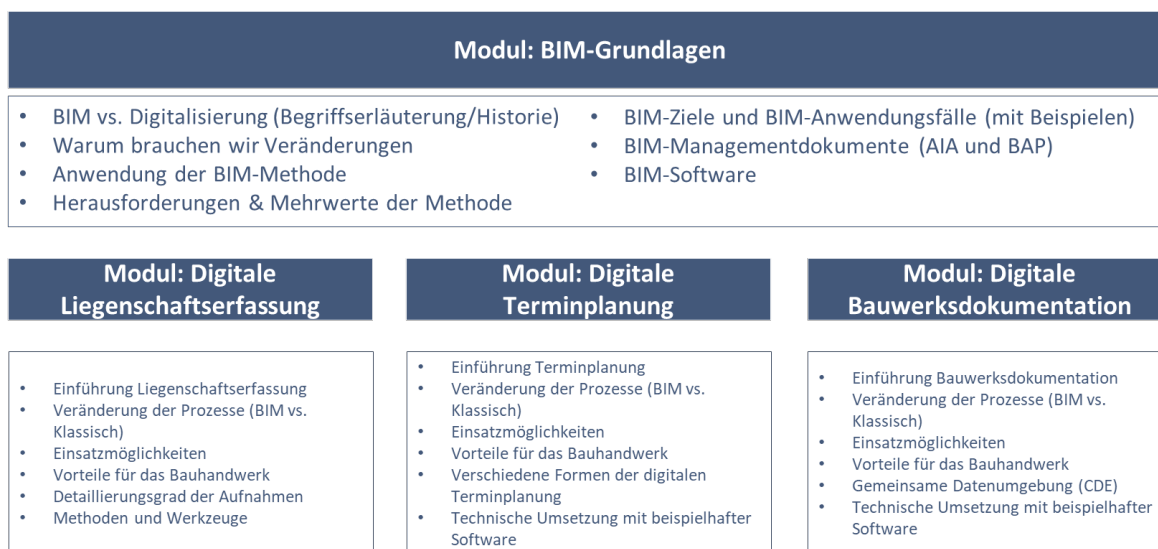


Abbildung 2: Modulare Aufteilung nach thematisierten BIM-Anwendungsfällen

BIM-Grundlagenmodul

Das für alle Teilnehmenden verpflichtende Modul zu den BIM-Grundlagen dient als Ausgangsbasis für die weiteren, individuell wählbaren Module. Das einleitende Modul soll einen umfassenden Überblick über die BIM-Grundlagen verschaffen. Hierbei sollte eine klare Abgrenzung zwischen der Methode BIM und der allgemeinen Digitalisierung der Bauwirtschaft erfolgen sowie die historische Entwicklung der Arbeitsmethode erläutert werden. Dadurch soll sowohl ein solides Fundament geschaffen werden, das die Notwendigkeit für Veränderungen in der Bauwirtschaft unterstreicht. Ebenso sollen die Teilnehmenden die Anwendungsbereiche von BIM kennenlernen, Herausforderungen diskutieren und Mehrwerte, insbesondere für die Rolle der Akteure, identifizieren. Dieses Modul soll der Grundstein für das Verständnis von BIM-Zielen und den dazugehörigen BIM-Anwendungsfällen legen. Die Relevanz von BIM Managementdokumente sowie die Auswahl und Anwendung von BIM-Software und Werkzeugen soll umfangreich aufgezeigt werden.

Modul: Digitale Liegenschaftserfassung

Die digitale Liegenschaftserfassung beschäftigt sich mit der Erfassung und Dokumentation von Grundstücken und/oder den Geometrien eines Gebäudes. Neben der allgemeinen Beschreibung des BIM-Anwendungsfalls und der Verknüpfung dieses zu BIM-Zielen sollten die Veränderung der Prozesse durch die Nutzung von BIM im Vergleich zu konventionellen Methoden hier aufgezeigt werden. Darüber hinaus sollte erörtert werden, welche Möglichkeiten die digitalen Methoden bieten und welche Vorteile, beispielsweise hinsichtlich des Detaillierungsgrads von Aufnahmen, sich für die Teilnehmenden ergeben.

