



**BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL**

**Endbericht zur BBSR-Online Publikation
Entwicklung einer standardisierten Struktur
für BIM-Anwendungsfälle**

Das Forschungsprojekt 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: 10.08.18.7-20.47
Projektlaufzeit: 03.2021 bis 04.2023

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

**Bergische Universität Wuppertal
Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen
Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobili-
enwirtschaft / BIM-Institut**

Autorinnen und Autoren: Prof. Dr.-Ing.-habil. Anica Meins-Becker
Daiki John Feller, M.Sc.
Matthias Kaufhold, M.A. Wirt-Ing.
Agnes Kelm, M.Sc.

Mitwirkung: Lukas Loeb, M.Sc.
Hüseyn Bek, B.Sc.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	4
Abstract	6
Zielsetzung und Projektaufbau	8
Ausgangssituation	8
Zielsetzung	8
Vorgehen	9
Projektrahmendaten	10
Inhaltliche Einordnung zu weiteren Forschungsprojekten	10
BIM-Anwendungsfälle in der DACH-Region	13
Recherche und Analyse von BIM-Anwendungsfällen in der DACH-Region	13
Notwendigkeit einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle	15
Entwicklung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle	17
Entwicklung einer standardisierten inhaltlichen Struktur	17
Zielsetzung	17
Vorgehen	17
Ergebnis	18
Metadaten für die Identifikation von BIM-Anwendungsfällen	27
Zielsetzung	27
Vorgehen	27
Ergebnis	28
Weitere Strukturierungsansätze	35
Bezeichnungssystematik für BIM-Anwendungsfälle	36
Systematik für die Beschreibung des technisch prozessualen Ablaufs (Informationsverarbeitungsschritte)	36
Entwicklung eines Demonstrators	39
Zieldefinition	39
User Stories	39
Entwicklung und Funktionalitäten	39
PostgreSQL	40
Datenbankmodellierung	40
Browseranwendung	42
Ausblick	46
Bereitstellung des Demonstrators	47
Zusammenfassung und Ausblick	48
Mitwirkende	50
Kurzbiographien	51
Literaturverzeichnis	53

Abbildungsverzeichnis	54
Tabellenverzeichnis	55
Abkürzungsverzeichnis	56
Anlagen	57

Kurzfassung

Die Anwendung der Methode BIM in der deutschen Bau- und Immobilienbranche wächst dynamisch. BIM-Anwendungsfälle als zentraler Bestandteil der BIM-Methode rücken damit immer weiter in den Vordergrund. Im Zuge einer durchgeführten Recherche im Jahre 2019 (aktualisiert im Rahmen des Forschungsprojektes, Stand Dezember 2021) konnte jedoch festgestellt werden, dass das Verständnis über BIM-Anwendungsfälle und damit einhergehend über die Beschreibung dieser unterschiedlich ausfällt. Insbesondere bei der Betrachtung der zugrunde gelegten Strukturen der recherchierten BIM-Anwendungsfalld Definitionen wird deutlich, dass infolge unterschiedlicher Beschreibungselemente der Fokus, die Perspektive und die Betrachtungstiefe die relevanten Aspekte von BIM-Anwendungsfällen heterogen priorisiert werden. Die Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen mit gleichem thematischem Fokus bzw. gleicher beschriebener Leistung kann daher zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Im Allgemeinen wird infolge der aktuellen Situation das Verständnis von BIM-Anwendungsfällen und damit die Anwendung der Methode BIM im Projektgeschehen gehemmt.

Als Lösungsansatz mit dem größtmöglichen Hebel für die Schaffung eines einheitlichen Verständnisses von BIM-Anwendungsfällen wurde die Entwicklung einer standardisierten Struktur identifiziert. Für die Durchführung des Forschungsprojektes wurden Forschungsfragen ausgebildet, um die Entwicklungsschritte des Projektes zu definieren. Hierzu zählten u. a.:

- Welche Anforderungen werden durch die unterschiedlichen Stakeholderinnen und Stakeholder an eine standardisierte Struktur gestellt?
- Welche Anforderungen sind durch eine standardisierte Struktur für BIM-Anwendungsfälle zu erfüllen?
- Wie sieht eine praxisnahe und praxistaugliche standardisierte Struktur für BIM-Anwendungsfälle aus?
- Wie kann die Akzeptanz und Anwendung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle erreicht werden?

Als Zielsetzung des gegenständigen Forschungsprojektes wurde dementsprechend die Entwicklung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle verfolgt. Hierfür wurden sowohl quantitative Methoden (bspw. in Form der Erhebung bereits veröffentlichter BIM-Anwendungsfälle in der DACH-Region inkl. Auswertung) als auch qualitative Ansätze (bspw. in Form von Experteninterviews) verwendet. Die Erarbeitung von Lösungsansätzen teilte sich dahingehend auf die Bereitstellung einer inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle sowie die Entwicklung von Metadaten für BIM-Anwendungsfälle, beispielsweise für die anforderungsgerechte Identifikation von BIM-Anwendungsfällen auf Plattformen, auf. Für die Erarbeitung möglichst praxistauglicher Ergebnisse und unter Berücksichtigung möglichst aller Interessen und Anforderungen der Stakeholder*innen wurden die Inhalte im Rahmen des DIN und VDI unter Beteiligung von ca. 30 BIM-Expert*innen gespiegelt und die Weiterentwicklung und Finalisierung über ebendiesen Arbeitskreis durchgeführt. Die Veröffentlichung der inhaltlichen Struktur erfolgte dabei bereits als Expertenempfehlung und Blatt 12.1 der VDI-Richtlinienreihe 2552, eine Veröffentlichung der Metadaten ist im selben Rahmen geplant. Darüber hinaus wurden diverse weitere Standardisierungsansätze durch die Forschenden eingebracht, welche Mehrwerte für Anwendende hervorbringen können; die Initiierung dieser Arbeiten ist im Anschluss an die Finalisierung der Metadaten geplant.

Zusätzlich wurde eine Anwendung entwickelt, welche als Prototyp die Plattform für die Definition und Verwaltung von BIM-Anwendungsfällen ermöglicht. Die hierin erstellten und/oder angepassten BIM-Anwendungsfälle bauen dabei auf der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle auf, welche durch die Anwendung der Metadaten voneinander differenziert werden können. Diese lokale Anwendung erlaubt weiterhin, im Rahmen der Anwendung definierte BIM-Anwendungsfälle zu exportieren und diese

damit Außenstehenden zur Verfügung zu stellen. Die Anwendung wird kostenfrei über Github bereitgestellt.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden damit neben weiterführenden Standardisierungsansätzen die Entwicklung einer einheitlichen inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle sowie die Entwicklung von Metadaten für die fachliche Differenzierung von BIM-Anwendungsfällen in Zusammenarbeit mit der Praxis abgestimmt und umgesetzt. Beide Systematiken stellen konkrete Lösungsansätze und Rahmenbedingungen dar, welche als Leitlinie für die Harmonisierung, Definition und Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen unterstützen und damit indirekt das Verständnis von BIM-Anwendungsfällen formen. Durch das Einbeziehen und die Beteiligung der Breite an Stakeholder*innen konnte relevante Anforderungen einbezogen und abgebildet werden. Der Transfer der Forschungsergebnisse wurde darüber hinaus über unterschiedliche Herangehensweisen umgesetzt: Zum einen wurde ein technischer Demonstrator entwickelt und bereitgestellt, mit dem Anwendende eigene BIM-Anwendungsfälle erstellen oder bestehende BIM-Anwendungsfälle editieren können. Über die Import- und Exportfunktion können diese Inhalte ausgetauscht werden. Anwendende finden hierüber eine einfache und kostenfreie Möglichkeit, sich mit den im Rahmen des Forschungsprojektes erarbeiteten Inhalte auseinander zu setzen und diese anzuwenden. Zum anderen wurden die erarbeiteten Inhalte in diverse Arbeitskreise gegeben, mit denen konkrete BIM-Anwendungsfälle definiert wurden. Infolge des parallellaufendem Testings konnten so Erkenntnisse aus der Anwendung in die Erarbeitung zurückgespielt werden und konkrete Anwendungsbeispiele für die Inhalte erarbeitet werden. Die Implementierung der Inhalte werden weiterhin in die weiteren Forschungsarbeiten und die Lehre zu integrieren.

Die Arbeiten stellen die Entwicklung und Bereitstellung von Lösungsansätzen für die Standardisierung von BIM-Anwendungsfällen und damit einhergehend der Harmonisierung des Verständnisses von BIM-Anwendungsfällen dar. Die Verankerung der bereitgestellten Lösungsansätze sind über die bereits beschriebenen Maßnahmen hinaus weiterzudenken, um eine erfolgreiche Etablierung dieser in der deutschen Bau- und Immobilienwirtschaft zu erwirken. Hierfür ist die Anwendung der Lösungsansätze insbesondere aus der Branche heraus voranzutreiben, insbesondere in Form von Referenz-BIM-Anwendungsfällen, welche als Kommunikationsgrundlage für die Verständigung einer Leistung als Kommunikationsgrundlage genutzt werden kann und als Orientierungshilfe für Branchenteilnehmende mit wenig Ressourcenspielraum dienen. Insgesamt wird die Einigung der Branche auf eine einheitliche Struktur für und damit ein harmonisiertes Verständnis von BIM-Anwendungsfällen durch die Ergebnisse des gegenständigen Forschungsprojektes unterstützt, jedoch nicht alleinstehend gelöst.

Abstract

The application of the BIM method in the German construction and real estate industry is growing dynamically. BIM use cases as a central component of the BIM method are thus coming more and more into focus. However, in the course of a research initiated in 2019 (updated as part of the research project, December 2021), it was found that the understanding of BIM use cases and, consequently, their description varies. In particular, when looking at the underlying structures of the researched BIM use case definitions, it becomes clear that as a result of different description elements, the focus, perspective and depth of description of the relevant aspects of BIM use cases are prioritized heterogeneously. The implementation of BIM use cases with the same thematic focus or the same described service can therefore lead to different results. In general, as a result of the current situation, the understanding of BIM use cases and thus the application of the BIM method in project activities is inhibited.

The development of a standardized structure was identified as the solution approach with the greatest possible leverage for creating a uniform understanding of BIM use cases. Research questions were formed to define the development steps of the project. These included (among others):

- What requirements are of relevance in a standardized structure by the various stakeholders?
- What requirements are to be met by a standardized structure for BIM use cases in general?
- What does a practical and practicable standardized structure for BIM use cases look like?
- How can the acceptance and use of a standardized structure for BIM use cases be achieved?

Accordingly, the objective of the present research project was to develop a standardized structure for BIM use cases. For this purpose, both quantitative methods (e.g., in the form of a survey of already published BIM use cases in the DACH region, including evaluation) and qualitative approaches (e.g., in the form of expert interviews) were used. The development of solutions was divided into the provision of a content structure for BIM use cases and the development of metadata for BIM use cases, e. g. for the identification of BIM use cases on platforms in dependence to requirements. In order to develop results that are as practical as possible and take into account as many interests and requirements of the stakeholders as possible, the contents were mirrored within the framework of DIN and VDI with the participation of approx. 30 BIM experts, and the further development and finalization was executed by this working group. The publication of the content structure has already taken place as an expert recommendation and Sheet 12.1 of the VDI guideline series 2552, and a publication of the metadata is planned within the same framework. Furthermore, various other standardization approaches were introduced by the researchers, which could generate added value for users; the initiation of this work is planned following the finalization of the metadata.

In addition, an application has been developed which, as a prototype, works as a platform for the definition and management of BIM use cases. The BIM use cases created and/or adapted in this application are based on the content structure for BIM use cases, which can be differentiated from one another by applying the metadata. This local application also allows BIM use cases defined within the application to be exported and thus made available to outsiders. The application is provided free of charge via Github.

In addition to further standardization approaches, the development of a uniform content structure for BIM use cases and the development of metadata for the technical differentiation of BIM use cases were coordinated and implemented in cooperation with practitioners as part of the research project. Both systems represent concrete solution approaches and frameworks that support the harmonization, definition and implementation of BIM use cases and thus indirectly shape the understanding of BIM use cases. Through the involvement and participation of a broad range of stakeholders, relevant requirements could be included and mapped. Furthermore, the transfer of the research results was

implemented through different approaches: On the one hand, a technical demonstrator was developed and made available with which users can create their own BIM use cases or edit existing BIM use cases. This content can be exchanged via the import and export function. This provides users with a simple and free-of-charge opportunity to get in contact with the content developed as part of the research project and to apply it. On the other hand, the developed contents were given to various working groups, with which concrete BIM use cases were defined. As a result of parallel testing, findings from the application could be fed back into the development and concrete application examples for the contents could be worked out. The implementation of the contents will be further integrated into further research work and education.

The work represents the development and provision of solution approaches for the standardization of BIM use cases and thus the harmonization of the understanding of BIM use cases. The anchoring of the solution approaches provided must be thought through beyond the measures already described in order to achieve a successful establishment of these in the German construction and real estate industry. For this purpose, the application of the solution approaches is to be promoted in particular from within the industry, especially in the form of reference BIM use cases, which can be used as a communication basis for the understanding of a performance and serve as an orientation aid for industry participants with little scope for resources. Overall, the agreement of the industry on a uniform structure for and thus a harmonized understanding of BIM use cases is supported by the results of the present research project, but not solved on its own.

Zielsetzung und Projektaufbau

Ausgangssituation

Mit fortschreitender Durchdringung der Methode BIM in der deutschen Bau- und Immobilienwirtschaft eröffnet sich die Thematik der BIM-Anwendungsfälle einer immer größer werdenden Anwenderschaft. Ein BIM-Anwendungsfall beschreibt dabei die Durchführung einer spezifischen Leistung unter Anwendung der Methode BIM, welche dem Erreichen bzw. der Unterstützung zur Erreichung eines Ziels dient (vgl. VDI/DIN, 2022). Hierfür werden im Rahmen des BIM-Anwendungsfalls Anforderungen beschrieben, die sich aus der Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls ergeben (ebd.). Im Projektkontext können BIM-Anwendungsfälle entsprechend innerhalb einer Organisation (intern) oder zwischen mehreren beteiligten Organisationen durchgeführt werden. Für Zweites sind BIM-Anwendungsfälle formal im Rahmen der Austauschinformations-Anforderungen (AIA) sowie dem BIM-Abwicklungsplan (BAP) zu konkretisieren.

Auch innerhalb der eigenen Forschungsarbeiten der Forschenden wurde und wird die Prominenz von BIM-Anwendungsfällen immer deutlicher. Für die Definition von BIM-Anwendungsfällen, welche im Rahmen von Forschungsprojekten identifiziert werden konnten, wurden nach einer in der Praxis verwendeten Struktur für die Definition ebendieser BIM-Anwendungsfälle gesucht. Hierfür wurde im Jahr 2019 erstmals eine internationale Recherche über die veröffentlichten BIM-Anwendungsfälle der DACH-Region durchgeführt, um einen Überblick über die aktuelle Handhabung von BIM-Anwendungsfällen, insbesondere deren Struktur, zu erhalten. Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass ein heterogener Umgang, sowohl mit der Struktur von BIM-Anwendungsfällen als auch mit dem allgemeinen Verständnis über BIM-Anwendungsfälle sowie der zu beschreibenden Inhalte den aktuellen Stand der Technik beschreibt. Auch zentralisierte Plattformen, die als Bezugspunkte für die Recherche oder die Bereitstellung von BIM-Anwendungsfällen genutzt werden konnten, fanden zum Zeitpunkt der Recherche wenig Präsenz; vielmehr wurden BIM-Anwendungsfälle direkt von Seiten der herausgebenden Institutionen, vermehrt mit wissenschaftlichem Hintergrund, veröffentlicht und verfügbar gemacht, welche innerhalb einer proprietären Struktur definiert wurden. Die Möglichkeit der Auswahl sowie einer aufwandfreien bzw. mit wenig Aufwand verbundenen Adaption durch externe Anwendende war im Rahmen der Gesamtsituation erschwert. Die festgestellte Heterogenität, insbesondere bezogen auf ein einheitliches Verständnis von BIM-Anwendungsfällen, führt dabei unmittelbar zu einer erschwerten Kommunikation zur Beschreibung von Leistungen und Anforderungen im Kontext der Methode BIM.

Zielsetzung

Ziel des gegenständigen Forschungsprojektes ist die Entwicklung und Bereitstellung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle. Diese Struktur hat sämtliche relevanten Anforderungen und Inhalte eines BIM-Anwendungsfalls zu beinhalten und soll dabei praxistauglich gestaltet sein. Die Struktur soll darüber hinaus als Katalysator für die Förderung eines einheitlichen Verständnisses von und über BIM-Anwendungsfälle dienen. Besonderheiten und Vorgaben, beispielsweise in Bezug auf die Freiheit bei der Art und Weise einer Leistungserbringung von Architekt*innen sowie Ingenieur*innen und bestehender Normen und Richtlinien, sind bei der Entwicklung der Struktur für BIM-Anwendungsfälle zu berücksichtigen.

Für die Gewährleistung der Akzeptanz der zu entwickelnden Struktur soll diese auf bestehenden Strukturvorschlägen aufbauen und so gestaltet werden, dass eine Angleichung und Überführung von BIM-Anwendungsfällen aus sonstigen Strukturen in die zu entwickelnde Struktur möglichst aufwandsarm durchgeführt werden kann. Durch die Spiegelung der entwickelten Struktur in die formelle Standardisierung soll diese einen verbindlicheren Charakter erhalten und so mit Nachdruck der aktuellen Situa-

tion, in Bezug auf die Definition von BIM-Anwendungsfällen Abhilfe verschaffen. Unterstützt wird darüber hinaus die Stärkung von Plattformen, auf welcher Anwendende BIM-Anwendungsfälle erstellen und recherchieren können.

Weiterhin soll die entwickelte, standardisierte Struktur für BIM-Anwendungsfälle in Form eines technischen Demonstrators umgesetzt werden, mit welchem Anwendende eigene BIM-Anwendungsfälle erstellen und verwalten können. Dieser Ansatz erlaubt einen niedrighschwelligen Zugang zu BIM-Anwendungsfällen im Allgemeinen sowie der Definition eigener BIM-Anwendungsfälle. Für Anwendende entsteht so eine neutrale und freie Anwendung, die sämtlichen Institutionen die Chance verschafft, sich kostenfrei auf diesen Standard beziehen zu können; gerade KMU profitieren infolge ihrer (oftmals) beschränkten Ressourcen für solche Thematiken durch die Bereitstellung ebendieses Demonstrators.

Vorgehen

Das gegenständliche Forschungsprojekt setzte sich aus vier Arbeitspaketen zusammen, welche aufeinander aufbauen. Im Rahmen des Arbeitspakets 1 wurde der Status Quo zum aktuellen Aufbau von BIM-Anwendungsfälle ausgewertet (vgl. Kap. BIM-Anwendungsfälle in der DACH-Region, S. 13). Hierfür wurde basierend – auf einer ersten Recherche aus dem Jahr 2019 – eine Aktualisierung der Recherche über die veröffentlichten BIM-Anwendungsfälle innerhalb der DACH-Region durchgeführt und diese mit dem Fokus Inhalt und Struktur analysiert. Hiervon ausgehend wird die Notwendigkeit für die Entwicklung und Bereitstellung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle begründet. Die Arbeitspakete 2 und 3 befassten sich mit der Entwicklung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle auf Grundlage der im Rahmen der Recherche identifizierten Rahmenbedingungen (vgl. Kap. Entwicklung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle, S. 17). Hierbei wurde im Rahmen eines initiierten Arbeitskreises und übergehend in die Erstellung einer Expertenempfehlung in Kooperation zwischen VDI und DIN eine inhaltliche Struktur für die Erstellung von BIM-Anwendungsfällen entwickelt (Building Information Modeling – Anwendungsfälle VDI-DIN-EE 2552 Expertenempfehlung [Blatt 12.1 der VDI-Richtlinienreihe 2552]). Darüber hinaus werden durch die Forschenden Ansätze für die weitere Strukturierung, beispielsweise auf Ebene von Metadaten für BIM-Anwendungsfällen erarbeitet. Das abschließende Arbeitspaket 4 umfasst die Entwicklung eines technischen Demonstrators, in welchem BIM-Anwendungsfälle definiert und verwaltet werden können. Der Demonstrator wurde nach Abschluss der Forschungsarbeiten für die freie Nutzung veröffentlicht, sodass einer breiten Masse von Anwendenden eine möglichst hemmschwellenarme und einfach zu bedienende Möglichkeit für die Erstellung eigener BIM-Anwendungsfälle auf Grundlage der zuvor erarbeiteten Inhalte zugänglich gemacht werden kann (vgl. Kap. Entwicklung eines Demonstrators, S. 39). Nachfolgend werden die Arbeitspakete inklusive zugehöriger Zieldefinitionen und Bewertungskriterien für die Messung des Arbeitsfortschrittes dargestellt.

