

www.iu.de

IU DISCUSSION

PAPERS

Design, Architektur & Bau

Der Einsatz von KI in der Bauprojektsteuerung

SAMAN JUNG-LUNDBERG

IU Internationale Hochschule

Main Campus: Erfurt
Juri-Gagarin-Ring 152
99084 Erfurt

Telefon: +49 421.166985.23

Fax: +49 2224.9605.115

Kontakt/Contact: kerstin.janson@iu.org

Autorenkontakt/Contact to the author(s):

Prof. Dr.-Ing. Saman Jung-Lundberg

ORCID-ID: 0009-0006-0766-4522

IU Internationale Hochschule - Campus Hannover

Email: saman.jung-lundberg@iu.org

IU Discussion Papers, Reihe: Design, Architektur & Bau, Vol. 3, No. 3 (JUL 2022)

ISSN-Nummer: **2750-6266**

Website: <https://www.iu.de/forschung/publikationen/>

DER EINSATZ VON KI IN DER BAUPROJEKTSTEUERUNG

Saman Jung-Lundberg

ABSTRACT:

Künstliche Intelligenz kurz KI vollzieht seit einiger Zeit eine rasante Entwicklung. Besonders die unterschiedlichen Industrie- und Wirtschaftszweige erhoffen sich in dieser Evolution eine Möglichkeit mit aktuellen Problemstellungen umzugehen. Durch die bisher in diesem Ausmaß nicht gekannte Option Maschinen durch eigenständiges Anlernen in die Lage zu versetzen konkrete Aufgabenstellungen selbstständig zu lösen, lassen sich unterschiedliche Szenarien entwickeln. Besonders im Hinblick auf den mittlerweile teils akuten Fachkräftemangel in einigen Branchen werden große Erwartungen an eine KI-basierte Kompensation dieses Missstandes geweckt. Diese Aussicht ist auch in der deutschen Bau- und Immobilienwirtschaft aufgekommen. Durch die gezielte Applikation von Künstlicher Intelligenz können verschiedene Teilbereiche im Bauprojektverlauf bedient werden. Dieses Paper soll einen kompakten ersten Eindruck von den Anwendungsbereichen aufzeigen. Besonders die Fachdisziplin der Bauprojektsteuerung wird hier hervorgehoben. Durch die hier vorhandenen Aufgabenstellungen bietet sich ein breites Spektrum für die Übernahme durch eine entsprechend angelernte KI an.

Artificial intelligence, or AI for short, has been undergoing rapid development for some time now. The various industrial and economic sectors in particular are hoping that this evolution will enable them to deal with current problems. Various scenarios can be developed thanks to the previously unknown option of enabling machines to solve specific tasks independently through autonomous learning. Particularly in view of the now acute shortage of skilled labour in some sectors, great expectations are being placed on AI-based compensation for this shortcoming. This prospect has also emerged in the German construction and property industry. The targeted application of artificial intelligence can be used in various areas of the construction project process. This paper is intended to provide a compact first impression of the areas of application. The specialist discipline of construction project management is particularly emphasised here. The tasks involved here offer a broad spectrum for appropriately trained AI to take over.

KEYWORDS:

Künstliche Intelligenz (KI); Projektsteuerung; Nachtragsmanagement; Building Information Modeling (BIM), Bauwesen

In der vorliegenden Ausarbeitung wird eine einheitliche geschlechtsneutrale Form von Bezeichnern verwendet. Diese Bezeichnungen werden daher gleichermaßen für weibliche und männliche Beteiligte verwendet. Auf eine Doppelnennung (bspw. Planerin und Planer) wird verzichtet.

AUTOR:



Prof. Dr.-Ing. Saman Jung-Lundberg lehrt Bauingenieurwesen an der IU Internationale Hochschule in Hannover. Seine Forschungsschwerpunkte sind Baubetriebswirtschaftslehre, Bauprojektmanagement sowie Building Information Modeling (BIM) und Digitalisierung im Bauwesen.

