

Verbesserung des Informationsflusses in der Infrastrukturplanung: Ein systemtheoretischer Ansatz

Bastian Wons¹ and Martin Wogan^{1,2} 

¹B/M Consult GmbH, Theodor-Heuss-Straße 9a, 38122 Braunschweig, Germany

²Institut für Bauinformatik, Technische Universität Dresden, Germany

E-mail(s): bastian.wons@bmconsult.de, martin.wogan@bmconsult.de

Abstract: Die Planung von Infrastrukturprojekten erfordert die Berücksichtigung vielfältiger Anforderungen, die von Stakeholdern über den gesamten Lebenszyklus hinweg gestellt werden. Diese Vielschichtigkeit führt zu einem enormen Informationsaufkommen, welches aufgrund von Kommunikationsverlusten und einer unüberschaubaren Datenmenge schwer zu filtern ist. Planer und Bauleiter stehen daher vor der Herausforderung, entscheidungsrelevante Informationen effizient zu identifizieren und zu nutzen. Besonders in innerstädtischen Infrastrukturprojekten zeigt sich ein Defizit in der Verbreitung digitaler Planungsmethoden, was die Bewältigung der Informationsfülle zusätzlich erschwert. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wird in dieser Arbeit eine Methode vorgestellt, die den Informationsfluss innerhalb der Planungs- und Ausführungsphase verbessert. Basierend auf der Systemtheorie wird das Bauprojekt als ganzheitliches System betrachtet, aus dem die Bedürfnisse der Stakeholder mittels profilbezogenen LOIN (pLOIN) abgeleitet und in konkrete Anforderungen an das Infrastrukturprojekt überführt werden. Diese Anforderungen dienen als Grundlage für ein planungsphasenabhängiges LOIN (ppaLOIN), das die relevanten Informationen gezielt bereitstellt und somit die Informationsflut reduziert. Die vorgeschlagene Methode zielt darauf ab, die Informationsbereitstellung in Infrastrukturprojekten zu strukturieren, Entscheidungsprozesse zu erleichtern und somit eine effizientere sowie bedarfsgerechtere Planung und Umsetzung zu ermöglichen.

Keywords: Lebenszyklusprozess, Level of Information Need, Informationsmanagement, BIM, Infrastrukturplanung



DOI: 10.18154/RWTH-CONV-254894. Published in the conference proceedings of the 36. Forum Bauinformatik 2025, Aachen, Germany.
© 2025 The copyright for this article lies with the authors. This publication, except for quotations and otherwise indicated parts, is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.

1 Einleitung

Infrastrukturprojekten durchlaufen drei zentrale Phasen: Planungs-, Ausführungs- und Nutzungsphase. In jeder dieser Phasen werden Informationen erzeugt, gespeichert, ausgetauscht und überarbeitet, um das Handeln im Projektablauf festzulegen. Entscheidungsprozesse innerhalb dieser drei Phasen basieren auf der Abwägung verschiedener Handlungsoptionen, deren potenzieller Konsequenzen sowie relevanter Zielgrößen und Randbedingungen [1]. In der Praxis zeigt sich, dass Entscheidungen,