Verschiedene Methoden und Werkzeuge wie Laserscanner, Drohnen oder mobile Endgeräte mit integrierter Lidar-Technologie sollten vorgestellt werden und hinsichtlich des Nutzens für die Teilnehmenden erläutert werden. So können Vermessungsingenieur*innen hier tiefere Informationen und komplexe Softwarelösungen vorgestellt bekommen als beispielsweise ein*e Rohbauer*in.

Modul: Digitale Terminplanung

Das Modul zur digitalen Terminplanung soll Einblicke in die Terminplanungsprozesse und die durch den Einsatz von BIM bedingten Veränderungen erläutern. Neben einer allgemeinen Beschreibung des BIM-Anwendungsfalls und der Zuordnung zu damit verbundenen BIM-Zielen sollen die Teilnehmenden lernen, welche Informationen sie für eine modellbasierte Terminplanung benötigen und wie sie im Rahmen einer beispielhaften Software diese erstellen können und beispielsweise das Modell für eine Bauablaufsimulation nutzen.

Modul: Digitale Bauwerksdokumentation

In diesem Modul sollen die Teilnehmenden in die Grundlagen der digitalen Bauwerksdokumentation eingeführt werden. Neben der allgemeinen Beschreibung des BIM-Anwendungsfalls und der Zuordnung zu den damit verbundenen BIM-Zielen sollen auch hier die Veränderungen beleuchtet werden, die sich durch die Implementierung von BIM im Vergleich zur traditionellen Methode ergeben und die sich daraus ergebenden Vorteile vorgestellt werden. Ein wesentlicher Bestandteil soll das Verständnis einer gemeinsamen Datenumgebung (Common Data Environment, CDE) sein, die als zentrale Plattform für den Informationsaustausch dient. Die praktische Anwendung einer beispielhaften CDE und die Verknüpfung von Informationen mit entsprechenden Bauteilen im Gebäudemodell soll ebenfalls demonstriert werden.

Die aufgeführten Module dienen lediglich als Grundgerüst und können beliebig durch weitere, für die Zielgruppen relevante BIM-Anwendungsfälle erweitert werden.

Kapitel 3: Spezifizierung der Weiterbildung

In diesem Kapitel wird aufgeführt, welche Punkte und Aufgaben Weiterbildungsanbieter bei der Erstellung einer Weiterbildung über die bisher aufgeführten Punkte betrachten sollte.

Kapitel 3.1: Planung

Kapitel 3.1.1: Zielgruppe

Das vorgesehene Weiterbildungskonzept ist in seiner Ausrichtung und inhaltlichen Ausgestaltung auf eine breite Palette von Gewerken im Bauhandwerk abgestimmt. Dabei ist es von grundlegender Bedeutung, dass die definierten Zielgruppen den vollen Nutzen aus dem Weiterbildungsangebot ziehen können. Die Zielgruppen des Konzepts sind folglich nicht nur durch die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Gewerk bestimmt, sondern auch die Funktion und Rolle, die die Person innerhalb des Bauvorhabens einnehmen. Im Kern richtet sich das Angebot an Führungskräfte wie Personen der Bauleitung, Poliere oder Vorarbeitende, die aufgrund ihrer verantwortungsvollen Tätigkeit eine Schlüsselrolle in der Implementierung und Anwendung der BIM-Methode spielen. Die Personen stehen im Vordergrund, da sie in der Lage sind, die BIM-Prozesse zu steuern, zu überwachen und die Ergebnisse zu bewerten. Die beispielhafte Nennung der Zielgruppe für die im Forschungsbericht thematisierten BIM-Anwendungsfälle kann Abbildung 3 entnommen werden.

