

Hochschule Konstanz
Technik, Wirtschaft und Gestaltung



MASTER-THESIS

Exploration der Möglichkeiten und Einflussfaktoren von großen Sprachmodellen zur digitalen Transformation, Effizienzsteigerung und Förderung nachhaltiger Praktiken im Bauwesen.

Zur Erlangung des akademischen Grades


Master of Engineering (M.Eng.)

Fakultät: Bauingenieurwesen

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen – Bau (MWI-BI)

Professor: **Prof. Dr.-Ing. Michael Bühler**

Vorgelegt von: **Jonathan Loeffler**

Matrikelnummer: 

Bearbeitungsdauer: Vier Monate

Bearbeitungszeitraum: 29.10.2023 – 29.02.2024

Danksagung

Ich möchte meinen tiefsten Dank an Prof. Dr.-Ing. Michael Bühler richten, dessen wertvolle Anleitung, Unterstützung und Ermutigung während meiner Masterarbeit unverzichtbar waren. Seine fachliche Expertise und konstruktives Feedback spielten eine entscheidende Rolle für den Erfolg meiner Arbeit.

Meine Anerkennung gebührt ebenfalls den interviewten Experten Bianca Weber-Lewerenz, Sven Peper und David Riechert, deren wertvollen Perspektiven einen entscheidenden Beitrag zur Qualität dieser Arbeit geleistet haben.

Ein besonderer Dank gebührt meiner Partnerin, meiner Familie und meinen Freunden für ihre unermüdliche Unterstützung und Ermutigung während meines gesamten Studienweges.

Abschließend möchte ich der HTWG Konstanz und insbesondere der Fakultät Bauingenieurwesen meinen tiefsten Dank aussprechen. Die Bereitstellung einer außergewöhnlichen und inspirierenden Umgebung hat es mir ermöglicht, meine akademischen Ziele zu erreichen und hat mich bestens auf eine vielversprechende berufliche Zukunft vorbereitet.

Abstrakt

Diese Masterarbeit erforscht das Potenzial großer Sprachmodelle in der Bauindustrie mit einem Fokus auf digitale Transformation, Effizienzsteigerung und Nachhaltigkeit. Durch eine umfassende Literaturanalyse und qualitative Experteninterviews werden spezifische Anwendungsfälle, Herausforderungen bei der Implementierung und ethische sowie datenschutzrechtliche Überlegungen untersucht.

Die Arbeit hebt hervor, wie große Sprachmodelle die Planungsprozesse optimieren, das Risikomanagement verbessern und maßgeschneiderte Lösungen entwickeln können, um ökonomische und ökologische Vorteile zu erzielen. Zudem werden praxisorientierte Empfehlungen für eine erfolgreiche Integration dieser Technik in das Bauwesen präsentiert, die sowohl die technologische Machbarkeit als auch soziale Akzeptanz berücksichtigen.

Abschließend werden zukünftige Forschungsrichtungen aufgezeigt, die darauf abzielen, die digitale Transformation im Bauwesen unter Einbeziehung ethischer Standards und Datenschutz zu beschleunigen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit demonstrieren das Potenzial von großen Sprachmodellen, traditionelle Bauprozesse zu revolutionieren, und betonen die Notwendigkeit einer sorgfältigen Implementierung, um die Vorteile dieser Technologie vollständig auszuschöpfen.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	II
Abstrakt	III
Inhaltsverzeichnis.....	IV
Hinweis zum Sprachgebrauch.....	VI
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	VIII
Abkürzungsverzeichnis	IX
1. Einleitung	1
1.1. Hintergrund und Kontext	1
1.2. Problemstellung und Forschungsfragen.....	3
1.3. Zielsetzung und Beitrag der Arbeit	5
1.4. Methodik und Aufbau der Arbeit.....	6
1.4.1. Literaturanalyse	6
1.4.2. Experteninterviews	7
2. Theoretischer Hintergrund.....	8
2.1. Künstliche Intelligenz und Textanalyse	8
2.1.1. Grundlagen der KI	8
2.1.2. Textanalyse und NLP	10
2.2. Arbeitsweise von großen Sprachmodellen	11
2.2.1. Limitationen großer Sprachmodelle	13
2.3. Situation der digitalen Transformation im Bauwesen	14
2.3.1. Potenziale von KI in der Baubranche.....	15
3. Literaturanalyse: ChatGPT im Bauwesen	18
3.1. Übersicht und Kategorisierung der Studien.....	18
3.2. Auswertung der Literatur nach Anwendungsfällen	20
3.2.1. Automatisierung und Datenmanagement	20

3.2.2.	Optimierung der robotergestützten Montage	21
3.2.3.	Einsatz von Chat GPT in Lean Construction	22
3.2.4.	ChatGPT in der Sicherheitsausbildung	23
3.2.5.	Zeitplanung von Bauprojekten	24
4.	Experteninterviews	26
4.1.	Entwicklung des Interviewleitfadens.....	26
4.2.	Vorstellung der Interviewpartner	27
4.3.	Induktive Kategorienbildung	29
Herausforderung der Implementierung.....		29
4.4.	Schlüsselerkenntnisse aus den Interviews.....	30
4.4.1.	Herausforderung der Implementierung	30
4.4.2.	Lösungsansätze zur erfolgreichen Implementierung	31
4.4.3.	Ethik und Datenschutz.....	32
4.4.4.	Große Sprachmodelle zur Förderung nachhaltiger Praktiken.....	33
4.4.5.	Einsatzmöglichkeiten von großen Sprachmodellen im Bauwesen....	33
5.	Diskussion.....	36
5.1.	Zusammenführung der Erkenntnisse	36
5.2.	Handlungsempfehlung für Bauunternehmen.....	38
5.3.	Zukünftige Forschung.....	39
5.4.	Limitationen der Forschung.....	40
6.	Fazit und Ausblick.....	42
	Literaturverzeichnis	44
	Eidesstaatliche Erklärung.....	48
	Anhang.....	49

Hinweis zum Sprachgebrauch

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten, sofern nicht anders kenntlich gemacht, gleichermaßen für alle Geschlechter.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stellenausschreibungen für ChatGPT in Deutschland; Angaben in Prozent.....	4
Abbildung 2: Leistungsbestandteile der KI	9
Abbildung 3: Prognose der Marktgröße für NLP weltweit.....	11
Abbildung 4: Trainingsmethodik InstructGPT	12
Abbildung 5:Aufwand und Einflussmöglichkeiten im Projektverlauf.....	15

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht und Anwendungsfälle der Studien	19
Tabelle 2: Fragebogen zur Anwendung von LLMs im Bauwesen.....	27
Tabelle 3: Vorstellung der Interviewpartner	28
Tabelle 4: Induktive Kategorien	29

Abkürzungsverzeichnis

BIM	Building Information Modeling
DL	Deep Learning
IGLC	International Group for Lean Construction
KI	Künstliche Intelligenz
LLM	Large Language Model
ML	Maschinelles Lernen
NLG	Natural Language Generation
NLP	Natural Language Processing
NLU	Natural Language Understanding
NN	Neuronale Netze
RLHF	Reinforcement Learning from Human Feedback
STS	Speech to Speech
STT	Speech to Text
TTS	Text to Speech
TTT	Text to Text

1. Einleitung

Im folgenden Kapitel wird zuerst auf den Hintergrund und Kontext der Arbeit und dann auf die Problemstellung und die Forschungsfragen eingegangen. Darauffolgend werden die Zielsetzung und der Beitrag der Arbeit, sowie abschließend die Methodik und der Aufbau erörtert.

1.1. Hintergrund und Kontext

Trotz einer vielfach noch unzureichenden Bewusstseinschärfung findet eine Interaktion mit künstlicher Intelligenz (KI) im menschlichen Alltag nahezu kontinuierlich statt – sei es bei einem personalisierten Nachrichtenstrom, der Einparkassistenten in Fahrzeugen oder der Krankheitsdiagnose mittels spezialisierter medizinischer Software. In Zeiten der digitalen Revolution durchläuft KI einen kontinuierlichen Weiterentwicklungsprozess. Autos mit Selbstfahrtechnologie, Roboter mit Lernfähigkeit, automatisierte numerische Vorhersagen sowie Erkennung von Bild und Sprache erleichtern den menschlichen Alltag enorm. Es gilt diese bereits effektiv eingesetzte, sich kontinuierlich transformierende und wertvolle Technologie, auch im Bauwesen zu applizieren. Die Vorteile sind offensichtlich: Kostenreduktion, Prozessoptimierung und eine verstärkte Berücksichtigung von umweltfreundlichem und nachhaltigem Bauen sind möglich.¹

In Deutschland spielt das Bauwesen eine entscheidende Rolle für Wirtschaft und Umwelt.² *„Mehr als zehn Prozent des deutschen Bruttoinlandsprodukts werden für Baumaßnahmen verwendet (...). Gleichzeitig erbringt das Baugewerbe mehr als sechs Prozent der gesamten Wertschöpfung in Deutschland.“³*

Bauunternehmen, die KI für das Management ihrer Bauprojekte einsetzen, erleben bedeutende Einsparungen bei Zeit und Kosten. KI ermöglicht es, von der Erstellung von Angeboten bis hin zur Optimierung der Lieferketten, eine breite Palette von Prozessen im Bauprojektmanagement zu automatisieren. Diese Technologie kann zahlreiche bisher manuell und zeitaufwändig ausgeführte Routineaufgaben

¹ vgl. Hofstadler und Motzko 2021, S.130.

² Vgl. Brell-Cokcan et al. 2021, S. 610.

³ Unverändert übernommen aus: Bundesministerium für Wirtschaft und Umwelt 2023.

übernehmen oder vereinfachen, was zu einer effizienteren Projektdurchführung führt.⁴

Einer der jüngsten relevanten Meilensteine im Bereich der KI-Forschung ist die Veröffentlichung des Programms *ChatGPT* durch die Firma *OpenAI* am 30.11.2022. Dieses sogenannte *Large Language Model* (LLM), auf Deutsch großes Sprachmodell, ist in der Lage, innerhalb von Sekunden jede Art von Text zu erstellen. Es antwortet auf Fragen aller Art, nimmt an Interviews teil und führt Dialoge, wobei es den Gesprächsverlauf berücksichtigt, um auch in langanhaltenden Unterhaltungen adäquat zu reagieren. Die Antworten und Texte, die *ChatGPT* produziert, sind von menschlich erstellten Inhalten nicht zu differenzieren.⁵ Somit besteht *ChatGPT* erstmals den Turing-Test, welcher entwickelt wurde, um die Denkfähigkeit einer Maschine zu überprüfen.⁶ Das Bestehen des Tests bedeutet nicht zwingend, dass die Software tatsächlich denkt, jedoch galt in der Geschichte der KI das Bestehen dieses Tests jahrzehntelang als das ultimative Ziel der Forschung. Dies ist in seiner Tragweite möglicherweise vergleichbar mit Erfindungen wie dem Webstuhl, Dampfmaschinen, Autos, Telefone, dem Internet und Smartphones. Oft haben sich diese Innovationen erst nachträglich als bahnbrechende Wendepunkte und entscheidend für die Entwicklung erwiesen.⁷

Ein offener Brief mit dem Titel „*Pause Giant AI Experiments: An Open letter*“⁸, der am 22.03.2023 auf der Internetseite des Institutes *future of life* veröffentlicht wurde, zeigt, dass diese Technik auch enorme Risiken und ethische Bedenken mit sich bringt. In dem Brief, welcher u. a. von Unternehmern wie dem *Tesla-CEO*, Elon Musk und *Apple*-Mitbegründer Steve Wozniak unterschrieben wurde, wird vor tiefgreifenden Risiken für die Menschheit und Gesellschaft gewarnt und es wird gefordert „(...), sofort für mindestens 6 Monate das Training von KI-Modellen, die mächtiger als GPT-4 sind, zu pausieren.“⁹

⁴ Vgl. Giannakidis et al. 2021, S. 24 f.

⁵ Vgl. Krauss 2023, S. 1 f.

⁶ Vgl. Turing 1950.

⁷ Vgl. Krauss 2023, S. 1 f.

⁸ Unverändert übernommen aus: Future of Life Institute 2015.

⁹ Ebd.

Zusätzlich zu dem Sprachmodell *GPT-4*, auf dem die Schnittstellenanwendung *ChatGPT* zum Zeitpunkt der Forschungsarbeit basiert, gibt es zahlreiche andere große Sprachmodelle wie zum Beispiel *LLaMA* und *LaMDA* oder auch *PaLM* und *PaLM-2*, entwickelt von den Technologieunternehmen *Meta* und *Google*. *Meta* bietet dabei die neueste Version seines Modells, *LLaMA2*, auch für den kommerziellen Gebrauch an. In allen Bereichen in denen Sprache verarbeitet wird, können LLMs potenziell eingesetzt werden. Daher bieten sie viele Möglichkeiten, die Digitalisierung zu beschleunigen und die heutige Arbeitswelt tiefgreifend zu verändern.¹⁰

Diese Masterarbeit erforscht, wie durch den Einsatz von fortschrittlichen LLM-KI-Technologien im Bauwesen die digitale Transformation vorangetrieben, Effizienzsteigerungen erreicht und nachhaltige Bauverfahren umgesetzt werden können.

1.2. Problemstellung und Forschungsfragen

In diesem Abschnitt wird zuerst die Problemstellung für die Thesis geschildert. Anschließend wird unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Kriterien eine Forschungsfrage formuliert und in Unterfragen gegliedert.¹¹

In der Bauindustrie stellt die Stagnation der Produktivität, bedingt durch mangelnde Fortschritte in Digitalisierung und Automatisierung, eine zentrale Herausforderung dar.¹² Die in Abbildung 1 dargestellte Statistik zeigt die Stellenausschreibungen in Deutschland für Fachkräfte, prozentual nach Sektoren, die sich mit LLMs, generativer KI oder speziell mit *ChatGPT* auskennen.

¹⁰ Vgl. Barenkamp 2023, S.185.

¹¹ Vgl. Karmasin und Ribing 2017, S. 24 ff.

¹² Vgl. Brell-Cokcan et al. 2021, S. 610.

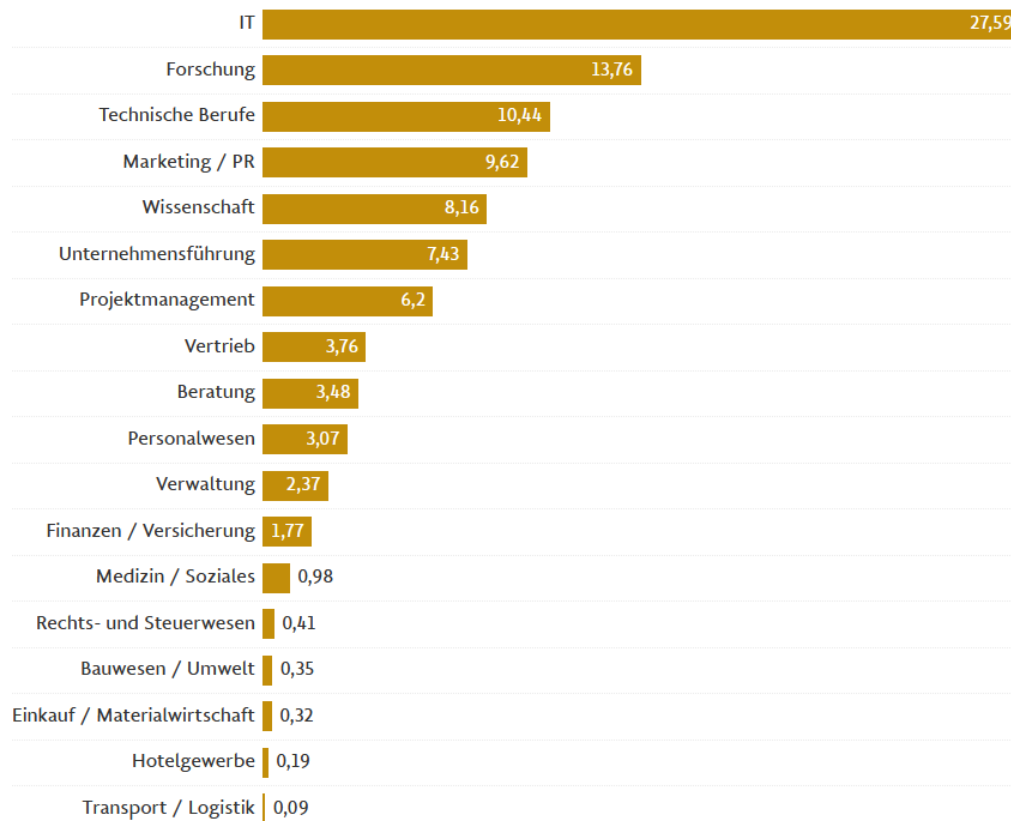


Abbildung 1: Stellenausschreibungen für ChatGPT in Deutschland; Angaben in Prozent¹³

Angesichts des geringen Anteils von 0,35% für den Sektor Bauwesen und Umwelt, eröffnen sich Fragen zu den Anwendungsmöglichkeiten, dem Nutzen und zur Implementierung von LLMs in der Bauindustrie. Daher lautet die Forschungsfrage, mit der sich diese Arbeit auseinandersetzt:

Wie können LLMs die digitale Transformation im Bauwesen vorantreiben?

Um diese Frage präzise und umfassend beantworten zu können, wird sie in folgende drei Teilfragen unterteilt:¹⁴

1. Welche spezifischen Anwendungsmöglichkeiten für LLMs lassen sich im Bauwesen identifizieren?

- Diese Frage zielt darauf ab, konkrete Einsatzgebiete von LLMs im Sektor Bauwesen zu erkunden, um die geringe Verbreitung dieser Technologie zu adressieren und potenzielle Wachstumsbereiche zu identifizieren.

¹³ Unverändert übernommen aus: Index-Gruppe 2023.

¹⁴ Vgl. Karmasin und Ribing 2017, S. 25.

2. Durch welche spezifischen Herausforderungen wird die Adaption von LLMs im Bauwesen eingeschränkt und welche Lösungsansätze existieren zur Überwindung dieser Barrieren?

- Diese Frage soll die branchentypischen Barrieren identifizieren, die die Einführung von LLMs im Bauwesen erschweren und Methoden aufzeigen, um diese Hindernisse zu überwinden

3. Wie können LLMs zur Steigerung der Effizienz und zur Förderung nachhaltiger Praktiken im Bauwesen beitragen?

- Diese Fragestellung zielt darauf ab, den Nutzen von LLMs in der Bauindustrie zu erkunden, indem sie die Schlüsselbereiche Effizienzsteigerung und die Unterstützung umweltfreundlicher Praktiken für Bauprojekte und -prozesse zusammenfasst.

1.3. Zielsetzung und Beitrag der Arbeit

Das Hauptziel dieser Masterarbeit ist es, die Rolle und das Potenzial von großen Sprachmodellen im Bauwesen zu erforschen, wobei ein spezieller Fokus auf die Verbesserung der Effizienz, Flexibilität und Nachhaltigkeit von Bauprojekten liegt. Diese Forschung strebt danach, durch eine umfassende Analyse und Bewertung der technologischen Möglichkeiten, konkrete Anwendungsbereiche für diese innovative Technologie zu identifizieren. Darüber hinaus sollen Herausforderungen und Einflussfaktoren, die einer breiten Anwendung im Wege stehen, aufgedeckt und Lösungsansätze vorgeschlagen werden.

Indem diese Arbeit innovative Ansätze und Potenziale zur Integration von KI im Bauwesen erkundet, reiht sie sich ergänzend in bestehende Forschungen, wie zum Beispiel die Studie des Fraunhofer Instituts „*KI in der Bauwirtschaft*“¹⁵ ein.

Der Beitrag dieser Arbeit zur Wissenschaft und Praxis liegt in der detaillierten Untersuchung und dem Aufzeigen von Wegen, wie LLMs die digitale Transformation im Bauwesen unterstützen und vorantreiben können. Sie bietet eine Grundlage für zukünftige Forschungen und praktische Anwendungen, indem sie einen klaren Überblick über das aktuelle Branchenverständnis der Technologie bietet und gleichzeitig Bereiche für weitere Untersuchungen hervorhebt.