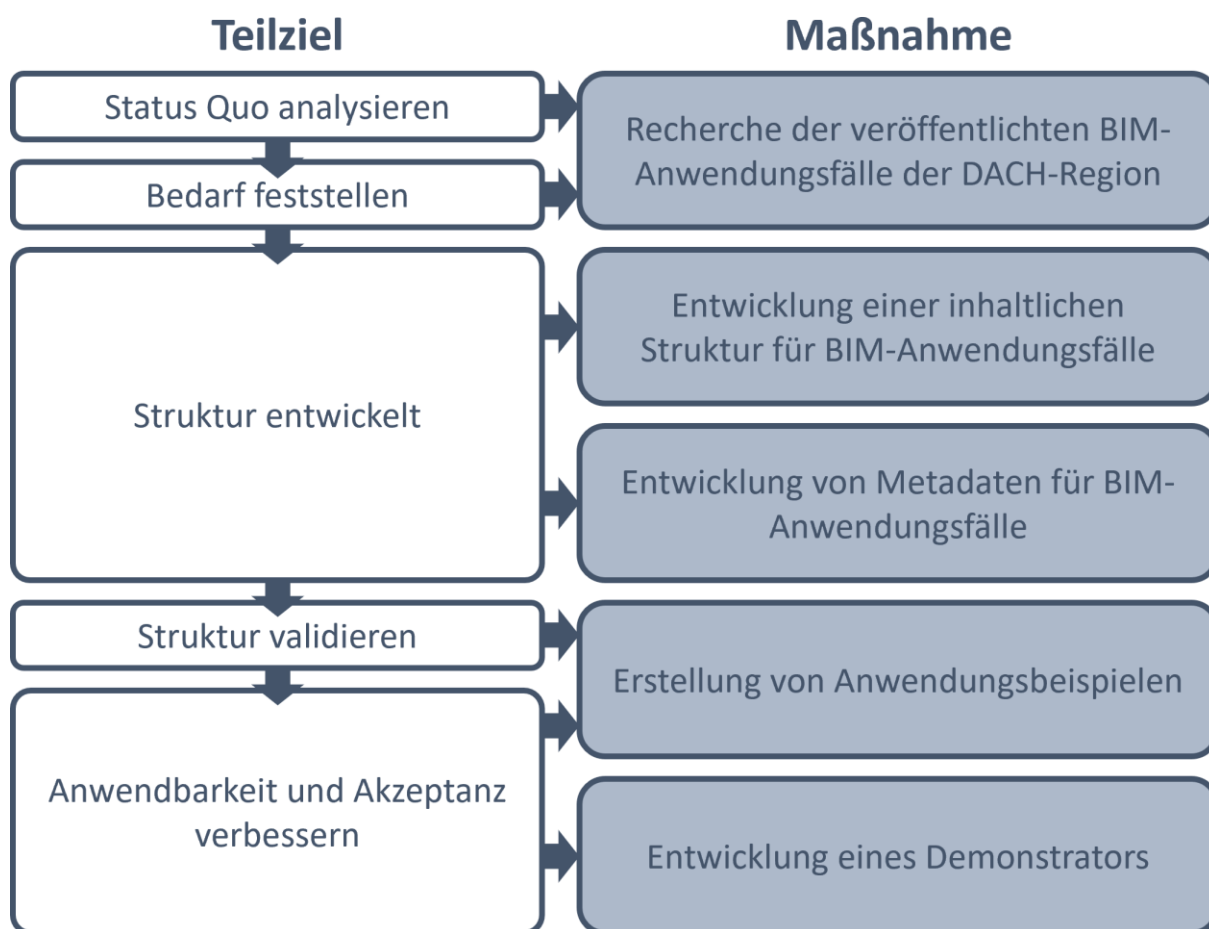


Abbildung 1: Darstellung des Vorgehens entlang Teilziele und gewählter Maßnahmen¹

Projektrahmendaten

Das gegenständliche Forschungsprojekt wird aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) gefördert. Das Fördervolumen beträgt 189.320,- Euro über einen Forschungszeitraum von 26 Monaten (Start: März 2021).

Die Forschungsarbeiten wurden durch das Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienbranche (BIM-Institut) der Bergischen Universität Wuppertal durchgeführt. Die Projektleitung wurde durch Frau Prof. Dr.-Ing.-habil. Anica Meins-Becker wahrgenommen.

Inhaltliche Einordnung zu weiteren Forschungsprojekten

Das Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft/BIM-Institut der Bergischen Universität Wuppertal beschäftigt sich bereits seit vielen Jahren mit der Forschung im Rahmen der Methode BIM bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus mit dem Fokus auf den Hochbau. Infolgedessen wurden und werden seit vielen Jahren verschiedene Forschungsprojekte zu diesem Themenkomplex durchgeführt.

¹ Eigene Darstellung

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).

■ BIM-Effizienz (Kurztitel)

Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau, Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-20.58, Projektlaufzeit: 01/2021 bis 12/2022

Im Rahmen des Forschungsprojektes wird die Entwicklung eines Standardprozessmodells für das BIM-basierte Kostenmanagement, anhand deren ein quantitativer Nachweis der Effizienz- und Effektivitätsvorteile der BIM-Methode für das Kostenmanagement gegenüber konventioneller Projektdurchführung erfolgt und gemessen wird, entwickelt. Entlang diesem Standardprozessmodell werden BIM-Anwendungsfälle (u. a. Kostenermittlung, Kostenberechnung) abgeleitet.

Zusammenhang mit diesem Forschungsprojekt: Die im Rahmen des Forschungsprojektes „BIM-Effizienz“ entwickelten BIM-Anwendungsfälle werden auf Grundlage der im gegenständlichen Forschungsprojekt entwickelten inhaltlichen Struktur sowie der weiteren Inhalte und Ergebnisse erarbeiten.

■ BIM-basiertes Risikomanagement (Kurztitel)

Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau, Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-18.43, Projektlaufzeit: 03/2019 bis 07/2022

Im Rahmen des Forschungsprojektes wird die Verknüpfung von Risikomanagementprozessen mit einer BIM-basierten Planung und Ausführung untersucht. Hierfür werden die Risiken auf Seiten der Bauherinnen und Bauherren sowie der Bauunternehmenden mit dem Ziel, das Risikomanagement als effektives Projektsteuerungsmittel zu stärken und in die BIM-Methode zu integrieren, um die Risiken bei Bauvorhaben zu verringern, betrachtet. Darauf aufbauend wird ein konkreter BIM-Anwendungsfall, über welchen die relevanten Informationsanforderungen zur Risikobewertung gesammelt und strukturiert werden, entwickelt.

Zusammenhang mit diesem Forschungsprojekt: Der im Rahmen des Forschungsprojektes „BIM-basiertes Risikomanagement“ entwickelte BIM-Anwendungsfall wird auf Grundlage der im gegenständlichen Forschungsprojekt entwickelten inhaltlichen Struktur sowie der weiteren Inhalte und Ergebnisse erarbeiten.

■ BIM-Anwendungsfälle für das Bauhandwerk (Kurztitel)

Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau, Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-21.57, Projektlaufzeit: 01/2022 bis 12/2023

Im Rahmen des Forschungsprojektes werden mögliche BIM-Ziele und BIM-Anwendungsfälle im Hinblick auf Mehrwerte für öffentliche Auftraggeberinnen und Auftraggeber sowie das Bauhandwerk identifiziert und priorisiert. Auf dieser Grundlage wird die Entwicklung ausgewählter BIM-Anwendungsfälle mit besonderer Relevanz für die beteiligten Parteien angestoßen, deren Ergebnis (die definierten BIM-Anwen-

dungsfälle) zur Standardisierung gebracht werden sollen. Weiterhin wird die Entwicklung und Bereitstellung von Aus- und Weiterbildungskonzepten für die flächendeckende Qualifikation des Bauhandwerks für die Umsetzung dieser BIM-Anwendungsfälle durchgeführt.

Zusammenhang mit diesem Forschungsprojekt: Die im Rahmen des Forschungsprojektes „BIM-Anwendungsfälle für das Bauhandwerk“ entwickelten BIM-Anwendungsfälle werden auf Grundlage der im gegenständigen Forschungsprojekt entwickelten inhaltlichen Struktur sowie der weiteren Inhalte und Ergebnisse erarbeiten.

Infolge seines Grundlagencharakters werden die Ergebnisse des gegenständigen Forschungsprojektes bei der Antragsstellung und Bearbeitung weiterer, zukünftiger Forschungsvorhaben durch die Forschenden Berücksichtigung finden.

BIM-Anwendungsfälle in der DACH-Region

Das einheitliche Verständnis von BIM-Anwendungsfällen ist kritisch für die erfolgreiche und anforderungsgerechte Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen innerhalb von Projekten. Einfache Suchen zu BIM-Anwendungsfällen lassen hierbei jedoch bereits erkennen, dass ein einheitliches Verständnis von und über BIM-Anwendungsfälle zum aktuellen Zeitpunkt nicht gegeben ist. Ziel der im nachfolgenden Kapitel dargestellten Forschungsarbeiten war es daher, den aktuellen Stand zur Struktur und beschriebenen Inhalten von BIM-Anwendungsfällen – und daraus abgeleitet dem Stand des Verständnisses der Branche – festzustellen. Hierfür würde eine Recherche über veröffentlichte BIM-Anwendungsfälle in den deutschsprachigen Ländern durchgeführt, die Rechercheergebnisse ausgewertet und größtmögliche Hebel zur Vereinheitlichung des Verständnisses identifiziert. Daran anschließend wird die Notwendigkeit für die Entwicklung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle auf Grundlage der Rechercheergebnisse verdeutlicht (vgl. S. 15).

Recherche und Analyse von BIM-Anwendungsfällen in der DACH-Region

Im Kontext der Recherche sind die Begriffe BIM-Anwendungsfall und BIM-Anwendungsfalldefinition voneinander abzugrenzen: Ein BIM-Anwendungsfall stellt die Beschreibung einer Leistung im Kontext der Methode BIM auf allgemeiner Ebene dar (vgl. VDI/DIN, 2022), eine BIM-Anwendungsfalldefinition gibt hingegen die herausgebereigene Interpretation dieses BIM-Anwendungsfalls wieder. Bei der BIM-Anwendungsfalldefinition können Einflüsse und herausgebereigene Spezifikationen, beispielsweise entlang des betrieblichen Kontextes, der Herausgebenden eingehen. BIM-Anwendungsfalldefinitionen, die in Zusammenarbeit einer Arbeitsgruppe das Best Practice der Beteiligten beschreiben, kommen der Idee einer allgemeinen Beschreibung am nächsten.

Die Durchführung der Recherche der veröffentlichten BIM-Anwendungsfälle in der DACH-Region erfolgte auf Grundlage einer erstmals 2019 durchgeführten Recherche mit gleichem Ziel und stellt daher eine Aktualisierung des Rechercheergebnisses dar. Hierbei konnten über 220 individuelle BIM-Anwendungsfalldefinitionen recherchiert werden, welche durch insgesamt 17 Herausgebende veröffentlicht wurden.² Bei den herausgebenden Institutionen handelt es sich um Unternehmen, Verbände, Beratende, wissenschaftliche Einrichtungen und sonstige Institutionen, sodass ein breites Spektrum an Stakeholder*innen und Stakeholdern für die freie Bereitstellung von BIM-Anwendungsfalldefinitionen identifiziert werden konnte. Festgestellt wurde darüber hinaus, dass die Bereitstellung dieser BIM-Anwendungsfalldefinitionen überwiegend über eigene Kanäle wie Homepages umgesetzt wird, eine wachsende Anzahl (im Vergleich zu 2019) über zentralisierte Plattformen wie dem Use Case Management³ des buildingSMART international bereitgestellt werden.⁴ Infolge dieser (noch) dezentralen Bereitstellung von BIM-Anwendungsfalldefinitionen ist der Aufwand für die Recherche geeigneter BIM-Anwendungsfälle durch Anwendende als hoch einzuschätzen.

² Zu beachten ist, dass die „echte“ Anzahl verfügbarer BIM-Anwendungsfälle deutlich höher zu vermuten ist. Infolge der dahinterstehenden Business Cases sind diese nicht für die freie Verfügbarkeit vorgesehen und können daher nicht im Rahmen der Recherche berücksichtigt werden.

³ Das Use Case Management (UCM) dient der Veröffentlichung und Verwaltung der im Rahmen der Arbeitskreise des buildingSMART international sowie zugehöriger nationaler Vertretungen erarbeiteter BIM-Anwendungsfälle. Das UCM ist erreichbar über: <https://ucm.buildingsmart.org/>

⁴ Zum Zeitpunkt der Recherche war das BIM-Portal von BIM Deutschland noch nicht öffentlich zugänglich und konnte daher nicht berücksichtigt werden.

Für die weitere Katalogisierung und Auswertung der Rechercheergebnisse wurden diese inhaltlich gruppiert. Hierbei wurden die zugrundeliegenden Leistungen der BIM-Anwendungsfalld Definitionen genutzt und in fortlaufenden Iterationsschleifen reduziert. Die Erstellung und Bezeichnung der Gruppen erfolgten dabei möglichst nah an den originalen Formulierungen der zusammengeführten BIM-Anwendungsfälle innerhalb einer betrachteten Gruppe, um eine möglichst native Bezeichnungssystematik erhalten zu können. Infolge des herausgeberübergreifenden heterogenen Verständnisses von BIM-Anwendungsfällen wurde eine Mehrfachzuordnung von BIM-Anwendungsfalld Definitionen zu den Gruppen zugelassen. Im Ergebnis konnten folgende 16 Gruppen gebildet werden (alphabetische Reihenfolge):

- Anreicherung eines Bauwerksinformationsmodells
- As built-Erfassung (Geometrie)
- Datenableitung aus dem Modell
- Erstellung von 2D-Plänen
- Georeferenzierung des Liegenschaftsmodells
- Ist-Daten-Erfassung
- Kalkulation
- Kollaboration
- Kommunikation
- Liegenschaftserfassung
- Liegenschaftsmodellierung
- Monitoring
- Regelprüfung
- Simulation
- Terminplanung
- Visualisierung

Ein weiteres Zusammenführen einzelner Gruppen ist über den aktuellen Stand hinaus denkbar.

Zu erkennen ist, dass die Gruppen – bei der großen Anzahl recherchierter BIM-Anwendungsfalld Definitionen – eine überschaubare Anzahl an Leistungen adressieren. Auch bezeichnen die inhaltlichen Gruppen im Wesentlichen Prozesse bzw. Teilprozesse, welche im Kontext einer übergeordneten Leistung durchgeführt werden: So kann der Prozess der Regelprüfung alleinstehend durchgeführt werden, liefert jedoch im eigentlichen Sinne nur ein Ergebnis, welches als Input für einen Folgeprozess kontextualisiert werden muss. Der bloße Prozess der Regelprüfung beschreibt dabei einen technischen Vorgang, in welchen Eingangsparameter eingehen. Dieser Kontext beschreibt die zu erbringende Leistung (zum Beispiel die Qualitätsprüfung eines Bauwerksdatenmodells), wodurch der Teilprozess (Regelprüfung) (mit-)durchgeführt wird. Diese Einordnung lässt sich für sämtliche gebildeten Gruppen anwenden. Hieraus lässt sich eine wiederkehrende Systematik von (technischen) Prozessen für die Informationsverarbeitung in BIM-Anwendungsfällen beobachten. Diese Informationsverarbeitungsschritte werden im weiteren Verlauf des Forschungsberichtes als Ausblick für die weitere Standardisierung und Strukturierung von BIM-Anwendungsfällen dargestellt (siehe Kap. Systematik für die Beschreibung des technisch prozessualen Ablaufs (Informationsverarbeitungsschritte), S. 36).

Die Gegenüberstellung der Beschreibungen von BIM-Anwendungsfalld Definitionen innerhalb der Gruppen ließ spezifische Unterschiede zwischen diesen definierten Ausprägungen deutlich werden. Diese spezifischen Unterschiede umfassten dabei insbesondere:

-
- Perspektive und Betrachtungsweise: Einige BIM-Anwendungsfalld Definitionen wurden unter Berücksichtigung mehrerer Beteiligter bei der Leistungserbringung beschrieben, wohingegen andere Definitionen nur eine ausführende Rolle betrachten, ohne Interaktionen mit anderen Beteiligten zu berücksichtigen. Hieraus lässt sich ableiten, dass der Umfang an Prozessen, den ein BIM-Anwendungsfall betrachtet, unterschiedlich ausgelegt wird.
 - Fokus und Detaillierung: Einige BIM-Anwendungsfalld Definitionen beschreiben im Kern die Anwendung einer Technologie (Hardware), andere beschreiben (zum Teil sehr detailliert) das fachliche Vorgehen (Zielszenario), um eine Leistung zu erbringen. Weitere beschreiben den Mehrwert, welcher sich ergibt, ohne fachliche Inhalte zu beschreiben. Hieraus lässt sich ableiten, dass der Inhalt, den ein BIM-Anwendungsfall beschreibt, unterschiedlich interpretiert wird.

Diese Heterogenität deutet darauf hin, dass ein grundsätzliches, einheitliches Verständnis über die Inhalte eines BIM-Anwendungsfalls von Seiten der herausgebenden Institutionen fehlt bzw. die wesentlichen Merkmale unterschiedlich interpretiert werden.

Das Ergebnis der Recherche kann über die Homepage der Forschenden frei abgerufen werden.⁵

Notwendigkeit einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle

Bezogen auf die angewandten Strukturen, auf deren Grundlage die recherchierten BIM-Anwendungsfalld Definitionen erstellt wurden, konnte im Rahmen der Auswertung beobachtet werden, dass auf eine Summe unterschiedlicher Strukturdefinitionen zurückgegriffen wurde. Hierbei konnten Gemeinsamkeiten wie auch Differenzen in Bezug auf die zu beschreibenden inhaltlichen Elemente festgestellt werden. Zu den Gemeinsamkeiten der beschriebenen inhaltlichen Elemente zählen unter anderem die Bezeichnung, eine Beschreibung des BIM-Anwendungsfalls sowie eine Beschreibung der Zieldefinition bzw. des Mehrwertes, welcher mit Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls erreicht wird. In Bezug auf die Differenzen wurden inhaltliche Elemente wie das Referenzieren von Pilotprojekten als Praxisbeispiele zum BIM-Anwendungsfall, die Prozessbeschreibung des BIM-Anwendungsfalls oder Kriterien für die Qualitätsprüfung vereinzelt aufgegriffen. Die Anwendung unterschiedlicher Strukturvorschläge beeinflusst daher maßgeblich, welcher Fokus mit der Beschreibung eines BIM-Anwendungsfalls einhergeht und forciert damit indirekt ein heterogenes Verständnis, was unter einem BIM-Anwendungsfall zu verstehen ist.

Für die erfolgreiche Etablierung eines harmonisierten Verständnisses von BIM-Anwendungsfällen ist daher die Entwicklung, Bereitstellung und Kommunikation einer einheitlichen, standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle die Grundlage. Auf Grundlage einer solchen Struktur definierte BIM-Anwendungsfälle gewährleisten den einheitlichen Detaillierungs- und Informationsgrad eines BIM-Anwendungsfalls, welcher für die erfolgreiche Kommunikation, Anwendung und Umsetzung essenziell ist. Dieses einheitliche Verständnis könnte alternativ auch rein über Literatur und Definitionen erreicht werden, in Bezug auf die Praxistauglichkeit und -akzeptanz erscheint die Entwicklung einer zuvor skizzierten Struktur inklusive der Bereitstellung einer Vielzahl von Referenz-BIM-Anwendungsfällen zielführender. Diese Referenz-BIM-Anwendungsfälle dienen dahingehend sowohl als Anwendungsbeispiel für die Struktur sowie als inhaltliche Vorlage für die konkrete Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls. Anwendende können die bereitgestellte, standardisierte Struktur weiterhin um individuelle Beschreibungselemente ergänzen, die im betrieblichen Kontext Mehrwerte stiften. Die Impulsgebung für die Erweiterung der Struktur kann beispielsweise auf Grundlage von Erfahrungswerten aus der Umsetzung erfolgen.

⁵ Das aktualisierte Rechercheergebnis über veröffentlichte BIM-Anwendungsfälle in der DACH-Region (Stand Dezember 2021) kann über <https://biminstitut.uni-wuppertal.de/de/forschung/download-bereich/bim-anwendungsfall.html> frei abgerufen werden.

Diesem Leitgedanken entsprechend sollte die zu entwickelnde inhaltliche Struktur diejenigen Beschreibungselemente aufgreifen, die einen BIM-Anwendungsfall auskömmlich beschreiben. Ziel dieser standardisierten Struktur muss es sein, ein vollständiges Bild über einen BIM-Anwendungsfall wiederzugeben, ohne Anwendenden redundante oder nicht relevante Informationen bereitzustellen. Hierfür sind sowohl bestehende Strukturen zu berücksichtigen als auch sämtliche Stakeholder*innen von BIM-Projekten einzubeziehen, um eine inhaltlich umfassende und praxistaugliche Struktur erstellen zu können. Diese Struktur sollte weiterhin angleichbar an bestehende Strukturen sein, um eine Akzeptanz und Übertragbarkeit bzw. Adaptierbarkeit gewährleisten zu können.