respektive die damit verbundenen Planungsleistungen, häufig überarbeitet werden müssen, da neue Informationen erzeugt werden, Informationen aufgrund von Informationsverlusten nicht in der Planung des Projekts berücksichtigt wurden (zeitlicher Versatz) oder sich innerhalb des Planungsprozesses Anforderungen ändern. Dies kann zur Verbesserung des Projekts beitragen, führt jedoch häufig zu Verzögerungen im Planungsfortschritt, sowie zu steigenden Kosten durch vermeidbare Iterationsschritte betreffend der Planungsinhalte [2, 3]. Eine schnelle Entscheidung, ob in der Planung oder Ausführung, kann somit nicht getroffen werden, da den Entscheidern nicht unmittelbar alle relevanten Informationen zur Verfügung stehen. Diese Untersuchung zeigt auf, wie eine mögliche Verknüpfung von Informationen innerhalb von Infrastrukturplanung zum Informationsaustausch nach dem Vorbild der BIM-Methode gestaltet werden kann. Die Entwicklung der Systemanforderungen basiert auf einem strukturierten Requirement-Engineering-Prozess gemäß ISO 29148, der bislang nach aktuellem Stand der Literatur nicht spezifisch für Infrastrukturprojekte angewendet wurde. Dies gilt ebenso für die Ableitung und Entwicklung einer Systemarchitektur in Anlehnung an die Systemkonzepte nach Ropohl und Köchendorfer [4, 5], die zur Abbildung des Informationsflusses innerhalb einer Infrastrukturplanung entsprechend im Rahmen des Verständnisses angewendet wurden. Daher ist die Methodik an dieser Stelle an die gegebene Literatur angelehnt und entsprechend für die Ziele des abzubildenden Produktsystems einer Infrastrukturplanung interpretiert worden.

2 Stand der Forschung

Innerstädtische Infrastrukturprojekte werden überwiegend von kleinen und mittelständischen Ingenieurbüros bearbeitet. Primär wird mit Computer Aided Design (CAD) -Software und speziellen Trassierungsprogrammen für den Gleis- und Straßenbau geplant. Der Fokus dieser Anwendungen liegt vorrangig auf der Ableitung von 2D-Plänen, während modellbasierte Planungsmethoden (Building Information Modelling (BIM)) nur begrenzt zum Einsatz kommen [6]. Ein zentrales Konzept innerhalb der BIM-Methodik ist das „Level of Information Need“ (LOIN) [7]. Dieses Konzept verfolgt das Ziel, Informationen bedarfsgerecht bereitzustellen und gleichzeitig eine übermäßige Datenflut zu vermeiden [8]. Hierbei werden nur die tatsächlich für den jeweiligen Prozess erforderlichen Informationen durch die jeweiligen Planer zur Verfügung gestellt, was sicherstellt, dass Planungs- und Entscheidungsprozesse effizient gestaltet werden können und keine „überflüssigen“ Daten erzeugt werden. Die Verfügbarkeit präziser und bedarfsgerechter Informationen spielt eine zentrale Rolle für die Qualität und das Verständnis von Entscheidungsprozessen während der Planung und Ausführung von Infrastrukturprojekten und bedingt somit, dass der Projektlebenszyklus ein Informations-Lebenszyklus-Management (ILM) erfordert. [9, 10, 11, 12]

2.1 Informations-Lebenszyklus-Management

Information Requirements (Informationsanforderungen, IR) nach DIN EN ISO 19650-1 sind die Grundlage für den durchgängigen Austausch von Informationen in einer Organisation beziehungsweise für die Abwicklung von Projekten. Um Organisations- und Projektziele zu erreichen, benötigt der Informationsbesteller (AG oder Planer untereinander) Informationen. Die Aufgabe des Informationsbestellers ist es, die IR gegenüber dem Informationsbereitsteller so zu spezifizieren, wie sie für das Projekt benötigt werden. Dies geschieht innerhalb verschiedener IR, in denen festgelegt wird, »was, wann, wie und für wen« an Informationen erstellt werden muss [13]. Durch iterative Feedbackprozesse und

dynamische Anpassungen des Projektleiters oder Informationsmanagers an die jeweiligen Anforderungen der Projektphasen kann sichergestellt werden, dass nur die zur Projektabwicklung benötigten Informationen ausgetauscht werden. (vgl. [2, 13, 14]).