¹⁵ Giannakidis et al. 2021.

1.4. Methodik und Aufbau der Arbeit

Die Hilfsmittel zum Erstellen dieser Arbeit sind in Anhang 2 aufgeführt. Da die HTWG-Konstanz noch keinen eigenen Leitfaden zur Verwendung von großen Sprachmodellen für wissenschaftliches Arbeiten hat, wurde sich bei deren Verwendung an den Leitfaden der Universität Mannheim gehalten.¹⁶

Um die Anwendung und Auswirkungen von LLMs im Bauwesen zu untersuchen, wird nach dem theoretischen Hintergrund der Thesis, als erster praktischer Teil eine Literaturanalyse am Beispiel von *ChatGPT* durchgeführt. Im Kontext dieser Arbeit ermöglicht es diese Methode, ein breites Spektrum an bestehenden Theorien, Ansätzen und Ergebnissen darzustellen.

Da *ChatGPT* zum Zeitpunkt der Forschung das bekannteste und fortschrittlichste öffentlich zugängliche Sprachmodell ist, eignet es sich ideal zur Durchführung einer Literaturanalyse bezogen auf die Forschungsfrage.¹⁷

Der zweite praktische Teil besteht aus einer empirischen Forschung. Da Experten sich durch ein spezialisiertes und detailliertes Wissen auszeichnen, sind qualitative semi-strukturierte Experteninterviews eine gute Methode, um im zeitlichen Rahmen dieser Arbeit praxisnahe, branchenspezifische Erkenntnisse zu gewinnen.¹⁸

Nach der Auswertung der Interviews werden die Ergebnisse aus beiden praktischen Teilen in der Diskussion zusammengeführt. Die Forschungsarbeit endet mit einem Fazit und Ausblick.

1.4.1. Literaturanalyse

Dieser Prozess beginnt mit der Suche nach relevanten Schlüsselwörtern wie "*ChatGPT*", "Bauwesen", "große Sprachmodelle am Bau" und "KI-Anwendung am Bau". Die Suche wird auf wissenschaftlichen Datenbanken wie *Google Scholar* und *Researchgate* ausgedehnt und sowohl mit englischen als auch deutschen Suchbegriffen durchgeführt. Die verwendeten Datenbanken sind in der Hilfsmitteltabelle im Anhang 2 dargestellt.¹⁹

¹⁶ Vgl. Zentrum für Lehren und Lernen 2023.

¹⁷ Vgl. Future of Life Institute 2015.

¹⁸ Vgl. Kühl 2009, S.33.

¹⁹ Vgl. Google LLC; ResearchGate GmbH.

Einschlusskriterien für Studien sind die Relevanz zum Thema, das Veröffentlichungsdatum (nicht älter als ein Jahr), und die Zugänglichkeit des Volltextes. Ausgeschlossen werden Studien, die nicht spezifisch die Anwendung von *ChatGPT* im Bauwesen adressieren.

Nach der initialen Suche wird ein Screening-Prozess durchgeführt. Dabei werden Titel und Abstrakt geprüft, gefolgt von einer vollständigen Textanalyse der vorläufig ausgewählten Studien.

Die Datenextraktion fokussiert sich auf Anwendungsbereiche und -möglichkeiten von *ChatGPT*, Methodik, Ergebnisse und Implikationen der einzelnen Studien. Die Selektion und die anschließende Auswertung zielt darauf ab, Trends, Herausforderungen und Potenziale von *ChatGPT* im Bauwesen zu identifizieren.

1.4.2. Experteninterviews

Die Interviews zielen darauf ab, tiefgründige Einblicke in die Erfahrungen, Ansichten und Empfehlungen führender Fachleute der Branche zu gewinnen. Die Auswahl der Experten erfolgt gezielt nach ihrer spezifischen Expertise und ihrem Beitrag zur Digitalisierung im Bauwesen.

Vor den Interviews wird ein detaillierter Leitfaden entwickelt, der offene Fragen umfasst, um eine flexible Gesprächsführung zu ermöglichen und gleichzeitig sicherzustellen, dass alle relevanten Themenbereiche abgedeckt werden.

Die Durchführung der Interviews erfolgt digital, wobei die Gespräche aufgezeichnet und anschließend nach Kuckartz transkribiert werden, um eine genaue Datenanalyse zu gewährleisten.²⁰

Die Auswertung der Interviews basiert auf der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse, wobei induktiv Kategorien nach dem Ablaufmodell von Mayring gebildet werden, um die Vielfalt der Expertenmeinungen strukturiert darzustellen und zu analysieren.²¹

²⁰ Vgl. Kuckartz 2010, S.44.

²¹ Vgl. Mayring 2015, S. 69 ff.; Kuckartz 2010, S. 201 ff.

2. Theoretischer Hintergrund

Im folgenden Kapitel wird zuerst auf KI und Textanalyse, dann auf die Arbeitsweise von großen Sprachmodelle und abschließend auf die Potenziale von KI in der Baubranche eingegangen.

2.1. Künstliche Intelligenz und Textanalyse

In diesem Abschnitt werden die Grundlagen der KI beschrieben und dann auf die Teilbereiche Textanalyse und Natural Language Processing (NLP) eingegangen.

2.1.1. Grundlagen der KI

Schon seit Jahrzehnten beschäftigt sich die Wissenschaft mit dem Thema KI. Für den Begriff an sich hat sich noch keine einheitliche Definition durchgesetzt.²² Das Europäische Parlament definiert KI als *“... die Fähigkeit einer Maschine, menschliche Fähigkeiten wie logisches Denken, Lernen, Planen und Kreativität zu imitieren.”*²³

Zum besseren Verständnis bietet Abb.1 einen Einblick in die Inhalte der KI, hierbei sind sogenannte neuronale Netze (NN) ein zentrales Element. Ursprünglich stammen NN aus dem Gebiet der Neurowissenschaften und sind im Fachbereich der Informatik nachgeahmte Systeme, die sich am menschlichen Gehirn orientieren und in der Lage sind, komplexe Informationen selbstständig aus Erfahrungswerten/-daten zu erlernen und zu verarbeiten.²⁴

Eine Teildisziplin der KI ist das maschinelle Lernen (ML), welches sich auf die Generierung von Wissen aus gesammelter Erfahrung/Daten konzentriert, indem Gesetzmäßigkeiten und Muster in Daten erkannt und statistische Modelle hieraus erstellt werden. Es wird Maschinen und Software ermöglicht, bestimmte Aufgaben durch das Training mit Daten zu erlernen, wobei umfangreichere Daten zu besseren Lernresultaten und weniger Fehleranfälligkeit führen. Im Vergleich zu fest

²² vgl. Harwardt und Köhler 2023, S. 21.

²³ vgl. Europäisches Parlament 2023.

²⁴ vgl. Kreutzer 2019, S. 4 f.

implementierten Regeln bietet dieser Ansatz eine größere Leistungsfähigkeit und Flexibilität.²⁵

Deep Learning (DL) ist eine spezielle Form von NN und eine Untergruppe des ML. Es kann eine größere Bandbreite von Daten verarbeiten, benötigt weniger menschliche Unterstützung bei der Datenverarbeitung und liefert oft exaktere Ergebnisse als die herkömmlichen Ansätze. Das „Deep“ bezieht sich auf die Vielzahl an Schichten des NN, wodurch die Erkennung von tiefen Mustern und Korrelationen in großen Datenmengen ermöglicht wird. Um dies zu erreichen, werden spezifische Netzstrukturen konstruiert, welche immense Volumen an Daten erfassen und über mehrere Ebenen hinweg bearbeiten.²⁶

Anders als bei einer traditionellen Programmierung erlaubt das DL den Computern, aus ihren eigenen Erfahrungen zu lernen und komplexe Konzepte, durch das Zusammensetzen einfacherer Elemente, selbstständig zu entwickeln. Handschrifterkennung ist ein Beispiel hierfür, bei der Bildpunkte schrittweise zu deuten sind und herkömmliche Programmiermethoden an der Vielfalt der Möglichkeiten scheitern. Selbstlernende Methoden sind in diesem Fall unerlässlich.²⁷



Abbildung 2: Leistungsbestandteile der KI²⁸

²⁵ vgl. Harwardt und Köhler 2023, S.23 f.

²⁶ vgl. Kreutzer 2019, S.8.

²⁷ vgl. ebd.

²⁸ unverändert übernommen aus Kreutzer 2019, S.4.

2.1.2. Textanalyse und NLP

Eine natürliche Sprache wird anders als Programmiersprachen wie beispielsweise C++ oder Java, von Menschen gesprochen. Die Sprachverarbeitung bzw. NLP konzentriert sich auf Computerprogramme, die Maschinen Wort- und Schriftverständnis ermöglichen. Diese spezifische Form einer automatisierten Mustererkennung wird auch sprachliche Intelligenz genannt.²⁹

Synonyme, Homonyme, die Unterschiedlichkeit verschiedener Sprachen, sowie Sarkasmus, Ironie und Verneinungen sind relevante Aspekte des NLP, wenn es um das Extrahieren von zusammenhängenden Informationen aus natürlicher Sprache geht.³⁰

Es lassen sich im Kontext von NLP die zwei wesentliche Kernbereiche, Natural Language Understanding (NLU) und Natural Language Generation (NLG), abgrenzen. NLU fokussiert sich auf das Verständnis und die Analyse von natürlicher Sprache, während sich NLG mit der Erzeugung von natürlicher Sprache in Textform beschäftigt. Insgesamt gibt es vier Anwendungsformen des NLP:³¹

1. Text-to-Text (TTT)

Durch eine TTT-Anwendung werden elektronisch vorliegende Texte in andere digitale Texte umgeschrieben. Übersetzungsprogramme wie *Google Translate* oder *DeepL* sind Beispiele hierfür.³²

2. Text-to-Speech (TTS)

Die TTS-Anwendung erzeugt eine gesprochene Version aus einem digitalen Textdokument. Buchinhalte, E-Mails und andere Schriftstücke können hierbei „vorgelesen“ werden. Beispiele hierfür sind E-Book-Reader oder der *Outlookservice* zum Vorlesen von E-Mails durch *Microsoft*.³³

3. Speech-to-Text (STT)

Durch eine STT-Anwendung werden gesprochene Wörter in einen digitalen Text transformiert. Ein Beispiel für diese Form ist sich von einem

²⁹ vgl. Kreutzer 2019, S. 28.

³⁰ vgl. Buxmann 2021, S.155.

³¹ vgl. Harwardt und Köhler 2023, S.27 F.

³² vgl. Kilian 2022, S.283.

³³ vgl. ebd.

Sprachassistent wie *Siri* von *Apple*, durch gesprochene Wörter eine E-Mail erstellen zu lassen.³⁴

4. Speech-to-Speech (STS)

Bei einer STS-Anwendung wird mit gesprochener Sprache auf gesprochene Sprache geantwortet. Beispiele hierfür sind digitale Assistenten wie *Alexa*, *Siri* und *Bixby*. Konkret wird hierbei zuerst STT, dann TTT und darauf TTS angewendet. Die Verarbeitung des gesprochenen wird zur Interpretation erst in einen Text umgewandelt wird, dann wird eine Antwort generiert und diese wird dann im Sprachformat wiedergegeben.³⁵

Die Bedeutung für NLP in den kommenden Jahren sind in Abb.2 veranschaulicht. Nach dieser Prognose wird sich die Marktgröße für NLP in den kommenden fünf Jahren mehr als verdoppeln.

MARKTGRÖSSE

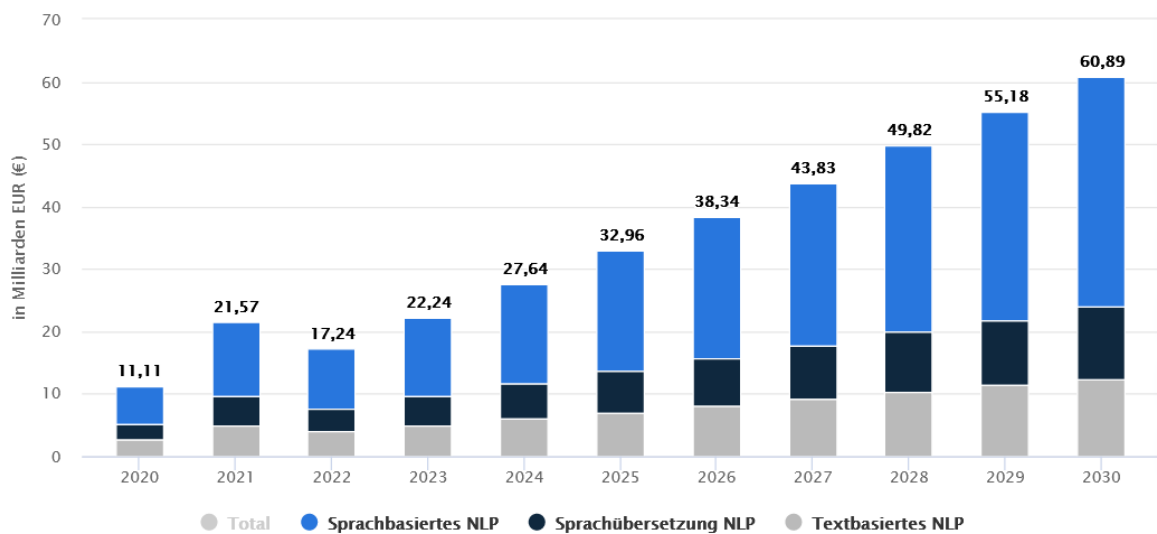


Abbildung 3: Prognose der Marktgröße für NLP weltweit³⁶

2.2. Arbeitsweise von großen Sprachmodellen

In diesem Abschnitt wird die Trainingspipeline für LLMs anhand des Beispiels *ChatGPT* erklärt. Der Hauptfokus liegt auf Sprachmodellen die genutzt werden, um

³⁴ vgl. Kilian 2022, S.283.

³⁵ vgl. ebd.

³⁶ unverändert übernommen aus: Statista Market Insight 2023.

die Wahrscheinlichkeitsverteilung von Wörtern oder Tokens in Texten zu modellieren, wie es im linken Teil von Abbildung 4 dargestellt ist. Tokens sind hierbei Wörter einschließlich Satzzeichen und Ähnlichem.³⁷

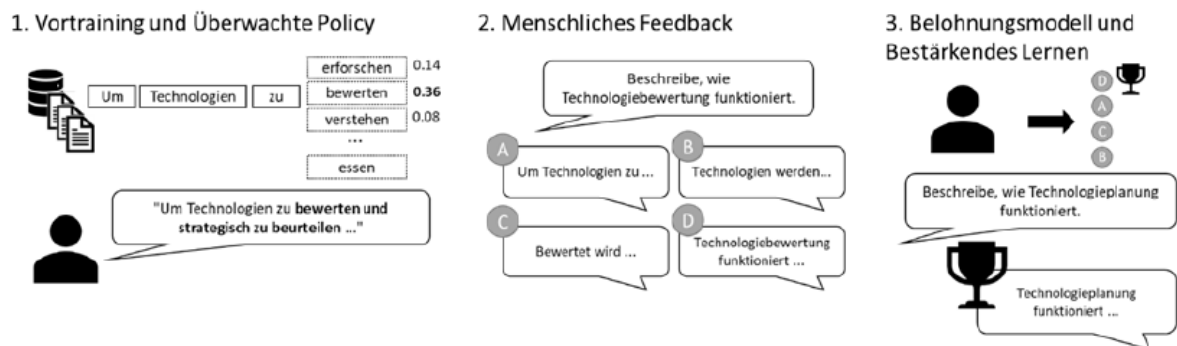


Abbildung 4: Trainingsmethodik InstructGPT³⁸

Diese Modelle sind daher in der Lage, das nächste Wort in einem Text vorherzusagen, was die synthetische Erstellung von Texten ermöglicht. Auf diese Weise können Antworten, welche auch als Ausgaben bezeichnet werden, auf vorgegebene Eingaben, die unter dem Namen *Prompts* bekannt sind, erzeugt werden. Anfangs wird das Modell weiter trainiert damit es lernt, die Antworten von menschlichen Bewertern auf Beispiel-Eingaben nachzuahmen, ein Prozess, der als überwachte Policy bekannt ist.³⁹

Sobald das Modell in der Lage ist, *Prompts* zu beantworten, folgt eine Phase, in der es mehrere Antworten auf einen *Prompt* generiert, die dann zum Feedback an Menschen weitergegeben werden. Zum Beispiel könnte das Modell in dieser Phase auf die Aufforderung „Beschreibe Technologiebewertung“ mit „Beschreibe Technologieplanung“ antworten, falls in den Trainingsdaten solche Sätze direkt hintereinander vorkommen. Durch die Beurteilung der Antworten entwickelt sich ein Belohnungsmodell, welches die Nützlichkeit der Antwort in Bezug auf die Anwender abschätzt.⁴⁰

Auf Grundlage des entwickelten Belohnungsmodells wird das System schließlich durch bestärktes Lernen weiter darauf trainiert, Antworten zu generieren, die für Menschen von Nutzen sind. Dieser Prozess wird als bestärktes Lernen aus

³⁷ Vgl. Prof. Dr.-Ing. Alexander Schönmann et al. 2023, S. 378.

³⁸ Unverändert übernommen aus Prof. Dr.-Ing. Alexander Schönmann et al. 2023, S. 378.

³⁹ Vgl. Prof. Dr.-Ing. Alexander Schönmann et al. 2023, S. 378.

⁴⁰ Vgl. ebd.

menschlichem Feedback oder auf Englisch Reinforcement Learning from Human Feedback (RLHF), bezeichnet.⁴¹

2.2.1. Limitationen großer Sprachmodelle

Fortschrittliche große Sprachmodelle, basierend auf umfangreichen und diversen Trainingsdatensätzen, bieten ein breites Anwendungsspektrum, von der Erstellung funktionierender Quellcodes aus textuellen Beschreibungen bis hin zu E-Mail-Entwürfen. Trotz dieser Vielseitigkeit sind LLMs in der derzeitigen Generation mit spezifischen Limitationen konfrontiert:⁴²

- 1. Inkorrekte oder unsinnige Antworten:** LLMs können manchmal plausibel klingende, aber inhaltlich falsche Antworten generieren.⁴³ Dies ist teilweise darauf zurückzuführen, dass während des RLHF keine verlässliche Quelle der Wahrheit vorhanden ist.⁴⁴
- 2. Empfindlichkeit gegenüber Eingabeformulierungen:**⁴⁵ LLMs zeigen eine hohe Sensibilität gegenüber der Art und Weise, wie *Prompts* formuliert sind. Zum Beispiel kann das Modell bei einer Formulierung einer Frage behaupten, die Antwort nicht zu wissen, aber bei einer leichten Umformulierung korrekt antworten.⁴⁶
- 3. Übermäßige Ausführlichkeit und Phrasenwiederholung:** Die Modelle neigen dazu, übermäßig ausschweifend zu sein und bestimmte Phrasen häufig zu verwenden.⁴⁷ Dies resultiert aus Verzerrungen in den Trainingsdaten und bekannten Überoptimierungsproblemen.⁴⁸
- 4. Fehlende Nachfragen bei Mehrdeutigkeit:** Idealerweise sollten Modelle klärende Fragen stellen, wenn sie mit mehrdeutigen Anfragen konfrontiert sind. Aktuelle Modelle tendieren jedoch dazu, Vermutungen über die Absichten des Benutzers anzustellen, anstatt nachzufragen.⁴⁹
- 5. Reaktion auf unangemessene Anfragen und Voreingenommenheit:** Trotz Bemühungen, die Modelle unangemessene Anfragen ablehnen zu

⁴¹ Vgl. Prof. Dr.-Ing. Alexander Schönmann et al. 2023, S. 378.

⁴² Vgl. Prof. Dr.-Ing. Alexander Schönmann et al. 2023, S. 377.

⁴³ Vgl. ebd.

