

Auf dem Weg zu einem ganzheitlichen Lebenszyklusmanagement von Bauwerken für nachhaltiges Bauen: Vorschlag einer Methodik zur digitalen Transformation durch datenbankbasierte Informationsmodelle

Nijanthan Mohan^{1,3}, Gertraud Wolf², Martin Wogan^{3,4}, Jan Beilfuß⁴, Rolf Groß¹

¹Fachhochschule Aachen, Bayernallee 9, 52066 Aachen

²Universität der Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, 85577 Neubiberg

³Technische Universität Dresden, 01062 Dresden

⁴Technische Universität Braunschweig, Universitätsplatz 2, 38106 Braunschweig

E-Mail: mohan@fh-aachen.de

Abstract: Die lineare Betrachtung von Planungs- und Bauprozessen unter Anwendung der BIM-Methode ist aus technologischer Sicht nicht mehr ausreichend. Vielmehr muss der Gesamtlebenszyklusprozess (GLZP) eines Bauwerkes betrachtet werden. Nach DIN EN ISO 19650 wird durch die Nutzung von zusammengeführter und datenbankbasierter Informationsmodelle (dIM) eine neue Herangehensweise in der Planung von Bauwerken aufgezeigt, Rollen der Beteiligten oder Informationsanforderungen, wie OIR, AIR, oder PIR definiert und über die AIA und den BAP angewendet. Dieser Ansatz bringt ein nachhaltiges Konzept im Umgang mit Ressourcen und ist mit einem dIM der nächste wichtige Schritt zu einem digitalen GLZP. Die Informationsanforderungen resultieren aus einer Analyse von Informationsanforderungsmatrizen (IAM), die aus Dokumentationen über die planungsrelevanten Informationsabfragen je Projektphase von jedem Projektbeteiligten erstellt wurden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse und Diskrepanzen wurden mit den geltenden linearen Prozessen verglichen, kritisch betrachtet und überarbeitet. Diese bilden die Basis für Änderungen an den herkömmlichen Prozessmanagementmethoden hin zu einem GLZP. Ziel ist es, einen phasenübergreifenden Vorschlag zu entwickeln, unter Berücksichtigung des technologischen Fortschrittes, sodass ressourcenschonend Bauwerke geplant, gebaut, betrieben und zurückgebaut werden können. Die Autoren haben auf Grundlage des LOIN einen digitalen GLZP entwickelt und unterbreiten in dieser Veröffentlichung einen ersten Vorschlag zur weiteren Diskussion.

Keywords: LOIN, Gesamtlebenszyklusprozess, BIM, Informationsmanagement



Erschienen in Tagungsband 34. Forum Bauinformatik 2023, Bochum, Deutschland, DOI: 10.13154/294-10090
© 2023 Das Copyright für diesen Beitrag liegt bei den Autoren. Verwendung erlaubt unter Creative Commons Lizenz Namensnennung 4.0 International.