2.2 Use Case Management

Die wiederkehrende Abfrage von IR kann als Use Case beschrieben werden. Um die Nutzbarkeit der Use Cases zu gewährleisten, müssen die Anforderungen an den Informationsaustausch über den gesamten Lebenszyklus definiert werden. Aufgrund der normierten Struktur der Informationsanforderungen können die Use Cases innerhalb eines Use Case Management Service Systems für die globale Bauindustrie zugänglich gemacht werden [13]. Ein Medium dafür bietet beispielsweise das BIM-Portal des Bundes oder BuildingSMART International [15]. Somit ist es möglich, dass der Informationsbesteller eine Auswahl über die für das Projekt relevanten Use Cases trifft und diese in den IR zu referenzieren. Die so gestellten IR können nach Vergabe des Projekts und Bestellung der Leistung projektspezifisch präzisiert und ergänzt werden vgl. [16].

3 Methode

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Entscheidungsprozesse in der Planungs- und Ausführungsphase von Infrastrukturprojekten analysiert und mittels profilbezogene LOIN (pLOIN) eine Methode entwickelt, die es ermöglicht, die Entscheidungsfindung zu beschleunigen. pLOIN kann als eine Art Filter betrachtet werden, der nicht nur den Umfang der weitergegebenen Informationen auf die Relevanten begrenzt, sondern gleichzeitig eine auf den Stakeholder bezogen präzise und zielgerichtete Bereitstellung der Informationen zur Entscheidungsfindung sicherstellt. Dabei ist es essentiell, zwischen Entscheidungen zu differenzieren, die als integraler Bestandteil der Planungsphasen und der damit verbundenen iterativen Prozesse notwendig sind, und solchen, die vermeidbar gewesen wären.

3.1 Entscheidungsprozess

Wichtig für die Entwicklung des pLOIN ist das Verständnis über Entscheidungen, die im Rahmen eines Projektes getroffen werden. Entscheidungen sind erforderlich, wenn es „Optionen“ (synonym: Alternativen) gibt. [1] In einer Entscheidungssituation liegen mindestens zwei Optionen vor. Die hier thematisierten Optionen können entweder Handlungen oder Dinge sein, die für die Entscheidung zur Auswahl stehen. Optionen stellen die wesentliche Komponente von Entscheidungsproblemen dar. Auf eine ausführliche Beschreibung der zu berücksichtigenden Kategorien im Entscheidungsprozess wird hier aus Platzgründen verzichtet und auf die Werke von Pfister [1] verwiesen. Aus den Definitionen nach Pfister [1] lassen sich Entscheidungen innerhalb der Planungs- und Ausführungsphase von innerstädtischen Infrastrukturprojekten als reflektierte Entscheidungen einordnen, die insbesondere in der Ausführungsphase eine schnelle Zeitdauer erforderlich machen („Stress auf der Baustelle“). Entscheidend dafür ist, dass zwischen eindeutig definierten Optionen entschieden werden muss, die für jede Situation immer wieder neu entwickelt werden müssen. Diese Art von Entscheidungen ist mit einem hohen kognitiven Aufwand zur Entscheidungsfindung verbunden und kann daher längere Zeit dauern.

3.2 profilbezogene LOIN (pLOIN)

Die Bedürfnisse der Stakeholder im Lebenszyklusprozess [9] bilden die Grundlage für die Ableitung eines profilbezogenen LOIN (pLOIN). pLOIN stellt ergänzend zum LOIN eine direkte Verknüpfung zu

den jeweiligen Stakeholdern her vgl. [17]. Informationsanforderungen, die z.B. durch den AG innerhalb der IR definiert werden, werden einzelnen Stakeholder oder Stakeholdergruppen zugewiesen und somit zusätzlich strukturiert und differenziert. Somit erfolgt eine zweistufige Aufteilung: Einerseits werden die für den IR relevanten Informationsanforderungen definiert, andererseits wird eine gezielte Zuordnung zu den jeweiligen Stakeholdern vorgenommen. Beispielsweise lassen sich aus dem Informationsmodell genau jene Informationen extrahieren, die in einer Visualisierung (Anwendungsfall „040 Visualisierung“ nach BIM Deutschland (2025)) verdeutlichen, an welchen Stellen (Objekte, Subsysteme, Bauteile) die Anliegen der Bürger in der bisherigen Infrastrukturplanung berücksichtigt wurden.