Losgelöst von der rein inhaltlichen Betrachtung von BIM-Anwendungsfällen sind darüber hinaus noch übergreifende Standardisierungs- und Strukturierungsmaßnahmen anzustoßen. Mit dem Fokus auf wachsende BIM-Anwendungsfall-Portfolios sind hier u. a. Lösungsansätze bereitzustellen, um BIM-Anwendungsfälle gezielt und anforderungsgerecht für einen spezifischen Bedarf einfach und schnell identifizieren zu können.

Entwicklung einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden unterschiedliche Ansätze zur Strukturierung von BIM-Anwendungsfällen durch eine standardisierte Struktur entwickelt. Infolge der Komplexität von BIM-Anwendungsfällen, insbesondere derer Anforderungen durch zahlreiche Stakeholder*innen, wurde das Vorgehen zur Entwicklung dieser Struktur so gewählt, dass zunächst durch Standardisierung der inhaltlichen Ebene von BIM-Anwendungsfällen (inhaltliche Struktur, vgl. S. 17) die Homogenisierung des Informationsgehaltes und der Informationstiefe von BIM-Anwendungsfällen adressiert wurde. Daran anschließend wurde die Strukturierung von BIM-Anwendungsfällen zu- und miteinander (Metadaten für BIM-Anwendungsfälle, vgl. S. 27) priorisiert, um Anwendenden bei einer dynamisch wachsenden Anzahl von BIM-Anwendungsfällen eine Systematik anbieten zu können, für einen definierten Bedarf geeignete BIM-Anwendungsfälle identifizieren und filtern zu können. Abschließend wurden zwei weitere Ansätze zur Strukturierung des Prozesses bzw. der Teilprozesse eines BIM-Anwendungsfalls (Informationsverarbeitungsschritte, vgl. S. 36) sowie der allgemeinen Benennung von BIM-Anwendungsfällen (Bezeichnungssystematik, vgl. S. 36) betrachtet. Infolge der Priorisierung der erstgenannten Ansätze und des damit einhergehenden hohen Abstimmungsbedarf durch den normativen Standardisierungsprozess konnten letztere im Rahmen des Forschungsprozesses nicht in gleichem Maße adressiert werden. Diese werden daher nachfolgend mitsamt den erwarteten Mehrwerten beschrieben und als weiterer Forschungsbedarf porträtiert.

Entwicklung einer standardisierten inhaltlichen Struktur

Ausgehend von der variablen Herangehensweise für die inhaltliche Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen wurde der größte Mehrwert für die Standardisierung von BIM-Anwendungsfällen auf individueller Ebene der BIM-Anwendungsfälle festgestellt. Durch die Harmonisierung der inhaltlichen Struktur durch Bereitstellung einer abgestimmten inhaltlichen Struktur würden die Homogenisierung der Betrachtungs- und Detaillierungstiefe von BIM-Anwendungsfällen ermöglicht. Um hierzu keine Insellösung zu entwickeln war dahingehend das Einbeziehen unterschiedlicher Stakeholder*innen sowie Herausgebender von Struktur für BIM-Anwendungsfälle maßgebend. Nachfolgend wird auf das definierte Ziel, auf das Vorgehen zur Erreichung des Ziels sowie auf die Darstellung des Ergebnisses eingegangen. Infolge des Aufbaus der erarbeiteten Struktur in mehrere Teile werden die Möglichkeiten zur Definition und Verwendung der einzelnen Teile eines BIM-Anwendungsfalls eingeordnet.

Zielsetzung

Entwicklung einer standardisierten inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle, auf deren Grundlage ein anwenderübergreifend homogenes Verständnis über die Inhalte eines BIM-Anwendungsfalls gewährleistet werden kann.

Vorgehen

Aufbauend auf den Ergebnissen der Recherche der veröffentlichten BIM-Anwendungsfälle in der DACH-Region wurde ein Arbeitskreis mit Partnern aus dem Netzwerk der Forschenden initiiert. Ziel des Arbeitskreises war die Harmonisierung einer inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle. Für die Erarbeitung dieser Struktur wurden daher gezielt Partner angesprochen, die neben einer fundierten Expertise in Bezug auf BIM-Anwendungsfälle nach Möglichkeit eine eigene Struktur für BIM-Anwendungsfälle entwickelt haben und diese aktiv anwenden. Weiterhin wurde bei der Besetzung des Arbeitskreises Wert auf eine repräsentierende Besetzung für sämtliche Stakeholder*innen der Bau- und Immobilienindustrie gelegt. Zusätzlich konnte mit BIM Deutschland ein Partner gewonnen werden, welcher von Bundesebene

mit der Entwicklung und Implementierung der BIM-Methode in der Deutschen Bau- und Immobilienindustrie betraut wurde.

Mit diesem Konsortium startend wurden die individuellen Strukturvorschläge für BIM-Anwendungsfälle analysiert und diskutiert. Infolge eines Vergleiches wurden Schnittmengen und Differenzen derjenigen Elemente eines BIM-Anwendungsfalls zwischen den Strukturvorschlägen identifiziert, welche im Rahmen einer inhaltlichen Struktur zu beschreiben sind. Weiterhin wurde der Bedarf der einzelnen Stakeholder*innen an eine inhaltliche Struktur für die Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen mit dem Ziel der Umsetzung der BIM-Anwendungsfälle analysiert. Aufbauend auf diesem Vorgehen wurde iterativ eine inhaltliche Struktur abgestimmt, die die beschriebene Zielsetzung und identifizierten Anforderungen bedient.

Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten wurden fortlaufend weitere Partner für die Impulsgebung und gesamtheitlichen Betrachtung der inhaltlichen Struktur einbezogen. Für die Verbesserung der Koordination der Teilnehmenden sowie der Steigerung der Tragweite der entwickelten Struktur wurde diese in Kooperation mit DIN und VDI in den formellen Normierungsprozess gespiegelt.⁶ Hierbei wurde ein offener Arbeitskreis gegründet, in denen über 30 individuelle Expert*innen an der Weiterentwicklung und Abstimmung mitgewirkt haben. Die inhaltliche Struktur wurde als VDI/DIN-EE 2552 Expertenempfehlung (im Rahmen der VDI-Richtlinienreihe 2552 Blatt 12.1) im Oktober 2022 veröffentlicht; herausgegeben wird die Expertenempfehlung durch den Beuth Verlag.

Ergebnis

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden verschiedene Teilbereiche identifiziert, welche im Kontext einer Struktur für die Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen aufzugreifen sind. Diese umfassten u. a.:

- Zweck und Umfang
- Ziele und Mehrwert
- Beteiligte des BIM-Anwendungsfalls
- Prozess des BIM-Anwendungsfalls
- Informationsanforderungen

Die beschriebenen Teilbereiche stellen dabei grundlegende Informationsanforderungen für die Identifikation bzw. Bewertung eines BIM-Anwendungsfalls für einen betrachteten Bedarf dar sowie relevante Informationen für die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls. Diese Teilbereiche wurden im Rahmen der Entwicklung der inhaltlichen Struktur eingebracht, ausdetailliert und strukturiert, sodass diese in der finalen inhaltlichen Struktur berücksichtigt werden konnten. Die im Rahmen der Expertenempfehlung veröffentlichte inhaltliche Struktur für BIM-Anwendungsfälle teilt sich in drei Teile auf:

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

Entsprechend der Bezeichnung der Teile adressieren diese unterschiedliche Informationslevel eines BIM-Anwendungsfalls. Nachfolgend werden die unterschiedlichen Teile einzeln vorgestellt und beschrieben. Im Rahmen der Anlage 1 findet sich darüber hinaus eine Anleitung zur Anwendung der inhaltlichen

⁶ Die gemeinsame Ausarbeitung einer Richtlinie durch DIN und VDI hatte es zuvor nicht gegeben.

Struktur sowie konkrete BIM-Anwendungsfälle, die auf Grundlage der inhaltlichen Struktur beschrieben wurden.⁷

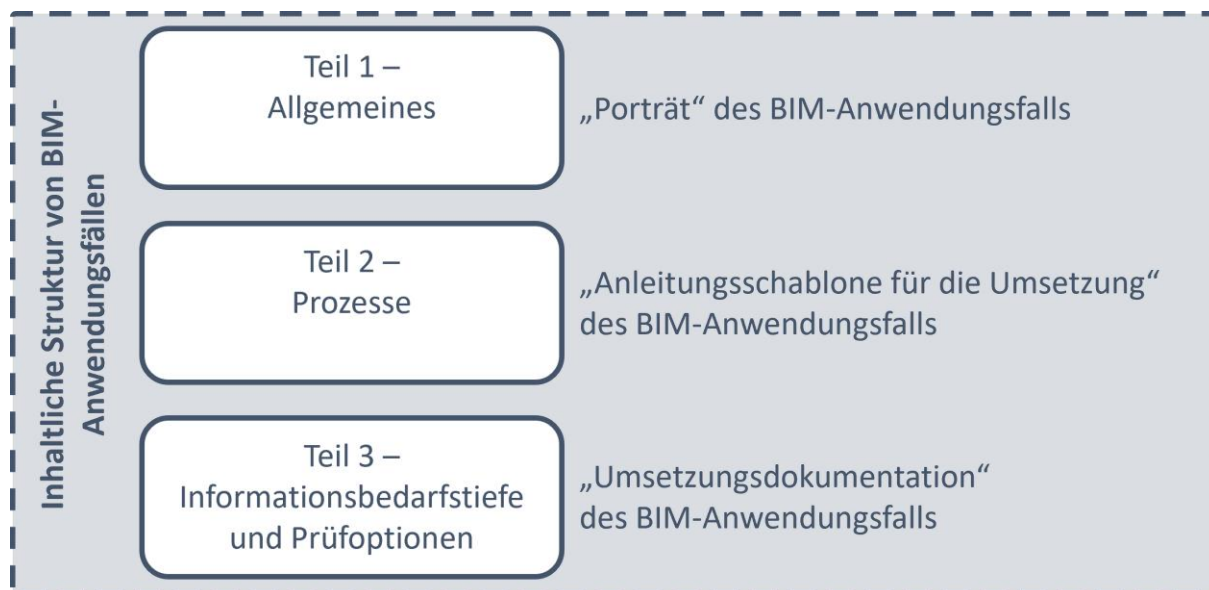


Abbildung 2: Aufbau der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle⁸

Teil 1 – Allgemeines

Teil 1 – Allgemeines der inhaltlichen Struktur dient der fachlichen Einordnung des BIM-Anwendungsfalls. Hierin enthalten sind diejenigen Informationen, welche Anwendenden einen grundsätzlichen Überblick über Ziel und Umfang des beschriebenen BIM-Anwendungsfalls bereitstellen. Der Teil 1 – Allgemeines kann daher als Portrait des beschriebenen BIM-Anwendungsfalls betrachtet werden.

Teil 1 – Allgemeines beinhaltet die nachfolgenden Beschreibungselemente:

- Bezeichnung
- Beschreibung
- Lieferleistung
- Inputs
- (Lebenszyklus-)Phase
- BIM-Ziele
- Abgrenzung (optional)
- Voraussetzung/Rahmenbedingungen bezogen auf die BIM-Methode (optional)

Die **Bezeichnung** gibt den Namen des BIM-Anwendungsfalls wieder. Die Bezeichnung kann dabei frei gewählt sein oder einer festen Bezeichnungssystematik folgen. Sie stellt in der Regel den ersten Berührungspunkt Anwendender mit einem BIM-Anwendungsfall dar, sodass über die Bezeichnung eines BIM-

⁷ Die BIM-Anwendungsfälle wurden inhaltlich in Zusammenarbeit mit der Fachgruppe 1 Bauausführung des buildingSMART Germany ausgearbeitet. Eine Bereitstellung und Aktualisierung dieser erfolgt weiterhin über das Use Case Management des buildingSMART international.

⁸ Eigene Darstellung

Anwendungsfalls bereits der erste Informationstransfer stattfindet. Auf Grundlage der Bezeichnung kann bereits eine erste Aussage über die Eignung des zugrunde liegenden BIM-Anwendungsfalls für einen bestimmten Bedarf getroffen werden, sodass der Bezeichnung des BIM-Anwendungsfalls besondere Aufmerksamkeit zukommt. Ein aktuell noch heterogenes Vorgehen bei der Benennung von BIM-Anwendungsfällen – wie unter anderem im Rahmen der Recherche beobachtbar gewesen – hemmt infolge uneinheitlicher Informationstiefe eine solche Beurteilbarkeit.

Die **Beschreibung** gibt eine textuelle Erläuterung des BIM-Anwendungsfalls wieder. Hierin wird das fachliche Vorgehen, welches im Rahmen der Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls durchgeführt wird, definiert. Durch die Beschreibung erhalten Anwendende ein allgemeines Verständnis, was der beschriebene BIM-Anwendungsfall beinhaltet.

Die **Lieferleistung** gibt an, welches Endergebnis durch die Durchführung des BIM-Anwendungsfalls geleistet bzw. bereitgestellt wird. Über die Lieferleistung erhalten Anwendende die notwendige Information, welcher Output aus dem BIM-Anwendungsfall generiert wird und werden somit bei der Beurteilung unterstützt, ob sich ein BIM-Anwendungsfall für die Befriedigung eines individuellen Bedarfs eignet.

Die **Inputs** geben die für die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls notwendigen Eingangsdaten wieder. Über die Inputs erhalten Anwendende Aufschluss darüber, welche Daten, Dokumente etc. für die Umsetzung des beschriebenen BIM-Anwendungsfalls eingebracht und damit gegebenenfalls vorbereitend erstellt werden müssen. Dies kann beispielsweise die Durchführung eines weiteren BIM-Anwendungsfalls bedeuten, aus dem ein generierter Output als Input für den betrachteten BIM-Anwendungsfall dient. Die Beschreibungselemente Inputs und Abgrenzung eines BIM-Anwendungsfalls korrespondieren.

Die **(Lebenszyklus-)Phase** eines BIM-Anwendungsfalls gibt den zeitlichen Bezug eines BIM-Anwendungsfalls im Lebenszyklus einer Immobilie an. Über die (Lebenszyklus-)Phase können Anwendende beurteilen, ob ein BIM-Anwendungsfall grundsätzlich für das eigene individuelle Bedarfsprofil heranzuziehen ist. Die Zuordnung eines BIM-Anwendungsfalls zu mehreren Lebenszyklusphasen ist dabei grundsätzlich zulässig; Anwendende sollten bei der Beurteilung dieser Information differenziert vorgehen, da die zeitpunktbezogene Zuordnung eines BIM-Anwendungsfalls in Abhängigkeit von der Perspektive und Rolle der Verfassenden geschieht (beispielsweise der Terminplanung der Bauausführung, Terminplanung für Instandsetzungsmaßnahmen, Terminplanung [allgemein]) und somit gegebenenfalls unvollständig sein kann.

Die **BIM-Ziele** geben diejenigen Ziele des BIM-Anwendungsfalls an, die durch die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls erreicht (bzw. deren Erreichung unterstützt) werden soll. Hierbei kann ein BIM-Anwendungsfall einem oder mehreren BIM-Zielen zugeordnet werden. Über die Angabe der BIM-Ziele eines BIM-Anwendungsfalls erhalten Anwendende die Möglichkeit, über eigene verfolgte Projektziele BIM-Anwendungsfälle zu identifizieren, die hierzu zweckdienlich sind.

Die **Abgrenzung** gibt die inhaltliche Differenzierung des BIM-Anwendungsfalls zu weiteren BIM-Anwendungsfällen bzw. sonstigen Thematiken an, welche nicht im Rahmen des zugrundeliegenden BIM-Anwendungsfalls geleistet werden. Hierin sind diejenigen Inhalte aufzuführen, welche gegebenenfalls im Zusammenhang stehen, nicht aber den Kern der zu erbringenden Leistung darstellen. Beispiele hierfür sind optionale oder weiterführende Leistungen wie die Visualisierung eines modellreferenzierten Terminplans im Sinne einer Bauablaufs simulation im Kontext des BIM-Anwendungsfalls „Terminplanung erstellen“ oder die Erstellung eines Leistungsverzeichnisses für die „Durchführung der modellbasierten Angebotskalkulation“. Die Beschreibungselemente Abgrenzung und Inputs eines BIM-Anwendungsfalls korrespondieren.

Die **Voraussetzungen/Rahmenbedingungen** geben Bedingungen an, welche für die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls erforderlich sind bzw. erfüllt sein müssen. Hierüber erhalten Anwendende weitere

Informationen, welche für die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls abseits der inhaltlichen Ebene notwendig sind. Hierunter fallen beispielsweise die Angabe von Datenspezifikationen wie Dateiformate, die für die Übergabe von Dateien einzuhalten sind.

Teil 2 – Prozesse

Teil 2 – Prozesse der inhaltlichen Struktur dient der Beschreibung des prozessualen Ablaufs bei Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls. Anwendende erhalten hierüber eine detailliertere Beschreibung des fachlichen Vorgehens und der Interaktionen und Transaktionen zwischen Beteiligten des BIM-Anwendungsfalls. Der Teil 2 – Prozesse kann daher als Anleitungsschablone für die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls betrachtet werden.⁹

Teil 2 – Prozesse beinhaltet die nachfolgenden Beschreibungselemente:

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

Das **Prozessdiagramm** dient als visuelle Beschreibung des im BIM-Anwendungsfall durchzuführenden Prozesses inklusive der Teilprozesse, welcher sich am Informationsfluss orientiert. Über das Prozessdiagramm erhalten Anwendende eine Übersicht über die für die Teilprozesse des BIM-Anwendungsfalls verantwortlichen Rollen sowie deren Interaktionen und Transaktionen untereinander. Die Prozessmodellierung nach der Business Process Model and Notation 2.0 (BPMN2.0) wird empfohlen (vgl. Object Management Group, o. J.).

⁹ In Abhängigkeit des Verhältnisses zwischen Verfassenden und Anwendenden können BIM-Anwendungsfälle als tatsächliche Anleitungen (beispielsweise innerbetrieblich als Dokumentation der eigenen Abläufe bei Zugehörigkeit der Verfassenden und Anwendenden zu einer gleichen Organisation) oder im Sinne einer Schablone (beispielsweise als grundsätzliche Beschreibung des Querschnitts des Best Practice verschiedener Beteiligter unter Berücksichtigung der Produktneutralität auf Verbandsebene) verfasst werden.

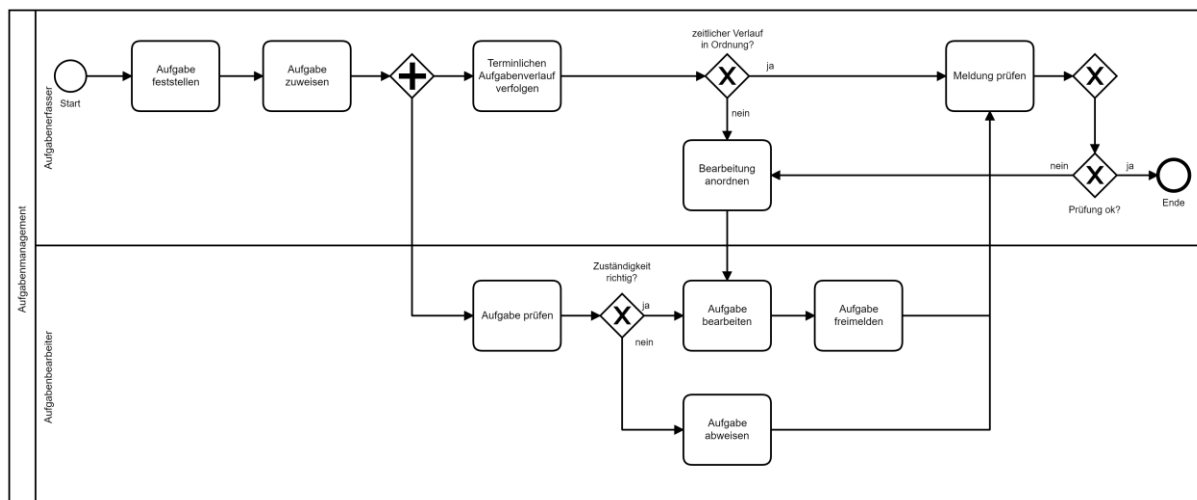


Abbildung 3: Beispiel Prozessdiagramm (BIM-Anwendungsfall „Durchführung eines modellbasierten Aufgabenmanagements aus Sicht von bauausführenden Unternehmen“)¹⁰

Die **Tabellarische Prozessübersicht** schlüsselt die im Rahmen des BIM-Anwendungsfalls durchzuführenden Teilprozesse entlang der jeweilig verantwortlichen Rolle im BIM-Anwendungsfall auf. Über die Tabellarische Prozessübersicht erhalten Anwendende einen komprimierten Überblick über die jeweiligen Aufgabenpakete, welche beispielsweise als Kommunikationsgrundlage genutzt werden können. Die tabellarische Prozessübersicht verfügt über folgende zwei Attribute, entlang derer die Prozessinformationen aufgeschlüsselt werden: Die Prozessdurchführungsverantwortlichkeit und die Prozessbezeichnung.