1 Einleitung

Die Bauindustrie hat mit der Einführung von Building Information Modelling (BIM) einen Digitalisierungsschub erfahren. Die Prozesse konzentrierten sich aber weiterhin auf lineare Abläufe, bei denen es eine strikte Trennung zwischen Planung, Ausführung und Betrieb gibt [1]. Diese lineare Sichtweise ist jedoch für Planungs- und Bauprozesse mit der BIM-Methode aus technologischer und organisatorischer Sicht nicht mehr ausreichend. Stattdessen sollte der Gesamtlebenszyklusprozess (GLZP) eines Bauprojekts betrachtet werden. Die Digitalisierung des GLZP und die daraus resultierenden neuen Strategien in der Informationsübermittlung haben Aufgaben, Vorgehensweisen und Arbeitsabläufe in der Grundstruktur der Projektbearbeitung verändert. Um einen einheitlichen Umgang mit Informationen im Bauwesen zu gewährleisten und Standards unter Verwendung von BIM zu setzen, beschreibt die Deutsches Institut für Normung (DIN) in der DIN EN ISO 19650 [2] die Anforderungen an das Informationsmanagement im Bauwesen. Darin sind die Projektinformationsanforderungen (PIR), die Organisationsinformationsanforderungen (OIR) und die Austauschinformationsanforderungen enthalten, die die unterschiedlichen Anforderungen an Informationen während des Lebenszyklus eines Bauwerks beschreiben. Ein konsistenter Umgang mit Informationen und die Einhaltung von Standards können dazu beitragen, die Vorteile von BIM für die Bauwirtschaft voll auszuschöpfen und eine effiziente und nachhaltige Planung, Ausführung und Nutzung von Bauwerken zu gewährleisten [3]. Der GLZP bezieht sich auf die Phasen: Planung, Bau, Betrieb und Rückbau von Gebäuden sowohl im Neubau als auch im Bestand. Ziel ist es, einen neuen phasenübergreifenden Vorschlag zu entwickeln, wie Gebäude zukünftig ressourcenschonend geplant, gebaut, betrieben und rückgebaut werden können. Ein möglicher Ansatz besteht darin, bestehende Prozessmodelle unter Berücksichtigung digitaler Informationsmodelle zu analysieren und in Richtung eines GLZP zu transformieren. In der vorliegenden Veröffentlichung wird eine neue Methodik für die digitale Transformation mit Hilfe von datenbankbasierten Informationsmodellen vorgestellt. Die Informationsanforderungen werden auf Basis von LOIN (Level of Information Need) [4] klar definiert und die Auswirkungen auf die Planung von Gebäudetechnik und Infrastruktur im Bauwesen aufgezeigt.

2 Potenzial des Gesamtlebenszyklusprozesses (GLZP) im Bauwesen: Voraussetzungen, Chancen und Herausforderungen

Eine ganzheitliche Betrachtung des Produktlebenszyklus kann über ein zentral implementiertes dIM für die strukturierte Erfassung, Verwaltung und dem Austausch von projektrelevanten Informationen sorgen und stellt so die Verfügbarkeit und Qualität von Informationen sicher und unterstützt eine effiziente Kommunikation, Transparenz und Zusammenarbeit zwischen allen Projektbeteiligten. Im dIM können Informationen in Echtzeit aktualisiert und leicht zugänglich gemacht werden, was zu

einer verbesserten Entscheidungsfindung und Planungsgenauigkeit führt. Eine Hauptherausforderung besteht darin, alle relevanten Informationen strukturiert zu erfassen und in einer einheitlichen Datenbank [5] zu verwalten. Dies erfordert klare Informationsstandards und -formate sowie eine enge Abstimmung zwischen den Projektbeteiligten. Vor diesem Hintergrund beschreibt die vorgeschlagene Methodik (Tabelle 1) die Informationsanforderungsmatrix (IAM), die als Grundlage für die Entwicklung und Verwaltung der dIM dienen soll.

2.1 Methodisches Vorgehen im GLZP-Ansatz

Fachmodelle müssen unter Berücksichtigung eines geeigneten LOIN-Konzeptes digital zusammengeführt werden. Im Jahr 2018 stellte BuildingSmart Switzerland in der Swiss BIM LOIN-Definition (LOD) Verständigung einen Leitfaden mit Definitionen für die Informationsanforderung - Level of Information Need (LOIN) - und deren Umsetzung in den unterschiedlichen Detaillierungsstufen - Level of Geometry (LOG) und Level of Information (LOI)- auf. Im herkömmlichen LOD-Ansatz werden mehr Informationen als notwendig in das Projekt mit aufgenommen [4]. Es wird nicht differenziert, ob diese auch benötigt werden. LOIN definiert den Informationsbedarf seitens des Auftraggebers in Form von Zielen und Anforderungen. Dies bildet die Grundlage für kommende Vereinbarungen der Beteiligten. Für den Auftragnehmer ist LOIN die Basis für die unterschiedlichen LOG und LOI [7]. Mit den Definitionen LOIN, LOG und LOI findet die Schärfung der Begriffe und somit eine stärkere Abgrenzung zu LOD statt (Abbildung 1). Auf europäischer Ebene wird der Ansatz der LOIN-Definition der Schweiz 2020 in der DIN EN 17412-1 weiter standardisiert. Neben der LOG und LOI wird das LOIN-Konzept mit dem Bestandteil der Dokumentation ergänzt. Dabei wird festgelegt, woher die Daten kommen oder welche Dateiformate verwendet werden. [2] [4] (Abbildung 2).