3.2.1 Beispiel 1: Planungsphase

Das reale Beispielprojekte aus der Planung ist ein innerstädtisches Vorhaben in unmittelbarer Nähe eines komplexen Verkehrsknotenpunktes. Der betrachtete Planungsabschnitt umfasst den Südarms eines Knotenpunktes und stellt eine besondere städtebauliche Herausforderung dar, da sich entlang der westlichen Seite eine bestehende Baumreihe befindet. Gleichzeitig ist auf der östlichen Seite eine neue Bebauung geplant, wodurch der verfügbare Planungsraum begrenzt wird. Die für den Neuentwurf erarbeiteten Informationen wurden gezielt nach relevanter Projektinformationen durchsucht, die zu einer Planungsentscheidung geführt haben. Von besonderer Bedeutung waren dabei Vermessungsdaten, digitale Geländemodelle, Schall- und Verkehrsgutachten, Definitionen der Planungsziele sowie vereinzelte spezifischen Anforderungen und Vorgaben des Auftraggebers. Insbesondere über die Zuweisung der vereinzelten spezifischen Anforderungen zu den Profilen von z.B. Stadtgrün, Radbeauftragten, Behindertenvertretung und Versorgern konnten für die Entscheidungen relevanten Informationen schnell gefunden, priorisiert und für die Entscheidung aufbereitet werden. Iterative Überarbeitungen von Plänen konnten so verhindert werden. Diverse Änderungen der Randbedingung zum Erhalt der Baumreihe, führt schlussendlich dennoch zu einem Planungsstopp und einer Wiederholung der Vorplanung.

3.2.2 Beispiel 2: Bauausführung

Das Projekt befand sich in der Ausführungsphase, was bedeutet, dass bereits alle planerischen Entscheidungen getroffen wurden. Bei auftretenden Ausführungsproblemen war der Projektingenieur für die Entwicklung und Implementierung geeigneter Lösungen verantwortlich, um den Baufortschritt sicherzustellen. Das Projekt umfasst den Neubau von Infrastrukturelementen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) sowie die Ertüchtigung und Anpassung angrenzender Verkehrsinfrastruktur innerhalb eines bereits bestehenden Straßenraums. Die Anbindung der Planung an den Bestand, stellte hierbei eine Herausforderung dar. Während der Bauausführung musste festgestellt werden, dass ein Bestandsbord im Bereich einer Querung nicht korrekt aufgemessen worden war. Dies führte zu einer Höhendifferenz zwischen dem neu zu errichtenden barrierefreien Querungssteinsystem und dem bestehenden Haltestellen-Bord. Aufgrund dieser Abweichung konnte der Bau nicht wie geplant fortgesetzt werden, was eine Störung des Bauablaufs zur Folge hatte. Mit der Meldung des Problems setzte der Entscheidungsprozess für den Projektingenieur ein. Auf Basis der übermittelten Informationen sollte zunächst eine Einschätzung der Situation erfolgen. Eine Ferndiagnose erwies sich als unzureichend, da keine Bilder der Situation übermittelt wurden und die sprachliche Beschreibung nicht hinreichend war, um die Situation weiter bescheiden zu können. Dies stellt den