Neben seiner wissenschaftlichen Tätigkeit fungiert er als geschäftsführender Gesellschafter der HJL-Unternehmensgruppe. In der Baupraxis liegt sein Fokus im Bereich des Bauprojektmanagements in (BIM-basierten) Infrastrukturgroßprojekten sowie der BIM-basierten Bauplanung und Bauabwicklung in Projekten unterschiedlicher Größenordnung.

Die Kombination aus Hochschultätigkeit und Baupraxis erlaubt es ihm wissenschaftlich-theoretische Ansätze mit den realen Bedürfnissen der Bauwirtschaft in Einklang zu bringen und auf diese Weise praktische Forschung zu betreiben.

Einleitung

Künstliche Intelligenz kurz KI vollzieht seit einiger Zeit eine rasante Entwicklung. Seit der Präsentation des frei zugänglichen KI-Formats ChatGTP im November 2022 und der Etablierung dieser Technologie im Kontext der Suchmaschinen ist der Terminus *Künstliche Intelligenz* auch der breiten Öffentlichkeit bekannt. Zwischen diesen Schritten liegen nur einige Monate. Mittlerweile ist die Nutzung der verschiedenen KI-Varianten auch unter den Studierenden keine Seltenheit mehr. Die Hochschulen und Universitäten sind nun angehalten kurzfristig einen Modus Operandi für den Umgang mit diesem Sachverhalt zu finden.

Der Einzug von KI ist jedoch nicht auf den Bildungssektor oder die private Nutzung im Kontext der Internetsuche beschränkt. Auch bzw. besonders der Industrie und der Wirtschaft öffnen sich durch diese technologische Revolution gleichermaßen neue Perspektiven und zugleich Herausforderungen. In welchen Leistungsfeldern ist die Applikation von KI möglich? Kann der Einsatz von KI in bestimmten Bereichen den akuten Fachkräftemangel ganz oder zumindest anteilig kompensieren? Fragen wie diese kursieren derzeit häufig. Zur Beantwortung werden in verschiedenen Studien und Forschungsvorhaben Auswertungen vorgenommen.

Demnach kann KI im Hinblick auf den Fachkräftemangel primär im Bereich der wissensbasierten Arbeiten angewendet werden, für die hochqualifizierte und akademisch gebildete Arbeitskräfte benötigt werden.¹ Durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz können Routinearbeiten automatisiert vorgenommen und so freie Kapazitäten auf Seiten der menschlichen Arbeitskräfte geschaffen werden. Weniger starke Auswirkungen wird KI stattdessen im Kontext physischer Arbeiten haben.

Auch die deutsche Bauwirtschaft, hat, anders als es ihr im Kontext von digitalen Neuerungen oft vorgeworfen wird, relativ schnell auf die Thematik reagiert. So sind bereits erste Ansätze gefunden und Forschungsvorhaben in Kooperation mit den Hochschulen und Universitäten gestartet worden.

Die Untersuchungen beziehen sich bereits auf diverse Anwendungsfelder. Die Resultate sind mit Spannung zu erwarten. Eine wesentliche Applikationsmöglichkeit von KI, besonders im Zusammenhang mit dem hierbei immer stärker ausgeprägten MINT-Fachkräftemangel, stellt auch die Projektsteuerung im Bauwesen dar. Die hier zu findenden möglichen Anwendungsfelder einer KI sollen in diesem Paper in komprimierter Form vor- und zur Diskussion im wissenschaftlichen Kontext gestellt werden.

Künstliche Intelligenz

Für den Terminus „*Künstliche Intelligenz*“ existiert bislang keine genormte Definition. Dementsprechend finden sich in der Literatur diverse Deskriptionen. Eine pointierte Erklärung dieser Begrifflichkeit liefert das Europäische Parlament. Demnach steht künstliche Intelligenz für den Versuch Maschinen derart zu konzipieren, als dass diese bisher dem Menschen vorbehaltenen Fähigkeiten wie logisches Denken und eigenständiges Lernen sowie das Aufstellen von Plänen imitieren können.² Durch den Einsatz von KI sollen die technischen Systeme in die Lage versetzt werden auf äußere Einflüsse adäquat zu

¹ Vgl. McKinsey & Company (2024), Internetquelle

² Vgl. Europäisches Parlament (2024), Internetquelle

reagieren, Informationen aufzunehmen und weiterzuverarbeiten, um so eigenständig eine Lösung für konkrete Problemstellungen zu finden.³

Auf diese Weise sollen Maschinen künftig allein Aufgabenstellungen und damit korrelierende Probleme lösen können.