⁴⁴ Vgl. OpenAI 2023.

⁴⁵ Vgl. Prof. Dr.-Ing. Alexander Schönmann et al. 2023, S. 377.

⁴⁶ Vgl. OpenAI 2023.

⁴⁷ Vgl. Prof. Dr.-Ing. Alexander Schönmann et al. 2023, S. 377.

⁴⁸ Vgl. OpenAI 2023.

⁴⁹ Vgl. Prof. Dr.-Ing. Alexander Schönmann et al. 2023, S. 377.

lassen, reagieren LLMs manchmal auf schädliche Anweisungen oder zeigen voreingenommenes Verhalten.⁵⁰

Diese Limitationen zeigen die Notwendigkeit kontinuierlicher Verbesserungen und Anpassungen in der Entwicklung von LLMs auf, um ihre Zuverlässigkeit und Sicherheit zu erhöhen.

2.3. Situation der digitalen Transformation im Bauwesen

Die Bauindustrie steht vor zahlreichen Herausforderungen, darunter Fachkräftemangel, Klimawandel, steigende Zinsen, Inflation, demografische Krise sowie Lieferketten- und Ressourcenprobleme.⁵¹

Die digitale Transformation und die effiziente Gestaltung der Wertschöpfungskette bieten Lösungen, um die Widerstandsfähigkeit und Effizienz zu erhöhen. Besonders im Hochbau zeigt sich ein Trend zur digitalen Methodik, die die Wettbewerbsfähigkeit stärkt.⁵²

Building Information Modelling (BIM) spielt dabei eine zentrale Rolle, indem es interdisziplinäre Zusammenarbeit und einheitliches Projektverständnis fördert. BIM dient als zentrale Datenbank, die den Bauprozess optimiert und die Nutzung digitaler Potenziale zur Effizienzsteigerung ermöglicht. Die digitale Vorplanung nach dem Grundsatz *„Erst digital, dann real bauen“*⁵³ ermöglicht qualitativ hochwertigere Ergebnisse in frühen Projektphasen.⁵⁴

Dies ist besonders nützlich, da dann die Einflussmöglichkeiten auf das Projekt noch wesentlich höher sind, wie in Abbildung 5 veranschaulicht. Die direkte Digitalisierung bestehender Prozesse ist oft nicht möglich, ohne sie anzupassen und regelmäßig zu evaluieren. Dies kann während der Umsetzungsphasen digitaler Transformationen den Arbeitsaufwand temporär erhöhen, da bewährte Verfahren hinterfragt und bei Bedarf modifiziert werden müssen.⁵⁵

⁵⁰ Vgl. OpenAI 2023.

⁵¹ Vgl. Hofstadler und Motzko 2023, S.262.

⁵² Vgl.ebd.

⁵³ Unverändert übernommen aus: Dobrindt 2015, S. 1.

⁵⁴ Vgl. Hofstadler und Motzko 2023, S. 262 f.

⁵⁵ Vgl. ebd.

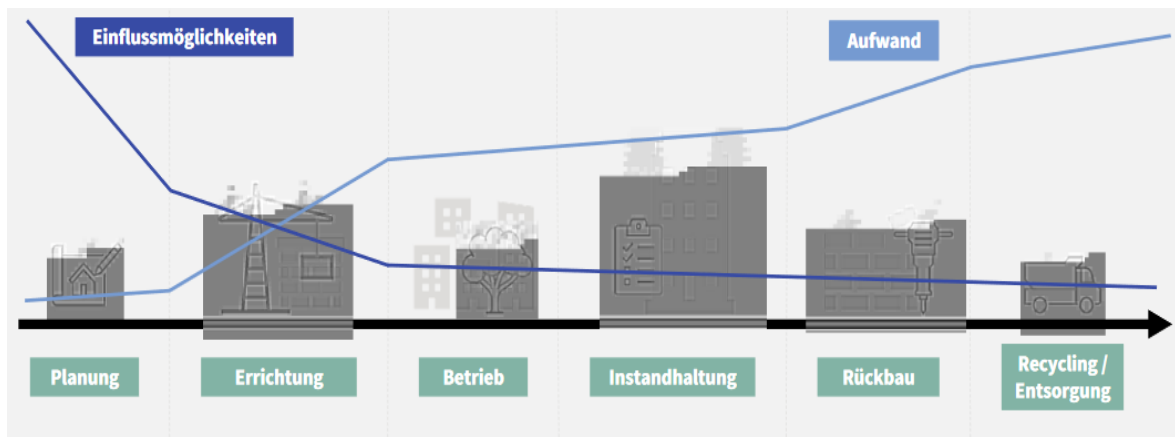


Abbildung 5: Aufwand und Einflussmöglichkeiten im Projektverlauf⁵⁶

Trotz bereits erzielter Fortschritte in der Digitalisierung anderer Branchen birgt gerade die Bauindustrie noch erhebliches Potenzial für digitale Innovationen, deren Realisierung allerdings die Anpassung und kontinuierliche Verbesserung der bestehenden Prozesse erfordert. Beispiele hierfür werden im nachfolgenden Abschnitt genannt.⁵⁷

2.3.1. Potenziale von KI in der Baubranche

Das Ausmaß von KI-Anwendungsmöglichkeiten im Bauwesen ist riesig. Sämtliche Phasen eines Bauprojektes können durch die unzähligen möglichen Anwendungsfälle betroffen sein.⁵⁸ Beispiele hierfür sind:

Bestandserfassung: KI unterstützt die Erfassung bestehender oder sich im Bau befindender Gebäude durch die automatische Erkennung von Bauteilen. Dies erleichtert die Umwandlung von gescannten Informationen in digitale Baupläne und Modelle, ein Prozess, der auch als *Scan2BIM* bekannt ist.⁵⁹

Projektmanagement: KI kann in allen Bereichen der Verwaltung von Bauprojekten eingesetzt werden, von der Lieferkettenkoordination bis zur Angebotserstellung. Mithilfe von ML können Fortschritte überwacht, effizientere Zeitpläne erstellt, Engpässe vorhergesagt und alternative Strategien bei Verzögerungen

⁵⁶ Unverändert übernommen aus: Hofstadler und Motzko 2023, S. 263.

⁵⁷ Vgl. Hofstadler und Motzko 2023, S. 263.

⁵⁸ vgl. Künzler et al. 2022, S.35.

⁵⁹ Vgl. Giannakidis et al. 2021, S. 33.

vorgeschlagen werden. Dies ermöglicht eine signifikante Senkung der Produktionszeiten und Kosten.⁶⁰

Facility-Management: Im Gebäudebetrieb kann KI erhebliche Kosten einsparen. Sensoren liefern eine Fülle an Daten, die für vorausschauende Wartung genutzt werden können, um beispielsweise ungenutzte Bereiche eines Gebäudes zu identifizieren und dort Ressourcen wie Heizung oder Klimatisierung zu deaktivieren. KI-Lösungen können auch bei der Anpassung von Reinigungsplänen und der Buchung von Arbeitsplätzen unterstützen.⁶¹

Sicherheit und Gesundheit: KI kann zur Reduzierung von Arbeitsunfällen auf Baustellen beitragen. Durch den Einsatz smarterer Sensoren, Maschinelles Vision und Objekterkennung können gefährliche Bereiche identifiziert, unmittelbar bevorstehende Kollisionen vorhergesagt und Sicherheitsausrüstungen überwacht werden. Dadurch kann zum einen die Wahrscheinlichkeit von sicherheitsrelevanten Vorfällen reduziert werden, indem beispielsweise Vermessungen an riskanten Stellen von Maschinen anstatt von Menschen durchgeführt werden. Des Weiteren lässt sich die potenziell negative Auswirkung sicherheitsrelevanter Vorfälle verringern, indem beispielsweise eine kontinuierliche Überwachung der Sicherheitsausrüstung sicherstellt, dass diese ordnungsgemäß getragen wird.⁶²

Generative Stadtplanung: Generatives Design unterstützt effektiv die Bauprojekte in Wohngebieten oder anderen Bauzonen. KI ermöglicht es, Designalternativen früh in der Konzeptionsphase anzubieten, was effektiver ist als Designoptimierungen in späteren Phasen. Das parametrische Design, welches sich zum generativen Design weiterentwickelt hat, erlaubt es, schnelle und datengestützte Entscheidungen zu treffen, die den Baugesetzen gerecht werden.⁶³

Öffentliche Verwaltung: KI kann Unterstützung bei Smart-Government- und Smart-City-Ansätzen bieten, insbesondere in den Bereichen Bürgerkontakt und Sachbearbeitung. Softwarelösungen in der Stadt- und Kommunalverwaltung können die Verwaltungsmitarbeiter bei Routineentscheidungen entlasten, die

⁶⁰ Vgl. Giannakidis et al. 2021, S. 24.

⁶¹ Vgl. Giannakidis et al. 2021, S. 32.

⁶² Vgl. Giannakidis et al. 2021, S. 30 f.

⁶³ Vgl. Giannakidis et al. 2021, S. 27.

Bearbeitungsdauer verkürzen und die Qualität der Entscheidung durch verbesserte Datennutzung steigern.⁶⁴

Diese Anwendungsfälle zeigen, wie KI die Baubranche revolutionieren kann, indem sie Effizienz steigert, Kosten senkt und die Sicherheit auf Baustellen verbessert.

⁶⁴ Vgl. Giannakidis et al. 2021, S. 31.

3. Literaturanalyse: ChatGPT im Bauwesen

Dieses Kapitel widmet sich der eingehenden Analyse von wissenschaftlichen Artikeln zur Anwendung von *ChatGPT* im Bauwesen.

3.1. Übersicht und Kategorisierung der Studien

Die folgende Tabelle bietet einen Überblick über fünf zentrale Studien, die wie in Kapitel 1.4.1 beschrieben, ausgewählt wurden. Sie betrachten unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten und Aspekte der Integration von *ChatGPT* in das Bauwesen.

Aus den Studien kristallisieren sich die in Tabelle 1 beschriebenen Anwendungsfälle heraus. Jede Studie konzentriert sich auf mindestens einen spezifischen Anwendungsbereich und illustriert, wie *ChatGPT* eingesetzt wird, um spezifische Herausforderungen in der Bauindustrie zu bewältigen.

Von der Anwendung in der Ziviltechnik bis zur Unterstützung von robotergestützten Bauarbeiten und der Optimierung von *Lean Construction-Methoden* bietet jede Studie wertvolle Einblicke in die Vorteile und Potenziale von *ChatGPT*.

Nr.	Titel der Studie	Anwendungsfälle
1	Application of CHATGPT in civil engineering ⁶⁵	Untersucht die Anwendungsmöglichkeiten von <i>ChatGPT</i> im Bauingenieurwesen, mit speziellem Bezug auf Prozessautomatisierung und Informationsmanagement.
2	Robot-Enabled Construction Assembly with Automated Sequence Planning based on ChatGPT: RoboGPT ⁶⁶	Diskutiert den Einsatz von <i>ChatGPT</i> für die automatisierte Sequenzplanung in robotergestützten Bauarbeiten, um Effizienz und Genauigkeit zu verbessern.

⁶⁵ Unverändert übernommen aus: Aluga 2023.

⁶⁶ Unverändert übernommen aus: You et al. 2023.

3	Unleashing the Power of ChatGPT for Lean Construction: An Early Outlook ⁶⁷	Erkundet, wie <i>ChatGPT</i> schlanke Bauweisen unterstützen kann, insbesondere durch Prozessoptimierung und Abfallreduzierung.
4	Leveraging ChatGPT to Aid Construction Hazard Recognition and Support Safety Education and Training ⁶⁸	Hebt die Rolle von <i>ChatGPT</i> bei der Identifizierung von Gefahren und der Unterstützung von Sicherheitsschulungen auf Baustellen hervor.
5	Investigating the use of ChatGPT for the scheduling of construction projects ⁶⁹	Fokussiert sich auf die Nutzung von <i>ChatGPT</i> zur Verbesserung der Zeitplanung und Effizienz bei Bauvorhaben.

Tabelle 1: Übersicht und Anwendungsfälle der Studien

Diese Studien veranschaulichen, wie *ChatGPT* die traditionellen Methoden im Bauwesen transformieren und innovative Lösungen für komplexe Probleme schaffen kann.

Die Erkenntnisse aus diesen Studien können als Leitfaden für zukünftige Forschungen und Implementierungen von KI-Technologien im Bauwesen dienen. Sie zeigen auf, dass die Integration von KI nicht nur die Effizienz und Produktivität steigert, sondern auch neue Wege für Sicherheits- und Bildungsansätze im Bauwesen eröffnet.

Insgesamt liefert dieses Kapitel einen umfassenden Einblick in die praktische Anwendung und den Einfluss von LLMs im Bauwesen, was für Fachleute, Forscher und Entscheidungsträger in der Branche von Bedeutung ist.

⁶⁷ Unverändert übernommen aus: Hatoum und Nasserredine 2023.

⁶⁸ Unverändert übernommen aus: Uddin et al. 2023.

⁶⁹ Unverändert übernommen aus: Prieto et al. 2023.

3.2. Auswertung der Literatur nach Anwendungsfällen

Im folgenden Abschnitt werden die selektierten Studien nach den identifizierten Anwendungsfällen aus Kapitel 3.2 analysiert und bewertet.

3.2.1. Automatisierung und Datenmanagement

Die Studie von Martin Aluga bietet einen breiten Überblick über die potenziellen Anwendungsbereiche von *ChatGPT* im Bauingenieurwesen.⁷⁰

Die Forschungsarbeit hebt insbesondere die Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung, Entscheidungsunterstützung und Beschleunigung von Forschungsprozessen hervor. Dabei wird die Bedeutung von *ChatGPT* als komplementäres Werkzeug neben der Expertise qualifizierter Ingenieure betont, wobei auf die Notwendigkeit der menschlichen Aufsicht und des sorgfältigen Einsatzes hingewiesen wird.⁷¹

Ein wesentlicher Vorteil den die Studie herausstellt, ist die Fähigkeit von *ChatGPT* als Informationsquelle zu dienen, die schnell Zugriff auf relevante Daten, Fallstudien und historische Informationen ermöglicht. Dies kann insbesondere bei der Planung und strukturellen Analyse von Bauprojekten sowie bei der Einhaltung von Bauvorschriften und -normen von großem Nutzen sein.⁷²

Jedoch fehlt es der Studie an empirischen Daten oder spezifischen Fallbeispielen, die die praktische Anwendung und Effektivität von *ChatGPT* im Bauingenieurwesen konkret belegen. Es mangelt auch an einer tiefergehenden technischen Analyse die aufzeigt, wie genau *ChatGPT* spezifische Herausforderungen im Bauingenieurwesen adressiert. Zudem werden ethische Überlegungen und Datenschutzaspekte, die bei der Anwendung von KI-Technologien eine wichtige Rolle spielen, nicht ausreichend behandelt.

Die Studie könnte von einer breiteren Kontextualisierung profitieren, indem sie *ChatGPT* innerhalb der gesamten Landschaft der KI-Technologien im Bauingenieurwesen positioniert. Dies würde es ermöglichen, die Möglichkeiten und Grenzen von *ChatGPT* im Vergleich zu anderen verfügbaren Technologien besser zu verstehen.

⁷⁰ Vgl. Aluga 2023, S.105 ff.

⁷¹ Vgl. Aluga 2023, S. 108 ff.

⁷² Vgl. ebd.

In der Gesamtschau bietet die Studie wertvolle Einblicke in die potenziellen Anwendungen von *ChatGPT* im Bauingenieurwesen, doch es bedarf einer ausgewogeneren Betrachtung, durch welche sowohl die Stärken als auch die Einschränkungen der Technologie in Betracht gezogen werden. Eine solche Herangehensweise würde eine fundiertere Basis für zukünftige Forschungen und praktische Anwendungen bieten.

3.2.2. Optimierung der robotergestützten Montage

Die Studie "*Robot-Enabled Construction Assembly with Automated Sequence Planning Based on ChatGPT: RoboGPT*"⁷³ ist ein innovativer Schritt der Anwendung von KI-Technologien in der Bauindustrie. Diese Forschungsarbeit wurde im Bereich der Baurobotik veröffentlicht und nutzt das Potenzial von *ChatGPT*, um die Effizienz und Präzision bei der robotergestützten Montage zu steigern.⁷⁴

Das Herzstück der Studie, *RoboGPT*, ist eine spezialisierte Anwendung von *ChatGPT*, die explizit für Sequenzplanungsaufgaben in der Bauindustrie entwickelt wurde. Im Gegensatz zu *ChatGPT*, welches als allgemeines Sprachmodell fungiert, ist *RoboGPT* auf die besonderen Herausforderungen und Anforderungen des Bauwesens zugeschnitten. Die Studie illustriert die Effektivität von *RoboGPT* durch 80 Versuche.⁷⁵

Ein Versuch mit dem Hanoi Puzzle-Turm ist in der Forschungsarbeit besonders hervorzuheben. Hierbei demonstriert die abgeänderte Version von *ChatGPT*, zur Lösungsfindung eine besonders präzise und effiziente Arbeitsweise.⁷⁶

Trotz der beeindruckenden Ergebnisse und des innovativen Ansatzes der Studie gibt es Aspekte, die einer kritischen Betrachtung bedürfen. Die Übertragbarkeit der Versuchsergebnisse auf reale, unvorhersehbare Baustellensituationen bleibt unklar. Die Studie könnte von einer detaillierteren Diskussion über die spezifischen Herausforderungen bei der Integration von *ChatGPT* in die Baurobotik profitieren, insbesondere hinsichtlich der Anpassungsfähigkeit an verschiedene dynamische Bauumgebungen. Fragen zur langfristigen Zuverlässigkeit und Effizienz von

⁷³ Unverändert übernommen aus: You et al. 2023.

⁷⁴ Vgl. You et al. 2023, S. 21 f.

⁷⁵ Vgl. You et al. 2023, S. 1.

⁷⁶ Vgl. You et al. 2023, S. 11 ff.

RoboGPT, vor allem bei komplexeren und variableren Bauaufgaben, werden in der Studie nicht vollständig adressiert.

Insgesamt bietet die Studie wichtige Einblicke in die Anwendung von KI in der Bauindustrie und zeigt das Potenzial auf, bestehende Bauprozesse zu revolutionieren. Die Forschungsergebnisse sind vielversprechend, jedoch bedarf es weiterer Untersuchungen, um die praktische Anwendbarkeit und die langfristige Zuverlässigkeit von *RoboGPT* vollumfänglich zu verstehen und zu optimieren. Die Studie legt den Grundstein für zukünftige Innovationen in der Baurobotik und unterstreicht die Bedeutung der Integration von generativen KI-Technologien in traditionelle Bauprozesse.

3.2.3. Einsatz von Chat GPT in Lean Construction

Die Studie "*Unleashing the Power of ChatGPT for Lean Construction: An Early Outlook*"⁷⁷ von Makram Bou Hatoum und Hala Nassereddine, veröffentlicht von der *International Group for Lean Construction* (IGLC), untersucht die Rolle von KI, insbesondere *ChatGPT*, im Kontext des *Lean Construction*. Die Autoren konzentrieren sich auf zwei Hauptziele: Erstens überprüfen sie die Datenbank der IGLC, um KI-bezogene Publikationen zu identifizieren und deren Erkenntnisse zusammenzufassen. Zweitens bieten sie einen frühen Ausblick auf *ChatGPT* und testen dessen Fähigkeiten anhand von drei einfachen Anwendungsfällen, die *ChatGPTs* Potenzial zur Bildung und Schulung in Lean-Aspekten, zur Durchführung konzeptioneller Analysen und zur Entwicklung von Lean-Anwendungen demonstrieren.⁷⁸

Diese Studie betritt Neuland, indem sie die vielversprechenden Möglichkeiten von *ChatGPT* in der *Lean Construction* hervorhebt. Die Ergebnisse zeigen, dass *ChatGPT* effektiv eingesetzt werden kann, um Fachwissen zu vermitteln, komplexe Konzepte zu analysieren und praktische Lösungen für die *Lean Construction* zu entwickeln. Diese Anwendungsfälle belegen, dass *ChatGPT* das Potenzial hat, die *Lean Community* zu stärken und die Bauindustrie positiv zu beeinflussen.⁷⁹

⁷⁷ Unverändert übernommen aus: Hatoum und Nassereddine 2023.