Digitale Bauwerksdokumentation	Digitale Terminplanung	Digitale Liegenschaftserfassung
<ul style="list-style-type: none"> • Richtet sich grundsätzlich an alle Gewerke im Bauhandwerk und an (öffentliche) Auftraggebende • Wird aktuell vorwiegend durchgeführt von: Vorarbeiter*innen, Meister*innen, sowie der Bauleitung • Zukünftig auch scanbasiert von allen Ausführenden erstellt 	<ul style="list-style-type: none"> • Richtet sich grundsätzlich an alle Gewerke im Bauhandwerk und an (öffentliche) Auftraggebende • Wird aktuell vorwiegend durchgeführt von: Vorarbeiter*innen, Meister*innen sowie der Bauleitung • Bauhandwerker*in wird kaum Berührungspunkte mit der Terminplanung haben 	<ul style="list-style-type: none"> • Richtet sich grundsätzlich an alle Gewerke im Bauhandwerk und an (öffentliche) Auftraggebende • Liegenschaftserfassung mit Drohnen wird vorwiegend von Dachdecker*innen verwendet • Vollständige Liegenschaftserfassung vorwiegend durch Vermesser*innen

Abbildung 3: Beispielhafte Zielgruppe der betrachteten BIM-Anwendungsfälle

Es ist jedoch ebenso relevant, das Angebot auch einer breiteren Zielgruppe zugänglich machen zu können. Hierzu zählen beispielhaft öffentliche Auftraggebende, Planende oder bspw. auch Vermessungstechniker*innen die ebenfalls von einem tiefgreifenden Verständnis der BIM-Methode und der konkreten Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen profitieren.

Kapitel 3.1.2: Lernmaterialien

Die didaktische Konzeption von Lernmaterialien für die Weiterbildung ist ein entscheidender Faktor, um eine effektive Wissensvermittlung zu gewährleisten und die Kompetenzen der Lernenden nachhaltig zu

stärken. Die Implementierung von interaktiven Präsentationen steht im Zentrum dieser didaktischen Bemühungen und dient als primäres Medium, um den Teilnehmenden ein grundlegendes Verständnis der BIM-Methodik und ihrer Anwendungen zu vermitteln. Durch den Einsatz von interaktiven Elementen innerhalb dieser Präsentationen sollen die Lernenden aktiv in den Lernprozess eingebunden werden, indem sie zur Interaktion angeregt und somit zur Vertiefung ihres Wissens motiviert werden. Diese Methodik ermöglicht es den Teilnehmenden, in ihrem eigenen Tempo zu lernen und bei Bedarf zusätzliche Informationen abzurufen.

Interaktive Präsentationen bieten eine Reihe von Funktionen, die den Wissenstransfer unterstützen. Navigationselemente, Interaktionsfelder und Animationen erhöhen die Benutzerfreundlichkeit und fördern die Eigeninitiative des Lernenden. Das Einbinden von Quizen innerhalb der Lernmodule trägt zur Aufrechterhaltung der Konzentration bei und ermöglicht eine kontinuierliche Selbstbewertung des Lernfortschritts. Die Quizze erfüllen eine doppelte Funktion: Sie dienen einerseits als Eingangstests zur Einschätzung des initialen Wissensstands und andererseits als fortlaufendes Instrument zur Überprüfung des Wissenserwerbs.

Ein weiteres zentrales Lehrmittel sind interaktive Klickanleitungen für spezifische BIM-Softwaretools. Diese Anleitungen sind so gestaltet, dass sie den Lernenden ermöglichen, die Funktionsweise der Software eigenständig zu erlernen und zu üben, was zu einer tieferen Verinnerlichung der Inhalte führt und die Abhängigkeit von kostenpflichtigen Softwarelizenzen reduziert. In der Präsenzphase können diese Klickanleitungen als strukturierte Anleitungen dienen, die eine interaktive und engagierte Lernatmosphäre schaffen.

Die SCORM-kompatiblen PowerPoint-Präsentationen sind ein weiteres effektives Lehrmittel, das die Nutzbarkeit der Lernmaterialien über verschiedene LMS hinweg sicherstellt und durch Responsive Design eine konsistente Darstellung auf unterschiedlichen Endgeräten ermöglicht. Dies unterstützt das Prinzip "Mit jeder Technik" und stellt eine ubiquitäre Zugänglichkeit sicher.