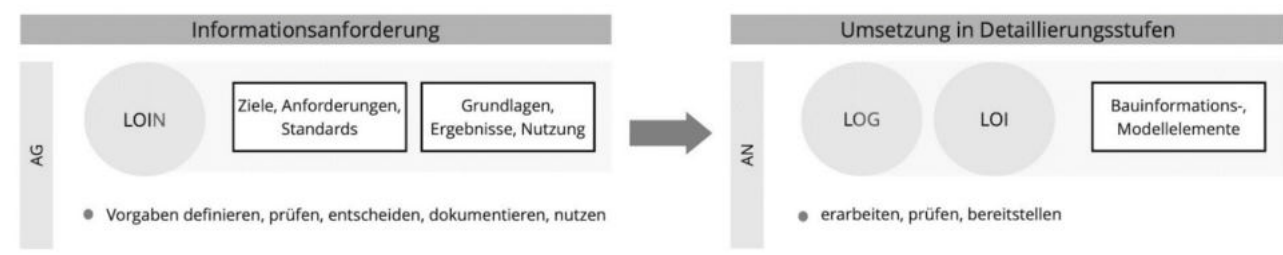


Abbildung 1: LOIN - Informationsanforderung und Umsetzung in Detaillierungsstufen nach [7]

Sowohl nach der Richtlinie der Schweiz [6], als auch auf europäischer Ebene [4] wird im LOIN-Konzept der Fokus auf den Informationsbedarf gelegt. Der Detaillierungsgrad des Modells ist dabei kein absoluter Parameter mehr, z.B.: LOD 200, sondern kann je nach Bedarf definiert werden. So könnte ein Projekt ein LOG 500 und LOI 100 haben. Das geltende LOIN-Konzept lässt sich als Grundlage für datenbankbasierte Informationsmodelle im GLZP einordnen. Neben den Lebenszyklusphasen Planen, Bauen, Betreiben und Rückbau spielen hier vor allem die Übergänge eine we-

sentliche Rolle. Informationen werden nicht nur gespeichert, sondern aus den verschiedenen Datenbanken fortlaufend fortgeschrieben und aktuell gehalten. Die Nutzung um das Wissen der vorherrschenden Informationsflüsse bietet die Möglichkeit, einen neuen, ganzheitlichen und nachhaltigen GLZP von Bauwerken zu entwickeln.

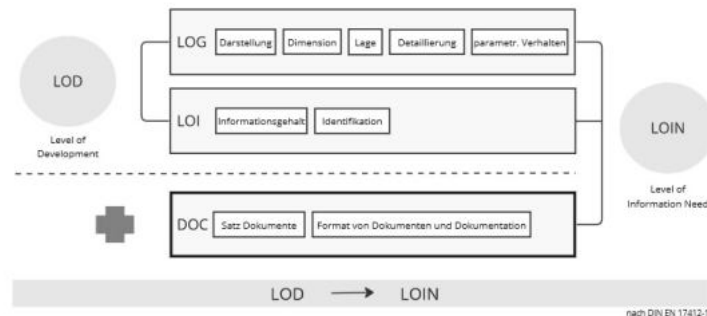


Abbildung 2: LOIN-Konzept [2]