⁷⁸ Vgl. Hatoum und Nassereddine 2023, S. 208.

⁷⁹ Vgl. Hatoum und Nassereddine 2023, S. 217.

Trotz der vielversprechenden Ergebnisse gibt es Bereiche, die einer kritischen Betrachtung bedürfen. Die Studie konzentriert sich auf frühe Erkundungen der Software und einfache Anwendungsfälle, was die Frage aufwirft, wie gut *ChatGPT* in komplexeren und realistischeren Bauumgebungen funktionieren würde. Zudem fehlt eine tiefere Analyse der langfristigen Auswirkungen und der praktischen Umsetzbarkeit von *ChatGPT* in der *Lean Construction*. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um das volle Potenzial und die Grenzen von *ChatGPT* in diesem Bereich zu verstehen.

Insgesamt bietet die Studie wichtige Einblicke in die Anwendung von KI in der Bauindustrie und unterstreicht das Potenzial von *ChatGPT*, traditionelle Bauprozesse zu verbessern. Die Forschungsergebnisse sind ein erster Schritt in Richtung einer effizienteren und präziseren Gestaltung von Bauprozessen unter Verwendung von KI-Technologien. Weitere Forschungen sind notwendig, um die praktische Anwendbarkeit und die langfristige Zuverlässigkeit von *ChatGPT* in verschiedenen Bauumgebungen vollständig zu verstehen und zu optimieren.

3.2.4. ChatGPT in der Sicherheitsausbildung

Die Studie "*Leveraging ChatGPT to Aid Construction Hazard Recognition and Support Safety Education and Training*"⁸⁰ untersucht die Wirksamkeit von *ChatGPT* bei der Verbesserung der Gefahrenerkennung im Bauwesen. Die Autoren führen ein Experiment mit 42 Bauingenieurstudenten einer großen staatlichen Universität in den USA durch.⁸¹

Die Studie hat das Ziel zu prüfen, ob *ChatGPT* die Gefahrenerkennung verbessern kann, wenn es in das Curriculum von Bauingenieurstudierenden integriert wird. Zunächst wird die Fähigkeit zur Gefahrenerkennung der Studierenden ohne Unterstützung von *ChatGPT* gemessen, dann werden ihnen *ChatGPT* und seine Fähigkeiten im Klassenzimmer vorgestellt. Abschließend wird ihre Fähigkeit zur Gefahrenerkennung nach der Intervention gemessen und mit der vorherigen Leistung verglichen. Das Ergebnis zeigt, dass *ChatGPT* erfolgreich eingesetzt werden kann, um das Niveau der Gefahrenerkennung zu verbessern.⁸²

⁸⁰ Unverändert übernommen aus: Uddin et al. 2023.

⁸¹ Vgl. Uddin et al. 2023, S.1.

⁸² Vgl. ebd.

Diese Studie bietet wertvolle Einblicke in die Möglichkeiten der Nutzung von *ChatGPT* im Bauwesen, insbesondere im Bereich der Sicherheitserziehung und -ausbildung. Sie zeigt, dass die Integration von *ChatGPT* in Bildungsprogramme eine effektive Methode zur Verbesserung der Gefahrenerkennungsfähigkeiten sein kann.⁸³

Dies ist relevant in einer Branche, in der unzureichende Gefahrenerkennung oft zu schwerwiegenden Sicherheitsvorfällen führt.

Trotz der positiven Ergebnisse gibt es einige Bereiche, die weiterer Untersuchung bedürfen. Die Studie konzentrierte sich auf eine kleine Gruppe von Studenten, was die Frage aufwirft, ob die Ergebnisse auf eine breitere Teilnehmerzahl übertragbar sind. Außerdem wurde die Langzeitwirkung der Intervention mit dem LLM nicht untersucht, was für die Beurteilung ihrer langfristigen Wirksamkeit in der Praxis wesentlich ist. Weitere Studien könnten sich darauf konzentrieren, die Anwendung von *ChatGPT* in verschiedenen Bildungsumgebungen und -niveaus sowie dessen Wirksamkeit über längere Zeiträume hinweg zu erforschen.

Insgesamt zeigt diese Studie das Potenzial von *ChatGPT* als ein nützliches Werkzeug im Bildungssektor, insbesondere für die Ausbildung zukünftiger Fachkräfte im Bauwesen. Sie legt nahe, dass *ChatGPT* als Teil der Sicherheitserziehung und -ausbildung Vorteile bringen und die nächste Generation von Bauingenieuren auf den Erfolg in der Industrie vorbereiten kann.⁸⁴

3.2.5. Zeitplanung von Bauprojekten

Die Studie "*Investigating the Use of ChatGPT for the Scheduling of Construction Projects*"⁸⁵ untersucht die Anwendung von *ChatGPT* zur Erstellung von Bauzeitplänen für ein einfaches Bauprojekt. Durchgeführt von einem Team um Samuel A. Prieto, Eyob T. Mengiste und Borja García de Soto, fokussiert sich die Studie auf das Potenzial großer Sprachmodelle, repetitive und zeitaufwendige Aufgaben in der Bauindustrie zu automatisieren. Die Ergebnisse, basierend auf dem Feedback einer sechsköpfigen Expertengruppe, zeigen, dass *ChatGPT* einen kohärenten Zeitplan erstellen kann, welcher logisch auf die Anforderungen des

⁸³ Vgl. Uddin et al. 2023, S. 17.

⁸⁴ Vgl. ebd.

⁸⁵ Unverändert übernommen aus: Prieto et al. 2023.

Projekts eingeht. Die Teilnehmer hatten insgesamt eine positive Interaktionserfahrung mit dem LLM und erkannten das große Potenzial dieses Werkzeugs, viele vorbereitende und zeitraubende Aufgaben zu automatisieren. Allerdings weist die Studie auch auf gewisse Einschränkungen der Technologie hin. So kann sie beispielsweise spezielle Bauanforderungen, wie die Installation von Türzargen, noch nicht erkennen. Es sind weitere Entwicklungen der Technologie notwendig, bevor sie in der Industrie weit verbreitet, eingesetzt werden kann.⁸⁶

Allerdings unterstreicht die Studie auch die Grenzen der aktuellen Technologie. Es bleibt unklar, inwieweit *ChatGPT* komplexe und dynamische Projekte im Bauwesen effektiv handhaben kann. Die Notwendigkeit weiterer Forschung und Entwicklung, um die Zuverlässigkeit und die Anwendungsbreite von *ChatGPT* zu verbessern, ist offensichtlich. Zukünftige Studien könnten sich darauf konzentrieren, die Anwendbarkeit von *ChatGPT* auf komplexere Bauvorhaben und in verschiedenen Phasen des Bauvorhabens zu testen.⁸⁷

Insgesamt stellt die Studie einen vielversprechenden Schritt in die Richtung der Integration von KI in die Bauindustrie dar und zeigt das Potenzial für die Automatisierung von zeitraubenden Planungsprozessen, was zu einer Effizienzsteigerung führen kann. Sie legt den Grundstein für weitere Forschungen in diesem Bereich und betont die Notwendigkeit, die Leistungsfähigkeit von KI-Tools wie *ChatGPT* weiterzuentwickeln und zu erproben.

⁸⁶ Vgl. Prieto et al. 2023, S.1.

⁸⁷ Vgl. Prieto et al. 2023, S.11.

4. Experteninterviews

In diesem Kapitel wird zuerst auf die Entwicklung des Interviewleitfadens und dann auf die Interviewpartner eingegangen. Anschließend werden die zur Auswertung induktiv erarbeiteten Kategorien vorgestellt. Abschließend werden die extrahierten Schlüsselerkenntnisse aus den Experteninterviews aufgeführt.

4.1. Entwicklung des Interviewleitfadens

Um ein tieferes Verständnis der praktischen Anwendungen und Herausforderungen von LLMs im Bauwesen zu entwickeln, wird ein Fragebogen entworfen und in den Experteninterviews als Leitfaden verwendet.

Die Fragen ergeben sich aus dem Hintergrund und Kontext der Arbeit, sowie aus der in Kapitel 1.2 dargestellten Forschungsproblematik. Da die Befragten, wie in nachfolgendem Kapitel 4.2 noch genauer dargestellt, nicht speziell Experten für LLMs sind, werden manche Fragen im Leitfaden zu KI verallgemeinert:

Frage Nr.	Thema der Frage	Fragebogen
1	Integration von KI in der Bauindustrie	Wie sehen Sie, basierend auf Ihren Erfahrungen, den Einfluss von KI, insbesondere von großen Sprachmodellen, auf die gegenwärtige und zukünftige Landschaft der Bauindustrie?
2	Einfluss auf Effizienz und Nachhaltigkeit	Auf welche Weise können KI-Technologien Ihrer Meinung nach zur Verbesserung der Effizienz und Nachhaltigkeit in Bauprojekten beitragen?
3	Hürden der Implementierung	Was sind die Hauptprobleme bei der Integration von KI in Bauabläufe, und wie können diese überwunden werden?
4	Ethische und datenschutzrechtliche Überlegungen	Wie sollten ethische Überlegungen und Datenschutzbedenken bei der

		Implementierung von KI-Technologien im Bauwesen berücksichtigt werden?
5	Zukünftige Trends und Innovationen	Basierend auf Ihrer Forschung und Erfahrung, welche zukünftigen Trends oder Innovationen in der KI sehen Sie als am einflussreichsten für die Bauindustrie an?
6	Rolle der KI im Projektmanagement	Wie können große Sprachmodelle das Projektmanagement in der Bauindustrie verbessern?
7	Bildungs- und Schulungsbedarf	Aus bildungstechnischer Sicht, wie sollte sich die Bauindustrie entwickeln, um Fachkräfte auf eine KI-integrierte Zukunft vorzubereiten?
8	Zusammenarbeit zwischen KI und menschlicher Expertise	Wie kann Ihrer Meinung nach KI die menschliche Expertise im Bauwesen ergänzen, und was ist das ideale Verhältnis zwischen automatisierter und menschlicher Entscheidungsfindung?
9	Rolle der KI bei Sicherheit und Compliance	Kann KI eine bedeutende Rolle bei der Verbesserung von Sicherheitsstandards und der Einhaltung von Vorschriften in Bauprojekten spielen?
10	Persönliche Einsichten und Erfahrungen	Können Sie persönliche Erfahrungen oder Einsichten teilen, die Sie mit der Implementierung von KI-Technologien im Bauwesen gemacht haben?

Tabelle 2: Fragebogen zur Anwendung von LLMs im Bauwesen

4.2. Vorstellung der Interviewpartner

Die Transkriptionen und die Einverständniserklärungen für die Interviews der Experten sind in Anhang 1 und Anhang 3 der Thesis aufgeführt. Um die Qualität der Expertise bewerten zu können und da alle Interviewpartner für diese Arbeit mit einer

namentlichen Nennung einverstanden sind, werden diese und ihr jeweiliger Mehrwert für die Thesis in der nachfolgenden Tabelle 3 vorgestellt:⁸⁸

Vorstellung der Interviewpartner		
1.	Bianca Weber-Lewerenz Beruf Erfahrung Sonstiges Mehrwert	Bianca Weber-Lewerenz Engineering Director and Owner Über 20 Jahre Berufserfahrung im Bauwesen Viele Publikationen zu KI und Digitalisierung am Bau, Gründung der Exzellenzinitiative für nachhaltige, menschengeführte KI im Bauwesen Viel Erfahrung im Bauwesen, digitaler Transformation, KI und Corporate Digital Responsibility
2.	Sven Peper Beruf Erfahrung Sonstiges Mehrwert	Peri SE Head of Group BIM Management Über sieben Jahre Berufserfahrung mit Software- / Lösungsentwicklung am Bau Leitung eines globalen Expertennetzwerkes zum Thema Digitales Bauen Experte für digitale Innovationen und Software im Bauwesen
3.	David Riechert Beruf Erfahrung Sonstiges Mehrwert	Northvolt AB Projektmanager – IT & Digitalization Über zehn Jahre internationale Berufserfahrung im Bauwesen Umfassende Weiterbildung im Bereich der Digitalisierung, inklusive Plattformstrategien, Coding Bootcamps; Affinität zu IT Umfangreiche Kenntnisse in IT und Digitalisierung im Bauingenieurwesen

Tabelle 3: Vorstellung der Interviewpartner

⁸⁸ Vgl. Weber-Lewerenz 29.01.2024; Riechert 12.02.2023; Peper 16.02.2024.

4.3. Induktive Kategorienbildung

In der untenstehenden Tabelle werden die endgültigen, durch einen induktiven Prozess verfeinerten Kategorien, präsentiert. Zusätzlich werden Unterkategorien aufgelistet, um die Ergebnisse aus den Interviews strukturiert einordnen zu können:

Induktive Kategorien		
	Kategorie	Unterkategorie
1.	Herausforderung der Implementierung	Kulturelle und Mentale Barrieren
		Datenerhebung
		Unwissenheit und Aversion gegenüber Technik
		Finanzielle und ressourcenbedingte Limitationen
		Bedenken über Datenschutz und Ethik
2.	Lösungsansätze zur erfolgreichen Implementierung	Förderung von Early Adopters und Best Practices
		Pilotprojekte
		Bildung und Aufklärung
3.	Ethik und Datenschutz	Rechtliche und ethische Rahmenbedingungen
		Datenschutzbedenken
		Ethische Überlegungen zur Nutzung von KI
		Branchenübergreifender Konsens
4.	LLMs zur Förderung nachhaltiger Praktiken	Variantenvergleiche
		Soll-Ist-Analyse
		Minimierung von Abfall
		Wiederverwendung und Recycling von Baumaterial
5.	Einsatzmöglichkeiten	Innovatives Potenzial
		Optimierung & Automatisierung von Arbeitsprozessen
		Interaktion mit Software
		Überwindung von Sprachbarrieren
		Erstellen von Dokumenten

Tabelle 4: Induktive Kategorien

4.4. Schlüsselerkenntnisse aus den Interviews

Im folgenden Abschnitt werden die Experteninterviews nach den jeweiligen Kategorien ausgewertet. Die Unterkategorien sind hierbei nochmals detaillierter aufgeschlüsselt.

4.4.1. Herausforderung der Implementierung

Aus den Interviews haben sich signifikante Herausforderungen für die Implementierung digitaler Technologien und im speziellen für KI in der Baubranche herauskristallisiert:

- 1. Kulturelle und mentale Barrieren:** Die Akzeptanz und der Wille, neue Technologien anzunehmen, sind grundlegende Herausforderungen.⁸⁹ Viele Fachleute in der Branche sind noch in traditionellen Arbeitsweisen verhaftet und zeigen sich avers gegenüber Veränderungen. Dies wird durch eine generelle Skepsis gegenüber KI und digitalen Neuerungen verstärkt, die teilweise auf Unwissenheit oder Angst vor dem Unbekannten basiert.⁹⁰
- 2. Datenschutz und ethische Bedenken:** Der Umgang mit sensiblen Daten, insbesondere im Kontext von sicherheitskritischen oder militärischen Bauten, stellt eine weitere Herausforderung dar. Datenschutzbedenken und die Klärung des Eigentums an Daten, die während des Bauvorgangs generiert werden, sind ungeklärte Fragen, die besondere Aufmerksamkeit erfordern.⁹¹
- 3. Schwierigkeiten bei der Datenerhebung für KI-Training:** Die Generierung von Trainingsdaten für KI-Systeme, besonders im Kontext des Bauwesens, kann aufwändig sein. Nicht nur die Frage des geistigen Eigentums, sondern auch die rechtlichen Rahmenbedingungen rund um diese Daten sind oft nicht geklärt, was die Entwicklung und Implementierung von KI-Lösungen erschwert.⁹²
- 4. Fehlende Infrastruktur und Plattformen für den digitalen Austausch:** Die Schaffung einer digitalen Plattform, auf der sich Akteure der Baubranche austauschen können, ist eine grundlegende Herausforderung. Die Branche

⁸⁹ Vgl. Weber-Lewerenz 29.01.2024; Riechert 12.02.2023; Peper 16.02.2024.

⁹⁰ Vgl. Weber-Lewerenz 29.01.2024; Riechert 12.02.2023.

⁹¹ Vgl. Weber-Lewerenz 29.01.2024; Peper 16.02.2024.

⁹² Vgl. ebd.

kämpft mit gewachsenen Unternehmensstrukturen, die die Einführung und Verbreitung digitaler Technologien einschränkt.⁹³

- 5. Finanzielle und ressourcenbedingte Limitationen:** Vor allem kleinere Unternehmen und Startups stehen vor finanziellen Herausforderungen, die die Adaption und Implementierung von KI-Technologien einschränken. Großunternehmen verfügen über mehr Mittel, um in Forschungsabteilungen und die Entwicklung neuer Technologien zu investieren, während kleinere Unternehmen oft zurückbleiben.⁹⁴

Diese Herausforderungen verdeutlichen die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Ansatzes, der kulturelle, ethische, datenschutzrechtliche und finanzielle Aspekte berücksichtigt, um die digitale Transformation in der Baubranche voranzutreiben.

4.4.2. Lösungsansätze zur erfolgreichen Implementierung

In den Gesprächen wurden Lösungsansätze identifiziert, durch welche die Implementierung digitaler Technologien und KI in der Baubranche stattfindet. Sie skizzieren einen Rahmen für eine erfolgreiche digitale Transformation, der auf Akzeptanzförderung, Kompetenzerweiterung und praktischer Demonstration der Technologievorteile basiert:

- 1. Early Adopters:** Die Einbindung von Early Adopters, also von frühen Anwendern, schafft positive Beispiele, die die Vorteile und den Nutzen neuer Technologien aufzeigen. Dies trägt maßgeblich zur Überwindung von Widerständen bei.⁹⁵
- 2. Pilotprojekte:** Mit der Durchführung von Pilotprojekten, können der Nutzen und die Vorteile neuer Technologien praktisch demonstriert und Skeptiker überzeugt werden. Diese Projekte dienen als Meilensteine für die Machbarkeit und Effizienzsteigerung durch digitale Innovationen.⁹⁶
- 3. Bildung und Aufklärung:** Bildung und Aufklärung spielen eine Schlüsselrolle bei der Überwindung von Vorurteilen und dem Aufbau eines

⁹³ Vgl. Riechert 12.02.2023.

⁹⁴ Vgl. Weber-Lewerenz 29.01.2024.

⁹⁵ Vgl. Riechert 12.02.2023; Peper 16.02.2024.

⁹⁶ Vgl. Peper 16.02.2024.

tieferen Verständnisses für digitale Technologien. Die Förderung dieser Aspekte ist essenziell für den kulturellen Wandel innerhalb der Branche.⁹⁷

- 4. Integration digitaler Kompetenzen in die Ausbildung:** Die Notwendigkeit, die Curricula anzupassen und angehende Fachkräfte besser auf eine digitale Zukunft vorzubereiten, wird von Experten betont. Dies umfasst eine frühzeitige Auseinandersetzung mit digitalen Technologien und deren Anwendungen in der Praxis.⁹⁸

Große Unternehmen der Baubranche, wie die *Peri SE*, experimentieren bereits mit LLMs, in dem sie die Modelle mit unternehmensspezifischen Daten füttern und Schnittstellenanwendungen realisieren.⁹⁹

4.4.3. Ethik und Datenschutz

Die Experteninterviews heben hervor, dass der Einsatz von KI-Technologien einschließlich großer Sprachmodelle in der Bauindustrie, sowohl ethische Überlegungen als auch Datenschutzbedenken mit sich bringt.¹⁰⁰

Experten betonen die Notwendigkeit einer menschenzentrierten Forschung und wertebasierten Entwicklung, um sicherzustellen, dass KI-Technologien ethischen Grundsätzen folgen. Datenschutz wird besonders kritisch betrachtet, vor allem bei der Verarbeitung sensibler Informationen in Smart Cities oder bei speziellen Gebäudeklassen wie zum Beispiel militärischen Bauwerken.¹⁰¹

Die Diskussionen unterstreichen die Bedeutung klarer rechtlicher und ethischer Rahmenbedingungen zum Schutz von Daten und geistigem Eigentum. Die Herausforderungen umfassen die Klärung von Eigentumsrechten an Daten und die Generierung von Trainingsdaten unter Wahrung des Datenschutzes.¹⁰²

Ein branchenunabhängiger Konsens über ethische Richtlinien und Datenschutzbestimmungen ist essenziell, um die Potenziale der KI

⁹⁷ Vgl. Weber-Lewerenz 29.01.2024; Riechert 12.02.2023.