3.1.3 Organisation und Steuerung der Lernphasen

Die effektive Organisation und Steuerung der Lernphasen innerhalb der Weiterbildung "BIM und Handwerk" sind von entscheidender Bedeutung für den Lernerfolg. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist die Entwicklung eines ausgeklügelten Zeitplans, der die Integration von sowohl synchronen als auch asynchronen Lernaktivitäten gewährleistet. Synchroner Lernaktivitäten wie Live-Webinare schaffen Raum für unmittelbaren Austausch und Rückfragen, während asynchrone Formate wie Selbstlernmodule den Teilnehmenden Flexibilität im Lernprozess ermöglichen. Eine kritische Komponente für die Durchführung solcher Programme ist die Gewährleistung, dass alle Teilnehmenden über die notwendigen technischen Mittel verfügen und problemlos auf die gewählten Lernplattformen zugreifen können. Darüber hinaus ist es unerlässlich, umfassende Unterstützung und Orientierungshilfen bereitzustellen, um die effiziente Nutzung der bereitgestellten Online-Ressourcen und Tools zu erleichtern.

Die Auswahl der technischen Rahmenbedingungen und Lernplattformen muss mit Bedacht erfolgen. Eine stabile IT-Infrastruktur ist essentiell, um den Teilnehmenden einen störungsfreien Zugang zu den Online-Lernmaterialien zu ermöglichen. Lernmanagementsysteme, die eine intuitive Bedienung bieten und Funktionen wie Diskussionsforen, Quizze und Aufgabenuploads unterstützen, sind unverzichtbar für eine interaktive Lernumgebung. Ebenso entscheidend ist die Bereitstellung von spezialisierten BIM-Softwaretools, die für die Durchführung der praktischen Übungen unerlässlich sind.

Die Auswahl und Qualifizierung der Lehrenden spielen ebenso eine zentrale Rolle im Bildungsprozess. Es ist wichtig, Dozenten zu gewinnen, die nicht nur über fundierte Kenntnisse in BIM verfügen, sondern auch didaktische Fähigkeiten besitzen, um eine interaktive und teilnehmerzentrierte Lernerfahrung zu bieten. Weiterbildungen und Schulungen für die Lehrenden sind daher gegebenenfalls vonnöten, um

ihre Methodenkompetenz zu stärken und sie für die spezifischen Herausforderungen des digitalen Lernens zu rüsten.

Zusammenfassend ist die sorgfältige Planung und Umsetzung der Lernphasen, die Auswahl der technischen Rahmenbedingungen, die Qualifizierung der Lehrenden sowie ein effektives Teilnehmermanagement und Unterstützungsangebote grundlegende Elemente, um eine erfolgreiche Weiterbildung im Bereich BIM zu gewährleisten. Sie tragen dazu bei, dass die Lernenden nicht nur Wissen erwerben, sondern dieses auch effektiv in ihrer beruflichen Praxis anwenden können.

Kapitel 3.2: Durchführung

Die Durchführung der Weiterbildung "BIM und Handwerk" ist durch eine ausgewogene Methodik charakterisiert, die individuelle und kollaborative Lernprozesse unterstützt und die Autonomie der Lernenden fördert. Ein integraler Bestandteil dieses Bildungsansatzes ist die Bereitstellung diversifizierter Hilfestellungen, die sowohl die asynchrone als auch die synchrone Interaktion zwischen den Lernenden und den Lehrenden ermöglichen.

Im Kern des Konzepts steht die Etablierung eines umfassenden Supportsystems, das es den Teilnehmenden erlaubt, jederzeit Fragen zu stellen und Diskussionen zu führen. Dies wird durch eine Vielzahl von Kanälen realisiert, unter anderem durch FAQ-Sektionen, die Antworten auf häufig gestellte Fragen bieten, Q&A-Sessions, die live oder aufgezeichnet zugänglich gemacht werden, und direkte Kommunikationsmöglichkeiten mit den Lehrenden für gezielte Anfragen. Ein solches System stellt nicht nur die notwendige Klarheit und Unterstützung sicher, sondern fördert auch den offenen Dialog und den Erfahrungsaustausch unter den Teilnehmenden.

Das Lehrangebot ist so konzipiert, dass es individuelles, selbstgesteuertes Lernen anregt. Es werden Materialien und Lernumgebungen bereitgestellt, die es den Lernenden ermöglichen, ihr eigenes Lerntempo zu bestimmen, persönliche Lernwege zu verfolgen und Inhalte nach individuellem Bedarf zu vertiefen. Hierdurch wird die Eigenverantwortlichkeit im Lernprozess gestärkt, was eine wesentliche Voraussetzung für lebenslanges Lernen und die kontinuierliche berufliche Entwicklung ist.