Als Grundlage dient die BIM-Methodik, mit der Voraussetzung, dass die Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden [7]. Die Kommunikation, in diesem Fall der Informationsfluss im Projekt, ist meist ein entscheidender Faktor für das Gelingen einer Baumaßnahme [8] [9]. Projektübergreifende und auch zwischen den Projektbeteiligten übergreifende Kommunikation findet aus Erfahrung der Autoren gar nicht oder nur sehr eingeschränkt statt. Die Informationen aus Erfahrungswerten der bereits abgeschlossenen oder auch laufenden Projekte spielen bei der Entwicklung des GLZP eine bedeutende Rolle, indem eine Standardisierung der Informationsanfragen festgelegt wird [10] [11]. Für gleiche Prozesse, die sich in einer ähnlichen Projektstruktur einordnen lassen, können geeignete LOIN-Anwendungsfälle definiert werden und eine standardisierte Informationslieferkette für projektübergreifende Prozesse entwickelt werden. Überflüssige Iterationsschleifen und daraus entstehende Informationslücken können so in den Projekten vermieden werden.

Tabelle 1: Grundkonzept LOIN-Anwendungsfall mit Betrachtung des GLZP

Eckdaten	Inhalt
Anwendungsziel	Warum wird die Information benötigt?
Meilenstein	Wann wird die Information benötigt?
Objekte	Was / Welche Information wird benötigt? (LOG/LOI/DOC)
Akteur	Wer benötigt die Information? <i>Wer liefert die Informationen?</i>

Die definierten LOIN-Anwendungsfälle sollen zukünftig frei verfügbar über eine webbasierte Plattform veröffentlicht werden. Grundlage für die Ermittlung der Informations-Lieferkette aus der Informationsbedarfstiefe liefern die Bedingungen nach DIN EN 17412-1. Das Grundkonzept eines LOIN

Anwendungsfall richtet sich dabei nach den Fragen in Tabelle 1 mit der Ergänzung, die aus der Betrachtung des GLZP folgt: Akteur - Wer liefert die Informationen? Die Eckdaten der Informationslieferkette müssen für den GLZP klar definiert werden, um Prozesse möglichst einheitlich betrachten zu können. Zudem ist die Zuständigkeit der zu liefernden Informationen mit in die Eckpunkte aufzunehmen. Dieser Ansatz ermöglicht einen interdisziplinären, phasenübergreifenden Ansatz.

3 Implementierung des GLZP in der Praxis: Erste Schritte - Anwendungsfall

Die Einführung der GLZP erfordert ein grundlegendes Verständnis bestehender Prozesse und Arbeitsweisen. Wie in Abschnitt 2 erwähnt, dient die IAM als erster und entscheidender Schritt zur Einführung von GLZP, da sie die Kriterien für den Informationsaustausch in Bezug auf die Akteure und Anforderungen für ein bestimmtes Ziel beschreibt. Abbildung 3 erklärt den Arbeitsablauf für DIM mit der IAM und zeigt, wie die IAM für zukünftige Projekte immer wieder verfeinert werden kann. Die vorgestellten ersten Schritte können als Leitfaden für Unternehmen und Fachleute dienen, die GLZP in ihrer eigenen Praxis anwenden wollen. Der Grund für die Auswahl sehr unterschiedlicher Disziplinen liegt darin, die Vielseitigkeit der vorgeschlagenen Methodik aufzuzeigen, die unabhängig von der jeweiligen Phase und Disziplin angewendet werden kann. Für die Infrastrukturplanung steht die Effizienzsteigerung bei der Planung von Straßenachsen im Vordergrund, für die TGA beispielsweise, die Heizlastberechnung. Durch den Einsatz geeigneter Softwarelösungen und die Zusammenarbeit in interdisziplinären Teams können Effizienzgewinne erzielt, sowie Fehler und Redundanzen reduziert werden.