Der **Interaktionsplan** gem. DIN EN ISO 29481 dient als visuelle Beschreibung der Interaktionen zwischen beteiligten Rollen. Hierüber definieren Anwendende, welche Schnittstellen zwischen den beteiligten Rollen des BIM-Anwendungsfalls stattfinden. Der Interaktionsplan entfällt, sofern der BIM-Anwendungsfall nur eine beteiligte Verantwortlichkeit beinhaltet.

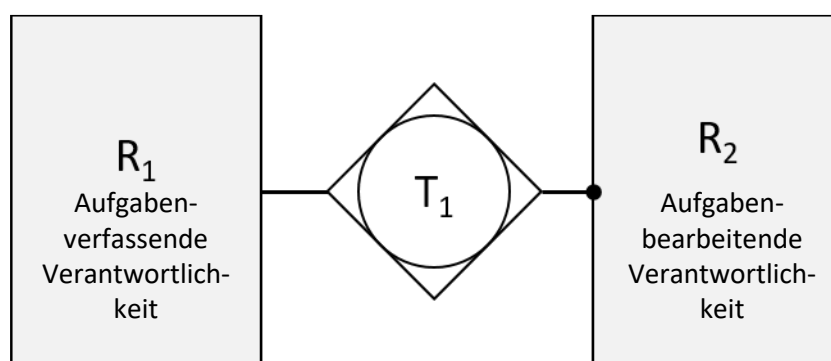


Abbildung 4: Beispiel Interaktionsplan (BIM-Anwendungsfall "Durchführung eines modellbasierten Aufgabenmanagements aus Sicht von bauausführenden Unternehmen")¹¹

Das **Transaktionsdiagramm** gem. DIN EN ISO 29481 dient als visuelle Beschreibung und Spezifikation der im Rahmen des Interaktionsplans dargestellten Interaktionen. Hierin werden die Austauschereignisse

¹⁰ Eigene Darstellung

¹¹ Eigene Darstellung

(Messages), beispielsweise die Anforderungsstellung (Beauftragung zur Erstellung eines Modells entlang definierter Anforderungen) durch die Bestellenden und die Anforderungsbeantwortung (Lieferung eines anforderungsgerechten Modells) durch die Bereitstellenden, dargestellt und mit einer Bezeichnung benannt. Über das Transaktionsdiagramm erhalten Anwender eine interaktionsbezogene Detaillierung, welche Austausche (insbesondere Data Drops) zwischen zwei beteiligten Rollen innerhalb des BIM-Anwendungsfalls stattfinden. Das Transaktionsdiagramm entfällt, sofern kein Interaktionsplan für den BIM-Anwendungsfall notwendig ist.

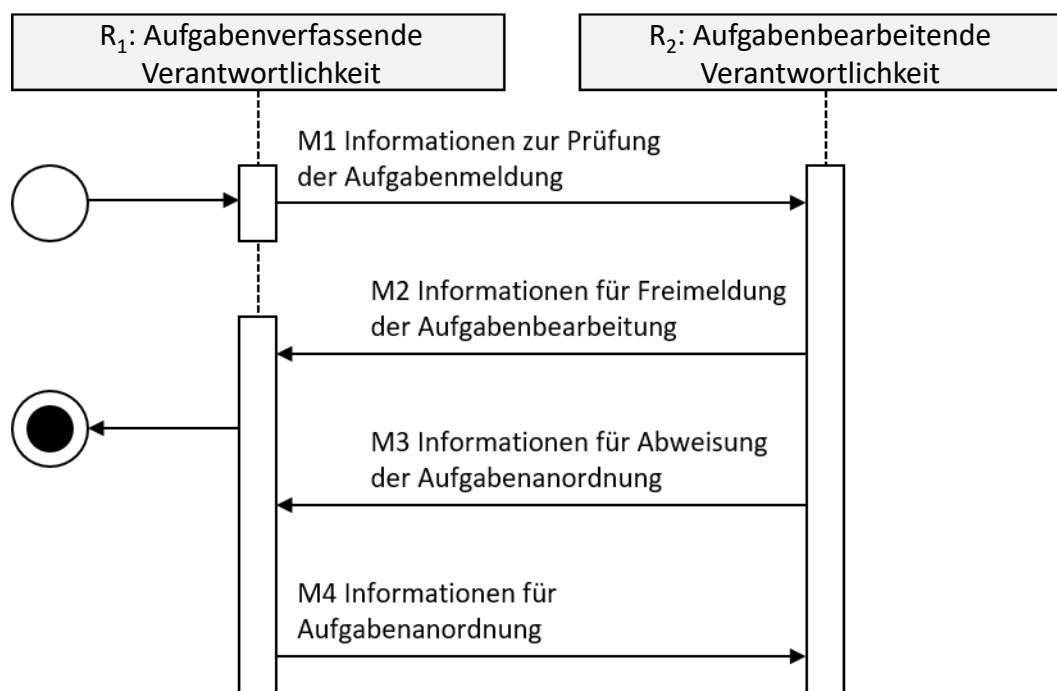


Abbildung 5: Beispiel Transaktionsdiagramm (BIM-Anwendungsfall "Durchführung eines modellbasierten Aufgabenmanagements aus Sicht von bauausführenden Unternehmen")¹²

Die **Prozessdetaillierung** dient als Spezifikation eines jeden durchzuführenden Teilprozesses des BIM-Anwendungsfalls. Über die Prozessdetaillierung erhalten Anwender eine Möglichkeit, durchzuführende Teilprozesse sowie den Gesamtprozess des BIM-Anwendungsfalls tiefergehend nachvollziehen zu können sowie eine Unterstützung beim Abgleich und/oder Mapping dieser zu unternehmenseigenen Prozessen (beispielsweise im Falle eines extern definierten BIM-Anwendungsfalls). Die Teilprozesse werden entlang folgender Attribute detailliert:

- Prozessdurchführungsverantwortlichkeit
- Prozessinput
- Mitgeltende Dokumente/Datenaustauschformate
- Informationsverarbeitungsschritte
- Output

Die Prozessdurchführungsverantwortlichkeit bezeichnet diejenige Verantwortlichkeit in einem BIM-Anwendungsfall, welche für die Durchführung des spezifischen Teilprozesses verantwortlich ist. In

¹² Eigene Darstellung

Abhängigkeit der Darstellung im Prozessdiagramm kann sich diese als Organisation (beispielsweise als Bestellende) oder als Teil einer Organisation (beispielsweise Abteilung A) äußern.

Der Prozessinput bezeichnet diejenigen Eingangsdaten für den Teilprozess, welche für die Durchführung des spezifischen Teilprozesses benötigt werden. Die Prozessinputs im Rahmen der Prozessdetaillierung können dabei die in Teil 1 – Allgemeines aufgelisteten Inputs aufgreifen (in Teilen oder gesamtheitlich je aufgelistetem Inputobjekt) oder im Rahmen des BIM-Anwendungsfalls generierte Datensätze darstellen. Die Prozessinputs können weiter spezifiziert (beispielsweise durch Angabe von Dateiformaten) werden.

Die Mitgeltenden Dokumente/Datenaustauschformate bezeichnen diejenigen Rahmenbedingungen und -dokumente, welche für die Durchführung des spezifischen Teilprozesses zu berücksichtigen sind. Hierunter fallen beispielsweise Richtlinien im Kontext einer geometrischen Bestandsaufnahme, die zulässige Toleranzen für Abweichungen (Verschiebungen) zwischen geplantem und gebauten Zustand beschreiben. Weiterhin können hier vereinbarte Dokumente aufgenommen werden, welche solche Rahmenbedingungen projektspezifisch spezifizieren.

Die Informationsverarbeitungsschritte gliedern die technische Informationsverarbeitung des spezifizierten Teilprozesses in Einzelabschnitte auf. Hierbei wird das Durchlaufen und (Weiter-)Verarbeiten von Informationen detailliert aufgegriffen, um ein besseres Verständnis, eine bessere Nachvollziehbarkeit und eine bessere Umsetzbarkeit des Prozesses zu gewährleisten. Für die Beschreibung der Informationsverarbeitungsschritte wird die Nutzung der vordefinierten Bausteine (vgl. Kapitel Weitere Strukturierungsansätze, vgl. S. 35) empfohlen.

Der Output bezeichnet das Ergebnis des spezifischen Teilprozesses. Der Output im Kontext der Prozessdetaillierung kann als Input für nachfolgende Teilprozesse dienen oder – im Falle des abschließenden Teilprozesses des BIM-Anwendungsfalls – das Gesamtergebnis des BIM-Anwendungsfalls darstellen.

Prozess	Prozessinformationen
Aufgabe feststellen	<p>Prozessdurchführungsverantwortlicher: Aufgabenerfasser</p> <p>Prozessinput: Bspw. Bauwerksdatenmodell, Dokumentation Ist-Zustand (infolge Baustellenbegehung, Dokumentation der Bauausführung etc. [bauteilbezogen])</p> <p>Mitgeltende Dokumente/Datenaustauschformate: Beschreibung Soll-Zustand (bauteilbezogen), AIA-spezifische Anforderungen. Datenaustauschformat ist zu definieren.</p> <p>Informationsverarbeitung:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Daten erfassen: Ist-Daten-Erfassung <i>Erfassung eines Zustandes eines oder mehrerer Bauteile als Aufgabenmeldung.</i> <p>Output: Aufgabenmeldung (bauteilbezogen)</p>

Abbildung 6: Beispiel Prozessdetaillierung (BIM-Anwendungsfall "Durchführung eines modellbasierten Aufgabenmanagements aus Sicht von bauausführenden Unternehmen")¹³

Teil 3 – Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen

Teil 3 – Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen dient der detaillierten Beschreibung der notwendigen und auszutauschenden Informationen des BIM-Anwendungsfalls. Darüber hinaus werden Anwender über die Beschreibung möglicher Prüfoptionen Vorschläge und gegebenenfalls konkrete Prüfvorlagen (zum Beispiel in Form von Prüfredelsätzen) bereitgestellt, um diese bei der Qualitätssicherung bei der Durchführung des BIM-Anwendungsfalls zu unterstützen. Teil 3 – Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen kann daher als Umsetzungsdokumentation des BIM-Anwendungsfalls betrachtet werden.

¹³ Eigene Darstellung

Teil 3 – Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen beinhaltet die nachfolgenden Beschreibungselemente:

- Informationsbedarfstiefe
- Prüfoptionen

Die **Informationsbedarfstiefe** „beschreibt die Granularität von ausgetauschten Informationen [...]“ eines BIM-Anwendungsfalls (DIN 2021, S. 8). Das Konzept der Informationsbedarfstiefe (Level of Information need) wird in der DIN EN 17412 beschrieben; die inhaltliche Struktur nimmt dieses Konzept vollumfänglich auf. Die Informationsbedarfstiefe teilt sich in die nachfolgenden Elemente auf:

- Alphanummerische Informationen
- Geometrische Informationen
- Dokumentation

Die alphanummerischen Informationen umfassen die Identifikation und den Informationsgehalt (im Sinne der erforderlichen Merkmale) eines Objektes oder einer Anzahl von Objekten im Rahmen eines BIM-Anwendungsfalls.

Die geometrischen Informationen umfassen Informationen zur Detaillierung¹⁴, Dimensionalität¹⁵, Lage¹⁶, Darstellung¹⁷ sowie dem parametrischen Verhalten¹⁸ eines Objektes oder einer Anzahl von Objekten im Rahmen eines BIM-Anwendungsfalls fest.

Die Dokumentation umfasst diejenigen Dokumente, die „zur Unterstützung von Prozessen, Entscheidungen, Genehmigungen und Verifizierung von Informationsbereitstellungen“ im Rahmen eines BIM-Anwendungsfalls dienen (DIN 2021, S. 18).

Die Informationsbedarfstiefe eines BIM-Anwendungsfalls kann aus einer Kombination der drei genannten Elemente bestehen und setzt nicht die Beschreibung jedes Elementes voraus. Zur Gewährleistung der Konsistenz der dargestellten Informationen, beispielsweise infolge von Schnittmengen und/oder Widersprüchen mehrerer Elemente untereinander, ist eine Priorisierung der Elemente untereinander im Vorfeld zu definieren.

Im Rahmen der inhaltlichen Struktur wird weiterhin eine tabellarische Vorlage für die Beschreibung der Informationsbedarfstiefe bereitgestellt, um den Erhalt einer möglichst gleichbleibenden Informations-tiefe zwischen verschiedenen Verfassenden zu unterstützen (vgl. Anlage 2).

Die **Prüfoptionen** umfassen die Beschreibung derjenigen Möglichkeiten zur Prüfung eines Datenmodells, die zur Sicherstellung der erforderlichen Qualität von Lieferleistungen bzw. Teillieferleistungen eines BIM-Anwendungsfalls durchgeführt werden sollten. Die Ausprägung und Betrachtungstiefe zur Beschreibung von Prüfoptionen ist hierbei nicht vorgegeben, sodass sich die Varianz zwischen unspezifisch (beispielsweise in Form von: Prüfung von Modellen auf Überschneidungen) und spezifisch (beispielsweise in Form der Mitgabe konkreter Prüffregelsätze) erstrecken kann. Die im Rahmen der Prüfoptionen

¹⁴ „Beschreibung der „Komplexität der Objektgeometrie“ (DIN 2021, S. 11).

¹⁵ „Beschreibung der Anzahl der räumlichen Dimensionen, die das Objekt charakterisieren“ (DIN 2021, S. 13).

¹⁶ „Beschreibung der „Position und Ausrichtung eines Objektes“ (DIN 2021, S. 14).

¹⁷ „Beschreibung der „visuelle Abbildung eines Objektes“ (DIN 2021, S. 14).

¹⁸ „Beschreibung des (Re-)Konfigurationsverhaltens eines Objektes in Abhängigkeit zu umgebenden Elementen und Strukturen“ (vgl. DIN 2021, S. 15).

dargestellten Möglichkeiten sollten dabei in keinem Widerspruch zu der zuvor beschriebenen Informationsbedarfstiefe stehen und auf diese nach Möglichkeit aufsetzen bzw. diese verwenden. Die Prüfoptionen sind ein optionaler Bestandteil innerhalb des Teil 3 – Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle.

Einordnung der Teile der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle

Die im Rahmen der inhaltlichen Struktur definierten Teile Teil 1 – Allgemeines, Teil 2 – Prozesse und Teil 3 – Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen stellen zusammenhängend eine tiefgehende Beschreibung des BIM-Anwendungsfalls dar, die sich insbesondere für die Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen eignet. Der Umfang und Aufwand für die inhaltliche Beschreibung des BIM-Anwendungsfalls wächst dabei von Teil 1 bis 3, wobei ein nachfolgender Teil auf dem vorausgehenden Teil aufbaut (beispielsweise Teil 2 auf Teil 1). In Abhängigkeit der Intention, mit dem ein BIM-Anwendungsfall durch Verfassende beschrieben werden soll, kann das Auslassen eines oder mehrerer Teile sinnvoll sein. Einzig Teil 1 – Allgemeines ist daher als wesentlich und verpflichtend für die Beschreibung eines jeden BIM-Anwendungsfalls durch Bestellende vorzusehen. Teile 2 und 3 können individuell und unabhängig voneinander von Bestellenden und/oder Bereitstellenden ausgearbeitet werden oder entfallen.

Ein Auslassen von Teil 2 – Prozesse im Rahmen der Beschreibung eines BIM-Anwendungsfalls kann dahingehend erforderlich sein, wenn Bestellende keinen Einfluss auf die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls durch Bereitstellende nehmen wollen oder dürfen. Entsprechend der Erwartungen an eine Lieferteilung wäre hingegen die Spezifikation von Anforderungen im Sinne des Teil 3 – Informationsbedarfstiefe und Prüfoptionen zu definieren. Durch eine solche Aufteilung der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle eignet sich diese für die Berücksichtigung innerhalb der Ausschreibungsunterlagen (AIA und BAP) eines Projektes.

Metadaten für die Identifikation von BIM-Anwendungsfällen

Ausgehend von einer dynamisch wachsenden Anzahl von BIM-Anwendungsfällen ist davon auszugehen, dass Verbände, Arbeitsgruppen etc. immer mehr die Notwendigkeit sehen werden, BIM-Anwendungsfälle im Sinne von Vorlagen und im Rahmen von Referenzdokumenten zu veröffentlichen; dieses Vorgehen – auch durch Einzelunternehmen für betriebliche Zwecke oder die Veröffentlichung im Sinne von Industriestandards – kann bereits beobachtet werden. Eine steigende Anzahl frei verfügbarer BIM-Anwendungsfälle bedingt dahingehend einer Strukturierung, mithilfe derer Anwendende in die Lage versetzt werden, BIM-Anwendungsfälle innerhalb eines Systems qualitativ zu differenzieren. Hierfür wurde der Ansatz verfolgt BIM-Anwendungsfälle mit Metadaten zu versehen. Durch die Anwendung dieser Metadaten können Anwendende gezielt BIM-Anwendungsfälle aus einer Menge von BIM-Anwendungsfällen filtern und identifizieren. Nachfolgend wird auf das definierte Ziel, das Vorgehen zur Erreichung des Ziels sowie die Darstellung des Ergebnisses eingegangen.

Zielsetzung

Entwicklung von Metadaten von BIM-Anwendungsfällen auf Grundlage ihrer fachlichen Eigenschaften, mithilfe derer sich BIM-Anwendungsfälle innerhalb eines Systems fachlich differenzieren lassen.

Vorgehen

Im Zuge der Erarbeitung der inhaltlichen Struktur vor Initiierung des formellen Normierungsprozesses wurde die Notwendigkeit der Strukturierung von BIM-Anwendungsfällen zueinander durch die Forschenden adressiert. Hierfür wurde das Konzept einer Klassifizierung für BIM-Anwendungsfälle vorgestellt; die Entwicklung dieses Klassifikationssystems sollte im Anschluss an die Fertigstellung der inhaltlichen Struktur stattfinden. Infolge der Erarbeitung der inhaltlichen Struktur auf normativer Ebene wurde

der Vorschlag dem bestehenden Arbeitskreis im Rahmen des DIN und VDI vorgestellt und dessen (Weiter-)Entwicklung positiv beschieden. Abweichend von der ursprünglichen Herangehensweise mittels Klassifikationssystem wurde der Ansatz von Metadaten für BIM-Anwendungsfälle gewählt.¹⁹

Um eine differenziertere Sichtweise auf BIM-Anwendungsfälle zuzulassen sind die Metadaten als fachliche Eigenschaften eines BIM-Anwendungsfalles zu definieren, die für jeden BIM-Anwendungsfall zu bewerten sind. Hierfür wurden die Analyseergebnisse der Recherche herangezogen, um mögliche Metadaten zu identifizieren und abzustimmen. Weiterhin wurden durch die Mitglieder des Arbeitskreises weitere Vorschläge eingebracht und für die Eignung als Metadatum bewertet und abgestimmt. Zu jedem Metadatum wurden anschließend geeignete Wertebereiche, nach Möglichkeit auf Grundlage bestehender Klassifikationssysteme – sofern vorhanden – ausgewählt.

Eine Veröffentlichung der Metadaten erfolgt analog zur Veröffentlichung der inhaltlichen Struktur als VDI/DIN 2552 Expertenempfehlung. Die Inhalte befinden sich zum aktuellen Zeitpunkt in der aktiven Ausarbeitung; eine Veröffentlichung der finalisierten Ergebnisse ist damit noch ausstehend.

Ergebnis

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde eine Systematik konzeptioniert und entwickelt, mithilfe derer eine Klassifizierung von BIM-Anwendungsfällen ermöglicht wird: Durch die Nutzung der entwickelten Metadaten für BIM-Anwendungsfälle werden diese differenzierbar auf Grundlage beschriebener Inhalte. Es wurden Metadaten inkl. entsprechend geeigneter Wertebereiche identifiziert. Diese umfassten (alphabetische Reihenfolge):

- Hauptanwendungsfall
- Aufgabenbereich
- Bausektor
- Bauwerksnutzung
- Beteiligte Rollen
- BIM-Ziel
- (Lebenszyklus-)Phase
- Leistungen
- Reifegrad
- Technologien

Die Systematik der Metadaten und die Vorschläge für ebendiese inkl. möglicher Wertebereiche wurde in den formellen Standardisierungsprozess gegeben und im Rahmen der DIN und des VDI aufgenommen und weiterentwickelt. Da die Ergebnisse des Arbeitskreises noch nicht finalisiert sind stellen die nachfolgenden Inhalte den aktuellen Zwischenstand der Arbeitskreisergebnisse dar. Diese können infolge anstehender Abstimmungen und Bearbeitungsschleifen von den Inhalten der finalen Veröffentlichung der Expertenempfehlung abweichen.