Grundsätzlich kann KI als ein Part des Fachbereichs der Informatik bezeichnet werden. Künstliche Intelligenz basiert entweder auf programmierten Abläufen oder wird durch sogenanntes maschinelles Lernen (engl. Machine Learning) ermöglicht.⁴

Besonders das Machine Learning bietet beim Vorhandensein ausreichend großer Datenmengen enormes Potenzial. Bei dieser Variante der KI wird der Maschine kein konkreter Lösungsweg vorgegeben. Stattdessen wird lediglich das Ziel definiert und die KI muss den Weg dorthin eigenständig eruieren. Der hier zugrunde liegende Algorithmus erlernt durch stetige Wiederholung die Aufgabenstellung zu lösen. Eine wichtige Voraussetzung für diesen Prozess sind die zur Verfügung gestellten Daten hinsichtlich ihrer Qualität und Quantität dar.⁵

Grundsätzliche Einsatzgebiete von KI im Bauwesen

Aktuell wird Künstliche Intelligenz in unterschiedlicher Form auf verschiedenen Feldern erprobt und teilweise bereits appliziert. So können KI-Algorithmen ganz allgemein u.a. zur Bilder-, Muster- und Sprachkennung sowie zur Prozessoptimierung verwendet werden.⁶

Im Bereich des Bau- und Immobilienwesens lassen sich über den gesamten Lebenszyklus hinweg potenzielle Sektoren benennen. Die nachfolgende Auswahl dient nur als grober Überblick:

Bauplanung

KI bietet hierbei grundsätzlich in den verschiedenen Fachdisziplinen (von der Stadtplanung bis zur Objektplanung) und in allen Stadien des Planungsprozesses (von der Ermittlung und Auswertung der Grundlagen über die Entwurfserstellung bis hin zur Massenermittlung und Generierung der Ausschreibungen sowie der Bewertung von Angeboten) Möglichkeiten zum Einsatz. Besonders in Kombination mit Building Information Modelling (BIM) werden hier Optimierungen erzielbar sein. BIM stellt eine wesentliche Grundlage für die Nutzung von KI im Kontext der Bauplanung dar. Die Implementierung von BIM wird bereits seit einigen Jahren in der Bauwirtschaft vollzogen und ist daher auch in diesem Kontext in allen Projektarten und -größen weiter voranzubringen. Die diesbezüglichen Mehrwerte sind bereits identifiziert worden⁷ und werden durch die Applikation von KI noch verstärkt. Durch die Kombination aus KI-basierter Datenermittlung und -auswertung und die Möglichkeit solche Daten im BIM-Modell

³ Vgl. Europäisches Parlament (2024), Internetquelle

⁴ Vgl. Fraunhofer-Institut für Kognitive Systeme IKS (2024), Internetquelle

⁵ Vgl. ibidem

⁶ Vgl. ibidem

⁷ Vgl. u.a. Jung-Lundberg, S. (2019), S. 152

mit den einzelnen Bau- /Modellelementen zu verknüpfen, werden hochverdichtete Informationen über den gesamten Lebenszyklus der Immobilie gesichert.⁸

Weiterhin ist die Generierung lebenszyklusoptimierter Planungsvarianten, bspw. durch die KI-basierte Vornahme energetischer Berechnungen und CO₂-Analysen als potenzielles Anwendungsfeld zu benennen.

Bauprojektrealisierung

Im Kontext der Projektrealisierung wird KI in unterschiedlichen Bereichen und Formen zukünftig einsetzbar sein.