Beginn des Informationsbeschaffungsprozesses dar. Nach der Analyse der baulichen Gegebenheiten mussten sämtliche relevanten Planungsunterlagen überprüft werden. Dabei zeigte sich, dass eine inkonsequente und unstrukturierte Informationsverwaltung erhebliche Verzögerungen verursachte. Es fehlt eine zentrale, geordnete Ablage aller entscheidungsrelevanten Dokumente. Es mussten alle Projektunterlagen manuell durchsucht oder Rückfragen an die verantwortlichen Planenden gestellt werden. Dies verlängert nicht nur die Phase der Informationsbeschaffung, sondern verzögert auch die eigentliche Phase der Entwicklung von Lösungsvarianten und somit auch die Entscheidungsfindung. Nachdem Lösungsvarianten erarbeitet und dokumentiert worden waren, beispielsweise in Form von Plänen oder Skizzen, mussten diese durch die Bauleitung vorgestellt und anschließend dem AG zur Entscheidung vorgelegt werden. Der Umfang der Dokumentation richtet sich dabei nach der Tragweite der Anpassung. Während für kleinere Änderungen oft einfache Skizzen mit den wesentlichen Parametern genügen, sind bei komplexeren Maßnahmen detaillierte Pläne erforderlich. Entscheidend ist, dass der Lösungsprozess möglichst zügig erfolgt, um den Baufortschritt nicht unnötig zu beeinträchtigen. Wird ein detaillierter Kostenvoranschlag benötigt oder sind potenzielle Auswirkungen auf andere Projektbereiche unklar, kann sich der Entscheidungsprozess auf der Auftraggeberseite entsprechend verlängern. Nach der Freigabe einer Lösungsoption wurden die angepassten Ausführungsunterlagen an die Baufirma übermittelt, sodass der Bau fortgesetzt werden konnte.

4 Ergebnisse

Die Beispiele 1 und 2 veranschaulichen die Bedeutung von strukturierten Projektinformationen. Durch den pLOIN-Ansatz hätten die Entscheidungen aus der Planung mit den entsprechenden Anforderungen dokumentiert und auf den selben Grundlagen neue Entscheidungen erarbeitet werden können, ohne den Prozess der Informationsbeschaffung neu durchführen zu müssen. Die Bauverzögerung hätte aus Sicht der Autoren deutlich verkürzt werden können. Entscheidungen basieren auf wiederkehrenden Anforderungsmustern, die je Stakeholder unterschiedlich sind. Es können mit dem pLOIN-Ansatz Entscheidungsprozesse modelliert werden, die eine Entscheidungsfindung und somit Lösung von alltäglichen Fragestellungen unterstützen.

5 Diskussion

Es muss weiter untersucht werden, wie die hier gewählte Herangehensweise für die Praxis implementiert werden kann. Die Softwaretechnik-Implementierung in einem DMS steht noch aus. Dies könnte in Anlehnung an das Konzept der Mobilitätsbewertungsplattform (MBPF) [17] erfolgen. Besonders bedeutsam für die Implementierung ist die Verknüpfung von Anforderungsattributen mit den Elementattributen des Systems, da diese direkt die Eigenschaften des Modells sowie der einzelnen Bauteile widerspiegeln. Auf welcher Ebene dies umgesetzt werden kann, muss in weiteren Arbeiten erforscht werden. Eine weitere Herausforderung ist, dass die derzeit etablierten Arbeitsweisen und genutzten Softwarelösungen nicht über die notwendigen Funktionalitäten (manuelle Erweiterbarkeit) oder das erforderliche Fachwissen (offene Schnittstellen zur Anbindung externen Datenbanksysteme) für eine präzise Definition von pLOIN verfügen. Die Zuordnung von Informationen über pLOIN ermöglicht es, die Bedürfnisse von Stakeholder zielbezogen zu befriedigen. Dies ist in der Individualität des Informationsbedarfs jedes Einzelnen begründet, weshalb weitere Beschränkungen, beispielsweise schon

innerhalb des AWF oder durch die Kategorisierung der visualisierten Informationen, benötigt werden. Gleichzeitig bleibt zu berücksichtigen, dass aufgrund der individuellen Herausforderungen, mit denen Bauleiter konfrontiert sind, die Definition von Systemanforderungen keinen unmittelbaren Einfluss auf das LOIN und deren Arbeitsprozesse hat. Am Ende muss weiterhin der Mensch entscheiden. Dabei spielen Erfahrung und das sprichwörtliche Bauchgefühl ebenso eine Rolle, wie die technischen Unterstützungen, die heutzutage zur Verfügung stehen. Nur der Planer bzw. Bauleiter selbst kann festlegen, welche Informationen er zur Lösung einer Fragestellung benötigt. Projektmanagement-Plattformen können hier nur ein weiteres Hilfsmittel sein, um die steigende Komplexität von Bauprojekten im Griff zu behalten. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob pLOIN grundsätzlich für jede Leistungsphase manuell formuliert werden kann oder ob ein selbstlernender Mechanismus zwischengeschaltet werden muss, um den hohen Aufwand einer manuellen Implementierung zu vermeiden. Sollte dies nicht ohne Weiteres möglich sein, wären weitere Untersuchungen nötig, um eine Methode zu entwickeln, die es ermöglicht, Stakeholder-spezifische Informationen so aufzubereiten, dass der individuelle Informationsbedarf gesteuert werden kann.