Parallel dazu wird das gemeinschaftliche Lernen gefördert, das sowohl in den Online-Modulen als auch während der Präsenzphasen stattfindet. Durch kollaborative Projekte, Gruppenaufgaben und Diskussionsforen wird die Interaktion zwischen den Teilnehmenden intensiviert. Diese Form des Lernens ermöglicht es, unterschiedliche Perspektiven zu integrieren und voneinander zu lernen, wodurch ein tieferes Verständnis der Inhalte erzielt werden. Insbesondere in der Präsenzphase ermöglichen Workshops und Planspiele eine direkte Anwendung und Reflexion des Gelernten in einem teambasierten Kontext.

Zusammenfassend zeichnet sich die Durchführung der Weiterbildung "BIM und Handwerk" durch eine flexible, teilnehmerzentrierte Methodik aus, die individuelle Lernpfade ebenso wie kollaborative Lernerfahrungen ermöglicht und durch ein umfassendes System von Unterstützungsangeboten ergänzt wird. Durch diesen Ansatz werden die Lernenden in die Lage versetzt, die Lehrinhalte effektiv zu internalisieren und ihre neuen Kompetenzen in der beruflichen Praxis umzusetzen.

Kapitel 3.3: Evaluation & Feedback

In der modernen Bildungslandschaft stellt die Evaluation nicht nur einen Abschluss eines Bildungsprozesses dar, sondern ist integraler Bestandteil des gesamten Lernzyklus. Im Kontext der Weiterbildung "BIM und Handwerk" wird die Evaluation als ein kontinuierlicher Prozess verstanden, der sich durch alle Phasen der Bildungsmaßnahme zieht und darauf abzielt, die Erreichung der pädagogischen Ziele kritisch

zu überprüfen. Dies schließt eine formativ angelegte, systematische Evaluation ein, die den Lernfortschritt fortwährend reflektiert und sowohl Lehrkräften als auch Lernenden zeitnah Rückmeldung über den Verständnisgrad und die Wissensverankerung gibt.

Die formativen Evaluationsinstrumente, wie in die Selbstlernmodule integrierte Quizze, ermöglichen es den Lernenden, ihren Fortschritt zu messen und zu steuern. Diese niederschweligen, sofortigen Feedbackmechanismen dienen nicht nur der Wissensüberprüfung, sondern fördern auch die Selbstregulation des Lernens. Sie signalisieren den Teilnehmenden, ob sie bestimmte Inhalte nochmals wiederholen müssen oder ob sie bereit für weiterführende Konzepte sind.

Das Planspiel, als ein Kernelement der Evaluationsstrategie, bietet die Gelegenheit, theoretisch erlerntes Wissen in einer simulierten, praxisnahen Umgebung anzuwenden. Durch diese Methode wird der Übergang von der Wissensaneignung zur Wissensanwendung fließend und erlebbar gemacht. Es ist so gestaltet, dass es individuelles sowie kollaboratives Lernen fördert und durch das spielbasierte Format eine hohe Motivation und Engagement der Teilnehmenden erzeugt. Die praktische Anwendung in Form eines Planspiels dient nicht nur der Überprüfung des Gelernten, sondern auch der Vertiefung von Kompetenzen wie kritisches Denken, Problemlösung und Teamarbeit.

Zusammenfassend bietet das Zusammenspiel aus Quizzen und Planspiel eine umfassende Evaluationsmethodik, die das Verständnis und die Anwendung von BIM im Bauhandwerk aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet und die Lernenden auf ihre zukünftigen beruflichen Aufgaben vorbereitet. Diese Herangehensweise liefert wertvolle Einblicke in den Lernerfolg und ermöglicht es, das Bildungsangebot kontinuierlich zu verbessern.