In Kombination mit teilweise bereits etablierten Technologien können bestimmte Leistungen der Bauüberwachung, die bisher von hochqualifiziertem Fachpersonal ausgeführt werden müssen, durch KI-Verfahren übernommen werden. So sind KI-basierte baustellenlogistische Vorgänge (bspw. Material- und Geräteplanung und -überwachung) in Verbindung mit GPS-Unterstützung ein gutes Beispiel. Weiterhin können Baufortschrittsanalysen und Massenermittlungen zukünftig auch durch Künstliche Intelligenz vorgenommen werden. Als essenzielle Grundlage für diese KI – Prozesse sind bereits heute verfügbare technische Hilfsmittel wie Drohnen und Baustellenkameras einzusetzen. In Kombination mit dem in der Planung generierten BIM-Modell und den dort hinterlegten Informationen kann die KI über Soll-Ist-Abgleiche konkrete Aussagen und hieraus abgeleitet Prognosen und Risikoanalysen erstellen.

Wie bereits einleitend erwähnt, wird der Einsatz von Künstlicher Intelligenz vorrangig für wissensbasierte Tätigkeiten erfolgen. Im Bauwesen herrscht jedoch neben dem Bedarf an akademisch ausgebildeten Ingenieuren besonders hinsichtlich des Baustellenpersonals großer Bedarf.⁹

Bei der Baufertigung wird KI daher in Kombination mit der Baurobotik eine wichtige Rolle spielen können. Bereits heute finden Roboter in multipler Ausführung Anwendung im Bauwesen. Sowohl im Bereich der industriellen Vorfertigung (z.B. Betonfertigteilwerk) als auch auf den Baustellen (bspw. In Form von Pflaster- oder Mauermaschinen oder im 3D-Betondruck) sind diese maschinellen Akteure, wenn auch noch vereinzelt, anzutreffen. Besonders das Feld der autonom agierenden Baumaschinen sei erwähnt. Als Beispiel kann der JAIBOT der Firma Hilti herangezogen werden. Dieser halbautomatisch agierende Bohrroboter führt Bohrungen auf der Baustelle z.B. in Betonbauteilen durch. Nach der Positionierung in der Örtlichkeit nimmt die Maschine auf Basis der BIM-basierten Datenvorgaben die Arbeiten eigenständig vor. Höhen bis zu 4,80 m überwindet der Roboter dabei ohne die sonst erforderlichen Gerüste.¹⁰ Die Erprobung in mehr als 100 Projekten ist bereits erfolgt.¹¹

⁸ Vgl. Pieterwas, J. et al., S. 6

⁹ Vgl. Hilti Deutschland AG (2024), Internetquelle

¹⁰ Vgl. Deutsche Bauzeitung (2024), Internetquelle

¹¹ Vgl. Hilti Deutschland AG (2024), Internetquelle

KI in der Bauprojektsteuerung

Die Bauprojektsteuerung stellt eine eigenständige Fachdisziplin im Großprojektgeschäft dar. Als beratende Stabstelle an der Seite der Projektleitung kommen dieser Instanz unterschiedliche Aufgaben zu.