6 Zusammenfassung und Ausblick

pLOIN begrenzt die bereitgestellten Informationen und definiert, welche Informationen für einen spezifischen Anwendungsfall erforderlich sind. In der praktischen Anwendung sind Ansätze erforderlich, die eine Bereitstellung von Informationen ermöglichen, sodass diese bei Bedarf abgerufen werden können und die Entscheidungsfindung unterstützen. Mit Hilfe der heutigen technischen Möglichkeiten kann die Informationsbeschaffung und somit auch die Entscheidungsfindung vereinfacht werden. Jetzt müssen die entsprechenden Plattformen entwickelt werden und gleichzeitig die Arbeitsweisen sich so verändern, dass neuen Methoden ihr Potential voll entfalten können. Eine besondere Herausforderung wird dabei die Einbindung aller prozessbeteiligten Personen sein. Solange moderne Arbeitsweisen nicht angewendet werden und für die Projektdurchführung vorgeschrieben sind, wird es schwer, innovative Ideen in der Praxis umzusetzen.

Die Untersuchung dieser Vorgänge hat die Entwicklung eines firmeninternen pLOIN-Leitfadens angestoßen, auf den im Falle einer Anforderungen zurückgegriffen werden soll. So könnte für zukünftige interne Prozessbearbeitungen schneller geklärt werden, welche Informationen bei welcher Fragestellung zu erstellen bzw. zu überarbeiten sind. Es wird sich so auf die "wesentlichen" Informationen konzentriert werden, ohne zusätzliche Arbeiten auszuführen, die für den Entscheidungsprozess nicht von Relevanz sind. Ein unzureichendes Informations- und Datenmanagement kann zu Informationsverlusten führen, die den Lösungsfindungsprozess verzögern. Eine zentrale Ursache liegt darin, dass entscheidungsrelevante Informationen häufig nicht gezielt auffindbar sind. Dadurch besteht das Risiko, dass wesentliche Daten verloren gehen oder nicht rechtzeitig in den Entscheidungsprozess einfließen. Zwar werden die Informationen in einer Projekt-Cloud gespeichert, jedoch fehlt oft eine direkte Verknüpfung zu Begründungen oder Entscheidungsgrundlagen. Eine technische Lösung wird aktuell erarbeitet.