⁹⁸ Vgl.ebd.

⁹⁹ Vgl. Peper 16.02.2024.

¹⁰⁰ Vgl. Riechert 12.02.2023; Weber-Lewerenz 29.01.2024; Peper 16.02.2024.

¹⁰¹ Vgl. Weber-Lewerenz 29.01.2024; Peper 16.02.2024.

¹⁰² Vgl. Peper 16.02.2024.

verantwortungsvoll zu nutzen und gleichzeitig Individuen und ihre Daten zu schützen.¹⁰³

Wie aus den Diskussionen hervorgeht, sind diese Fragen nicht auf spezifische Branchen beschränkt, sondern generell alle Bereiche betreffend.¹⁰⁴

4.4.4. Große Sprachmodelle zur Förderung nachhaltiger Praktiken

Aus den Interviews geht hervor, dass große Sprachmodelle in der Bauindustrie eingesetzt werden können, um Prozesse zu optimieren und nachhaltiges Bauen zu fördern.

Die Experten betonen, dass durch gewisse KI-basierte Abläufe, wie zum Beispiel Soll-Ist-Vergleiche durch Monitoring oder Variantenvergleiche von Prozessen oder Materialien, die Nachhaltigkeit gefördert werden kann.¹⁰⁵

Darüber hinaus erkennen sie das Potenzial von KI, um umweltbewusste Entscheidungen zu unterstützen. Durch den Einsatz von KI für die Analyse von Bauprozessen und Materialverwendung können Einsparungsmöglichkeiten identifiziert werden, die sowohl Kosten als auch Umweltbelastungen reduzieren.¹⁰⁶

Insbesondere die Möglichkeit, Recyclingmaterialien effizient zu identifizieren und einzusetzen, zeigt, wie KI und auch Sprachmodelle zur Reduzierung von Abfall und zur Förderung der Kreislaufwirtschaft beitragen könnten.¹⁰⁷

Die Interviews verdeutlichen, dass diese Technologien es ermöglichen eine präzisere Planung und Ressourcenallokation durchzuführen, wodurch nachhaltiges Bauen nicht nur eine Vision, sondern eine praktisch umsetzbare Realität wird.

4.4.5. Einsatzmöglichkeiten von großen Sprachmodellen im Bauwesen

Die durchgeführten Experteninterviews thematisieren umfassend das innovative Potenzial von Sprachmodellen in der Bauindustrie. Die Experten betonen die Vielseitigkeit dieser Technologien, insbesondere in der Optimierung von Arbeitsprozessen und der Kommunikation.¹⁰⁸

¹⁰³ Vgl. Weber-Lewerenz 29.01.2024; Peper 16.02.2024.

¹⁰⁴ Vgl. Riechert 12.02.2023.

¹⁰⁵ Vgl. Weber-Lewerenz 29.01.2024; Peper 16.02.2024.

¹⁰⁶ Vgl. Peper 16.02.2024.

¹⁰⁷ Vgl. Weber-Lewerenz 29.01.2024.

¹⁰⁸ Vgl. Riechert 12.02.2023; Peper 16.02.2024.

Ein Experte erkennt das Potenzial von LLMs insbesondere im Kontext der kulturellen Vielfalt auf Baustellen. Die Fähigkeit von Sprachmodellen, Sprachbarrieren effektiv zu überwinden und somit die Kommunikation zwischen Mitarbeitern unterschiedlicher Sprachhintergründe zu erleichtern, wird als bedeutender Schritt zur Förderung von Inklusion und Teilhabe gesehen.¹⁰⁹

Ein weiterer Fokus der Interviews liegt auf der Erstellung von Arbeitsbeschreibungen und Methodenstatements, die durch den Einsatz von Sprachmodellen effizienter gestaltet werden können. Besonders in spezialisierten Fachbereichen wie beispielsweise dem Spezialtiefbau, wo präzises Fachwissen erforderlich ist, könnten Sprachmodelle die Generierung spezifischer Arbeitsbeschreibungen signifikant unterstützen.¹¹⁰

Die Experten heben hervor, dass diese Modelle nicht nur für die Verbesserung der alltäglichen Kommunikation genutzt werden können, sondern auch zur Automatisierung von Routineaufgaben beitragen.¹¹¹

Ein Beispiel hierfür ist das Potenzial von LLMs zur automatischen Erstellung von Bautagesberichten. Ein Experte hat bereits eine Baustellentagebuch-App zusammen mit Studenten entwickelt.¹¹²

Weiterhin wurde in den Interviews das Potenzial von Sprachmodellen zur Interaktion mit Software und zur Aufbereitung komplexer Analysen in eine verständlichere Form diskutiert.¹¹³

Ein konkreter Anwendungsfall hierfür ist „...eine Integration von KI in verschiedene Analysen als Co-Pilot für den Bauleiter“¹¹⁴.

Seit den 1990er Jahren hat sich die Menge und Komplexität der Bauvorschriften erheblich erhöht, was zu einer Überlastung mit regulatorischen Informationen geführt hat. Sprachmodelle können effektiv dazu beitragen, die Herausforderung des umfangreichen und komplexen Datenbestands an Bauvorschriften seit den 1990er Jahren zu bewältigen, indem sie durch KI-gestützte Analysemethoden und

¹⁰⁹ Vgl. Weber-Lewerenz 29.01.2024.

¹¹⁰ Vgl. Riechert 12.02.2023.

¹¹¹ Vgl. Riechert 12.02.2023; Peper 16.02.2024.

¹¹² Vgl. Riechert 12.02.2023.

¹¹³ Vgl. Peper 16.02.2024.

¹¹⁴ Unverändert übernommen aus: Peper 16.02.2024.

Querverknüpfungen die Einhaltung von Sicherheitsstandards und Vorschriften verbessern.¹¹⁵

Zusammenfassend verdeutlichen die Experteninterviews eindrücklich, dass der Einsatz großer Sprachmodelle im Bauwesen weitreichende Möglichkeiten bietet, von der Verbesserung der Kommunikation über die Effizienzsteigerung in spezialisierten Arbeitsprozessen bis hin zur Integration in Analysesoftware, wodurch sie zu einem unverzichtbaren Werkzeug für die Zukunft der Bauindustrie avancieren.

¹¹⁵ Vgl. Peper 16.02.2024.

5. Diskussion

In diesem Kapitel werden zuerst die Ergebnisse der Literaturanalyse und der Schlüsselerkenntnisse der Experteninterviews zusammengeführt. Anschließend wird anhand dieser Erkenntnisse eine Handlungsempfehlung für Bauunternehmen formuliert und auf zukünftige Forschung eingegangen. Abschließend werden die Limitationen der Forschung aufgezeigt.

5.1. Zusammenführung der Erkenntnisse

Basierend auf den Ergebnissen der Literaturanalyse in Abschnitt 3.2 und den Erkenntnissen aus den Experteninterviews in Abschnitt 4.4, zeichnet sich ein komplexes Bild der Rolle von digitalen Technologien und KI in der Bauindustrie ab. Die Integration dieser Technologien, insbesondere großer Sprachmodelle wie *ChatGPT*, in Bauverfahren und Management Prozesse, bietet sowohl vielversprechende Möglichkeiten als auch erhebliche Herausforderungen und Datenschutzbedenken.

Die Literaturanalyse unterstreicht das Potenzial von *ChatGPT* und spezialisierten Anwendungen wie *RoboGPT* zur Effizienzsteigerung, Prozessoptimierung und Verbesserung der Sicherheitsausbildung. Diese Technologien können als kraftvolle Werkzeuge für die Automatisierung, das Datenmanagement, die Optimierung der robotergestützten Montage, *Lean Construction*, Sicherheitsausbildung und die Zeitplanung von Bauprojekten eingesetzt werden. Sie bieten einen schnellen Zugriff auf relevante Daten und fördern die Entscheidungsfindung, die Planung und die Einhaltung von Normen. Allerdings weist die Analyse auch auf Lücken in den Forschungen hin, beispielsweise die Notwendigkeit empirischer Daten, tiefergehender technischer Analysen, die Berücksichtigung ethischer Überlegungen und Datenschutzaspekte sowie die Klärung der praktischen Anwendbarkeit und langfristigen Zuverlässigkeit. Dies liegt unter anderem auch daran, dass die Technologie noch neu ist und es deshalb keine Langzeitstudien gibt.

Die Experteninterviews ergänzen diese Perspektive durch die Identifikation signifikanter Implementierungsherausforderungen, darunter kulturelle und mentale Barrieren, Datenschutz und ethische Bedenken, Schwierigkeiten bei der Datenerhebung für KI-Training, fehlende Infrastruktur und finanzielle Limitationen.

Die Lösungsansätze, die aus den Interviews hervorgehen, betonen die Bedeutung von *Early Adoptern*, Pilotprojekten, Bildung und Aufklärung sowie die Integration digitaler Kompetenzen in die Ausbildung.

Eine Synthese der Ergebnisse zeigt, dass die erfolgreiche Integration von *ChatGPT* und ähnlichen Technologien in die Bauindustrie einen mehrschichtigen Ansatz erfordert, der sowohl die technologischen Potenziale als auch die sozioökonomischen Herausforderungen berücksichtigt.

Um die Vorteile dieser Technologien voll auszuschöpfen ist es entscheidend, einen Rahmen zu entwickeln, der:

- **Technologische Reife und Anwendbarkeit** sicherstellt, indem weiterführende Forschung und Entwicklung betrieben wird um die Zuverlässigkeit, Effizienz und Anpassungsfähigkeit der Technologien zu verbessern.
- **Kulturelle und organisationale Akzeptanz** fördert, durch zielgerichtete Bildungs- und Aufklärungsprogramme, die auf die spezifischen Bedürfnisse und Bedenken der Baubranche zugeschnitten sind.
- **Ethische und datenschutzrechtliche Rahmenbedingungen** schafft, die den Schutz von Daten und geistigem Eigentum gewährleisten und gleichzeitig Innovation fördern.
- **Finanzielle und infrastrukturelle Unterstützung** bietet, um sowohl großen Unternehmen als auch kleineren Akteuren die Einführung und Nutzung digitaler Technologien zu ermöglichen.

Die Synthese legt nahe, dass die Bauindustrie an der Schwelle zu einer bedeutenden Transformation steht, die durch den Einsatz von LLMs, KI und digitalen Technologien angetrieben wird.

Die Realisierung dieses Potenzials hängt jedoch von der Überwindung bestehender Hindernisse und der Entwicklung eines integrativen Ansatzes ab, der technische, kulturelle, ethische und ökonomische Faktoren berücksichtigt.

Durch die Zusammenführung der Erkenntnisse aus Literatur und Experteninterviews wird deutlich, dass ein kooperativer und multidisziplinärer

Ansatz erforderlich ist, um die digitale Transformation in der Bauindustrie erfolgreich zu gestalten und nachhaltig zu etablieren.

5.2. Handlungsempfehlung für Bauunternehmen

Im Zuge des digitalen Wandels im Bauwesen, stellt die Einbindung großer Sprachmodelle eine zentrale Innovation dar, die weitreichende Optimierungen in Prozessen und Kommunikation verspricht. Für Bauunternehmen ergibt sich daraus die Notwendigkeit, sowohl auf technologischer Ebene als auch in Bezug auf die Unternehmenskultur und -organisation entscheidende Schritte zu unternehmen.

Im Fokus steht hierbei, adaptiven Wandel zu fördern, Kompetenzen gezielt auszubauen, kollaborative Netzwerke zu stärken, Sicherheits- und Ethikstandards zu etablieren und den Mehrwert durch konkrete Anwendungsbeispiele sichtbar zu machen.

Um die Erkenntnisse aus Kapitel 5.1 umzusetzen und die digitale Transformation der Branche voranzutreiben müssen Bauunternehmen:

- 1. Kulturelle und organisatorische Hürden adressieren:** Die Bereitschaft, neue Technologien zu adaptieren, muss gefördert werden. Dies erfordert oft einen Wandel in der Unternehmenskultur, hin zu mehr Offenheit für Innovationen.
- 2. Weiterbildung und Kompetenzentwicklung fördern:** Investitionen in Schulungen und Weiterbildungsmaßnahmen sind entscheidend um sicherzustellen, dass die Mitarbeiter die Fähigkeiten besitzen, neue Technologien effektiv zu nutzen.
- 3. Zusammenarbeit fördern:** Die Kooperation zwischen Unternehmen, Technologieanbietern und akademischen Institutionen ist für die Erforschung, Entwicklung und Implementierung neuer Lösungen wesentlich.
- 4. Datensicherheit und ethische Standards entwickeln:** Es müssen Normen und Standards entwickelt und eingehalten werden, die den sicheren und ethischen Einsatz von KI-Technologien im Unternehmen gewährleisten.

- 5. Den Nutzen durch Pilotprojekte demonstrieren:** Die Durchführung von Pilotprojekten und die Erstellung von Fallstudien sind wichtig, um den Wert und die Effizienzsteigerungen, die durch den Einsatz von KI erzielt werden können, praktisch zu demonstrieren und somit wesentlich zu Punkt 1 beizutragen.

Durch die Berücksichtigung dieser Aspekte können Unternehmen nicht nur die technischen Herausforderungen der Integration großer Sprachmodelle bewältigen, sondern auch die organisatorischen und kulturellen Anpassungen erfolgreich meistern, die für eine nachhaltige Implementierung erforderlich sind.

5.3. Zukünftige Forschung

Angesichts der raschen Entwicklung und des Potenzials großer Sprachmodelle im Bauwesen, stehen Forscher und Praktiker vor einer beispiellosen Gelegenheit, die Art und Weise, wie Bauprojekte geplant, durchgeführt und verwaltet werden, grundlegend zu verändern. Die Neuartigkeit dieser Technologien birgt sowohl Herausforderungen als auch Möglichkeiten zur Neugestaltung traditioneller Prozesse und zur Förderung einer nachhaltigen, effizienten Bauindustrie.

Die hier skizzierte Forschungsagenda unterstreicht die Bedeutung einer gezielten Auseinandersetzung mit adaptiven, integrativen und ethischen Aspekten der Technologienutzung, um eine verantwortungsvolle Integration in das Bauwesen zu gewährleisten. Die zukünftige Forschung sollte sich auf folgende Bereiche konzentrieren:

- **Adaptation und Feinabstimmung von LLMs für spezifische Bauaufgaben:** Entwicklung von Methoden zur Anpassung von LLMs an spezielle Anforderungen des Bauwesens, wie z.B. die Analyse von Bauplänen, Sicherheitsvorschriften oder die Erstellung von Projektberichten.
- **Individualisierung und Optimierung von LLMs für spezifische Bauprojekte:** Forschung und Entwicklung von Strategien zur maßgeschneiderten Anpassung großer Sprachmodelle an die besonderen Anforderungen einzelner Bauprojekte, um eine optimierte Projektplanung, -durchführung und -überwachung zu ermöglichen.

- **Integration von LLMs in BIM-Modelle:** Forschung zur Integration von LLMs in BIM-Software, um die automatische Generierung und Auswertung von Bauprojektdokumenten zu ermöglichen.
- **Analyse von Bauprojektkommunikation mit LLMs:** Untersuchung, wie LLMs zur Verbesserung der Kommunikation zwischen Projektbeteiligten beitragen können, einschließlich der Analyse von E-Mails, Besprechungsprotokollen und Bauplänen.
- **Empirische Studien:** Durchführung von Studien zur Effektivität von LLMs im Bauwesen, mit einem Fokus auf reelle Einsatzszenarien und deren Auswirkungen auf die Produktivität und Kosten.
- **Interoperabilität von Softwaresystemen:** Forschung zur Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen KI-Systemen und traditioneller Bausoftware, um die Effizienz und Datenkonsistenz zu erhöhen.
- **Nachhaltigkeit:** Analyse der Potenziale von LLMs zur Förderung nachhaltiger Baupraktiken, insbesondere im Hinblick auf Ressourceneffizienz und Reduzierung von Umweltbelastungen durch Varianten- und Soll-Ist-Vergleiche.
- **Ethik und Datenschutz bei der Nutzung von LLMs im Bauwesen:** Entwicklung von Leitlinien und Best Practices für den Einsatz von LLMs, die Datenschutzbedenken und ethische Fragen berücksichtigen, insbesondere im Hinblick auf die Verarbeitung sensibler Daten.

Durch die Identifizierung spezifischer Forschungsfelder, die von der Anpassung großer Sprachmodelle an bauspezifische Anforderungen bis hin zu ethischen Richtlinien reichen, setzt diese Agenda einen umfassenden Rahmen für die zukünftige Exploration und Implementierung von KI im Bauwesen. Ihr Ziel ist es, die Basis für eine Industrie zu legen, die nicht nur technologisch fortgeschritten, sondern auch nachhaltig, effizient und ethisch fundiert ist.

5.4. Limitationen der Forschung

Die Masterarbeit untersucht die Potenziale großer Sprachmodelle im Bauwesen durch eine Kombination aus Literaturanalyse und Experteninterviews.

Ein kritischer Blick auf die Methodik offenbart jedoch gewisse Limitationen. Zum einen könnte die Methode der Literaturanalyse durch selektive Auswahlkriterien und Quellen zu einer Verzerrung führen, da möglicherweise nicht alle relevanten Perspektiven erfasst werden.

Zum anderen begrenzt die Anzahl der geführten Experteninterviews die Möglichkeit, eine vollständige Datensättigung zu erreichen, was wiederum die Generalisierbarkeit der Ergebnisse einschränkt.

Ein weiteres Hindernis stellt die schnelle Entwicklung im Bereich der künstlichen Intelligenz dar, welche sowohl die Aktualität als auch die Langzeitrelevanz der Forschungsergebnisse herausfordert.

Eine mögliche Lösung für diese Probleme könnte in der Erweiterung der methodischen Ansätze und der Datenbasis liegen, um die Forschung zu stärken und ihre Übertragbarkeit auf die gesamte Baubranche zu verbessern.

Des Weiteren könnte die Einbindung von mehr diversen Experten aus unterschiedlichen Bereichen des Bauwesens und der KI-Forschung helfen, ein breiteres Spektrum an Perspektiven und Erfahrungen zu erfassen und somit die Repräsentativität und Tiefe der Forschungsergebnisse zu erhöhen.

Darüber hinaus könnte eine fortlaufende Aktualisierung der Literaturanalyse und der Experteninterviews, angepasst an die neuesten Entwicklungen im Bereich der künstlichen Intelligenz, sicherstellen, dass die Forschungsergebnisse ihre Relevanz behalten.

Die Berücksichtigung dieser Maßnahmen könnte nicht nur die genannten Limitationen überwinden, sondern auch die Grundlage für zukünftige Forschungsarbeiten stärken, die sich mit der Evolution großer Sprachmodelle im Bauwesen auseinandersetzen.

6. Fazit und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wird das revolutionäre Potenzial großer Sprachmodelle für die digitale Transformation, Effizienzsteigerung und Förderung nachhaltiger Praktiken im Bauwesen umfassend beleuchtet.

Durch die Analyse wird deutlich, dass diese Technologien erhebliche Verbesserungen ermöglichen, indem sie Prozesse optimieren, Risiken minimieren und maßgeschneiderte Lösungen bereitstellen. Des Weiteren leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit, indem sie eine effizientere Nutzung von Ressourcen fördern.