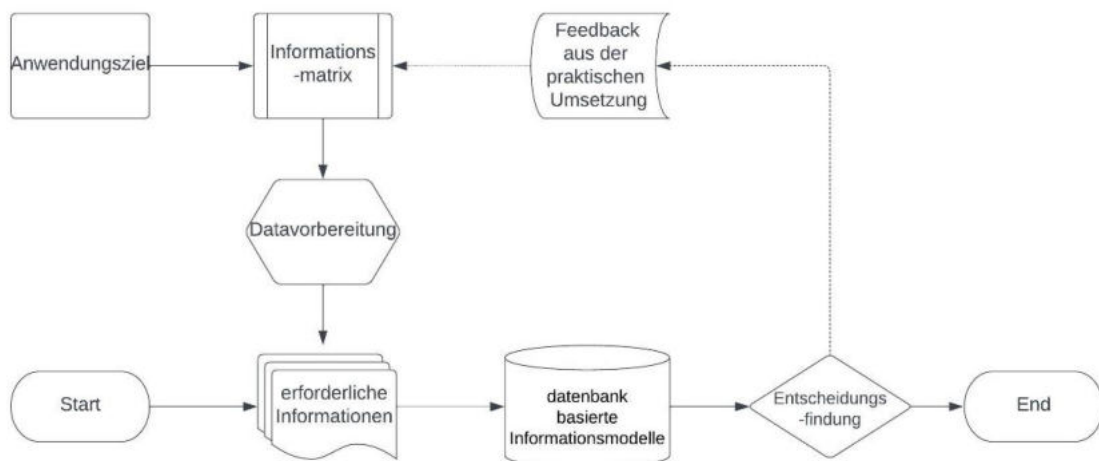


Abbildung 3: Prozessablaufschema für die Implementierung von GLZP mit IAM

3.1 Infrastrukturplanung

In der Planungsphase orientieren sich die Abläufe weitestgehend an den Leistungsphasen der HOAI, an deren Ende die Übergabe von physischen Dokumenten und Plänen an den Auftraggeber steht. Die zugrundeliegenden Informationen, auf denen die Dokumente und Pläne im Verlauf des Planungsprozesses erstellt wurden, sind mit Abgabe des Projektes meist nicht mehr in der Gesamtheit nachvollziehbar. Erst eine breite und tiefe Informationsbasis, die allen Projektbeteiligten zugänglich ist, macht eine effektive Anwendung der BIM Methode möglich. Durch eine Standardisierung der Informationsanfragen ist es möglich, dass auch aus anderen Projekten Informationen übergeben werden können, sofern sich Projekte in ihrer Art ähnlich sind. So können Informationen über die Ausgestaltung von Straßen- und Straßenbahnanlagen aus vorangegangenen Projekten übernommen werden und ortsspezifische Anforderungen frühzeitig in der Planung berücksichtigt werden.

3.1.1 Infrastruktur Beispiel

In dem Praxisbeispiel der Infrastrukturplanung wird die Planung einer Straßenachse betrachtet (Tabelle 2). Ziel ist es, durch den GLZP die zu erarbeitende Variantenanzahl einzuschränken. Die von den Autoren entwickelte IAM kann die Auftraggeber dabei unterstützen, die eigenen Ziele klarer zu definieren, ehe die Planungsleistung der Fachplaner in Anspruch genommen wird. Diese Vorgehensweise führt zu einer deutlichen Ressourcenersparnis auf Seiten der Fachplaner. Durch die Nutzung der im Haus aufgebauten Informationsdatenbank, konnten die gestellten Fragen und Planungsanforderungen schnell und quantifizierbar beantwortet werden. Durch Nutzung der IAM wurden, abweichend zur Arbeitsweise nach den HOAI-Leistungsphasen, Objekte abgefragt, die zur Findung der Straßenachse notwendig sind. An die Objekte können spezifische Abfragen gestellt und geometrisch sowie in einer Entscheidungsmatrix aufbereitet werden, die dem AG zur Entscheidung vorgelegt werden können. Diese schnell erzeugten Ausgaben unterstützen den AG bei der Einschätzung und führen dazu, dass die Vorplanung mit sehr spezifischen Anforderungen begonnen werden kann. Die zu untersuchenden Varianten können deutlich voneinander abgegrenzt werden, was zu einer eindeutigen Bewertung und späteren Entscheidung für die Weiterplanung führt.