Kapitel 4: Checkliste für die Umsetzung

Die sorgfältige Planung und Umsetzung einer Weiterbildungsmaßnahme wie "BIM und Handwerk" erfordert eine strukturierte Herangehensweise, um die Effektivität und Effizienz des Lehrangebots zu gewährleisten. Eine Checkliste für die Umsetzung bietet dabei eine zentrale Orientierungshilfe und dient als qualitätssicherndes Instrument, das alle wesentlichen Schritte des Prozesses abdeckt. Diese Checkliste umfasst mehrere Unterkapitel, die von der initialen Planung über die Durchführung bis hin zur abschließenden Evaluation reichen.

Planungsphase: In der Planungsphase müssen die Ziele und der Rahmen der Weiterbildung definiert werden. Dazu gehört, wie in Tabelle 1 dargestellt, die Festlegung des Zielmarkts, die Bestimmung der Lernziele und die Konzeption der Lehrinhalte. Die Ausrichtung der Weiterbildung auf die spezifischen Bedürfnisse der Zielgruppe ist dabei essenziell. Die Lehrmaterialien und Methoden müssen auf das Vorwissen und die Kompetenzen der Teilnehmenden abgestimmt sein. Es gilt, die technische Infrastruktur zu planen, insbesondere die Auswahl und Einrichtung eines geeigneten Learning Management Systems (LMS).

Durchführungsphase: Die Durchführungsphase beinhaltet die Bereitstellung der Lerninhalte, die Implementierung der Lehrmethoden und die Unterstützung der Teilnehmenden während des Lernprozesses. Hier müssen, wie in Tabelle 2 dargestellt, insbesondere die Interaktivität und die Benutzerfreundlichkeit der Lernplattform sichergestellt werden. Zudem ist die kontinuierliche Begleitung der Lernenden durch Tutoren oder Trainer von Bedeutung, um bei Fragen oder Problemen unterstützen zu können.

Evaluationsphase: In der Evaluationsphase wird das Lehrangebot einer kritischen Prüfung unterzogen (vgl. Tabelle 3). Die Erreichung der Lernziele wird überprüft und das Feedback der Teilnehmenden wird eingeholt. Diese Phase ist entscheidend, um die Qualität des Lehrangebots fortlaufend zu verbessern und an sich ändernde Rahmenbedingungen anzupassen.

Tabelle 1: Checkliste - Planung der Weiterbildung

Phase	Themenfeld	Aufgabe	Checkliste
Planung	Zielgruppe	Legen Sie die spezifischen Zielgruppen fest, die von der Weiterbildung profitieren sollen	Legen Sie die Zielgruppe fest: <input type="checkbox"/> Handwerker*in / Gesell*in <input type="checkbox"/> Führungskraft <input type="checkbox"/> Bauleitung <input type="checkbox"/> Polier*in <input type="checkbox"/> (öffentliche) Auftraggebende Planende <input type="checkbox"/> Vermessungstechniker*in
		Analysieren Sie die Bedürfnisse und Anforderungen der definierten Zielgruppe, um sicherzustellen, dass das Weiterbildungskonzept ihren Erwartungen entspricht.	Analysieren Sie: <input type="checkbox"/> Welches Vorwissen bringen die Lernenden mit? <input type="checkbox"/> Welche Softwarelösungen werden häufig eingesetzt? <input type="checkbox"/> Welche konkreten Mehrwerte werden erhofft?
	Lerninhalte	Entwickeln Sie Lerninhalte, die auf die spezifischen Herausforderungen und Aufgaben der Zielgruppe zugeschnitten sind.	Analysieren Sie: <input type="checkbox"/> Einsatz der BIM-Methode zur Lösung aktueller Herausforderungen
		Lernmaterialien	Entwickeln Sie interaktive Präsentationen, die als Hauptlernmittel dienen.
	Berücksichtigen Sie verschiedene Lernstile und -Präferenzen, um eine inklusive und zugängliche Lernumgebung für alle Teilnehmenden zu schaffen.		Folgende Stile werden betrachtet: <input type="checkbox"/> Visuelles Lernen <input type="checkbox"/> Auditives Lernen <input type="checkbox"/> Lernen durch Lesen und Schreiben <input type="checkbox"/> Kinästhetisches Lernen
	Binden Sie Möglichkeiten zur Selbstkontrolle und zur einfachen Einführung in die Anwendung der beispielhaften Software ein.		Weiterbildung enthält: <input type="checkbox"/> Quizze <input type="checkbox"/> Klickanleitungen