¹⁹ Die Nutzung von Metadaten erlaubt die Mehrfachzuordnung von Werten innerhalb eines Metadatums zu einem BIM-Anwendungsfall. Im Rahmen eines Klassifikationssystems führt dieses Vorgehen zu Konsistenzproblemen.

Metadaten

Infolge der Eignung einer Vielzahl fachlicher Eigenschaften für die Differenzierung von BIM-Anwendungsfällen musste eine grundsätzliche Priorisierung dieser Eigenschaften durchgeführt werden. Im Zuge der Abstimmungsarbeiten wurden dabei elf Eigenschaften bestimmt, welche für die Umsetzung als Metadatum verfolgt wurden. Für eine bessere Anwendbarkeit und Akzeptanz dieser Systematik wurden diese elf Metadaten weiterhin in obligatorische und optionale Metadaten aufgeteilt: Obligatorische Metadaten stellen dabei diejenigen Metadaten dar, welche für jeden BIM-Anwendungsfall innerhalb eines Systems zu bewerten sind. Optionale Metadaten stellen eine Möglichkeit dar, BIM-Anwendungsfälle tiefergehend, beispielsweise in einem betrieblichen Kontext, zu bewerten und differenzieren. Die Minimierung der Anzahl obligatorischer Metadaten kommt zudem die Umsetzbarkeit dieser Systematik, gerade in Fällen größerer Ansammlungen von BIM-Anwendungsfällen, entgegen. Der Schwerpunkt der Arbeiten fokussierte sich dabei auf die Erarbeitung der obligatorischen Metadaten.

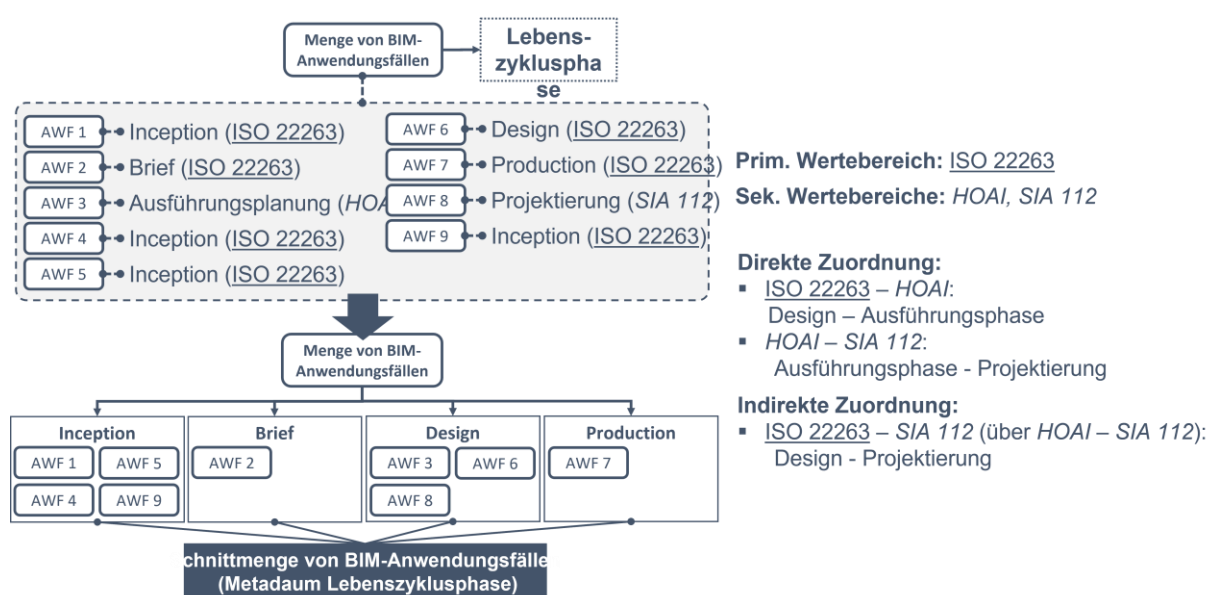


Abbildung 7: Anwendung von Metadaten am Beispiel des Metadatums Lebenszyklusphase)²⁰

Wertebereiche eines Metadatums

Der Wertebereich eines Metadatums beschreibt eine Liste von Ausprägungen für ein Metadatum zur Einordnung eines BIM-Anwendungsfalls. Infolge der Absicht, bestehende und etablierte Klassifikationssysteme für die Beschreibung der Wertebereiche zu nutzen, stehen potenziell eine Vielzahl normierter und nicht-normierter Wertebereiche je Metadatum zur Verfügung. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass keine geeignete Liste möglicher Werte für ein Metadatum vorhanden ist; in diesem Falle wurde ein solcher Wertebereich im Rahmen des Arbeitskreises erarbeitet.

Für den Fall, dass mehrere Wertebereiche einbezogen werden können und sollen, beispielsweise für die Einordnung eines BIM-Anwendungsfalls auf zeitlicher Betrachtungsebene mithilfe der Leistungsphasen der HOAI oder den Lebenszyklusphasen der GEFMA, ist vorab zu bestimmen, welcher Wertebereich für ein Metadatum übergeordnet führend ist (primärer Wertebereich), dem weitere Wertebereiche (sekundäre Wertebereiche) dann zugeordnet werden. Durch eine solche Herangehensweise kann ein Metadatum um beliebig viele weitere Wertebereiche direkt (Zuordnung eines zusätzlichen Wertebereichs zum

²⁰ Eigene Darstellung

primären Wertebereich) oder indirekt (Zuordnung eines zusätzlichen Wertebereichs zu einem zugeordneten sekundären Wertebereich) erweitert werden. Durch die Verwendung des primären Wertebereichs als Filter können sämtliche bewertete BIM-Anwendungsfälle innerhalb eines Metadatum voneinander differenziert werden.

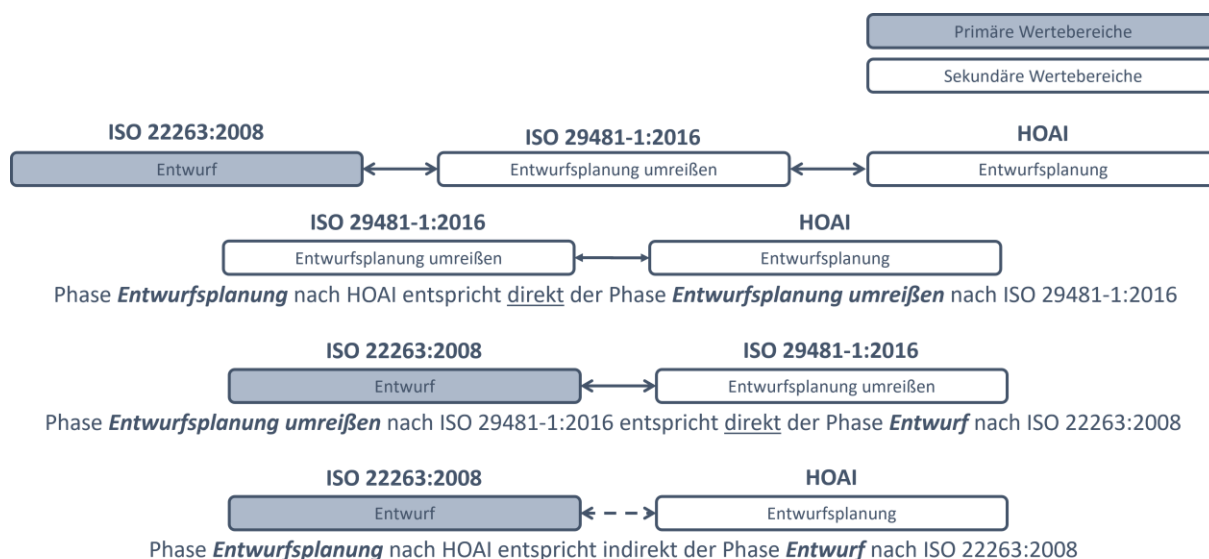


Abbildung 8: Direkte und indirekte Zuordnung von Wertebereichen (Beispiel: Lebenszyklusphase)²¹

In Abhängigkeit der individuellen Logik eines Metadatum kann die Auswahl eines oder mehrerer Werte für Anwendende hilfreich sein. Die Möglichkeit zur Mehrfachzuordnung von Werten zu einem BIM-Anwendungsfall wurde daher fallspezifisch für jedes Metadatum im Rahmen des Arbeitskreises abgestimmt. Ein entsprechender Verweis wird im Rahmen der nachfolgend dargestellten Metadaten gegeben.

Obligatorische Metadaten

Die nachfolgenden obligatorischen Metadaten wurden im Rahmen des Arbeitskreises identifiziert und weiter spezifiziert (alphabetische Reihenfolge):

- Anwendungsfeld
- BIM-Ziel
- (Lebenszyklus-)Phase

Sowohl das BIM-Ziel als auch die (Lebenszyklus-)Phase werden bereits innerhalb der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle aufgenommen, sodass Anwendende bei der Bewertung der Metadaten eines BIM-Anwendungsfalls lediglich das Metadatum Anwendungsfeld ergänzen müssen; die Werte der übrigen beiden Metadaten werden hierfür referenziert. Im Rahmen des technischen Demonstrators (vgl. Kap. Entwicklung eines Demonstrators, S. 39) findet sich als Anwendungsbeispiel der Metadaten eine Übersicht der bewerteten BIM-Anwendungsfälle für die Bauausführung (vgl. Anlage 3).

Das Metadatum **Anwendungsfeld** beschreibt übergeordnete fachliche Cluster bzw. fachliche Themen mit großer Relevanz, in welches BIM-Anwendungsfälle gefasst werden können. Eine Mehrfachzuordnung von Werten zu einem BIM-Anwendungsfall ist zulässig.

²¹ Eigene Darstellung

Für die Bestimmung eines geeigneten Wertebereichs wurden unterschiedliche Systematiken herangezogen, darunter die harmonisierte Liste der standardisierten Anwendungsfallbezeichnungen nach BIM Deutschland (vgl. BIM Deutschland [o. J.]). Als Ergebnis der Diskussionen und Abstimmung über die Eignung und Übernahme der Liste für die Verwendung als Wertebereich zum Metadatum Anwendungsfeld wurde beschlossen, den Bezug zu konkreten Leistungen zu lösen und stattdessen fachliche Themenblöcke zu bilden. Hierfür wurden – ausgehend von den Werten der Liste – Themen abgestimmt und ergänzt. Im Ergebnis konnten 22 Werte bzw. Anwendungsfelder identifiziert werden (Stand Februar 2023). Tabelle 1 beschreibt die im Rahmen der Expertenempfehlung abgestimmten Anwendungsfelder inklusive der Beschreibung zu den jeweiligen Werten.

Tabelle 1: Wertebereich des Metadatums Anwendungsfeld (alphabetische Reihenfolge)

Anwendungsfeld	Beschreibung
Abnahme	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Abnahme des Gesamtprojekts und/oder Teile eines Gesamtprojektes nutzen.
Änderungsmanagement	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Quantifizierung und Qualifizierung von Änderungen sowie derer Verfolgung und Abrechnung nutzen.
Ausschreibung und Vergabe	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Vorbereitung und Erstellung ausschreibe- und vergaberelevanter Informationscontainern nutzen.
Bedarfsplanung	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Planung des Projektbedarfs nutzen.
Bestandserfassung	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten von Bestandsgebäuden erfassen und/oder die Verarbeitung von Daten von Bestandsgebäuden nutzen.
Betrieb	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Unterstützung des Gebäudebetriebs nutzen.
Dokumentation	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten zum Zwecke der Dokumentation nutzen.
Genehmigung	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Erstellung genehmigungsrelevanter Informationscontainern nutzen.
Inbetriebnahme	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Inbetriebnahme eines Gebäudes und/oder gebäudetechnischer Anlagen nutzen.
Koordination	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Koordination von Leistungen, Modellen etc. nutzen.
Kosten/Finanzen	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Berechnung, Prüfung und Plausibilisierung von Kosten nutzen.
Logistik	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Unterstützung und Umsetzung der Logistik nutzen.
Machbarkeit	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Bewertung der Machbarkeit eines Projektes nutzen.

Anwendungsfeld	Beschreibung
Nachhaltigkeit	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Bewertung und/oder Verbesserung der Nachhaltigkeit/nachhaltigkeitsbezogener Aspekte nutzen.
Nachweise/Gutachten	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Durchführung von Nachweisen, Gutachten und die Bemessung nutzen. Beinhaltet auch den Arbeitsschutz.
Qualitätssicherung	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für sich Sicherung der Qualität in einem Projekt nutzen. Beinhaltet auch BIM-Anwendungsfälle der rechtlichen Qualitätssicherung.
Risikomanagement	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Identifikation, Bewertung, Steuerung und Nachverfolgung von Risiken nutzen.
Sonstige BIM-Anwendungsfälle	BIM-Anwendungsfälle, die keinem anderem Anwendungsfeld zugeordnet werden können.
Termin	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Berechnung, Prüfung etc. terminlicher Datenträger und Zusammenhänge nutzen.
Variantenvergleich	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die Berechnung und Bewertung unterschiedlicher Varianten eines Szenarios nutzen.
Versicherung	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten zum Zwecke der Versicherung nutzen.
Visualisierung	Umfasst BIM-Anwendungsfälle, welche im Fokus Daten für die visuelle Auswertung nutzen.

Das Metadatum **BIM-Ziel** beschreibt diejenigen Ziele und Zielszenarien, die mithilfe der Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls erreicht werden bzw. deren Erreichung unterstützt werden sollen. Eine Mehrfachzuordnung von Werten zu einem BIM-Anwendungsfall ist zulässig.

Für die Bestimmung eines geeigneten Wertebereichs für das Metadatum BIM-Ziele wurden veröffentlichte, abgestimmte Listen mit BIM-Zielen im Kontext von BIM-Anwendungsfällen recherchiert. Für das weitere Vorgehen wurden folgende Listen herangezogen:

- BIM-Ziele nach der BIM-Handlungsempfehlung für die kommunalen Bauverwaltungen und die kommunale Gebäudewirtschaft in Nordrhein-Westfalen (vgl. MHKBG NRW 2022)
- BIM-Ziele der BIM Allianz
- BIM-Ziele nach Masterplan BIM Bundesfernstraßen (vgl. BMVI 2021)
- BIM-Ziele nach Masterplan BIM für Bundesbauten (vgl. BMI 2021)

Im Rahmen des Forschungsprojektes konnte mithilfe einer Analyse der BIM-Ziele festgestellt werden, dass die genannten BIM-Ziel-Listen und enthalten Zielausprägungen ungleich in ihrer Betrachtungsebene, Detaillierung und ihren Inhalten sind. Die Nennung einer Systematik als primärer Wertebereich und die entsprechende Zuordnung der sekundären Wertebereiche könnte hierdurch nur schwer, unge-

nau und inkonsistent durchgeführt werden, sodass diese Herangehensweise verworfen wurde. Die bisherigen Erkenntnisse aus den Vorleistungen des Forschungsprojektes wurden in die Diskussion des Arbeitskreises eingebracht und präsentiert.

Im Rahmen der Diskussion des Arbeitskreises wurde das weitere Vorgehen so abgestimmt, dass – statt der Nutzung eines der zuvor genannten Systeme – ein Top Level-Ansatz verfolgt wird, in dem allgemeine, unkonkretere Zielklassen (Top Level BIM-Ziele) definiert werden, denen die Werte der identifizierten, möglichen Wertebereiche zugeordnet werden. Hierdurch sollten weitergehend Lücken innerhalb der Top Level BIM-Ziele identifiziert werden. Dieser sieht die in Tabelle 2 beschriebenen Top Level vor.

Tabelle 2: Top Level BIM-Ziele des Metadatum BIM-Ziele (alphabetische Reihenfolge)

Top Level BIM-Ziele	Beschreibung
Einheitliches Datenmanagement einführen	Umfasst die BIM-Ziele, welche einen Beitrag zur Vereinheitlichung des Datenmanagement leisten.
Kommunikation/Zusammenarbeit verbessern	Umfasst die BIM-Ziele, welche einen Beitrag zur Verbesserung der Kommunikation und Zusammenarbeit von Projektbeteiligten leisten.
Kostenstabilität erhöhen	Umfasst die BIM-Ziele, welche einen Beitrag zur Verbesserung der Kostenstabilität eines Projektes leisten.
Nachhaltigkeit optimieren	Umfasst die BIM-Ziele, welche einen Beitrag zur Optimierung der Nachhaltigkeit eines Projektes leisten.
Terminstabilität erhöhen	Umfasst die BIM-Ziele, welche einen Beitrag zur Verbesserung der Terminstabilität eines Projektes leisten.
Verbessertes Risikomanagement	Umfasst die BIM-Ziele, welche einen Beitrag zur Verbesserung des Risikomanagement eines Projektes leisten.
Verbesserung der Qualität	Umfasst die BIM-Ziele, welche einen Beitrag zur Verbesserung der allgemeinen oder der spezifischen Qualität eines Projektes leisten.
Wirtschaftlichkeit erhöhen	Umfasst die BIM-Ziele, welche einen Beitrag zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit eines Projektes leisten.

Im Rahmen der Reflexion fällt auf, dass die Abgrenzung der aktuell definierten Top Level BIM-Ziele nicht optimal ist bzw. Überschneidungen der Top Level BIM-Ziele untereinander gegeben sind: Beispielsweise kann die Erhöhung der Terminstabilität dazu beitragen, dass ein Beitrag zur Wirtschaftlichkeit und Kostenstabilität geleistet werden kann; die Zuordnung eines BIM-Anwendungsfalls auf Grundlage dieser Herangehensweise erscheint daher valide, ist jedoch nicht zwangsläufig zweckdienlich. Für die konsistente Anwendung des Metadatum BIM-Ziele sind insbesondere diese Überschneidungen aufzuheben oder zu minimieren.

Die Metadatum (Lebenszyklus-)Phase beschreibt die zeitliche Einordnung eines BIM-Anwendungsfalls in den Lebenszyklus einer Immobilie. Eine Mehrfachzuordnung von Werten zu einem BIM-Anwendungsfall ist zulässig.

Als mögliche Wertebereiche für das Metadatum (Lebenszyklus-)Phase wurden einige normative und nicht-normative Systematiken identifiziert und zueinander zugeordnet. Die Priorisierung eines Wertebereichs als primärer Wertebereich im Rahmen des Arbeitskreises ist noch ausstehend. Folgende Wertebereiche werden unter anderem für dieses Metadatum herangezogen (Auszug):

- Phasen nach ISO 22263
- Leistungsphasen nach HOAI
- Lebenszyklusphasen nach Bergische Universität Wuppertal
- Lebenszyklusphasen nach GEFMA 100
- Projektstufen nach AHO

Optionale Metadaten

Infolge der Fokussierung der Abstimmungsarbeiten auf die obligatorischen Metadaten werden die optionalen Metadaten als Empfehlung für die tiefergehende Strukturierung bereitgestellt. Für die Wertebereiche der optionalen Metadaten werden weitergehend Vorschläge gemacht.²² Die nachfolgenden Metadaten werden dabei empfohlen (alphabetische Reihenfolge):

- Aufgabenbereich
- Bausektor
- Bauwerksnutzung
- Beteiligte Rollen
- KPI
- Leistungen
- Reifegrad
- Technologien

Das Metadatum Aufgabenbereich beschreibt die BIM-spezifischen Rollensphären (beispielsweise BIM-Management, BIM-Koordination etc.), welche im Rahmen des BIM-Anwendungsfalls involviert sind. Eine Mehrfachzuordnung von Werten zu einem BIM-Anwendungsfall ist zulässig.

Das Metadatum Bauwerksnutzung beschreibt die Art der Nutzung des zugrundeliegenden Bauwerkes bzw. der Liegenschaft unter Berücksichtigung etwaig daraus ergebender Anforderungen, für welche der BIM-Anwendungsfall definiert wurde. Eine Mehrfachzuordnung von Werten zu einem BIM-Anwendungsfall ist zulässig.

Das Metadatum Beteiligte Rollen beschreibt diejenigen Stakeholder*innen bzw. fachlichen Rollen der Beteiligten, welche bei der Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls involviert sind. Eine Mehrfachzuordnung von Werten zu einem BIM-Anwendungsfall ist zulässig.

Das Metadatum KPI beschreibt diejenigen unternehmerischen Erfolgskennwerte oder -messgrößen, deren Verbesserung durch die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls unterstützt werden. Eine Mehrfachzuordnung von Werten zu einem BIM-Anwendungsfall ist zulässig.

Das Metadatum Leistungen beschreibt diejenige fachliche Leistung, welche als BIM-Anwendungsfall beschrieben wird (beispielsweise in Anlehnung an die Leistungen nach HOAI).