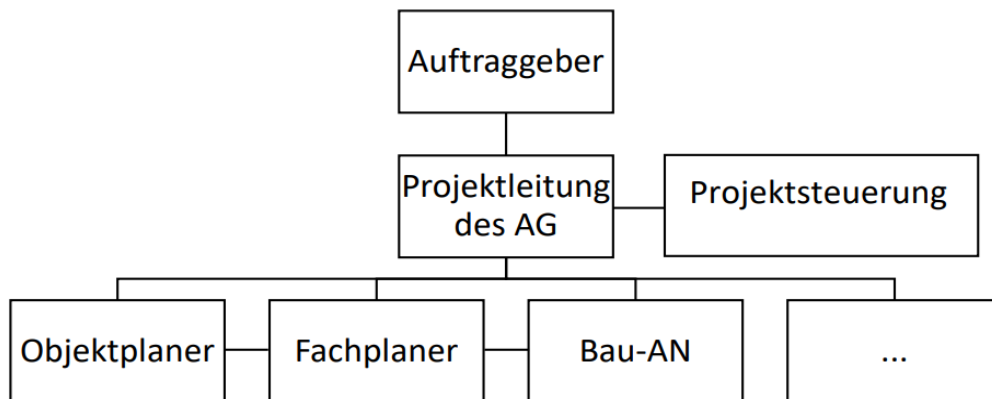


Abbildung 1: Darstellung Rolle der Projektsteuerung

Im diesbezüglichen Leistungsbild der AHO-Fachkommission „Projektsteuerung / Projektmanagement“ werden basierend auf einem Prozessmodell aus chronologischer Sicht 5 Projektstufen und hinsichtlich der hierin enthaltenen Aufgaben weitere 5 Handlungsbereiche unterschieden.¹²

Die Aufgaben der Projektsteuerung, die dem vorgenannten Leistungsbild entnommen werden können, basieren dabei grundsätzlich auf einer abgeschlossenen Projektentwicklung und dementsprechend auf einer existierenden Bedarfsplanung des Auftraggebers.¹³

¹² Vgl. AHO (2020), S. 3

¹³ Vgl. ibidem

Projektstufen Handlungsbereiche	Projektvorbereitung	Planung	Ausführungsvorbereitung	Ausführung	Abschluss
A Organisation Information Koordination Dokumentation	Projektspezifische Rahmenbedingungen/Projektziele	Fortschreiben der Projektziele			Projektdokumentation
	Kommunikationsstruktur einschl. PKMS einrichten & umsetzen				
	Entwickeln Projektstrukturplanung	Fortschreiben der Projektstrukturplanung			Dokumentationsunterlagen überprüfen
	Planung der Planung	Fortschreiben			
	Informations-, Berichts- und Protokollwesen einrichten & umsetzen				
	Änderungs- und Entscheidungsmanagement einrichten	Änderungs- und Entscheidungsmanagement umsetzen			Änderungs- und Entscheidungsmanagement abschließen
	Risikomanagement einrichten & umsetzen				Risikomanagement abschließen
Projekthandbuch entwickeln, abstimmen und fortschreiben					
B Qualitäten & Quantitäten	Überprüfen der Bedarfsplanung	Planungsbeteiligte steuern, Leistungen bewerten			
	Planungsergebnisse überprüfen				Ergebnisdokumentation abschließen
C Kosten & Finanzierung	Kostenrahmen Investitions- und Nutzungskosten	Überprüfen Kostenschätzung/-berechnung	Überprüfen Vergabe-Soll-Werte		Prüfen Kostenaufstellung
	Kostensteuerung				
	Mittelabflussplanung				
	Prüfen von Rechnungen/Kostensteuerung				Abschließen
Kostenverfolgung einrichten und fortschreiben					
D Termine Kapazitäten Logistik	Terminrahmen erstellen und fortschreiben				
	Steuerungsterminplanung (Gesamtprojekt) aufstellen und fortschreiben				
	Steuerungsterminplanung phasenweise differenzieren				Terminsteuerung Abnahme/Inbetriebnahme
E Verträge & Versicherungen	Vergabe- und Vertragsstruktur				Abnahmen
	Planverträge vorbereiten und verhandeln	Vergabeverfahren und Nachtragsverfahren strukturieren			
	Versicherungskonzept	Vertragspflichten durchsetzen			

Abbildung 2: Prozessmodell der Projektsteuerung¹⁴

Wie in allen Ingenieursdisziplinen kann auch dem Fachbereich der Projektsteuerung ein akuter Mangel an ausreichend qualifiziertem Personal attestiert werden. Erschwerend kommt hier noch der Sachverhalt hinzu, dass neben der rein akademischen Vorbildung für die Ausübung der meisten Projektsteuerungstätigkeiten in der Regel eine fundierte Berufserfahrung unumgänglich ist.