Zusätzlich unterstreicht die vorliegende Arbeit die Notwendigkeit, die Potenziale künstlicher Intelligenz und großer Sprachmodelle zur Förderung von Innovation und Wettbewerbsfähigkeit im Bauwesen zu erkennen und zu nutzen. Es wird hervorgehoben, dass die Fähigkeit dieser Technologien, komplexe Daten zu analysieren und zu interpretieren, eine Schlüsselrolle bei der Entscheidungsfindung und Problemlösung spielt.

Die Implementierung künstlicher Intelligenz eröffnet neue Möglichkeiten für die Bauindustrie, indem sie eine Grundlage für die Entwicklung intelligenter, vernetzter und autonomer Bauprozesse bildet. Darüber hinaus wird die Bedeutung der Förderung interdisziplinärer Forschung und Zusammenarbeit betont, um die Integration und Anwendung dieser fortschrittlichen Technologien zu beschleunigen. Die Förderung von Plattformen und der Austausch von Best Practices werden als wesentlich für die Beschleunigung des technologischen Fortschritts betrachtet.

Abschließend fordert die Arbeit die Branche auf, sich proaktiv mit den technologischen Veränderungen auseinanderzusetzen und Strategien für die digitale Transformation zu entwickeln, die sowohl die ökonomischen als auch die ökologischen Ziele des Bauwesens unterstützen.

Für zukünftige Forschungen ist es von Bedeutung, die Integration dieser Technologien in bestehende Systeme zu vertiefen und die Entwicklung benutzerfreundlicher Schnittstellen zu fördern, um eine breitere Akzeptanz in der Industrie zu gewährleisten.

Ebenso essenziell ist die Beachtung ethischer und datenschutzrechtlicher Aspekte, um Vertrauen in den Einsatz dieser Technologien zu schaffen. Die kontinuierliche Anpassung und Verbesserung großer Sprachmodelle an die spezifischen Herausforderungen des Bauwesens wird entscheidend sein, um deren Potenziale vollständig auszuschöpfen und nachhaltige, effiziente Bauverfahren zu etablieren.

Die Effektivität von großen Sprachmodellen im Bauwesen hängt maßgeblich von der Qualität der zugrundeliegenden Daten und der Fähigkeit der Industrie ab, diese Technologien in bestehende Systeme zu integrieren. Die Entwicklung von Standards und Richtlinien für den Einsatz künstlicher Intelligenz im Bauwesen wird als unabdingbar betrachtet, um sowohl die technische Machbarkeit als auch die ethische Vertretbarkeit sicherzustellen.

Die Arbeit schlägt vor, dass zukünftige Forschungen sich auf die Erkundung der Interoperabilität von KI-Systemen, die Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit und die Untersuchung der sozioökonomischen Auswirkungen des Einsatzes von KI im Bauwesen konzentrieren sollten. Die endgültige Integration von KI in das Bauwesen erfordert eine multidisziplinäre Anstrengung, die technologische Innovationen, regulatorische Rahmenbedingungen und die Entwicklung von Fachkompetenzen umfasst, um eine nachhaltige Transformation der Branche zu erreichen.

Literaturverzeichnis

Aluga, Martin (2023): Application of CHATGPT in civil engineering. Hg. v. East African Journal of Engineerig. 6 (1), S. 104–112. DOI: 10.37284/eaje.6.1.1272.

Brell-Cokcan, Sigrid; Stumm, Sven; Kirner, Lukas; Lublasser, Elisa (2021): Transparenz und Wert der Daten im Bauwesen. Hg. v. Daniel Trauth, Thomas Bergs und Wolfgang Prinz: Monetarisierung von technischen Daten, Bd. 18. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 593–614.

Bundesministerium für Wirtschaft und Umwelt (2023): Bauwirtschaft. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Branchenfokus/Industrie/branchenfokus-bauwirtschaft.html>, zuletzt geprüft am 29.11.2023.

Buxmann, Peter (2021): Künstliche Intelligenz. Mit Algorithmen Zum Wirtschaftlichen Erfolg. Unter Mitarbeit von Holger Schmidt. 2nd ed. Berlin, Hg. v. Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6539079>.

Dobrindt, Alexander (2015): Stufenplan Digitales Planen und Bauen. Vorwort. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Online verfügbar unter https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 25.01.2024.

Europäisches Parlament (2023): Was ist künstliche Intelligenz und wie wird sie genutzt? Hg. v. Europäisches Parlament. Online verfügbar unter <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20200827STO85804/was-ist-kunstliche-intelligenz-und-wie-wird-sie-genutzt>, zuletzt aktualisiert am 20.06.2023, zuletzt geprüft am 25.10.2023.

Future of Life Institute (2015): Pause Giant AI Experiments: An Open Letter. Hg. v. Future of Life Institute. Online verfügbar unter <https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments/>, zuletzt aktualisiert am 22.03.2023, zuletzt geprüft am 30.11.2023.

Giannakidis, Alexandros; Weber-Lewerenz, Bianca; Stolze, Dennis (2021): KI in der Bauwirtschaft. Einsatzmöglichkeiten für Planung, Realisierung und Betrieb von

Bauwerken. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO.

Google LLC: Google Scholar. Hg. v. Google LLC. Online verfügbar unter <https://scholar.google.de/>, zuletzt geprüft am 28.02.2024.

Harwardt, Mark; Köhler, Maximilian (2023): Künstliche Intelligenz entlang der Customer Journey. Einsatzpotenziale von KI im E-Commerce. 1. Aufl. 2023. Wiesbaden: Hg. v. Springer Fachmedien Wiesbaden (essentials). Online verfügbar unter <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-2111509>.

Hatoum, Makram Bou; Nassereddine, Hala (2023): Unleashing the Power of Chatgpt for Lean Construction: An Early Outlook. Hg. v. International Group for Lean Construction: Proceedings of the 31st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC31). Lille, France, 26.06.2023 - 02.07.2023.; S. 208–219.

Hofstadler, Christian; Motzko, Christoph (2021): Agile Digitalisierung im Baubetrieb. Grundlagen, Innovationen, Disruptionen und Best Practices. 1st ed. 2021. Wiesbaden: Hg. v. Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint Springer Vieweg (Springer eBook Collection).

Hofstadler, Christian; Motzko, Christoph (2023): Agile Digitalisierung im Baubetrieb. Innovative Wege zur Transformation und Best Practices. 2nd ed. 2023. Wiesbaden: Hg. v. Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint Springer Vieweg.

Index-Gruppe (2023): Stellenausschreibungen für generative KI / ChatGPT in Deutschland. Unter Mitarbeit von Holger Schmidt. Hg. v. Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH. Online verfügbar unter <https://www.faz.net/pro/d-economy/kuenstliche-intelligenz/nachfrage-nach-fachleuten-fuer-generative-ki-chatgpt-verzehnfacht-sich-in-deutschland-19216470.html>, zuletzt geprüft am 23.02.2024.

Karmasin, Matthias; Ribing, Rainer (2017): Die Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten. Ein Leitfaden für Facharbeit/VWA, Seminararbeiten, Bachelor-, Master-, Magister- und Diplomarbeiten sowie Dissertationen. Hg. v. Facultas; 9. überarbeitete und aktualisierte Auflage. s.l.: UTB.

Kilian, Karsten (2022): Digitale Markenführung. Digital Branding in Zeiten Divergierender Märkte. Unter Mitarbeit von Ralf T. Kreutzer. Wiesbaden: Hg. v. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6897079>.

Krauss, Patrick (2023): Künstliche Intelligenz und Hirnforschung. Neuronale Netze, Deep Learning und die Zukunft der Kognition. 1. Aufl. 2023. Heidelberg: Hg. v. Springer Berlin Heidelberg. Online verfügbar unter <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-3052132>.

Kreutzer, Ralf T. (2019): Künstliche Intelligenz Verstehen. Grundlagen - Use-Cases - Unternehmenseigene KI-Journey. Unter Mitarbeit von Marie Sirrenberg. Hg. v. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=5771263>.

Kuckartz, Udo (2010): Einführung in die computergestützte Analyse qualitativer Daten. 3., aktualisierte Auflage. Hg. v. VS Verlag für Sozialwissenschaften (SpringerLink Bücher).

Kühl, Stefan (2009): Handbuch Methoden der Organisationsforschung. Online-Ausg. Hg. v. Springer Fachmedien (EBL-Schweitzer). Online verfügbar unter <http://swb.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=749917>.

Künzler, Katrin; Robbi, Steffen; Schuster, Phillipp; Schuster, Anna (2022): Technologiereport. Digitalisierung der Bau- und Immobilienbranche. Hg. v. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Online verfügbar unter https://www.digitalfindetstadt.at/fileadmin/user_upload/2022_Technologiereport_BMK.pdf, zuletzt geprüft am 12.01.2024.

Mayring, Philipp (2015): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 12., vollständig überarbeitete und aktualisierte Aufl. Hg. v. Beltz (Beltz Pädagogik). Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1136370>.

OpenAI (2023): Introducing ChatGPT. Limitations. Hg. v. OpenAI. Online verfügbar unter <https://openai.com/blog/chatgpt>, zuletzt geprüft am 21.12.2023.

Peper, Sven (16.02.2024): Experteninterview 3. Transkription. Anhang 1 Interview mit Sven Peper. Online Meeting. Microsoft Teams.

Prieto, Samuel A.; Mengiste, Eyob T.; García de Soto, Borja (2023): Investigating the Use of ChatGPT for the Scheduling of Construction Projects. Hg. v. New York University Abu Dhabi In: *Buildings* 13 (4), S. 857. DOI: 10.3390/buildings13040857.

Prof. Dr.-Ing. Alexander Schönmann; Lukas Lodes, M. Sc.; Prof. Dr. Alexander Schiendorfer (2023): Vorausschau und Technologieplanung. Unter Mitarbeit von Roman Dumitrescu, Katharina Hölzle, Symposium für Vorausschau und Technologieplanung 17., Hg. v. Heinz-Nixdorf-Institut, Universität Paderborn.

ResearchGate GmbH: Researchgate. Hg. v. ResearchGate GmbH. Online verfügbar unter <https://www.researchgate.net/>, zuletzt geprüft am 28.02.2024.

Riechert, David (12.02.2023): Experteninterview 2. Transkription. Anhang 1 Interview mit David Riechert. Online Meeting. Microsoft Teams.

Statista Market Insight (2023): Natural Language Processing. Hg. v. Statista Inc. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/outlook/tmo/kuenstliche-intelligenz/natural-language-processing/weltweit>, zuletzt aktualisiert am August 2023, zuletzt geprüft am 27.10.2023.

Turing, A. M. (1950): I.—Computing Machinery and Intelligence. In: *Mind* LIX (236), S. 433–460. DOI: 10.1093/mind/LIX.236.433.

Uddin, S. M. Jamil; Albert, Alex; Ovid, Anto; Alsharif, Abdullah (2023): Leveraging ChatGPT to Aid Construction Hazard Recognition and Support Safety Education and Training. In: *Sustainability* 15 (9), S. 7121. DOI: 10.3390/su15097121.

Weber-Lewerenz, Bianca (29.01.2024): Experteninterview 1. Transkription. Anhang 1 Interview mit Bianca Weber-Lewerenz. Online Meeting. Microsoft Teams.

You, Hengxu; Ye, Yang; Zhou, Tianyu; Zhu, Qi; Du, Jing (2023): Robot-Enabled Construction Assembly with Automated Sequence Planning Based on ChatGPT: RoboGPT. In: *Buildings* 13 (7), S. 1772. DOI: 10.3390/buildings13071772.

Zentrum für Lehren und Lernen (2023): ChatGPT im Studium. Potenziale ausschöpfen, Integrität wahren. Version 1.0. Hg. v. Universität Mannheim.

Eidesstaatliche Erklärung

Anlage zur Master-Thesis von

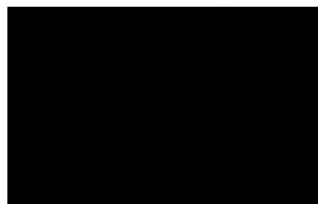
Jonathan Loeffler

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorstehende Master-Thesis selbstständig angefertigt und die benutzten Hilfsmittel sowie die befragten Personen und Institutionen vollständig angegeben habe. Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht als Prüfungsarbeit eingereicht worden.

Konstanz, den 29.02.2024

Jonathan Loeffler



Anhang

In Anhang 1 befinden sich die Transkriptionen der Experteninterviews. In Anhang 2 ist die Hilfsmitteltabelle aufgeführt. In Anhang 3 sind die Einverständniserklärungen der Befragten beigefügt.

Anhang 1:

Transkription 1

Passage: Gesamtes Transkript

Datum: 29.01.2024

Dauer: 43:22 Minuten

Interviewer: Jonathan Loeffler

Befragter: Bianca Weber-Lewerenz

Transkription nach Kuckartz (2010)

Sprache: Deutsch

B: Hallo. (...) Hörst du mich? Ich höre dich nämlich nicht.

I: Hören Sie mich jetzt?

B: Ah, hallo, guten Morgen.

I: Hi, guten Morgen. Super, dass Sie sich (die Zeit genommen haben).

B: Und, wie geht`s?

I: Mir geht es gut, wie geht es Ihnen?

B: Ja gut, wir können uns auch Duzen, das ist vielleicht schneller und einfacher bei dem Interview.

I: Ja, gerne, gerne, dann machen wir das doch so. Ja, dann stelle ich mich mal kurz vor.

B: Ja.

I: Ich heiße Jonathan Loeffler, ich studiere Wirtschaftsingenieurwesen Bau an der HTWG in Konstanz und bin jetzt gerade in den letzten Zügen von meinem Studium und schreibe jetzt die Masterarbeit und habe nächste Woche noch eine Klausur und damit ist dann mein Masterstudium abgeschlossen. Kurz zum Interview, ich würde das ganze Aufzeichnen gerne (ja) und zwar so lang, bis ich es dann transkribiert habe und dann würde ich die Aufzeichnung auch wieder löschen, wenn Sie damit einverstanden sind. Oh, wenn du damit einverstanden bist.

B: Ja, ja, ja, ne wunderbar. Aber schön, dass du das Thema auch aufgreifst. Ist ja doch was, wo ganz vorne ist am Puls der Zeit.

I: Das habe ich auch gedacht und mich hat das eben auch privat recht beeindruckt das Thema und dann dachte ich, damit will ich mich jetzt befassen. Dann hat das mit der Masterarbeit quasi Hand in Hand mit meinen Interessen gespielt (ja klar) und jetzt hoffe ich natürlich, dass da was Gutes dabei rauskommt. Ich habe Sie auch unter anderem zitiert schon in meinen Grundlagen, deswegen freue ich mich wirklich sehr, dass Sie sich da die Zeit genommen haben für das Interview (Ja schön). Könnten Sie sich, könntest du dich und deinen Expertenbereich vielleicht noch kurz vorstellen?

B: Ja, also meine Forschung beschäftigt sich eher wie können Innovationen Unternehmen beflügeln, da eben Vorreiter zu sein in der digitalen Transformation. Was braucht es, dass die Unternehmen fähig sind, diesen Innovationswillen auch umzusetzen. Also welche Rahmenbedingungen, Infrastrukturen und so weiter, Wissen, Qualifikationen. Und was macht das insgesamt mit Unternehmen, wenn sie auch rangehen und überlegen, welche Strategie fahre ich? Wie nehme ich den Menschen mit, also wie begeistere ich den Menschen dabei? Und was brauche ich aber auch dazu, um das Ganze zu wuppen. Jetzt war die Verbindung abgebrochen, oder?

I: Ich glaube nicht, also ich habe (...)

B: Ging es bei dir?

I: Ich habe Sie, ich habe dich auf jeden Fall gehört.

B: Ja okay.

I: Das tut mir leid, vielleicht war ich ein bisschen zu ruhig.

B: Ne du warst kurz weg, da war richtig unterbrochen und da war das Bild auch weg, deswegen frage ich.

I: Ah okay, ja wenn das nochmal passiert dann bitte nochmal sagen, dann versuche ich irgendwie mich aufzurüsten oder so.

B: (Lacht). Bei mir geht es auch drum, die ethischen Blickpunkte in Angriff zu nehmen und zu überlegen: welche Werte haben wir denn, welche Vorstellungen in der ganzen KI-Geschichte. Was wollen wir überhaupt, was macht Sinn für uns und was erleichtert die menschliche Arbeit? Also immer diese Relation. Nicht jetzt die Technik um der Technik Willen und KI, weil es so ein Hype ist und das brauche ich und das ist jetzt neu und in und das soll bei uns auch sein, sondern wirklich immer mit der Leitlinie: Was macht bei uns Sinn, wo sind bei uns die Schwierigkeiten und wie kann mir vielleicht so eine ausgefallene Technik helfen, die Schwierigkeit zu wuppen.

I: Ja super. Vielleicht können wir uns auch so ein bisschen an den Fragekatalog ran hangeln, da würde ich jetzt vielleicht erstmal die erste Frage vorlesen "Wie würden denn Sie basierend auf Ihren Erfahrungen den Einfluss von KI auf die gegenwärtige Landschaft der Bauindustrie sehen"?

B: Also wie ich schon gesagt hatte, Sprachmodelle sind jetzt nicht mein Fokus und auch nichts, wo ich jetzt Erfahrung hätte und darüber großartig wie ein Experte reden könnte. KI allgemein hat einen großen Einfluss, weil es doch einfach in vielerlei Bereiche für höhere Produktivität, für höhere Effizienz sorgt, für eine Erleichterung der menschlichen Arbeit. Gerade wenn man drüber nachdenkt, diese große Fülle an Daten aufzubereiten. Effizienz natürlich auch im Fluss der ganzen Prozesse an so einem Bauprojekt, ja, von A bis Z. Ab Projektidee bis vielleicht Rückbau und sogar Wiederverwendung der Baumaterialien. Da gibt es verschiedenste KI-Techniken, die da unterstützen können. Jetzt Sprachmodelle, ich habe mich ein bisschen kundig gemacht, ich denke mir das könnte uns gut helfen. Am Bau sind sehr viele Fremdsprachige Menschen auch, da ist eine hohe Diversität, alle kommen von verschiedenen Ländern. Vielleicht hilft so ein Sprachmodell da auch Zugang zu schaffen für alle, Teilhabe, Inklusion. Dass die sich nicht ausgegrenzt fühlen. Wenn man überlegt, gewisse Dinge sind auch Deutsch und

jetzt kommt da aber ein Pole, ein Tscheche und es wird ruckizucki übersetzt. Also da stelle ich mir auch eine gute Synergie vor.

I: Ja. Ja das stimmt, das wird ja auch schon mit Google Translate wird das viel gemacht, aber da hilft natürlich so ein Sprachmodell nochmal enorm, wenn man einfach reinreden kann und der Text dann quasi direkt kommt. So Sprachmodelle also, wenn Sie jetzt sagen Sie kennen sich damit nicht aus, kann ich ja schonmal ein bisschen vorneweg greifen. Ich habe jetzt schon ein paar Fallstudien analysiert dementsprechend. Ja das sind ganz viele Bereiche, in denen man das potenziell einsetzen kann. Es ist natürlich noch nicht so richtig ausgereift, aber zum Beispiel auch bei der Terminplanerstellung habe ich eine Fallstudie gesehen (ok), wie Studenten da quasi mit Hilfe von einem Sprachmodell dann einen logisch aufbauenden Terminplan für ein Bauprojekt erstellt haben, was ganz gut funktioniert hat. Und bei der...

B: Wie geht denn das, wenn ich mal fragen darf Jonathan, wie geht das bei einem Terminplan mit Sprachmodell? Der spricht es auch und dann erstellt sich so ein Termin automatisch, oder wie?

I: Ne, also das war ein Test quasi mit Studenten und die haben dann quasi sich logisch an diesen Terminplan hingeführt mit Hilfe dieses Sprachmodells. Also dann zum Beispiel mit Eingaben nachgefragt "Wie lange braucht dieser und dieser Prozess bei der und der Größe" und so dann quasi logisch aufbauend darauf wurde dann das erstellt.