3.2 Potentiale der TGA im GLZP

Im Hochbau liegt die TGA mit ihren Gewerken Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär- und Kältetechnik (HLSK), Elektrotechnik (ELT) und Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR) aufgrund zunehmender Anforderungen an modernen Gebäuden mittlerweile zwischen 20-50 Prozent der Errichtungskosten. Während der Betriebsphase belaufen sich die Betriebskosten der technischen Anlagen sogar auf 70 Prozent der gesamten Lebenszykluskosten. Im Folgenden werden deshalb die Potentiale der TGA im GLZP betrachtet. Vor allem im Wohnungs- und Verwaltungsgebäudebau steht bei Bauherrn oft das architektonische Design im Vordergrund. Dass das Design der Raumgestaltung,

Technikflächen oder -schächten auch abhängig von der TGA ist, ist vielen Fachfremden nicht bewusst und führt im weiteren Planungsverlauf oft zu Konflikten, die auch das architektonische Design beeinflussen können. Die technischen Anlagen sind ein maßgebender Strukturgeber eines Bauwerkes. Während der Planungsphase spielt die Abstimmung zwischen den Planungspartnern eine wesentliche Rolle, denn so kann beispielsweise frühzeitig erkannt werden, welche Raumhöhen seitens der Technik benötigt werden, wie die Anordnung der Sanitärzellen am wirtschaftlichsten ist oder an welchen Stellen keine TGA verbaut werden kann z.B. aufgrund des Brandschutz- oder des Tragwerkskonzepts. Je nach Gebäudetyp und Nutzungsart liegt die einzuplanende Summe der TGA derzeit zwischen 25 bis 50% der Gesamtkosten. Im weiteren Verlauf des Gebäudelebenszyklus ist außerdem die Betriebsphase zu betrachten. Dies ist die längste Phase im Gebäudelebenszyklus. Wird bereits in der Planungsphase die Entscheidung getroffen ein As-Built-Modell mit dem Fokus auf das Facility Management, dem digitalen Betreiben, und Verwalten eines Gebäudes durch ein Facility Management System, zu erstellen, so kann das Gebäude nachhaltig betrieben werden.

3.2.1 TGA Anwendungsfall

Als Praxisbeispiel in der TGA wird die Heizlastberechnung betrachtet (Tabelle 2). Ziel ist es dabei, eine effiziente Wärmeerzeugungsanlage zu planen. Nach dem Projektfortschritt wird der Informationsgrad der einzelnen Eckdaten festgelegt. In LPH2 ist beispielsweise eine überschlägige Heizlast Planungsbestandteil. Diese lässt sich aus dem architektonischen Konzept, eigenen Erfahrungswerten aus Datenbanken oder Tabellenbüchern berechnen. In der LPH3 werden bereits detailliertere Informationen weiterer Planungsbeteiligten benötigt. Die Informationen können bauteilorientiert im Modell verknüpft und im GLZP weiterverarbeitet werden - von der Datenübergabe an die auszuführenden Firmen für das Bauen bis hin zum Betreiber für das Facility Management (FM). Der Informationsfluss in den Datenübergabepunkten der einzelnen Schritte innerhalb der LPH und auch die Übergabe der Informationen in die nächste LPH können unter Betrachtung des GLZP nachhaltig verbessert werden. Daten und Informationen für die Ermittlung der Heizlast können in einer Datenbank zentral gespeichert und abgerufen und mit der Architektur zusammengeführt werden.