Literatur

- [1] H.-R. Pfister, H. Jungermann und K. Fischer, *Die Psychologie der Entscheidung: Eine Einführung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2017. DOI: 10.1007/978-3-662-53038-2
- [2] A. Borrmann, M. König, C. Koch und J. Beetz, Hrsg., *Building Information Modeling: technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, 2., aktualisierte Auflage, VDI-Buch, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2021, 1 S. DOI: 10.1007/978-3-658-33361-4
- [3] Karlheinz Pfarr, *Handbuch der kostenbewußten Bauplanung*. Deutscher Consulting Verlag Wuppertal, 1976, 320 S.
- [4] G. Ropohl, *Eine Systemtheorie der Technik: zur Grundlegung der allgemeinen Technologie*. München Wien: Carl Hanser Verlag, 1979, 336 S.
- [5] B. Kochendörfer, J. H. Liebchen und M. G. Viering, *Bau-Projekt-Management* (Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018. DOI: 10.1007/978-3-8348-2245-1
- [6] BIM Ruhr, Hrsg., *Digitalisierung der Baubranche: Stimmungsbild zu Building Information Modeling in kleinen und mittelständischen Betrieben*, 2021. besucht am 11. Juni 2025. Adresse: https://www.bim-ruhr.net/fileadmin/digitalisierung_in_der_baubranche_bim_ruhr.pdf
- [7] VDI/DIN-EE 2552 Blatt 12.1 *Building Information Modeling - Struktur zu Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen*, 2022. Adresse: www.vdi.de/2552
- [8] DIN, *DIN EN ISO 7817-1 Bauwerksinformationsmodellierung Informationsbedarfstiefe Teil 1: Konzepte und Grundsätze (ISO 7817-1:2024); Deutsche Fassung EN ISO 7817-1:2024*, 2024.
- [9] N. Mohan, G. Wolf, M. Wogan, J. Beilfuß und R. Groß, »Auf dem Weg zu einem ganzheitlichen Lebenszyklusmanagement von Bauwerken für nachhaltiges Bauen: Vorschlag einer Methodik zur digitalen Transformation durch datenbankbasierte Informationsmodelle«, in Ruhr-Universität Bochum, 2023. DOI: 10.13154/294-10090
- [10] G. Wolf, M. Wogan, N. Mohan, N. Nejat, R. Gross und K. Menzel, »Advancing AEC project management: A model-based and data-driven approach for sustainable practices«, **presented at** 2024 European Conference on Computing in Construction, 2024. DOI: 10.35490/EC3.2024.198 Adresse: https://ec-3.org/publications/conference/paper/?id=EC32024_198
- [11] M. Wogan, N. Mohan, G. Wolf, N. Nejat, K. Menzel und R. Gross, »Synergising lifecycle project management for sustainability: Towards a streamlined approach through different project phases«, **presented at** The 9th International Conference on Civil, Structural and Transportation Engineering, 2024. DOI: 10.11159/iccste24.157 Adresse: https://avestia.com/ICCSTE2024_Proceedings/files/paper/ICCSTE_157.pdf
- [12] M. Wogan, N. Mohan, K. Menzel, L. Trost und R. Gross, »Strategic advancements in AEC project management: Leveraging LOIN-based information models for total life cycle«, 2024.

- [13] DIN, *DIN EN ISO 19650-1 Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) Informationsmanagement mit BIM Teil 1: Begriffe und Grundsätze (ISO 19650-1:2018); Deutsche Fassung EN ISO 19650-1:2018*, Aug. 2019.
- [14] T. Bachor, E. Straßenmeyer und F. Stevens. »Informationsanforderungen gemäß DIN EN ISO 19650«, besucht am 26. Feb. 2025. Adresse: <https://www.build-ing.de/fachartikel/detail/informationsanforderungen-gemaess-dineniso19650/>
- [15] BIM4INFRA2020. »Steckbriefe der wichtigsten BIM-Anwendungsfälle«, besucht am 10. März 2025. Adresse: https://www.bimdeutschland.de/fileadmin/media/Downloads/Download-Liste/BIM4INFRA/3_6_BIM4INFRA2020_AP4_Teil6.pdf
- [16] C. C. Eichler, C. Schranz, T. Krischmann, H. Urban, M. Hopferwieser und S. Fischer, *BIMcert Handbuch: Grundlagenwissen openBIM*, unter Mitarb. von TU Wien. Mironde-Verlag, 2024. DOI: 10.34726/5384 besucht am 21. Nov. 2024. Adresse: <https://repositum.tuwien.at/handle/20.500.12708/192612>
- [17] H. Hamann, F. Petre und M. Wogan, »Berücksichtigung von Nutzeranforderungen bei der Planung von ÖPNV-Trassen: Eine Methode zur objektiven Bewertung und Empfehlungen im Kontext von Haltestellenstandorten«, unter Mitarb. von TUHH Universitätsbibliothek, 2024. DOI: 10.15480/882.13495