B: Interessant.

I: Genau, in der Bildung und in Bezug mit Lean Management gab es da auch schon ein paar Fallstudien wo nachher der Clue war, dass sie sich auf die Art und Weise wie wir was lernen, da können diese Sprachmodelle eben auch noch behilflich sein.

B: Oder vielleicht auch die Website allgemein, mit diesen automatischen Chatbots. Das quasi auch der Service, die Dienstleistung, der Kundensupport funktioniert. Denke ich mir, das ist eine gute Sache der Interaktion.

I: Ja. Auf welche Weise können KI Technologien Ihrer Meinung nach die Effizienz und die Nachhaltigkeit in Bauprojekten verbessern?

B: Ja, also jetzt gehen wir mal zurück zu den drei wichtigsten Pfeilern bei Bauprojekten: die Zeit, das Budget und die Qualität. Wenn ich jetzt mal an das Erste gehe, die Zeit, dann ist natürlich die Abfolge aller Prozesse wichtig, dass die innerhalb der geplanten Ablaufzeit erfolgen. Soll heißen, im Moment laufen ja viele Großbaustellen weniger effizient, ich drücke mich mal vorsichtig aus (lacht). Man könnte da sicher hingehen und sagen durch gewissen Ablauf der KI basiert ist. Also das heißt es gibt ein Monitoring: sind wir im Plan oder was ist der Ist-Zustand, wo müssen wir hin, diesen Gap für uns Menschen greifbarer zu machen. Und auch vielleicht auch so eine Ampel, hoppla, wir müsse aufpassen, wir sind da schon über der Zeit und da muss korrigiert werden. Also sowas.

I: Also so die Analyse vom Ist-Zustand jetzt quasi durch Kameras oder etc.

B: Zum Beispiel, ja genau, genau. Da gibt es zum Beispiel auch schon use cases da wird eine ganze Baustelle mit Kameras erfasst und die Abläufe einfach gemonitored. Und da wird geguckt "wo stehen wir, wo müssen wir hin", also immer diesen Abgleich.

I: Dabei können Sprachmodelle natürlich auch ziemlich hilfreich sein, also da kann man ja auch Fotos zum Beispiel hochladen. Da habe ich jetzt auch mal ein Experiment gemacht, in dem ich einfach einen Tisch vollgestellt hatte mit verschiedenen Dingen und habe dann da diese Fotos hochgeladen und da war das sogar in der Lage mir quasi den Durchmesser vom Glas in cm anzugeben.

B: Wahnsinn, ja, ja, tolle Sache, ne?

I: Ja genau, wenn da diese Ergebnisse quasi schon von der KI interpretiert werden und der Mensch dann nur noch das Ganze auf Logik überprüft, so in die Richtung vielleicht, könnte ich mir das auch vorstellen.

B: Ja, genau. Dann ein zweites Beispiel, wenn wir von Effizienz sprechen. Auch ein Zeitthema aber geht jetzt auch zum zweiten Punkt über mit Budget. Wenn wir jetzt mal die Abrechnungstradition am Bau uns ein bisschen näher angucken, da hängen wir ein bisschen hinterher. Also ich bin immer relativ zügig im Abrechnen, wenn ein gewisses Leistungspaket erbracht ist, dass man das dann auch ganz zügig abrechnen kann. Und mit Hilfe dieser Objekt- und Bilderkennung ist es ja auch möglich am Bau gewisse Leistungen die erbracht wurde zu erfassen, die zu

transferieren in den kaufmännischen Bereich, sodass die direkt von der Baustelle die Daten bekommen und abrechnen können. Also das ist auch eine wunderbare Sache denke ich mir. Das geht zügig und dann hingt man nicht hinterher und wartet bis man im Büro in seiner Blätterwirtschaft guckt, „was ist denn jetzt Stand der Dinge“ und transferiert dann wieder manuell. Also wichtig bei der ganzen Sache ist, dass wir nicht nur von KI und Sprachmodellen vielleicht sprechen, sondern insgesamt auch vom digitalen Zwilling, von BIM. So eine Kommunikationsplattform, auf die sowohl das Büro, was abrechnet, was plant, Zugriff hat und Daten einspeist, und aber auch bekommt von der Baustelle. Und die Baustelle füttert mit den Daten, sodass da immer dieser Kreislauf gewährleistet ist: Zugriff auf den aktuellen Stand draußen vor Ort. Aber auch natürlich, wenn Änderungen vom Kunden gewünscht sind, dass der auch Zugang hat und sieht, so und so sieht mein Leistungsversprechen aus, aber ich will jetzt doch ein anderes Fenster, oder mir gefällt das noch nicht, ich will die Dachgaube neu reinhaben, dass das dann auch gleich quantifiziert wird. Angebot raus, zack, Kunde kann ganz schnell entscheiden, entspricht mir das, oder wie was wo. Das ist effizient. Das ist aber auch mit Transparenz und Vertrauen verbunden, ja. Wenn ich das zeige, wo stehe ich, wie weit bin ich, bin ich im Budget? Ist ja ganz toll für den Kunden dann auch zu sehen, da wird verantwortungsvoll umgegangen und man nutzt Technologien. Und mit dem Budget auch verantwortungsbewusst umzugehen. Nachhaltigkeit wünsche ich mir mehr bei dem Thema „Wie gehen wir denn mit Baumaterialien um“? Schmeißen wir da immer noch so viel weg, fällt da immer noch so viel an wo man eben Ressourcen verschwendet, oder gehen wir von vorne ran, planen es richtig durch, setzen es richtig um und gehen dann da auch verantwortungsbewusst um mit unseren Ressourcen. Oder nutzen wir vielleicht auch recyceltes Material, kann man das vielleicht von einer anderen Baustelle nutzen? Wurde irgendwo was abgebrochen und es passt jetzt wunderbar und man nutzt das Recyclingmaterial wieder für Neubau.

I: Das ist ein super re-use Gedanke, der scheitert ja meistens an den Transportkosten und an der Bestandsaufnahme quasi, was jetzt wo genau liegt und nicht mehr gebraucht wird. Aber finde ich auch sehr interessant ja.

B: Muss man gegenrechnen, ob die Logistik tatsächlich von den Kosten höher ist, als wenn ich jetzt hingehere und mir das Material neu produziere. Beispiel Zement,

das ist ja irre, die Temperaturen, der ganze Aufwand, CO₂ Ausstoß. Wenn man das ganze einmal überreißt, denke ich kommt man mit den Recyclingmaterial lässiger hin. Nur müsste vielleicht auch der Gedanke angekommen sein in der Politik und in gewissen Vorschriften, vielleicht auch Vertragsklauseln, wo der Kunde von vornerein sagt „hör zu, ich bin umweltbewusst, ich will, dass du so und so viel Prozent Recyclingmaterial bei mir bei dem Projekt benutzt“. Wäre doch eine Sache.

I: Das wäre wirklich eine super Sache. Was würden Sie denn als die Hauptprobleme bei der Integration von KI jetzt in Bauabläufe oder in Bauunternehmen sehen und wie könnte man diese überwinden?

B: Ich denke es ist immer noch eine Kopfsache und Wille. Will ich mich an neue Technologien ran wagen, oder nicht. Sag ich mir „ach es ist doch immer schon alles gut gegangen, ich brauche den neuen Quatsch nicht“. Bin ich offen insgesamt als Unternehmer. Bin ich auch Vorbild für meine Mitarbeiter, bin innovativ, stell mich auch immer neu auf, will wettbewerbsfähig sein, suche mir auch neue Wege, um ein Alleinstellungsmerkmal zu haben. Wir haben am Bau Probleme, wir sind immer noch in so einer traditionellen Haltung. Ja vieles wird noch so zurückgehalten, ablehnend behandelt. Ich denke, wenn man die Vorteile auch erkennt in dem man sich jetzt zum Beispiel sich solche Best Practice Beispiele anguckt, wo funktioniert es denn schon gut, wo kam das zum Einsatz. Auch in einen Austausch geht, sich kundig macht. Da gehört auch dann das Thema Offenheit dazu. Das man auch weiß was heißt denn KI? Weil es wird öffentlich diskutiert mit ganz unterschiedlichen Definitionen. BIM genauso, digitaler Zwilling. In ganz vielen Veranstaltungen stelle ich fest, die Leute wollen erst einmal eine Definition, über was reden wir hier eigentlich? Und dann hört das nämlich auf mit dem Gedanken, dass KI wie so ein Überfallskommando ist (lacht). Ja, das Sehen ja viele wie so eine Welle am Atlantik wo es "batsch" macht (lacht) und wir sind drunter.

Aber wenn man jetzt mal hingehet und überlegt, was ist denn KI? Es imitiert gewisse menschliche, kognitive Fähigkeiten. Also es kann helfen, dass man Dinge auch abgibt, das als Entlastung sieht, als Bereicherung, als unterstützende Kraft.

Also das ist so einer der wichtigsten Punkte in diesem Gespräch, wo ich rausstellen möchte. Und wo sind die Hauptprobleme bei der Integration? Es gibt also noch zu wenig Fälle, wo man sagen kann, Mensch, da ist durchgängig viel Erfahrung d auf

die man zugreifen kann. Es ist immer noch was wo mehr diskutiert wird. Und natürlich bleibt es im Moment noch den Großunternehmen vorbehalten, weil die einfach die finanzielle Leistungsfähigkeit haben. Ihre eigene Forschungsabteilung, wo die ihre eigenen Problemfälle da erst einmal angehen. Aber das spiegelt sich jetzt bei kleinen Unternehmen weniger. Vielleicht gibt es Startups die so kleinere Maßnahmen ergründen und dann auch teilen, aber es ist auch eine finanzielle Geschichte.

I: Also würden Sie sagen kleine Unternehmen haben es da auf jeden Fall schwerer als die Großen?

B: Ja, und die Kleinen nehmen sich auch erst einmal so digitale Methoden an und gucken, wie sie vielleicht gewisse Dienstleistungen auch digital aufstellen. Wie sie wegkommen von der Blätterwirtschaft. Wie sie erst einmal insgesamt eine Infrastruktur für sich schaffen, dass alles gesammelt zum Beispiel in einem Laptop reingeht, in ein Pad, und die untereinander kommunizieren und dass das Geschäft da erleichtert wird. Das man nicht mehr mit schriftlicher Dokumentation umgeht, sondern vielmehr alles in eine Plattform einspeist. Da sind die eher beschäftigt, denke ich.

I: Haben Sie da, Sie machen da ja auch habe ich glaube ich gesehen, so ein bisschen Consulting in die Richtung, haben Sie da auch Klienten jetzt, sind das dann eher Großunternehmen oder sind das dann doch eher kleinere, regionale Bauunternehmen, die sich da irgendwie wünschen mehr mit KI zu arbeiten oder die da irgendwelche mit Implementierungsfragen in ihre Richtung kommen?

B: Also leider bin ich, oder was heißt leider, im Moment reduziert sich das Ganze nicht auf eine Beratung von meiner Seite. Weil ich bin nicht eine Beratungsexpertin, ich untersuche verschiedene Einsatzfelder, gucke was es schon gibt, guck was die Menschen bewegt und gucke, welche Rahmenbedingungen braucht es. Ich bin also nicht in der Beratung für KI tätig, ich höre nur so rum für meine Forschung, was gibt es da, um das zu erfassen. Und dadurch meine, ich habe auch so Interviews wie du jetzt umgesetzt. und da hört man und sieht man natürlich viel. Peri, dann Hoch-Tief, dann gibt es Vinci, dann gibt es, was habe ich noch, Apleona, genau. Also da gibt es die unterschiedlichsten Modelle, die die untersucht haben und wo die geguckt haben, in welche Richtung könnte es gehen.

Hörst du mich noch, ich höre dich jetzt nicht mehr.

I: Oh, das ist schlecht, ich höre dich, wie kann ich denn das jetzt richten. Hörst du mich jetzt wieder, hörst du mich jetzt besser? Hallo? Frau Weber-Leverenz? Hallo?

B: Ja, jetzt geht es wieder.

I: Oh super, ich habe die ganze Zeit probiert, aber ich war mir jetzt nicht sicher, woran es gelegen hat. Aber dann ist gut, wenn es wieder funktioniert.

B: Bis wohin hast du mich gehört?

I: Ich habe dich die ganze Zeit gehört.

B: Ah gut. Okay. Also wie gesagt ich bin auch an solchen Experteninterviews dran gewesen, die gingen bis 2021 für meine Forschung, für meine Dissertation. Und da hatte ich Einblicke bei Großunternehmen wie Apleona, Peri, wie sie alle heißen. Da habe ich mir auch ein paar rausgepickt und wollte einfach wissen: woran sind die schon tätig, was hat es gebraucht im Unternehmen? Die haben also ganz eigene Unternehmensabteilungen gegründet für die Digitalisierung, oder eigene Expertengruppen die sich quasi nur dem widmet, wie die Verbindung ist. Wie ziehen wir das Know-How heran, also Human Ressource - Personalabteilung. Dann wie kann im Unternehmen, das aus dem, was man gelernt hat auch so eine Denk- und Arbeitskultur werden wo man das teilt ins Unternehmen heran. Das man merkt, hoppla, mit der Innovation hat man den und den Mehrwert.

I: Ja, super, bei Peri habe ich auch meine Bachelorarbeit geschrieben tatsächlich über Building Information Modelling in besagter Abteilung wahrscheinlich von Ihnen. Ich glaube das war die digital transformation office oder so. Aber ja super, dass Sie das gerade ansprechen, arbeiten da die anderen Firmen ähnlich wie Peri dran, oder sind die an ganz unterschiedlichen Feldern von der KI am Forschen?

B: Also da habe ich jetzt festgestellt, da ist doch sehr der Fokus auf Objekt- und Bilderkennung. Jetzt mit Sprachmodellen hatte ich damals nichts gehört, damals war tatsächlich Objekt- und Bilderkennung. Da ging es auch um Material, um Materiallager, um diese Tags an jedem Material, dass ich also sehe, wie viel Material ist von Typ XY vor Ort oder im Lager. Wie viel brauchen wir noch, wo befindet sich das zurzeit.

I: Ah ja, dass waren diese GPS getrackten RFID-Chips.

B: Ja, ja genau, ach du bist ja fit (lacht).

I: Danke (lacht).

B: Du steckst da richtig drin, oder?

I: Ja das war nämlich, da habe ich auch überlegt ursprünglich meine Bachelorarbeit vor vier, fünf Jahren drüber zu schreiben, weil ich eben auch damals ein Praktikum in der Bauleitung gemacht habe. Und ich habe die ganze Zeit irgendwelches Material gesucht und da dachte ich, das kann doch nicht wahr sein, dass wir da immer noch auf diesem Stand sind. Aber ja, super.

Wie sollten denn ethische Überlegungen und Datenschutzbedenken bei der Implementierung von KI berücksichtigt werden, deiner Meinung nach.

B: Ja jetzt war bei mir eine Unterbrechung.

I: Oh, ja.

B: Oh ja, ach wir machen weiter, solange es noch gut ist.

I: Ja, genau, zur Frage vier, wie sollten denn ethische Überlegungen und Datenschutzbedenken bei der Implementierung von KI berücksichtigt werden, deiner Meinung nach?

B: Ja, also die KI funktioniert ja auch über die Cloud. Und ich finde, da sollte der Datenfluss recht sicher gemacht werden. Das also nicht irgendwie Daten missbraucht werden. Weil wir reden hier nicht nur von Daten über Material und Baustelle, sondern wir reden hier über Kundendaten, wir reden über Persönlichkeitsrechte die geschützt werden oder schützenswert sind. Also weißt du, KI in Smart Cities zum Beispiel, da wird ja auch Verbrauchsdaten, Verbrauchs- und Gewohnheitsdinge wird ja da auch erfasst. Wie leben Bewohner in ihrer Wohnung, wie wird Energieverbrauch da gespiegelt, und und und. Also diese Art von Daten müssen schon geschützt werden.

I: Geschützt heißt dann, quasi im Zuge von den Datenschutzrichtlinien, dass man sie anonymisiert verwenden kann, dass da einfach die personenbezogenen Dinge jetzt fehlen, oder wie kann ich das interpretieren?

B: Ja, so oder generell einfach, dass es nicht in falsche Hände gerät und missbraucht wird. Und Zugang zu Gebäuden dann, also Cyber Security und die ganze Geschichte. Das quasi nicht, also wenn Gebäude untereinander intelligent kommunizieren können, dann könnte ja auch eine Cyber Attacke hingehen und das Ganze übernehmen. Und dann gerät es ja aus den Händen, die Kontrolle. (Ja) Also ich stelle mir schon vor, dass diese ganze Technologie von A bis Z durchdacht werden muss. Und auch wer füttert die Daten, dass die KI gut funktioniert.

I: Jetzt gab es ja zum Beispiel auch einen offenen Brief von, ich glaube der ist Anfang letztes Jahr geschrieben worden, von Elon Musk und irgendeinem Apple Mitgründer und allen mögliche, die ja irgendwie auch die Gefahren von der KI ein bisschen hervorheben und das sogar teilweise als Bedrohung für die Menschheit sehen. Würdest du das auch so betrachten?

B: Also ethisch gesehen finde ich das gut, dass einmal Ruhe einkehrt, dass sogar von dieser Stelle der Impuls kam zu sagen, jetzt machen wir mal halblang und das sollte ein bisschen pausieren. Da haben natürlich viele Unternehmer aufgeschrien und gesagt, ja Moment an dem soll es nicht liegen, wir sind ja schon weiter, und alles zum Guten hin. Aber ich finde, es braucht manchmal Ruhepausen, um sich wieder zu justieren und nach dem Sinn zu fragen. Und wirklich zu gucken „Ist es denn sinnvoll für die menschliche Arbeit oder wollen wir jetzt alles an Roboter abgeben, wollen wir alles nur noch künstlich machen lassen“? Oder wo braucht es den Menschen, wo braucht es den menschlichen Arbeitsplatz, der die KI kontrolliert und gegebenenfalls auch korrigiert?

I: Jetzt habe ich gerade heute Morgen in den Nachrichten gesehen, dass der Mark Zuckerberg eine allgemeine künstliche Intelligenz entwickeln will und hat dafür 30.000 Nvidia Chips, H100 heißen die, die kosten jeweils 30.000€ pro Chip, eingekauft. Also sprich um die 10 Milliarden hat der da jetzt, in die Entwicklung von der KI will der da jetzt reinstecken, was denken Sie, wenn Sie sowas hören, oder wenn du sowas hörst?

B: Ja, also ich meine die Forschung geht in alle Richtungen, der hat natürlich das Monopol durch sein Geld, der kann ganz anders forschen. Die Frage ist immer, bleibt es bei der Forschung und mit welchen Ergebnissen wird dann weiter gemacht.

I: Gleichzeitig wird das dann auch als open source rausbringen, wo dann jetzt quasi auch viele kritische Stimmen hochgehen: ja wir wissen ja selber noch nicht mal genau, was mit der KI passiert und ob die nachher auch für gefährliche Zwecke einsetzbar ist. Und dann wird quasi dieses, ja Konstrukt was wir selber noch nicht durchschauen, gleich für die Allgemeinheit zugänglich gemacht. Kann ja vielleicht auf der einen Seite der Forschung auch nutzen, auf der anderen Seite ist es vielleicht auch gefährlich. Wie kann man so einen Spagat am besten über die Bühne bringen?

B: Ich würde immer sagen, in dem man generell schon in dieser Forschung hingeht und sagt: menschenzentrierte Forschung. Das heißt ich richte mich immer danach am Mensch aus, wohin ich will. Was hilft dem Mensch, was ist sinnvoll. Und dann natürlich wertebasiertes engineering value based design. Sich überlegen, ist es in-line mit meinen Werten, mit Demokratie. Das also niemand ausgeschlossen wird, sondern auch eine Teilhabe da ist. Das liegt ja auch immer am Algorithmus, ne. Welche Daten füttere ich, damit diese KI dann auch entsprechend so und so läuft. Und wie richte ich das an Werten aus, ja ethischen Überlegungen. Bin ich wirklich überzeugt, dass mir diese Technologie hilft: ja, nein. Immer wieder da.