²² Im Rahmen des gegenständigen Forschungsberichtes wird auf eine Nennung der Wertebereiche zu den optionalen Metadaten verzichtet.

Das Metadatum Reifegrad beschreibt den Status der Ausarbeitung sowie Anwendung des BIM-Anwendungsfalls, beispielsweise ob ein BIM-Anwendungsfall bereits praktisch umgesetzt wurde oder sich aktuell im Entwurfsstatus befindet.

Das Metadatum Technologien ordnet die technologischen Anwendungen (beispielsweise Laserscanner, Drohnen, spezifische Softwareanwendungen etc.), die innerhalb des BIM-Anwendungsfalls genutzt werden, dem BIM-Anwendungsfall zu. Eine Mehrfachzuordnung von Werten zu einem BIM-Anwendungsfall ist zulässig.

Weitere optionale Metadaten können im betrieblichen Kontext von Unternehmen, Verbänden etc. bei Adaption der Metadaten die vorgeschlagene Systematik sinnvoll ergänzen. Hierbei ist auf eine klare Abgrenzung der Metadaten zueinander zu achten, da sonst die Aussagekraft der einzelnen Metadaten infolge Überschneidungen der Metadaten untereinander sinkt. Zu beachten ist dabei, dass die eigentliche Erweiterung der Metadaten nur systembezogen stattfindet und keine Kommunikation mit weiteren Systemen (beispielsweise Plattformen, Datenbanken etc.) erfolgt.

Einsatz der Metadaten

Wie bereits vorweggenommen zielt der Einsatz der Metadaten darauf ab, BIM-Anwendungsfälle auf Grundlage ihrer fachlichen Eigenschaften voneinander abgrenzen bzw. differenzieren zu können. Diese Notwendigkeit ergibt sich bereits bei einer Mehrzahl von definierten BIM-Anwendungsfällen; der Mehrwert der Systematik wächst dabei überproportional zu der wachsenden Anzahl von BIM-Anwendungsfällen in einem System. Die Implementierung und Anwendung dieses Strukturierungsansatzes geht dahingehend mit einem Anfangsaufwand für die Einrichtung und gegebenenfalls wiederkehrenden Aufwänden für die Pflege der Konsistenz, beispielsweise bei Erweiterung der Metadaten um weitere, einher und sollte daher zentral durch eine Pflegestelle erfolgen.

Entlang des zuvor bereits beschriebenen Verständnisses eines BIM-Anwendungsfalls als Beschreibung einer fachlichen Leistung im Kontext der Methode BIM und im Zusammenhang mit der immer größer werdenden Präsenz der Methodik in der deutschen Bau- und Immobilienbranche ist das Potential gegeben, dass eine Mehrheit der Branchenteilnehmenden in irgendeiner Form BIM-Anwendungsfälle fordern oder umsetzen werden, sei es aus Sicht der Bestellenden oder Bereitstellenden. Hieraus kann sich ein gewisses Portfolio an BIM-Anwendungsfällen ergeben, welches unternehmenseigen erstellt, gepflegt und strukturiert werden muss. Für das Management dieses Portfolios trägt dann die Implantierung und Anwendung der Metadaten dazu bei, um gezielter und bedarfsgerechter geeignete BIM-Anwendungsfälle bereitzustellen. Auf der Gegenseite werden die Verbände mit wachsender Notwendigkeit der Standardisierung von BIM-Anwendungsfällen incentiviert, Vorlagen zu schaffen, um hier insbesondere Mitglieder mit wenig Spielraum für Eigenentwicklungen zu unterstützen. Denkbar wären beispielsweise verbandseigene Plattformen, in denen definierte BIM-Anwendungsfallvorlagen bereitgestellt werden. Auch hier trägt die Anwendung der Metadaten dazu bei, strukturiert bedarfsgerechte BIM-Anwendungsfälle aus der Vielzahl möglicher BIM-Anwendungsfälle der Plattform zu filtern und identifizieren.

Weitere Strukturierungsansätze

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden weitere Ansätze zur Strukturierung von BIM-Anwendungsfällen – neben der beschriebenen inhaltlichen Struktur und den Metadaten – verfolgt. Infolge der Fokussierung der Forschungsarbeiten auf die beiden zuvor beschriebenen Schwerpunkte, konnten die weiteren Ansätze nicht in gleicher Tiefe betrachtet werden; diese bergen aus Sicht der Forschenden jedoch einen großen Mehrwert für die Standardisierung und Strukturierung von BIM-Anwendungsfällen im Allgemeinen: Analog zu der inhaltlichen Struktur betrachtet die Entwicklung einer Systematik für die Beschreibung des technisch prozessualen Ablaufs einen BIM-Anwendungsfall auf individueller Ebene. Hierüber standardisiert wird der im Rahmen des Teil 2 der inhaltlichen Struktur zu beschreibende Prozess

eines BIM-Anwendungsfalls. Hierzu überlappend wird über die Entwicklung einer Bezeichnungssystematik für BIM-Anwendungsfälle sowohl die individuelle als auch die zusammenhängende Betrachtungsebene von BIM-Anwendungsfällen zueinander aufgegriffen: Durch systematische Bildung der Bezeichnung entlang eines vorzugebenden Aufbaus wird die Bereitstellung von Informationen über einen BIM-Anwendungsfall standardisiert; durch Anwendung dieser Systematik auf eine Vielzahl von BIM-Anwendungsfällen werden diese auf Grundlage der Bezeichnung vergleichbar bzw. voneinander abgrenzbar. Nachfolgend werden diese Ansätze skizziert und deren Mehrwert verdeutlicht. Nachfolgend werden

Bezeichnungssystematik für BIM-Anwendungsfälle

Die Bezeichnung eines BIM-Anwendungsfalls stellt in der Regel den ersten Berührungspunkt von Anwendenden mit einem BIM-Anwendungsfall dar und transferiert Informationen und Inhalte des BIM-Anwendungsfalls. Auch kann eine Differenzierung von BIM-Anwendungsfällen bei überschaubarer Anzahl rein über die Bezeichnung erfolgen. Für ein konsistentes Vorgehen setzen beide Aspekte voraus, dass eine homogene Informationstiefe über die Bezeichnung bereitgestellt wird. In Bezug auf die Anwenderfreundlichkeit einer solchen Systematik kann die Bezeichnung entsprechend nur ein zu bestimmendes Maß an Informationen transportieren, bevor die Bezeichnung überfrachtet und damit an Anwendbarkeit und Akzeptanz bei den Anwendenden verliert. Zum aktuellen Zeitpunkt ist eine solche Systematik weder übergreifend abgestimmt noch kommuniziert. Dementsprechend ist eine unterschiedliche Tiefe des Informationsgehalts bei BIM-Anwendungsfällen durch unterschiedliche Autor*innen zu beobachten. Außenstehende werden hierdurch nicht in die Lage versetzt, rein auf Grundlage der Bezeichnung über die Eignung eines BIM-Anwendungsfalls für die Erfüllung eines definierten Bedarfs entscheiden zu können. Die Eignung zur fachlichen Differenzierung von BIM-Anwendungsfällen allein über die Bezeichnung ist darüber hinaus aus Sicht der Forschenden nicht gegeben bzw. nur bis zu einer geringen Anzahl von BIM-Anwendungsfällen handhabbar.

Die Entwicklung einer abgestimmten Systematik für die Bezeichnung von BIM-Anwendungsfällen stellt daher aus Sicht der Forschenden eine geeignete Forschungsfrage dar, welche hohes Potential für die Standardisierung von BIM-Anwendungsfällen birgt. Hierbei ist unter anderem zu klären, in welchem Verhältnis der Informationsgehalt zur Anwenderfreundlichkeit steht und welche Informationen bereitzustellen sind. Weiterhin ist die Einbettung dieses Strukturierungs- und Standardisierungsansatzes in Verbindung mit den bereits definierten Ansätzen des gegenständigen Forschungsprojektes sowie externer Bestrebungen zu untersuchen; gerade in Kombination mit den Metadaten können sich aus Sicht der Forschenden Synergien, beispielsweise durch die automatisierte Zusammenstellung der Bezeichnung auf Grundlage der hinterlegten Metadaten, ergeben. Die Erarbeitung von Konzepten für die Anwendung und Etablierung dieser Systematik, beispielsweise über die Zusammenarbeit und Implementierung in bestehende Plattformen, über Handreichungen oder die Erarbeitung einer weiteren Expertenempfehlung im Rahmen des DIN und VDI sind zu betrachten. Die Forschenden stehen für die Erarbeitung bereits im Austausch mit weiteren Stakeholder*innen der Bau- und Immobilienbranche, um eine solche Systematik zu erarbeiten und zu steuern.

Systematik für die Beschreibung des technisch prozessualen Ablaufs (Informationsverarbeitungsschritte)

Der Prozess eines BIM-Anwendungsfalls beschreibt die notwendigen Schritte und Aktivitäten, um einen BIM-Anwendungsfall erfolgreich umzusetzen. Infolge seiner Wichtigkeit im Kontext von BIM-Anwendungsfällen ist hierfür der gesamte Teil 2 – Prozesse der inhaltlichen Struktur vorgesehen. Hierin aufgegriffen wird der fachliche Prozess, der Aufschluss darüber gibt, welche Informationen durch welche Verantwortlichkeit zu verarbeiten sind. Ein ergänzendes Element zum fachlichen Prozess stellt dabei der technische Prozess bzw. der Prozess der technischen Informationsverarbeitung (Informationsverarbeitungsschritt) dar. Während der fachliche Prozess den Kontext der Informationsverarbeitung beschreibt, beschreibt ein Informationsverarbeitungsschritt die technische Umsetzung. Für den fachlichen Prozess

der Erstellung einer Kalkulation auf Grundlage eines Modells, sind beispielsweise mehrere Informationsverarbeitungsschritte (unter anderem die Verknüpfung von Teilleistungen zu den hierzu relevanten Modellelementen, die Ableitung von Mengen und Massen je Leistungsposition etc.) nacheinander durchzuführen, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Solche Informationsverarbeitungsschritte lassen sich für jeden fachlichen Prozess im Kontext eines BIM-Anwendungsfalls beschreiben.

Aus Sicht der Forschenden ergeben sich hieraus abgeleitet weitere Forschungsfragen, die einen weiteren Beitrag zur Standardisierung und Strukturierung von BIM-Anwendungsfällen leisten können:

- Wie können die Informationsverarbeitungsschritte erfasst, katalogisiert und standardisiert werden?
- Welche Granularität darf ein einzelner Informationsverarbeitungsschritt haben und wie grenzt sich dieser von weiteren ab?
- Wie kann ein solches Vorgehen erfolgreich kommuniziert, implementiert und etabliert werden?

Für die Zielerreichung macht es aus Sicht der Forschenden Sinn, Module für die einzelnen Informationsverarbeitungsschritte im Sinne eines Baukastensystems zu entwickeln und Parameter für die Beschreibung vorzugeben. Anwendende könnten hierdurch auf ein definiertes Set an Informationsverarbeitungsschritten zurückgreifen und den fachlichen Prozess bzw. die Teilprozesse eines BIM-Anwendungsfalls hiermit klassifizieren. Ausgehend von unternehmensspezifischen Ausprägungen und Varianzen im Prozessmanagement eröffnen sich hierdurch Mehrwerte bei der Angleich- und Übertragbarkeit von BIM-Anwendungsfällen an unternehmenseigene Prozessmodelle sowie für die Auswertbarkeit von BIM-Anwendungsfällen. Eine erste Berücksichtigung der Informationsverarbeitungsschritte erfolgte bereits im Rahmen der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle im Teil 2 – Prozesse und dem Beschreibungselement Prozessdetaillierung.

Ausgehend von der durchgeführten Recherche der veröffentlichten BIM-Anwendungsfälle in der DACH-Region haben die Forschenden erstmalig den Ansatz der Definition von Informationsverarbeitungsschritten in Form eines Baukastensystems verfolgt. Diese können als Grundlage für die weiterführende Bearbeitung und Entwicklung eingesetzt werden. Tabelle 3 beschreibt die bisher identifizierten Vorschläge für Informationsverarbeitungsschritte.

Tabelle 3: Vorschlag für ein Baukastensystem zu Informationsverarbeitungsschritten inklusive Beschreibung

Informationsverarbeitungsschritt	Beschreibung
Erstellung eines Datenmodells	Ein Datenmodell wird gem. definierten Modellierungsvorgaben erstellt. Das Datenmodell kann aus geometrischen und/oder nicht-geometrischen Informationen bestehen.
Anreicherung des Datenmodells	Das Datenmodell wird um zur Durchführung eines BIM-Anwendungsfalls benötigte bzw. um nach Durchführung eines BIM-Anwendungsfalls generierte geometrische und nicht-geometrische Informationen angereichert.
As built-Erfassung (Geometrie)	Basierend auf der Dokumentation der baulichen Realisierung werden relevante geometrische Ist-Daten erfasst.
Liegenschaftserfassung	Auf Basis verfügbarer Daten, gegebenenfalls ergänzt um eine digitale Aufnahme der topografischen und baulichen Gegebenheiten, werden die Umgebungs- und/oder Bestandsdaten erfasst.
Ist-Daten-Erfassung	Die für einen BIM-Anwendungsfall relevanten nicht-geometrischen Informationen werden einmalig oder wiederkehrend erfasst.
Datenableitung aus dem Modell	Die für den BIM-Anwendungsfall notwendigen Daten sind aus dem Datenmodell abzuleiten.
Erstellung von 2D-Plänen	Auf Basis des Datenmodells werden Informationen in Form eines geeigneten Plans abgeleitet und um ergänzende Elemente (Plankopf, Ausführungsdetails etc.) erweitert.
Kalkulation	Auf Grundlage der abgeleiteten Daten aus dem Datenmodell wird eine Kalkulation erstellt.
Kollaboration	Datenmodelle werden zu einem Kollaborationsmodell zusammengeführt.
Regelprüfung	Auf Basis definierter Regeln werden Informationen (Geometrie und/oder (attribuierte) Merkmale) aus Datenmodellen geprüft.
Simulation	Auf Basis des Datenmodells wird eine modellbasierte Simulation für die Generierung einer Soll-Daten-Grundlage durchgeführt.
Terminplanung	Aufbauend auf dem Datenmodell werden Termine und Dauern definiert und die Vorgänge miteinander in Beziehung gesetzt.
Visualisierung	Auf Basis des Datenmodells und definierter Kriterien wird eine Visualisierung erzeugt.
Kommunikation	Auf Basis des Datenmodells wird eine modellreferenzierte Kommunikation durchgeführt.

Entwicklung eines Demonstrators

Die im Rahmen des gegenständigen Forschungsprojektes entwickelten Systematiken zur Standardisierung von BIM-Anwendungsfällen stellen zusammenhängende Ansätze dar. Über die Entwicklung und Bereitstellung eines technischen Demonstrators soll dieser Zusammenhang anwendbar dargestellt und verständlich gemacht werden. Hierbei sollen Anwendende eine hemmschwellenarme Möglichkeit erhalten, BIM-Anwendungsfälle entlang der Systematiken zu definieren sowie über bereitzustellende BIM-Anwendungsfall-Beispiele das Vorgehen nachvollziehbarer zu gestalten. Der Demonstrator stellt als Proof of Concept einen Prototyp mit eingeschränktem Leistungsumfang dar.

Zieldefinition

Es soll ein technischer Demonstrator als eigenständige Anwendung bereitgestellt werden, mit dem die Erstellung und Verwaltung (Editieren, Löschen, Bereitstellung) von BIM-Anwendungsfällen ermöglicht wird. BIM-Anwendungsfälle werden dabei auf Grundlage der entwickelten inhaltlichen Struktur und Metadaten strukturiert. Der Demonstrator soll kostenfrei zur Verfügung gestellt werden.

User Stories

Für das Erreichen der oben genannten Zieldefinition wurden im Vorfeld User Stories definiert. Eine User Story beschreibt dabei kurz und prägnant „eine informelle, allgemeine Erklärung eines Software-Features, die aus der Sicht des Endbenutzers verfasst wurde“ (Atlassian. Pty Ltd [o. J.]). Durch die Definition und Berücksichtigung von User Stories wurde der Entwicklungsprozess des nachfolgend beschriebenen Demonstrators gestaltet und etwaige Anforderungen an die Anwendbarkeit und Funktionalitäten frühzeitig identifiziert.

- User Story 1: Anwendende können enthaltene BIM-Anwendungsfälle abrufen und zugehörige Informationen einsehen.
- User Story 2: Anwendende können BIM-Anwendungsfälle erstellen.
- User Story 3: Anwendende können enthaltene BIM-Anwendungsfälle editieren.
- User Story 4: Anwendende können innerhalb einer Übersicht einsehen, inwieweit Inhalte eines BIM-Anwendungsfalls ausgearbeitet sind bzw. wie inhaltlich vollständig ein enthaltener BIM-Anwendungsfall ist.
- User Story 5: Anwendenden haben die Möglichkeit, enthaltene BIM-Anwendungsfälle zu filtern.
- User Story 6: Anwendende können die in der Anwendung enthaltenen Informationen exportieren.
- User Story 7: Anwendende können außerhalb der Anwendung editierte Inhalte importieren.

Zum Zwecke der besseren Lesbarkeit und zur zusammenhängenden Darstellung der Inhalte wird das nachfolgende Kapitel nicht entlang der genannten User Stories aufgeschlüsselt, sondern in Form des daraus hervorgegangenen Funktionsumfang des Demonstrators beschrieben.

Entwicklung und Funktionalitäten

Nachfolgend wird auf die Konzeptionierung und Entwicklung des Demonstrators eingegangen sowie dessen Funktionsumfang entlang entwickelter Funktionen beschrieben.

PostgreSQL

Als Grundlage für die Speicherung der BIM-Anwendungsfalldaten wurde die bereits in weiteren Forschungsprojekten²³ genutzte Lösung des objektrelationalen Datenbankmanagementsystems (DBMS) PostgreSQL (vgl. The PostgreSQL Global Development Group [1] [o. J.]) gewählt. PostgreSQL ist im Kern eine relationale Datenbank, deren Konsistenzsicherung verwendet wird, um die logische Verknüpfung der Daten sicherzustellen. Die logische Verknüpfung der Daten basiert dabei auf der Datenbankmodellierung, welche im folgenden Kapitel erläutert wird. Das DBMS nutzt die standardisierte Datenbanksprache SQL, welche zur Verwaltung (Erstellung, Abfrage, Änderung, Löschung) der Datensätze verwendet wird. Weiterhin ermöglicht PostgreSQL die Speicherung binärer Datenobjekte, wie etwa Dokumente und anderen Dateien, die einem BIM-Anwendungsfall zuzuordnen sind. Die Bereitstellung von PostgreSQL als Open-Source-Software ohne Lizenzgebühren (vgl. The PostgreSQL Global Development Group [2] [o. J.]) ermöglicht eine flexible und dauerhafte Bereitstellung und Weiterentwicklung des hier gegenständigen Prototyps.

Datenbankmodellierung

Die Nutzung der entwickelten Datenbank basiert auf PostgreSQL 14 und Python 3.10²⁴ sowie mehrerer Python-Module, die in der Einrichtungsdokumentation der Datenbankanwendung²⁵ aufgeführt sind.

Um die Datenbankstruktur zu modellieren, wurden die erforderlichen Informationen für die Beschreibung eines BIM-Anwendungsfalls analysiert und eine atomisierte, d. h. eine auf die kleinsten Informationseinheiten heruntergebrochene, Modellierung entwickelt, die eine eindeutige Speicherung der BIM-Anwendungsfälle sowie zugehöriger Metadaten und deren Wertebereiche, wodurch das Filtern der in der Anwendung bereitgestellten und entwickelten BIM-Anwendungsfälle ermöglicht wird.

Die unterschiedlichen Bezeichnungen aus der Modellierung und der Implementierung werden im Folgenden als Kurzbezeichnungen eingeführt und daraufhin synonym verwendet. Bei der Analyse wurden verschiedene Sachverhalte berücksichtigt, die die Modellierung der Datenbank maßgeblich beeinflussten:

1. Die BIM-Anwendungsfälle werden durch ihre Teilprozesse (in der Datenbank bezeichnet als „Aufgabe“ bzw. „Aufgabe_Auspraegung“) definiert. Diese Teilprozesse sind im Rahmen der Begrenzung des Umfangs dieses Prototyps nicht prozesslogisch im Sinne einer Prozesskette miteinander verknüpft, sondern lediglich einem BIM-Anwendungsfall zugeordnet. Eine chronologische Prozessdarstellung innerhalb des Demonstrators kann nicht abgebildet werden.
2. In der Datenbank kommt es an mehreren Stellen zu n:m-Beziehungen, welche in einer rationalen Datenbank nicht abgebildet werden können und somit umstrukturiert werden mussten. Dazu wird jeweils eine Relationstabelle eingeführt, jeweils im Tabellennamen gekennzeichnet durch den Präfix „Match“, in welcher n:m-Relationen in mehrere 1:n-Beziehungen umgewandelt wurden. Eine Entität in einer Match-Tabelle enthält somit eine eindeutige Paarung (ein Match) aus jeweils einer n:m-Beziehung. Diese Beziehungen treten in folgenden Fällen auf:

²³ u. a. im Forschungsprojekte „BIM-Modellierungsrichtlinie“ (Zukunft Bau, Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-18.28)

²⁴ Entspricht der Entwicklungsversion. Möglicherweise mit älteren oder neueren Versionen kompatibel.