Tabelle 2: Beispiele von Anwendungsfällen aus der Infrastruktur und TGA

Eckdaten	Informationen Infrastruktur	Informationen TGA
Anwendungsziel	Lage einer Straßenachse	Heizlastberechnung
Meilenstein	LPH2 / LPH3	LPH2 / LPH3
Objekte	<p>LOG: Geländemodell (DGM), Vermessung, Grünflächenplanung</p> <p>LOI: Liegenschaftskarte, Verkehrszahlen, Niederschlagswerte, Kampfmittelkarte</p> <p>DOC: Bodengutachten, Schalltechnisches Gutachten</p>	<p>LOG: Wandaufbau, Fläche, Räume</p> <p>LOI: Standort, U-Wert, Luftwechselrate, Temperatur</p> <p>DOC: objektbasierte Berechnungswerte</p>
Akteur	<p>Input: Projektingenieur benötigt Information → Zeichner</p> <p>Output: Gutachter, Landesvermessung, AG (öffentlich)</p>	<p>Input: Projektleiter benötigt Information → Zeichner</p> <p>Output: Architekt, Bauphysiker, Tragwerksplaner, AG</p>

SS

4 Zusammenfassung

Die Integration verschiedener Datenquellen und Informationsmodelle auf Basis der GLZP spielt eine entscheidende Rolle bei der Steigerung von Effizienz und Nachhaltigkeit in der Bauindustrie. Durch die Anwendung der entwickelten IAM können fundierte Entscheidungen in den Bereichen Planung, Bauprozess und Management auf strukturierte Weise getroffen werden, wodurch ein reibungsloser Datenaustausch und die Kommunikation zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten in den unterschiedlichen Phasen gewährleistet wird. Um den Informationsfluss zu verbessern und die Interoperabilität der Systeme zu gewährleisten, ist eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen den Akteuren der Branche sowie die Festlegung einheitlicher Standards und Datenaustauschformate erforderlich. Die Integration von künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen könnten zukünftig weitere Potenziale hin zu einem automatisierten Analyse- und Entscheidungsunterstützungssystem wecken. Zukünftige Forschung, Pilotprojekte und eine breitere Anwendung in der Praxis werden dazu beitragen, diese Methodik weiterzuentwickeln und ihre positive Wirkung und Anpassung in der Praxis zu erhöhen.

Literaturverzeichnis

- [1] H. Sommers, "Projekt Management im Hochbau", Springer Verlag, 2016, Seite 80 - ISBN 978-3-662-48923-9.
- [2] DIN EN ISO 19650-1: "Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM)", Beuth Verlag, 2019.
- [3] T. Bahnert, D. Heinrich, R. Johrendt, "Planleistungen und Honrare mit BIM", Kohlhammer, 2021.
- [4] DIN EN 17412-1: "Bauwerksinformationsmodellierung - Informationsbedarfstiefe", Beuth Verlag, 2021.
- [5] A. Vaatz, H. Al-Hakam, N. Al-Sadoon, M. Wogan, "Integration of Semantic Temporal Information in BIM using Ontologies", European Conference on Computing in Construction, 2023.
- [6] "Swiss BIM LOIN-Definition (LOD) Verständigung", Bauen Digital Schweiz, 2018.
- [7] "Stufenplan Digitales Planen und Bauen", Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2015.
- [8] M. Fiedler, "Lean Construction – Das Managementhandbuch", Springer Verlag, 2022.
- [9] K. Spang, "Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten", Springer Verlag, 2022.
- [10] M. Schneider, "Entwurf von Standardquerschnitten und Entwicklung eines Leitfadens zur Vorplanung von Straßenbahnprojekten gemäß BIM-Prozess", B. Sc Thesis, TU Braunschweig, Deutschland, 2021.
- [11] M. Schneider, "Umweltkostenberechnung in der Planung von innerstädtischen Infrastrukturmaßnahmen BIM-Prozess", M. Sc Thesis, TU Braunschweig, Deutschland, 2023.