Insofern gebietet es allein dieser Fakt nach Applikationsmöglichkeiten innovativer Technologien zu suchen. Künstliche Intelligenz stellt mit ihren diversen Anwendungsformen hier grundsätzlich eine vielversprechende Option dar. Die allgemeinen Voraussetzungen (wie bspw. eine wissensbasierte Aufgabenstellung oder das Vorhandensein ausreichender Datenmengen etc.¹⁵) für die Einsatzfähigkeit der KI in dieser Fachdisziplin sind gegeben:

Anforderung I „wissensbasierte Aufgabenstellung“: Bei den Tätigkeiten der Projektsteuerung handelt es sich nahezu ausschließlich um wissensbasierte Aufgaben.

Anforderung II „Vorhandensein ausreichender Datenmengen“: Weiterhin benötigt zum Beispiel eine auf dem Prinzip des maschinellen Lernens beruhende Künstliche Intelligenz ausreichend „Trainingsdaten“. Solche sollten auftraggeberseitig und bei den Projektsteuerungsinstitutionen vorhanden sein. Die KI kann somit anhand von Daten aus bereits abgeschlossenen Projekten die Erledigung der

¹⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung in AHO (2020), Bild 2.1, S. 14

¹⁵ Hier werden zur Veranschaulichung lediglich 2 Anforderungen betrachtet.

Aufgabe üben. Hierauf basierend wird der KI die eigenständige Bearbeitung vergleichbarer Aufgaben ermöglicht.

Exemplarisch kann der Handlungsreich *C Kosten und Finanzierung* herangezogen werden.

In diesen Handlungsbereichen hat die Projektsteuerung als Grundleistung in der Projektstufe *Projektvorbereitung* zunächst eine Grundlage zu schaffen.

So obliegt es der Projektsteuerung u.a. bei der Erstellung des Kostenrahmens und des Nutzungskostenrahmens mitzuwirken.¹⁶ Diese komplexe Aufgabenstellung erfordert eine solide Wissensbasis hinsichtlich der Zeitansätze und das Verständnis diese theoretischen Aufwandswerte korrekt auf das konkrete Projekt zu projizieren. An dieser Stelle könnte eine entsprechend angelernte Künstliche Intelligenz, die einen Pool an belastbaren Datensätzen ausgewertet und anhand von bereits abgeschlossenen Vergleichsprojekten geübt hat, diese Arbeit übernehmen und die menschliche Projektsteuerung entlasten. Gleiches gilt für die weiteren Projektstufen. In diesen hat die Projektsteuerung u.a. diverse monetäre Soll-Ist-Abgleiche vorzunehmen (bspw. die Kostenschätzung der Planer auf Konformität mit dem Kostenrahmen prüfen und die Rechnungen der Planer mit den vertraglichen Grundlagen abgleichen).¹⁷ Auch diese Tätigkeiten scheinen für die Übernahme durch eine KI prädestiniert.

Das vorstehende Exempel dient lediglich der Veranschaulichung. Grundsätzlich kann eine solche KIEignung in den meisten Aufgabenfeldern der Projektsteuerungsgrundleistungen unterstellt werden.

In allen wesentlichen Aufgaben der Projektsteuerung kann Künstliche Intelligenz mindestens anteilig für die immer wiederkehrenden Routinarbeiten und für solche appliziert werden, die aufwendige Auswertungen von Datensätzen erforderlich machen.

Zusammenfassung & Ausblick

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz hat das Potenzial in verschiedenen Bereichen der Bau- und Immobilienwirtschaft Prozesse und Abläufe zu optimieren. Wie dieses Paper in Kurzform aufgezeigt hat, sind bereits heute diverse Applikationsmöglichkeiten bekannt. Diese werden derzeit in Teilen in der Praxis erprobt oder in laufenden Forschungsvorhaben analysiert.