²⁵ Die Einrichtungsdokumentation kann über den Downloadbereich des BIM-Instituts der Bergischen Universität Wuppertal abgerufen werden.

- Zuordnung von beliebig vielen Metadaten zu den BIM-Anwendungsfällen. Allen BIM-Anwendungsfällen müssen eine Phase und ein BIM-Ziel zugewiesen sein. Optional können weitere Metadaten zugewiesen werden.
 - Ein BIM-Anwendungsfall beinhaltet mehrere Prozessschritte, jedoch können ähnliche BIM-Anwendungsfälle die gleichen Prozessschritte verwenden, sodass Mehrfachzuordnung in beide Richtungen von Vorteil sind.
3. Alle Relationen (Tabellen) in der Datenbank mit Ausnahme der Match-Tabellen erhalten als Identifikator eine innerhalb der Relation fortlaufende Nummer (Primary Key [PK]), durch welche sie eindeutig bezeichnet sind und damit in anderen Relationen referenziert werden können (Foreign Key [FK]).

Basierend auf der Analyse wurden die Entitäten und ihre vollständigen Beziehungen modelliert. Abbildung 9 stellt das UML-Diagramm der Datenbank dar. Basierend auf dieser theoretischen Modellierung erfolgte die praktische Implementierung der Datenbank und der Skripte für Setup und Abfragen der Datenbank.

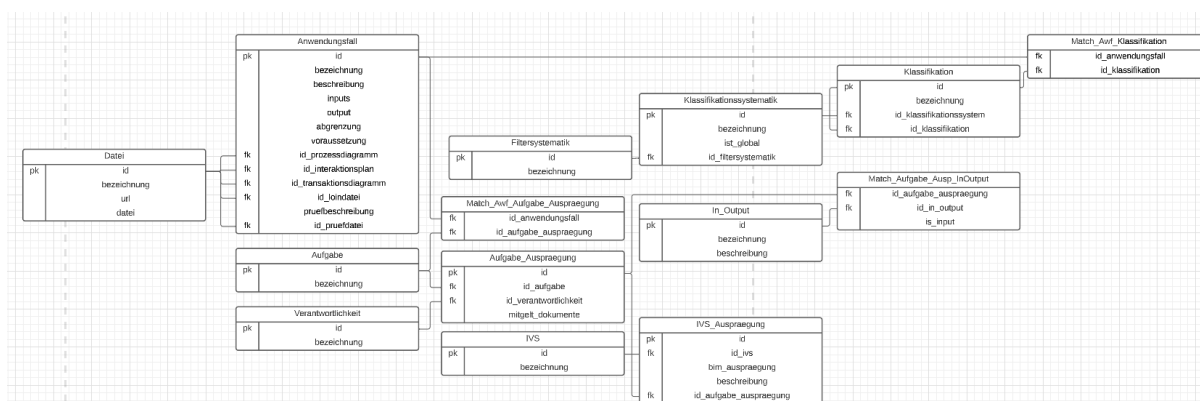


Abbildung 9: UML-Diagramm der Datenbank zur Abbildung der BIM-Anwendungsfälle (PK=Primary Key, FK=Foreign Key)²⁶

Die PostgreSQL-Umgebung kommt mit dem Datenbankmanagementtool pgAdmin (vgl. The pgAdmin Development Team [o. J.]) zur Anwendung, welches unter anderem zum Aufsetzen und während der Entwicklung der Datenbank verwendet wird. Der Prototyp setzt sich aus einer serverseitigen (Backend) und einer nutzerseitigen Anwendung (Frontend) zusammen. Während das Backend in Python und SQL geschrieben wurde, wurde das Frontend in HTML, CSS und JavaScript verfasst. Zur Anknüpfung der PostgreSQL-Datenbank an das Backend wurde das Python-Modul *psycopy2* (The Psycopy Team [o. J.]) verwendet. Außerdem wurden zum Lesen und Verwalten der Daten aus Excel-Tabellen, die als In- und Output sowie als alternative Setupmöglichkeit der Datenbank dienen, die Python-Module *pandas* (vgl. The Pandas Development Team [o. J.]) und *XlsxWriter* (McNamara, J. [o. J.]) genutzt. Die Anbindung des Backends an das Frontend geschieht durch die Python-Module *Flask* sowie *jinja2*. Die Excel-Dokumente dienen als Schnittstelle zur Datenbank und enthalten alle Daten, die aus der Datenbank kommen (Output) oder in die Datenbank geschrieben werden sollen (Input). Dabei ist es wichtig, die Datenverknüpfungen korrekt wiederzugeben, da ungültige Referenzen ein Schreiben der Tabelle in die Datenbank verhindert.

Wird die Funktion zum Befüllen der Daten auf der Übersichtsseite des Webtools ausgeführt, werden folgende Schritte ausgeführt:

²⁶ Eigene Darstellung

1. Reset der Datenbank: Da es sich primär um eine Funktion zur Ersteinrichtung handelt, werden vorhandenen Tabellen gelöscht und neu erzeugt, sodass bei korrekter Datenlage der einzulesenden Daten ein sauberer Start ermöglicht wird.
2. Lesen, Säubern und Verknüpfen der Daten: Die in Form von Excel-Tabellen vorliegenden Daten werden in die Laufzeitumgebung des Skripts geladen und dabei von systematisch erkennbaren Fehlern wie doppelten Leerzeichen, Umbrüchen etc. befreit. Die Tabelle findet sich als Excel-Datei im Ordner des Prototypen.
3. Die Daten werden anhand automatischer Tabellenblatt- und Spaltenerkennung der Excel-Daten verknüpft und so in die modellierte Struktur der Datenbank überführt. Anhand dieser Struktur werden sie anschließend über SQL-Transaktionen in die Datenbank geschrieben.

Die Datenbank ist damit fertig befüllt. Kontrollen der Daten, wie etwa auf Duplikate durch falsche Schreibweisen können innerhalb der Anwendung deutlich effektiver als in den Tabellen durchgeführt und die Daten korrigiert werden. Anschließend sind die Daten bereit zur Abfrage.

Die Funktion des Resets muss zu Beginn der ersten Verwendung des Prototyps zwecks Initialisierung der Datenbank ausgeführt werden, kann aber auch zwischenzeitlich zum Zurücksetzen der Datenbank auf den Ausgangszustand oder zum Einlesen erweiterter Daten verwendet werden.

Browseranwendung

Die Browseranwendung wird nach Start der Anwendung im Standardbrowser des Anwendenden geöffnet. Auf der Startseite werden allgemeine Informationen zum geöffneten Demonstrator dargestellt (vgl. Abbildung 10). In der oberliegenden Navigationsleiste sind die Module Übersicht, Reader und Editor aufrufbar, die im Folgenden beschrieben werden.

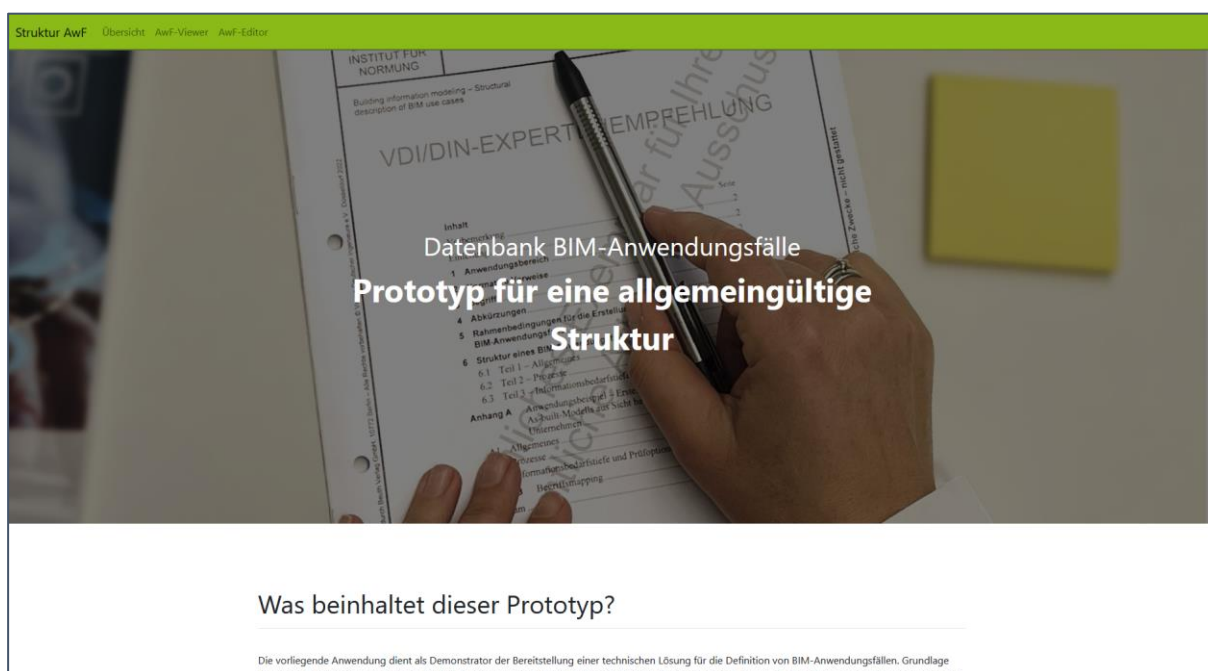


Abbildung 10: Screenshot des Demonstrators: Begrüßungsseite²⁷

²⁷ Eigene Darstellung

Übersicht

Das Modul Übersicht (vgl. Abbildung 11) dient zur Darstellung aller in der Anwendung enthaltener BIM-Anwendungsfälle und gibt einen Indikator über deren Vollständigkeit entlang der abgestimmten inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle. Folgende Bedingungen geben ein positives Feedback über die Vollständigkeit eines BIM-Anwendungsfalls entlang der drei Teile der inhaltlichen Struktur wieder:

- Alle erforderlichen Felder des BIM-Anwendungsfalls in der Relation „Anwendungsfall“ sind nicht leer (eine inhaltliche Untersuchung wird nicht durchgeführt) und der BIM-Anwendungsfall ist über die Match-Tabelle mit mindestens einem Lebenszyklus-Metadatum und einem BIM-Ziel-Metadatum verknüpft.
- Der BIM-Anwendungsfall hat mindestens eine Aufgabe, welche wiederum mindestens einen In- oder Output sowie mindestens einen Informationsverarbeitungsschritt (IVS) hat.
- Der BIM-Anwendungsfall ist mit einer LOIN-Datei und/oder einer Prüfdatei oder Prüfbeschreibung verknüpft. Die Dateien können als Datei selbst oder als URL-Verweis vorliegen.

The screenshot shows the 'Struktur AwF' application interface. At the top, there is a navigation bar with 'Struktur AwF', 'Übersicht', 'AwF-Viewer', and 'AwF-Editor'. The main content area is divided into two sections: 'Obligatorische Metadaten' and 'Optionale Metadaten'. The 'Obligatorische Metadaten' section has three columns: 'Lebenszyklusphase', 'BIM-Ziel', and 'Klasse'. Each column has a dropdown menu and a list of options. The 'Optionale Metadaten' section has three columns: 'Art des Metadatums', 'Metadatum', and 'Wert'. Below these sections is a green 'Filtern' button. The bottom section is titled 'BIM-Anwendungsfälle' and contains a table with the following data:

Bezeichnung	Vollständigkeit			Öffnen	Download
	Teil 1	Teil 2	Teil 3		
Durchführung eines modellbasierten Aufgabenmanagements aus Sicht von bauausführenden Unternehmen	✓	✓	✓	Details	Download
Erstellung einer modellbasierten Angebotskalkulation auf Basis eines Leistungsverzeichnisses aus Sicht bauausführender Unternehmen	✓	✓	✓	Details	Download
Erstellung eines As built-Modells aus Sicht bauausführender Unternehmen	✓	✓	✓	Details	Download

Abbildung 11: Screenshot des Demonstrators: Übersicht der enthaltenen BIM-Anwendungsfälle²⁸

Durch die Nutzung des Ansehen-Buttons können Anwendende Inhalte des BIM-Anwendungsfalls ansehen. Hierfür führt die Anwendung Anwendende in das Reader-Modul.

Außerdem können die BIM-Anwendungsfälle anhand den ihnen zugewiesenen Metadaten gefiltert werden, sodass beispielsweise nur BIM-Anwendungsfälle einer bestimmten Lebenszyklusphase angezeigt werden. Über ein zweistufiges System wird dafür das Metadatum, welches als Filter genutzt werden soll, ausgewählt und daran anschließend der Wert ausgewählt, über den die BIM-Anwendungsfälle in der Filterauswahl verfügen sollen. Infolge der in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Beziehungen zwischen primären und sekundären Wertebereiche können wertgleiche Ausprägungen unterschiedlicher Wertebereiche in Beziehung gesetzt und berücksichtigt werden.

²⁸ Eigene Darstellung

Unterhalb der Auflistung der BIM-Anwendungsfälle ist die Funktion für das Zurücksetzen und Initialisieren der Datenbank mithilfe der zuvor genannten Excel-Tabelle als Datengrundlage gegeben. Eine vorgefertigte Tabelle liegt dem Prototyp bei. Sofern die Datenbank Daten enthält, können diese Daten außerdem über einen Download-Button als Excel-Datei exportiert werden. Diese Datei kann bearbeitet und, sofern weiterhin konsistent, wieder über die Funktion zum Zurücksetzen der Datenbank eingelesen werden. Somit besteht eine alternative Bearbeitungsmöglichkeit neben dem Editor der Browseranwendung.

Die Export- und Import-Tabellen der Anwendung bilden die Datenstruktur der BIM-Anwendungsfälle in der Datenbank direkt ab, d. h., dass die Relationen der Datenbank in jeweils einem Tabellenblatt abgebildet werden. Spalten der Relation werden mit ihrer Bezeichnung in Spalten der Tabelle übertragen und die Einträge entsprechend in die Tabellenzeilen. Bei einer Anpassung der Daten ist zu beachten, dass die Anforderungen der Datenbank an die Datenkonsistenz vom Nutzer manuell sichergestellt werden muss. Spalten, die einen Verweis auf einen Schlüssel einer anderen Tabelle (Foreign Key) beinhalten, müssen auf einen gültigen Eintrag verweisen. Weiterhin dürfen Schlüssel einer Tabelle (Primary Keys) nicht doppelt vergeben werden. Beide Fälle verhindern ein erfolgreiches Einlesen der Tabelle in der Anwendung.

Reader

Auf der Ansichtseite für einen einzelnen BIM-Anwendungsfall werden dessen Daten übersichtlich dargestellt (vgl. Abbildung 12). Dabei werden die Daten in drei Tabs aufgeteilt, von denen jeweils einer angezeigt werden kann. Der Inhalt der Tabs ist in die drei Vollständigkeitsstufen unterteilt. Die Darstellung orientiert sich dabei am Dokument-Layout der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle.



Abbildung 12: Screenshot des Demonstrators: Reader-Ansicht (Beispiel-BIM-Anwendungsfall "Erstellung eines As built-Modells aus Sicht bauausführender Unternehmen")²⁹

Die Dateien, die in der Datenbank gespeichert sind, können an der entsprechenden Stelle via Download-Button heruntergeladen werden.

²⁹ Eigene Darstellung

Editor

Die Editor-Seite bietet die Möglichkeit einen bereits bestehenden BIM-Anwendungsfall auszuwählen und zu bearbeiten oder einen neuen BIM-Anwendungsfall zu erstellen. Im Falle der Bearbeitung eines bestehenden BIM-Anwendungsfalls werden die Eingabefelder vorausgefüllt und können angepasst werden. Die Zusammenstellung der bearbeitbaren Inhalte teilt sich in drei Tabs analog zu den Teilen der inhaltlichen Struktur auf.

Im ersten Tab werden die allgemeinen Informationen des BIM-Anwendungsfalls inkl. seiner Metadaten angezeigt. Hier können Anwendende alle allgemeinen Informationen des BIM-Anwendungsfalls eintragen und bearbeiten, vorhandene Metadaten aus einer Liste vordefinierter Einträge zuordnen oder ein neues Metadatum hinzuzufügen.

Im zweiten Tab werden die Prozesse des BIM-Anwendungsfalls angezeigt. Hier kann der Nutzer Informationen der Prozesse bearbeiten oder einen Prozess hinzufügen, sowie innerhalb dieser Prozesse Inputs und Informationsverarbeitungsschritte bearbeiten oder hinzufügen (siehe Abbildung 13). Außerdem werden auf dieser Seite die Abbildungen des Prozessdiagramms, des Interaktionsplans und des Transaktionsdiagramms eingebettet. Dies beinhaltet die Übergabe der jeweiligen Bilddatei an die Datenbank (entspricht einem Upload in einer möglichen Online-Variante der Anwendung), welche dort im binären PostgreSQL-Datenformat *bytea* gespeichert wird.

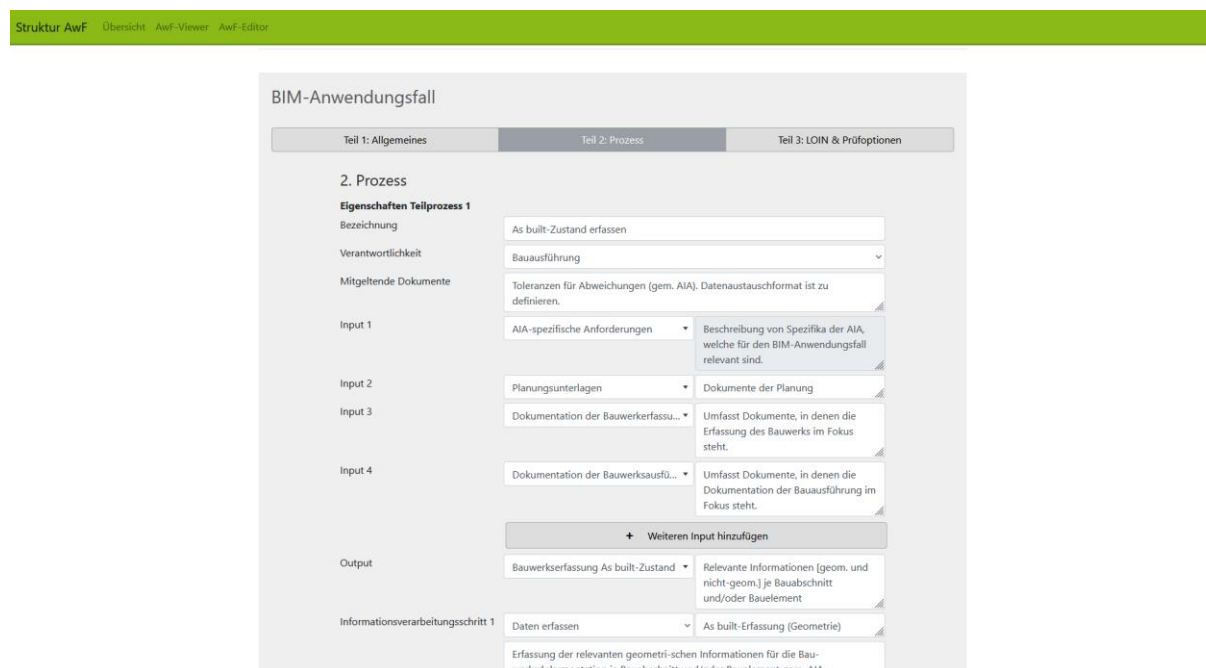


Abbildung 13: Screenshot des Demonstrators: Editor-Ansicht (hier: Teil 2 – Prozesse; Beispiel-BIM-Anwendungsfall "Erstellung eines As built-Modells aus Sicht bauausführender Unternehmen")³⁰

Im dritten Tab können LOIN-Datei und Prüfdateien, welche ebenfalls als *bytea* gespeichert werden, für einen BIM-Anwendungsfall hinterlegt werden. Eine Anpassung einer bestehenden Datei ist nur durch den Austausch der bestehenden Datei möglich.

Unterhalb des Bearbeitungsbereichs kann der gesamte BIM-Anwendungsfall gespeichert werden und wird damit in die Datenbank geschrieben. Die Oberfläche und die daran angeknüpfte Datenverarbeitung bis hin zur Datenbank ist darauf ausgelegt Eingaben zu unterbinden, die für die Datenbank unzulässig

³⁰ Eigene Darstellung

sind. Auf Basis von praktischen Erfahrungen ist dies jedoch nur bis zu einem gewissen Grad möglich, insbesondere bei einem Prototyp.