Phase	Themenfeld	Aufgabe	Checkliste
		Erstellen Sie die Lernmaterialien in einem kompatiblen Dateiformat, so dass sie die Kompatibilität mit verschiedenen LMS sowie ein responsives Design sicherstellen-	Dateiformat der Präsentationen: <input type="checkbox"/> SCORM
	Organisation und Steuerung	Gewährleisten Sie, dass alle Teilnehmenden über die notwendigen technischen Mittel verfügen.	Stellen Sie sicher: <input type="checkbox"/> Alle Teilnehmenden verfügen über notw. techn. Mittel
		Wählen Sie ein geeignetes LMS aus, über das die Lernmaterialien bereitgestellt werden sollen.	<input type="checkbox"/> Wählen Sie ein LMS (Moodle, Elias, etc.)
		Entwickeln Sie einen detaillierten Zeitplan, der sowohl die Selbstlern- als auch die Präsenzphase umfasst	<input type="checkbox"/> Detaillierter Zeitplan
		Stellen Sie sicher, dass Sie über ausreichende Softwarelizenzen der im Planspiel verwendeten, beispielhaften Software verfügen	<input type="checkbox"/> Sicherstellung notwendiger Lizenzen
		Wählen Sie sorgfältig Lehrende aus, die sowohl über tiefgreifende Fachkenntnisse der Methode BIM als auch über didaktische Fähigkeiten verfügen	<input type="checkbox"/> Auswahl geeigneter Lehrenden

Tabelle 2: Checkliste - Durchführung der Weiterbildung

Phase	Themenfeld	Aufgabe	Checkliste
Durchführung	Hilfestellung	Bieten Sie während der Weiterbildung Möglichkeiten, Fragen zu stellen oder Diskussionen zu führen	Anbieten von: <input type="checkbox"/> FAQ <input type="checkbox"/> Q&A <input type="checkbox"/> Direkte Fragen an Lehrende
		Bieten Sie Möglichkeiten zum individuellen und selbstgesteuerten Lernen, um die Autonomie der Lernenden zu fördern	<input type="checkbox"/> Ermöglichen Sie individuelles Lernen
	Individuelles und kollaboratives Lernen	Unterstützen Sie das gemeinschaftliche lernen der Teilnehmenden, sowohl in der Selbstlern- als auch der Präsenzphase.	<input type="checkbox"/> Ermöglichen Sie kollaboratives Lernen

Tabelle 3: Checkliste - Validierung der Weiterbildung

Phase	Themenfeld	Aufgabe	Checkliste
Validierung	Selbsttest	Binden Sie Quizze und Selbstbewertungsinstrumente in die Lernmodule ein, um die Konzentration zu fördern und den Lernfortschritt kontinuierlich zu überwachen.	Integration von: <input type="checkbox"/> Anfängliche Wissenstest <input type="checkbox"/> Kontinuierlichen Wissensabfragen
		Geben Sie den Lernenden Rückmeldung über ihren Lernfortschritt, um darüber Motivation aufzubauen	<input type="checkbox"/> Einbettung eines Feedbacks in die Quizze
		Prüfen Sie im abschließenden Planspiel, ob die Lernziele der Weiterbildung erreicht wurden und die Teilnehmenden die BIM-Anwendungsfälle gezielt umsetzen können.	<input type="checkbox"/> Auswertung des Planspiels, ob Lernziele erreicht wurden
	Analyse und Dokumentation	Führen Sie regelmäßige Analysen der Lernfortschritte durch und passen Sie die Lerninhalte und -methoden entsprechend an, um eine optimale Lernerfahrung zu gewährleisten.	<input type="checkbox"/> Analyse des Lernfortschritts <input type="checkbox"/> Weiterentwicklung und Anpassung der Lerninhalte und -methoden
		Dokumentieren Sie die Ergebnisse der Evaluation und bereiten Sie diese zur Berichterstattung auf.	<input type="checkbox"/> Dokumentation der Weiterbildungsergebnisse zur Validierung