Ein wesentlicher Mehrwert des KI-Einsatzes liegt in der Option die menschlichen Akteure in bestimmten Aufgabenfeldern zu entlasten. Durch die Übernahme von wiederkehrenden Routinarbeiten werden beispielsweise die bereits heute knappen Arbeitskraftressourcen anteilig frei und können anderweitig genutzt werden. Besonders im Bereich wissensbasierter Tätigkeiten und vorrangig im Kontext solcher Arbeiten, für die große Datenmengen ausgewertet werden müssen und / oder ein entsprechend breites Wissensspektrum erforderlich ist, kann Künstliche Intelligenz Abhilfe schaffen. Hierdurch erscheint KI grundsätzlich auch besonders in der Fachdisziplin der Bauprojektsteuerung einsetzbar zu sein. Wie beschrieben, zeichnet sich diese Disziplin wesentlich durch das Erfordernis einer Kombination aus akademischer Qualifikation und dem Vorhandensein einer ausreichenden Praxiserfahrung bzw. Praxiswissensbasis aus. Die hier auszuführenden (Grund-) Leistungen sind in der Regel nicht physischer Art, sondern basieren auf rein geistiger Anstrengung. An diversen Projektstellen sind dabei regelmäßig Soll-Ist-

¹⁶ Vgl. AHO (2020), S. 15

¹⁷ Vgl. ibidem, S. 17 ff.

Abgleiche vorzunehmen. Diese beiden allgemeinen Aspekte lassen bereits erahnen, dass eine Übernahme von mindestens Teilleistungen durch eine KI realistisch ist. Bedingt durch die hier existierenden Altdaten, die einer KI als potenzielle Trainingsdaten zur Verfügung gestellt werden können, sollte auch die erforderliche Datenbasis vorhanden sein.

Besonders in einigen Handlungsbereichen im Leistungsbild der Projektsteuerung nach AHO sieht der Autor großes Potenzial für den KI-Einsatz. Hier gilt es nun im wissenschaftlichen Kontext eine theoretische Grundlage zu schaffen und diese anschließend praktisch zu erproben.

Literaturverzeichnis:¹⁸

AHO Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V. (2020): Leistungsbild und Honorierung Heft Nr. 9 Projektmanagement in der Bau- und Immobilienwirtschaft – Standards für Leistungen und Vergütung, Stand: März 2020, 5. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Reguvis – Kooperationspartner des Bundesanzeiger Verlags

Jung-Lundberg, S. (2019): Anwendung von Building Information Modeling (BIM) im Bereich kleinerer und mittelgroßer Wohnungsbaumaßnahmen – Entwicklung eines Modells zur Ermittlung des wirtschaftlichen und bauprozessualen Nutzens, Dissertation, Universität der Bundeswehr München 2019

Pieterwas, J./ Schönheit, T./ Bartels, N. (2024): Künstliche Intelligenz im Lebenszyklus von Immobilien – in: Künstliche Intelligenz im Bauwesen – Grundlagen und Anwendungsfälle, S. 3 – 23, Herausgeber: Hagsheno, S./ Satzger, G./ Lauble, S./ Vössing, M., Springer Vieweg, Wiesbaden

Internetquellen

Deutsche Bauzeitung (2024): [Jaibot, Hilti, Bohrroboter \(db-bauzeitung.de\)](#), aufgerufen am 30.05.2024 um 10:50 Uhr

Europäisches Parlament (2024): [Was ist künstliche Intelligenz und wie wird sie genutzt? | Themen | Europäisches Parlament \(europa.eu\)](#), aufgerufen am 29.05.2024 um 15:50 Uhr

Fraunhofer-Institut für Kognitive Systeme IKS (2024): [Künstliche Intelligenz \(KI\) und maschinelles Lernen - Fraunhofer IKS](#), aufgerufen am 29.05.2024 um 16:40 Uhr

Hilti Deutschland AG (2024): [Datum | Date \(hilti.de\)](#), aufgerufen am 30.05.2024 um 10:55 Uhr

McKinsey & Company (2024): [Studie: Generative KI kann zum Produktivitätsbooster werden | McKinsey & Company](#), aufgerufen am 29.05.2024 um 15:30 Uhr