Ausblick

Da es sich bei dem hier bereitgestellten Demonstrator um einen Prototyp handelt, der das grundlegende Konzept einer Webanwendung für die Definition und Verwaltung von BIM-Anwendungsfällen gem. der zuvor dargestellten Strukturierungsansätze aufzeigt, ist der Leistungsumfang auf die definierten Funktionalitäten beschränkt worden. Durch Weiterentwicklungen und Ergänzungen weiterer Funktionalitäten kann dieser zu einem potenteren Werkzeug ausgebaut werden. Nachfolgend werden beispielhafte Vorschläge für mögliche Anpassungen und Erweiterungen aufgezeigt:

- Erweiterung zu einer online verfügbaren Anwendung inklusive Webhosting, Nutzerverwaltung innerhalb der Anwendung und weiterer, im Zusammenhang stehender Anpassungen: Hierbei wäre die Verfügbarkeit der erstellten BIM-Anwendungsfälle für alle Anwendende innerhalb einer Nutzergruppe (beispielsweise Unternehmung, Arbeitskreis) unmittelbar vereinfacht. Die aktuelle Anwendung läuft als lokale Anwendung, welche eine manuelle Weitergabe der entsprechenden Datenbank-Datei sowie enthaltener Excel-Tabelle mit sich zieht.
- Auswahl bzw. Wiederverwendung bestehender und genutzter Teilprozessen: Hierbei würde eine verbesserte inhaltliche Verknüpfung zwischen BIM-Anwendungsfällen ermöglicht werden. Die aktuelle Anwendung erstellt jeweils neue Datensätze für jeden BIM-Anwendungsfall.
- Detektion von Fehlereingaben und Umgang mit diesen: Hierbei würden Anwendende in der Erstellung und Anpassung von BIM-Anwendungsfällen (auch von Teilen) in der Gewährleistung der (datentechnischen) Richtigkeit und Konsistenz unterstützt. Die aktuelle Anwendung gibt bei Feststellung von Konsistenzfehlern einen „fatal error“ aus.
- Progressionsmodell: Hierbei würde die Bearbeitung der nächsten Inhalte (im Sinne der Teile 1-3 der inhaltlichen Struktur) nur nach vollständigem Ausfüllen des vorherigen Teils ermöglicht. Anwendende könnten dadurch bei der Erstellung von BIM-Anwendungsfällen eine bessere Fokussierung auf relevante Daten eines BIM-Anwendungsfalls erfahren. Die aktuelle Anwendung erlaubt eine Beschreibung der Inhalte ohne ein solches Vorgehen.
- Löschfunktionen: Hierbei würden Funktionen zum Löschen von Metadaten, Teilprozessen, Inputs, Informationsverarbeitungsschritten, binär gespeicherten Dateien (beispielsweise Bilddateien, Dokumente) ermöglicht. Die aktuelle Anwendung erlaubt eine Löschung dieser Inhalte lediglich über die Initialisierungsdatei.
- Verknüpfung weiterer Systematiken (zum Beispiel Universal Types): Hierdurch können weitere Anknüpfungs- und Standardisierungsleistungen

Bereitstellung des Demonstrators

Die Datenbank-Anwendung wird über GitHub frei zur Verfügung gestellt. Die Verfügbarkeit des Demonstrators wird für einen Zeitraum von mindestens fünf Jahren nach Upload gewährleistet. Eventuelle Updates der Anwendung werden über GitHub³¹ bereitgestellt.

Für den Demonstrationszweck sind innerhalb der Setup-Datei des Demonstrators standardmäßig BIM-Anwendungsfälle enthalten. Diese wurden in Zusammenarbeit mit der Fachgruppe Bauausführung des buildingSMART Germany unter Anwendung der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle definiert. Die BIM-Anwendungsfälle sind ergänzend über Anlage 3 abrufbar.

³¹ Abrufbar über <https://github.com/BIMInstitut/MRL-Datenbank>

Zusammenfassung und Ausblick

Mit wachsender Anwendung der Methode BIM innerhalb von Projekten in der Bau- und Immobilienbranche in Deutschland rücken BIM-Anwendungsfälle immer weiter in den Fokus. Die erfolgreiche Kommunikation und Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen setzt daher ein einheitliches Verständnis über einen BIM-Anwendungsfall voraus. Für die größer werdende Anzahl von Anwendenden sind daher einheitliche Rahmenbedingungen und die Schaffung einer konsistenten Informationsgrundlage kritisch.

Im Rahmen einer durchgeführten Recherche veröffentlichter BIM-Anwendungsfälle in der DACH-Region konnte jedoch festgestellt werden, dass die verfügbare Informationsgrundlage zu BIM-Anwendungsfällen herausgeberübergreifend heterogen ausfällt: Hierbei wurden über 200 individuelle BIM-Anwendungsfalldefinitionen recherchiert, die von 17 herausgebenden Institutionen (Unternehmen sowie öffentliche und wissenschaftliche Einrichtungen) bereitgestellt wurden (Stand Dezember 2021). Die Auswertung der Rechercheergebnisse ergab, dass unterschiedliche Interpretationen über den Umfang der Beschreibung eines BIM-Anwendungsfall vorhanden sind. Diese Heterogenität in der Beschreibung spiegelt sich insbesondere bei der Perspektive und dem Fokus der Beschreibung eines BIM-Anwendungsfalls wieder. Den BIM-Anwendungsfalldefinitionen zugrunde gelegt wurden dabei auch unterschiedliche Strukturvorschläge der Herausgebenden, wodurch sich die unterschiedlichen Herangehensweisen an die Beschreibung der BIM-Anwendungsfälle genauer untersuchen ließen. Neben einer Anzahl an unterschiedlichen Beschreibungselementen konnten darüber hinaus auch Gemeinsamkeiten identifiziert werden. Zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass das zugrunde liegende Verständnis über BIM-Anwendungsfälle unterschiedlich ausfällt. Die Bereitstellung und Kommunikation einer standardisierten Struktur für BIM-Anwendungsfälle wurde als Alternative mit dem größtmöglichen Hebel für die Schaffung eines einheitlichen Verständnisses identifiziert; gepaart mit der Bereitstellung einer Vielzahl von Anwendungsbeispielen in Form von Referenz-BIM-Anwendungsfällen kann neben dem Beweis der Praxistauglichkeit auch die (fachliche) Auseinandersetzung und Akzeptanz der standardisierten Struktur gefördert werden.

Weiterhin konnte im Rahmen der Auswertung der Recherche festgestellt werden, dass die Vielzahl der BIM-Anwendungsfalldefinitionen auf 16 betrachtete Leistungen konsolidiert bzw. herunter gebrochen werden konnten. Dies zeigt zum einen, dass thematische Überschneidungen bei der Beschreibung von Leistungen als BIM-Anwendungsfälle durch unterschiedliche Herausgebende vorhanden sind und sich hiermit Potentiale durch Ressourcenbündelung ergeben können. Zum anderen wird hierdurch deutlich, dass der Fokus der Herausgebenden nur auf einer geringen Anzahl von BIM-Anwendungsfällen liegt, diese daher als größte Potentiale interpretiert werden. Basierend auf der Verteilung der Herausgebenden in Bezug auf deren Rollen in BIM-Projekten und der BIM-Methodik im Allgemeinen kann damit festgestellt werden, dass diese 16 Leistungen für grundsätzlich hoch für die Standardisierung zu priorisieren sind.

Ausgehend von dieser Sachlage wurde ein Arbeitskreis initiiert, der sich mit der Entwicklung einer einheitlichen (standardisierten) Struktur für BIM-Anwendungsfälle befasste. Das Einbeziehen der unterschiedlichen, bereits veröffentlichten und genutzten Strukturen sowie die Mitwirkung von Vertretenden sämtlicher Stakeholder*innen von BIM-Projekten wurde dabei aktiv verfolgt. Die Arbeiten wurden zeitnah in einen Arbeitskreis des DIN und VDI in den normativen Prozess gebracht und in Zusammenarbeit mit insgesamt 30 BIM-Expert*innen weiter vorangetrieben. Im Ergebnis konnte eine inhaltliche Struktur für BIM-Anwendungsfälle definiert werden, welche die Interessen und Anforderungen aller beteiligten Rollen in BIM-Projekten berücksichtigt. Der Fokus der inhaltlichen Struktur liegt dabei neben der fachlichen Beschreibung auch auf der Umsetzbarkeit des BIM-Anwendungsfalls. Die inhaltliche Struktur wurde als VDI/DIN Expertenempfehlung im Oktober 2022 veröffentlicht und ist als Blatt 12.1 Teil der VDI-Richt-

linienreihe 2552. Durch Überführung der Arbeiten in die Kanäle des DIN und VDI kann neben der Schaffung des formellen Standardisierungscharakters auch ein breiteres Publikum für die entsprechenden Inhalte erreicht werden.

Als weitergehender Strukturansatz wurde die Entwicklung von Metadaten durch die Forschenden initiiert: Metadaten kategorisieren BIM-Anwendungsfälle auf Grundlage ihrer fachlichen Eigenschaften. Der Mehrwert dieses Lösungsansatzes trägt insbesondere bei großen oder größer werdenden Portfolios von BIM-Anwendungsfällen, beispielsweise in Form zentralisierter Plattformen, wobei Anwendende die vorhandene Summe an BIM-Anwendungsfälle mithilfe der Metadaten filtern und anforderungsgerechte BIM-Anwendungsfälle identifizieren können. Im Zuge der Arbeiten wurden drei obligatorische sowie weitere, optionale Metadaten identifiziert und geeignete Wertebereiche auf Grundlage bestehender Systematiken (bspw. Klassifizierungssysteme) ausgewählt oder – sofern notwendig – eigene Wertebereiche definiert. Eine Veröffentlichung der Metadaten ist als Expertenempfehlung des DIN und VDI geplant, wobei die Arbeiten mit Abschluss des Forschungsprojektes noch nicht final abgeschlossen sind.

Weiterhin wurde weiterer Standardisierungs- und Strukturierungsbedarf in Bezug auf die Bezeichnung von BIM-Anwendungsfällen sowie die Bereitstellung von Prozessbausteinen für die Informationsverarbeitung im Rahmen der Beschreibung des Prozesses eines BIM-Anwendungsfalls identifiziert. Zu beiden Lösungsansätzen wurden Vorschläge erarbeitet, die in die weiteren Forschungsarbeiten der Forschenden eingebracht werden sollen.

Zur Vertiefung des Verständnisses und der Anwendung der entwickelten Standardisierungs- und Strukturierungsansätze wurde ein technischer Demonstrator entwickelt, welcher als Plattformdienst die Erstellung und Verwaltung von BIM-Anwendungsfällen übernehmen kann. Die Anwendung verfügt über Möglichkeiten zur Erstellung von BIM-Anwendungsfällen auf Grundlage der inhaltlichen Struktur, zur Verwaltung (beispielsweise Editierung oder Löschung) von Inhalten, Filtermöglichkeiten von BIM-Anwendungsfällen durch Anwendung der Metadaten, einem einfachen inhaltlichen Monitoring des Fortschrittes der BIM-Anwendungsfallerstellung sowie Import- und Exportmöglichkeiten zum Austausch von Inhalten. Weiterhin enthalten sind konkrete Beispiele für BIM-Anwendungsfälle, die in Zusammenarbeit mit dem buildingSMART Germany und Partnern aus der Praxis erarbeitet wurden. Der bereitgestellte Prototyp läuft dabei als lokale Anwendung auf der Hardware der Anwendenden und sichert erstellte und/oder angepasste Inhalte im Rahmen der integrierten Datenbank. Die Anwendung wird kostenfrei über Github bereitgestellt.

Mit Schaffung der beschriebenen Lösungsansätze wurden erste Rahmenbedingungen für die Harmonisierung des Verständnisses von BIM-Anwendungsfällen geschaffen: Insbesondere die Schaffung einer einheitlichen Grundlage für die Beschreibung eines von BIM-Anwendungsfällen kann hier als Katalysator wirken. Für die erfolgreiche Durchdringung der Lösungsansätze ist die Streuung der Ergebnisse in die Breite zunächst eine der priorisierten Aufgaben. Erste Maßnahmen wie die Durchführung eines Webinars für die Mitglieder des VDI, die Integration der Inhalte in weitere Arbeitsgruppen, Forschung und Lehre wurden bereits angestoßen und durchgeführt.

In Bezug auf den weiteren Forschungsbedarf sind weitere Standardisierungsansätze von (Teil-)Inhalten von BIM-Anwendungsfällen zu betrachten. Die beiden aufgegriffenen Lösungsansätze betreffend die Bezeichnung und die Informationsverarbeitungsschritte stellen dabei nur zwei denkbare Alternativen dar. Auch stellen Möglichkeiten zur Automatisierbarkeit von BIM-Anwendungsfällen, beispielsweise die Schnittstellen zwischen BIM-Anwendungsfallbeschreibung und Produktivsysteme oder die Integration von Informationskatalogen und -klassifizierungen (beispielsweise Universal Types oder dem buildingSMART Data Dictionary) für die Integration von Produktinformationen Potentiale dar, die tiefgehend für die Standardisierung von BIM-Anwendungsfällen zu betrachten sind. Zu berücksichtigen ist hierbei stets das Maß zwischen Praxistauglichkeit und Standardisierungsbedarf.

Mitwirkende

Autorinnen und Autoren

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

Daiki John Feller, M.Sc. (Amprion Offshore GmbH; ehemals Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft/BIM-Institut, Bergische Universität Wuppertal)

Matthias Kaufhold, M.A. Wirt.-Ing. (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)

Weitere Mitwirkende

Butenhof, Felix (LIST Eco GmbH & Co. KG)

Lukas Loeb, M.Sc.

Hüseyn Bek, B.Sc.

Fachliche Betreuung

Anne Bauer

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

Kurzbiographien



Apl.-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 Projektmittelgebern 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 Baulogistik 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“.



Daiki John Feller

Daiki John Feller arbeitet bei der Amprion Offshore GmbH als BIM-Manager und verantwortet dort das operative BIM-Management für die Offshore-Netzanschlussysteme BalWin1 und BalWin2. Zusätzlich gehört die strategische BIM-Implementierung zu seinen Aufgaben.

Zuvor war Herr Feller als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft/BIM-Institut der Bergischen Universität Wuppertal tätig. Zu seinen Forschungsschwerpunkten zählten neben dem Informations- und Prozessmanagement insbesondere die Standardisierung und Strukturierung von BIM-Anwendungsfällen.



Matthias Kaufhold

Matthias Kaufhold ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für das Management digitaler Prozesse in der Bau- und Immobilienwirtschaft/BIM-Institut an der Bergischen Universität Wuppertal. Zu seinen Forschungsschwerpunkten zählt das Real Estate Lifecycle-Datamanagement und die damit verbundene Organisations- und Prozessentwicklungen. Er ist Leiter der Projektgruppe Datenqualität- und -austausch der Gesellschaft für immobilienwirtschaftliche Forschung, Dozent für Digitalisierung und Organisationsentwicklung verschiedener Studiengänge und führt verschiedenen öffentlichen und privatwirtschaftlichen Projektumsetzungen zur Digitalisierung und BIM durch.

**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

Literaturverzeichnis

Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI), 2021: Masterplan BIM für Bundesbauten. Berlin.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), 2021: Masterplan BIM Bundesfernstraßen. Berlin.

DIN EN 17412-1:2021-06, 2021. Bauwerksinformationsmodellierung - Informationsbedarfstiefe - Teil 1: Konzepte und Grundsätze; Deutsche Fassung EN 17412-1:2020 (en: Building Information Modelling - Level of Information Need - Part 1: Concepts and principles; German version EN 17412-1:2020). Berlin.

Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen (MHKBG NRW), 2021: BIM-Handlungsempfehlung für die kommunalen Bauverwaltungen und die kommunale Gebäudewirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.

VDI/DIN-EE 2552 Blatt 12.1:2022-10, 2022. Building Information Modeling - Struktur zu Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen (en: Building information modeling – Structural description of BIM use cases). Berlin.

Atlassian. Pty Ltd, o. J.: User Stories mit Beispielen und Vorlage. Zugriff: <https://www.atlassian.com/de/agile/project-management/user-stories> [abgerufen am 30.04.2023].

BIM Deutschland, o. J.: Liste der standardisierten Anwendungsfallbezeichnungen. Zugriff: <https://www.bimdeutschland.de/bim-deutschland/liste-der-standardisierten-anwendungsfallbezeichnungen> [abgerufen am 30.04.2023].

buildingSMART international (o. J.): bSI Use Case Management. Zugriff: <https://ucm.buildingsmart.org/> [abgerufen am 30.04.2023].

McNamara, J., o. J.: Working with Pandas and XlsxWriter. Zugriff: https://xlsxwriter.readthedocs.io/working_with_pandas.html [abgerufen am 30.04.2023].

Object Management Group, o. J.: Business Process Model and Notation. Zugriff: <https://www.omg.org/spec/BPMN/> [abgerufen am 30.04.2023].

The Pandas Development Team, o. J.: Pandas. Zugriff: <https://pandas.pydata.org/> [abgerufen am 30.04.2023].

The PostgreSQL Global Development Group [1], o. J.: About. Zugriff: <https://www.postgresql.org/about/> [abgerufen am 30.04.2023].

The PostgreSQL Global Development Group [2], o. J.: License. Zugriff: <https://www.postgresql.org/about/licence/> [abgerufen am 30.04.2023].

The pgAdmin Development Team, o. J.: pgAdmin. Zugriff: <https://www.pgadmin.org/> [abgerufen am 30.04.2023].

The Psycopg Team, o. J.: Psycopg – PostgreSQL database adapter for Python. Zugriff: <https://www.psycopg.org/docs/> [abgerufen am 30.04.2023].

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung des Vorgehens entlang Teilziele und gewählter Maßnahmen	10
Abbildung 2: Aufbau der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle	19
Abbildung 3: Beispiel Prozessdiagramm (BIM-Anwendungsfall „Durchführung eines modellbasierten Aufgabenmanagements aus Sicht von bauausführenden Unternehmen“)	22
Abbildung 4: Beispiel Interaktionsplan (BIM-Anwendungsfall "Durchführung eines modellbasierten Aufgabenmanagements aus Sicht von bauausführenden Unternehmen")	22
Abbildung 5: Beispiel Transaktionsdiagramm (BIM-Anwendungsfall "Durchführung eines modellbasierten Aufgabenmanagements aus Sicht von bauausführenden Unternehmen")	23
Abbildung 6: Beispiel Prozessdetaillierung (BIM-Anwendungsfall "Durchführung eines modellbasierten Aufgabenmanagements aus Sicht von bauausführenden Unternehmen")	25
Abbildung 7: Anwendung von Metadaten am Beispiel des Metadatum Lebenszyklusphase)	29
Abbildung 8: Direkte und indirekte Zuordnung von Wertebereichen (Beispiel: Lebenszyklusphase)	30
Abbildung 9: UML-Diagramm der Datenbank zur Abbildung der BIM-Anwendungsfälle (PK=Primary Key, FK=Foreign Key)	41
Abbildung 10: Screenshot des Demonstrators: Begrüßungsseite	42
Abbildung 11: Screenshot des Demonstrators: Übersicht der enthaltenen BIM-Anwendungsfälle	43
Abbildung 12: Screenshot des Demonstrators: Reader-Ansicht (Beispiel-BIM-Anwendungsfall "Erstellung eines As built-Modells aus Sicht bauausführender Unternehmen")	44
Abbildung 13: Screenshot des Demonstrators: Editor-Ansicht (hier: Teil 2 – Prozesse; Beispiel-BIM-Anwendungsfall "Erstellung eines As built-Modells aus Sicht bauausführender Unternehmen")	45

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wertebereich des Metadatums Anwendungsfeld (alphabetische Reihenfolge).....	31
Tabelle 2: Top Level BIM-Ziele des Metadatums BIM-Ziele (alphabetische Reihenfolge).....	33
Tabelle 3: Vorschlag für ein Baukastensystem zu Informationsverarbeitungsschritte inklusive Beschreibung.....	38

Abkürzungsverzeichnis

AIA	Austausch-Informationsanforderungen
BAP	BIM-Abwicklungsplan
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BIM	Building Information Modeling
BMWSB	Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BPM	Business Process Modeling
BPMN2.0	Business Process Model and Notation 2.0
DACH-Region	Deutschsprachiger Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz)
DBMS	Datenbankmanagementsystem
DIN	Deutsches Institut für Normung
EE	Expertenempfehlung
GEFMA	German Facility Management Association
KPI	Key Performance Indicator
LOIN	Level of Information Need
UCM	Use Case Management
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.

Anlagen

- Anlage 1: Anleitung zur Anwendung der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle
- Anlage 2: Vorlage Tabellarische Struktur für die Informationsbedarfstiefe im Rahmen der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle
- Anlage 3: Anwendungsbeispiele der inhaltlichen Struktur für BIM-Anwendungsfälle: BIM-Anwendungsfälle der Bauausführung