I: Wenn Sie jetzt gerade das Thema Daten so aufgreifen, ich habe auch Ihre wo sie mit Teil gemacht haben diese Studie vom Fraunhoferinstitut habe ich ja auch durchgelesen. Da ist ja auch drauf hingewiesen worden, dass gerade in der Bauwirtschaft eben das Problem ist, dass man nicht an die Daten irgendwie richtig hinkommt, dass das oft als Unternehmensgeheimnis verstanden wird, diese Daten, die man erhebt bei Bauprojekten. Sollten Unternehmen diese Daten teilen, oder wie ...?

B: Ja, am Bau haben wir ja sehr viele Daten. Also ich würde schon mal hingehen und sagen, die Daten sollten gefüttert werden. Ist ja immer die Frage, von was für Daten reden wir denn jetzt? Reden wir jetzt von Bautagebüchern, von Daten Angebot, von welchen Daten sprechen wir immer. Das kommt ja immer drauf an, was will ich denn jetzt beeinflussen, was will ich denn jetzt machen. Für was brauche ich denn jetzt den Algorithmus, brauche ich es für einen bestimmten Prozess, für einen Ablauf, brauche ich es für eine Aufbereitung, für eine Entscheidungsgrundlage wo ich als CEO dann eine Entscheidung für eine

unternehmerische Strategie treffe. Brauche ich es für draußen, Baustelle, dass gewisse Dinge schneller, einfacher gehen.

I: Jetzt ist mir gerade noch was eingefallen, jetzt habe ich es vergessen.

B: Wo waren wir gerade?

I: Bei den Daten waren wir gerade. Genau, und die sind ja eben oft genau unstrukturiert in der Baubranche und eben nicht allgemein zugänglich, würden Sie sagen das ist das größte Hindernis für die Branche jetzt allgemein, weil ich sag mal die steht ja jetzt noch relativ weit hinten an in Bezug auf KI.

B: Ja, man muss sich da glaub ich Experten auch heranholen der dort drin geschult ist, und da liegt es auch das wir das im Curricula noch nicht alles haben. Ich weiß nicht, wie es bei dir im Studium jetzt war, meines liegt schon einige Zeit zurück, da war das Thema Digitalisierung und KI noch weit weg. Da gab es diese Diskussionen wie wir sie jetzt führen noch gar nicht. Ich weiß nicht, ob das bei euch jetzt mittlerweile in jedes Fach schon mit einfließt, BIM?

I: Nein, nein.

B: Ne, ist es vorenthalten nur bei einem Fach und wenn ja ist es vielleicht sogar nur freiwillig, dass es gar kein Muss ist? Dass es gar kein fester Bestandteil ist vom Studium?

I: Also das wurde bei uns so mehr oder weniger als extra Fach behandelt und viele Professoren sind da auch noch, ich sag mal von der alten Schule, und kennen sich da auch selber nicht mit aus. Das heißt es ist dann schon eher das klassische Studium und wird dann am Rand in gewissen Fächern ergänzt mit solchen Dingen.

B: Ja, ja okay. Also wichtig ist ja natürlich schon, dass man im Ingenieurstudium als Bauingenieur noch die Grundlagen beherrschen und die Herangehensweise und wie ich strukturiert arbeite und eine Baustelle als Bauingenieur dann in der Bauleitung meinetwegen umsetze und anwende. Aber wichtig ist dann schon, unter Zuhilfenahme von solchen neuen Technologien wie was erleichtert auch mein Aufgabenfeld. Oder brauche ich vielleicht sogar gewisse neue Qualifikationen, damit ich erst vorbereitet bin für das, was mein innovationswilliger Arbeitgeber

erwartet. Das ist nämlich die andere Seite. Also in Interviews höre ich immer mehr die Erwartungshaltung von Arbeitgebern, wir wollen jetzt pfiffige junge Leute, weil wir haben das Know-how nicht aber die bringen es doch sicher von der Hochschule mit. Und da hängt es, das ist nämlich immer noch nicht der Fall. Du brauchst so wie zum Beispiel "Building Smart" oder andere Berufsnetzwerke das Anbieten, so eine BIM Qualifikation. Weil KI-Experte, das obliegt ja der IT. Das heißt man müsste dann schon hingehen und im Unternehmen gucken, haben wir die Ressourcen, auch finanzieller Art, um jetzt so eine Abteilung oder eine One-Man-Show aufzubauen, wo dann sich andere Experten dranhängen. Wo so ein ITler, so ein gewiefter, kommt und sagt „also euer größtes Problem ist da und da und da könnte ich euch helfen das mit einer KI besser zu bewältigen“. Da braucht es aber einen Experten, das kann nicht von 0 auf 100 geschehen. Und das muss auch jemand sein der sich da einarbeitet in die ganze Unternehmenskultur. Wie viele Leute sind da drinnen, wo braucht man das, sind es ähnliche Baustellen oder sind alle unterschiedlich, wie ist die Unternehmensgröße, lohnt sich das Investment dann überhaupt? (...) Das ist schwierig. Da kann ich auch keine 0815 Antwort draufgeben, weil da ist jedes Unternehmen tickt individuell.

I: Welche zukünftigen Trends oder Innovationen in der KI sehen Sie als am einflussreichsten an für die Bauindustrie?

B: Also gerade was den Zeitfluss angeht denke ich ist es wichtig diese Kontrolle, das Monitoring, KI basiertes Monitoring von Baustellen. Die Abfrage wo stehen wir, was ist der Leistungsstand erbracht, wo müssen wir hin, dass im Abgleich.

I: Und dann quasi dieses automatisierte (und die Abrechnung) Büroarbeiten (genau), oder Dokumentations- und Abrechnungsarbeiten im Hintergrund.

B: Das ist die eine Geschichte, die zweite Geschichte wo ich ganz wichtig finde, ist die Transparenz gegenüber dem Auftraggeber. Zu zeigen, die Entscheidung, die am Anfang mal getroffen wurde im Bauprojekt, dass innerhalb dieser Zeit mit dem Budget zu der Qualität zu liefern. Das dieses Leistungsversprechen auch tatsächlich realisiert wird. Und das kann man ja wunderbar machen, in dem man das Ganze visualisiert, also dann mit dem digitalen Zwilling zusammen, und die KI zusammenbringt und die Daten mit einspeist. Und sagt hier, okay, du kannst dieses

Gebäude begehen, du siehst auch schon das und das wurde fertig gestellt, das und das ist noch offen.

I: Ja, cool. Was meinen Sie, also ja wieder die Sprache über große Sprachmodelle, wie können große Sprachmodelle das Projektmanagement in der Bauindustrie verbessern? Da haben Sie wahrscheinlich keine Antwort?

B: Ja, das überlasse ich jemanden der darin bewandert ist.

I: Das ist okay. Aus bildungstechnischer Sicht, wie sollte sich die Bauindustrie entwickeln, um Fachkräfte auf eine KI integrierte Zukunft vorzubereiten?

B: Ganz klarer Fall: das Curricula, die Bildung, die Lehrinhalte müssen entsprechend angepasst werden. Ohne das Grundingenieurswissen zu verschmälern, also das muss schon bestehen bleiben. Aber da liegt es dran, sind die Lehrkräfte qualifiziert? Machen die vielleicht Zusatzausbildungen um diesem ganzen gerecht zu werden, diesem Trend? Was ist die Strategie der Hochschule? Will die sich dieser Verantwortung stellen und wenn ja welche Maßnahmen ergreift sie, um dieses Wissen an die junge Generation zu transferieren? Also da zählt jetzt nicht mehr, wenn ich lang als Professor 30 Jahre da war und es hat immer funktioniert. Ich muss mich da auch öffnen und dieser Neuausrichtung gerecht werden. Durch neues Wissen, was ich mir aneigne. Weil die junge Ingenieure die sind wissbegierig. Wie du, mit der Arbeit.

I: Ja, danke. Wie kann Ihrer Meinung nach KI die menschliche Expertise im Bauwesen ergänzen und was ist das ideale Verhältnis zwischen automatisierter und menschlicher Entscheidungsfindung? Gibt es da überhaupt ein optimales Verhältnis?

B: Für das sind wir Menschen zuständig, das ist immer ganz an obererster Stelle. Wie dieses Verhältnis sein soll und wie es dann auch funktioniert und umgesetzt wird. Denn ich entscheide ja als Mensch was gebe ich ab, was möchte ich in Zukunft, was war eher so Routine, was kann ich abgeben an Aufgaben und kann mehr meiner Kreativität nachgehen? Und das, was ich eben nicht an eine Maschine abgeben kann. Wenn ich jetzt eine hohe Datenkomplexität habe, die haben wir ja am Bau, von jeder Seite, diese Datenkomplexität, dann kann ich doch hingehen und sagen, die Komplexität lasse ich mir jetzt von einer KI aufbereiten, und natürlich mit

einer gewissen Vorgabe was ich hinterher damit machen möchte, und dann hilft mir das in meiner Entscheidungsfindung den Weg festzusetzen. In welche Richtung ich gehe.

I: Super. Kann KI eine bedeutende Rolle bei der Verbesserung von Sicherheitsstandard und Einhaltung von Vorschriften in Bauprojekten spielen?

B: Ja, also Thema Datensicherheit. Denke ich sicher, dass da KI eine Verbesserung auch sein kann. In dem nämlich Daten nicht mehr verloren gehen, sondern aufbereitet, erfasst an einer Datenplattform für alle am Bau für das Projekt Zuständige zugänglich. Also es fällt nichts mehr unter den Tisch, das ist ja ganz wichtig. Weil oftmals hat einer die Info, die allerneuste, und die kommt gar nicht an die Anderen ran. Insofern finde ich das wichtig, dass da alles erfasst wird und zugänglich ist für alle. Dann natürlich Thema Arbeitssicherheit. Sicherlich können gewisse Strukturen Arbeit auch sicherer machen am Bau. Indem nämlich Maschinen gewisse Arbeitsvorgänge übernehmen. Wo der Mensch dann nicht mehr macht. Also andere Geschichte ist natürlich auch körperliche Sicherheit, dass man besonders stark belastende Arbeiten abgibt an eine automatisierte Form, zum Beispiel so einen Malroboter, der über Kopf die Decke streicht oder weiß der Kuckuck. Also Dinge wo ein Mensch hinterher zum Arzt geht und Schäden davonträgt. Ja, die gibst du lieber ab und das läuft dann routiniert ab, und zügiger.

I: Können Sie persönliche Erfahrungen oder Einsichten teilen, die Sie mit der Implementierung von KI im Bauwesen gemacht haben?

B: Ich denke das spricht jetzt aus dem, was wir jetzt so besprochen haben, oder? (Das stimmt) Die Erfahrungen aus den Interviews was da mitgeteilt wurde. Das eben die größeren Unternehmen da mehr Einblicke noch haben. Und dass sie es aber auch teilen sollten mit den mittleren und den kleineren Unternehmen. Dass die da auch so einen Erfahrungsaustausch haben.

I: Jetzt hätte ich noch eine Frage, und zwar da gab es mal eine Umfrage, oder beziehungsweise es war keine Umfrage, sondern die haben Online-Stellenbörsen durchsucht, die Frankfurter Allgemeine Zeitung. (Ja) Und da ging es um die Einstellung von Fachpersonal für generative, künstliche Intelligenz, und da war das

Bauwesen ganz zum Schluss als Branche aufgeführt mit, ich glaube 0,2 Prozent von Leuten, die eingestellt wurden, sind dann quasi nur in der Baubranche für KI eingestellt worden. Können Sie sich das irgendwie erklären, an was das liegen könnte?

B: Ja es gibt sicher Branchen, die sind da schon ein Stück weiter. Die haben es erkannt, den Mehrwert, und setzen da mehr Menschen ein schon. Und haben auch die Quali. Jetzt am Bau, wie du ja auch sagst, es ist noch nicht im Studium angekommen, wo soll das Wissen herkommen? Ich kann ja nur eingestellt werden für generative KI und mich da einarbeiten, wenn ich einen gewissen Zugang schon habe. Also ich könnte mir vorstellen, dass bei Medizin oder Automobilindustrie, Biotechnologie, da geht schon ganz viel.

I: Also würden Sie sagen der Mehrwert ist auf Grund von fehlender Bildung noch nicht erkannt worden?

B: Ja, oder man hat sich noch nicht eingängig damit beschäftigt, weil man sagt „ach, bei uns läuft es doch am Bau und meine Auftragsbücher sind voll“. Das Argument zieht ja jetzt sowieso schon gar nicht mehr, weil es nicht mehr der Fall ist (lacht). Also da spricht schon allein die Faktenlage dagegen. Ich muss mich also innovativ aufstellen, damit ich überhaupt wettbewerbsfähig bin. Und dann muss ich natürlich auch als Unternehmer hingehen und mich dem Öffnen und Sagen, Mensch was gibt es denn da schon, wer hat denn da Erfahrungen, und was brauche ich, wo habe ich Felder wo ich noch gar nicht dran gedacht habe jetzt an eine neue Technologie mich ranzutrauen. Weil die mir vielleicht helfen könnte, einen Mehrwert zu schöpfen.

I: Ja super, vielen Dank!

B: Ist viel, ne? Das Thema und dann noch am Bau, ist eigentlich eine Wonne. Es ist ein Spielfeld, weil man immer noch am Anfang stehen.

I: Das stimmt, das stimmt. Jetzt hätte ich noch eine Frage, darf ich Sie namentlich nennen in meiner Thesis, oder soll ich Sie da anonymisieren.

B: Ja, gerne.

I: Ja, haben Sie da auch Interesse dran, dass ich Ihnen die auch zukommen lasse, wenn die fertig ist?

B: Ja, das fände ich toll, gerne.

I: Mache ich gerne.

B: Das finde ich zum Beispiel auch immer ganz arg wichtig, dass man dann sieht, was kommt an Erfahrungen zusammen. Mich interessiert es ja schon deswegen, was haben andere aus deinen Interviews gesagt und wie kommt das zusammen? Wie ziehst du die Quintessenz raus?

I: Ja, das wird auch das erste Mal, dass ich das versuche.

B: Ja, ich wünsche viel Erfolg!

I: Gut, vielen Dank. Super, dass Sie sich die Zeit genommen haben, es war ein tolles Interview.

B: Ja, gerne. Und kleiner Tipp am Rande: wenn von außen irgendwelche Argumente immer wieder kommen „ach das brauchen wir nicht am Bau und was ist das für ein neumodischer Quatsch“, bleib am Ball. Das hilft auf jeden Fall den Bau insgesamt und als Branche voranzubringen. Es braucht Vordenker, es braucht Leute, die outside of the box denken, die das Rad einfach nach vorne bringen. Lass dich nicht beeinflussen.

I: Danke, das versuche ich, ja. Super. Dann vielen Dank und dann wünsche ich dir noch einen schönen Tag.

B: Danke, dir auch, alles Gute.

I: Danke, tschüss.

Transkription 2

Passage: Transkription ab Minute 04:08

Datum: 12.02.2024

Dauer: 22:20 Minuten

Interviewer: Jonathan Loeffler

Befragter: David Riechert

Transkription nach Kuckartz (2010)

Sprache: Deutsch

I: Könntest du dich vielleicht noch kurz am Anfang ganz kurz vorstellen nochmal?

B: Kann ich machen, ich will nur dazu sagen, meine Kinder sind im Background. Also wenn es dich nicht stört, dann die schreien dann ab und zu mal, das wird dann zu hören sein.

I: Ah das ist nicht so schlimm, ich transkribiere es eh manuell.

B: Alles klar. Was willst du denn in der Vorstellung hören? Also was mein Background ist, was ich gemacht habe und was ich aktuell mache?

I: Genau, auch gerade vielleicht wie du in Verbindung mit Digitalisierung, Innovation und Künstliche Intelligenz stehst. Also was dich so als Experten ausmacht auf dem Gebiet.

B: Ja, ja okay, klar. Dann sag an, wenn es losgehen soll.

I: Geht los.

B: Achso, hast schon angefangen.

I: Hab schon angefangen.

B: Ja, hallo, David Riechert mein Name, 38 Jahre alt, komme aus Deutschland wohne aber mittlerweile mit meiner Frau und zwei Kindern hier im Norden von Schweden. Habe vor ja knapp nicht ganz 20 Jahren Bauingenieurwesen studiert, war dann über zehn Jahre aktiv auf verschiedenen Positionen. Angefangen vom Ingenieurwesen, bis hin zur Bauleitung, später Projektleitung und dann technischer Leiter. Verschiedene Baufirmen durchlaufen, ausschließlich im Ausland gearbeitet, erst Schweden, Skandinavien. Dann mittlerer Osten, in den Emiraten, in Dubai, ein paar Mal in Saudi-Arabien gewesen. Habe dort für die Firma Bauer Arbeitsvorbereitungen gemacht und bin über meine letzte Position dort eben in die Thematik Digitalisierung im Bauwesen reingeschlüpft. Hatte natürlich schon immer eine Affinität zu IT und Themen in dem Bereich. Und eben durch die letzte Aufgabe da dann auch professionell auf diese Schiene gekommen und habe mich da so die letzten fünf Jahre immer weiter spezialisiert. Habe dann noch weitere Abschlüsse gemacht, auch in dem Thema, Plattformen, Strategien, ja diverse Coding Bootcamps und unzählige Stunden vom Selbststudium was das Programmieren

angeht durchlaufen und ja, bin jetzt bei der Firma Northvolt hier in Schweden in der IT- und Digitalisierungsabteilungen und betreue da diverse Themen und Projekte.

I: Ja super, damit eignest du dich wunderbar als Experte für meine Masterarbeit (das freut mich). Und zwar hat die aktuell den Titel "Exploration von Einsatzmöglichkeiten und Einflussfaktoren von großen Sprachmodellen in der Bauindustrie zur Effizienzsteigerung, Anpassungsfähigkeit und zur Förderung von Nachhaltigen Praktiken". Ich habe da ja so einen kleinen Fragekatalog mal vorbereitet, an dem könnten wir uns vielleicht so ein bisschen entlanghangeln. (Ja gerne) Da wäre dann die erste Frage schonmal zum Thema Integration von KI in der Bauindustrie: Wie würdest du da basierend auf deinen Erfahrungen den Einfluss von künstlicher Intelligenz, also vielleicht auch gerade insbesondere von großen Sprachmodellen auf die gegenwärtige und zukünftige Landschaft der Bauindustrie sehen?

B: Also generell, dass diese ganzen Themen natürlich Einfluss auch auf die Bauindustrie irgendwann mal haben, werde denke ich mal ist außer Frage. Ich denke mal die größte Herausforderung, womit die Bauindustrie oder die gesamte Baubranche kämpft, ist halt einfach die Akzeptanz von solchen neuen Technologien. Und inwieweit oder wie schnell diese dann halt auch flächendeckend zum Einsatz kommen. Also, dass Einfluss über diese Technologien auf die Baubranche da sind, oder Einflüsse da sind, ist denke ich mal nicht, steht nicht zur Debatte.

I: Haben große Sprachmodelle deiner Ansicht nach Einfluss auf die Effizienz und die Nachhaltigkeit von Bauprojekten oder können die da Einfluss drauf nehmen?

B: 100%. Absolut. Ich denke mal es wird jeden Bereich, jeden Bereich ja anfassen oder abdecken in irgendeiner Form. Ist halt wie gesagt, das wird eine Weile dauern. Wir kämpfen ja jetzt schon seit mehreren Jahren da eine Plattform auf die Beine zu stellen und da sind wir ja noch ganz weit weg von irgendwelchen KI-Themen. Da geht es ja erstmal standardmäßig darum, überhaupt erstmal einen Raum zu schaffen, wo sich die Akteure der Baubranche digital treffen und austauschen. Und selbst das ist schon eine riesen Herausforderung, weil es halt so sehr gewachsene Strukturen halt auch sind.

I: Ah ja super, damit hast du mir quasi die nächste Frage schon ein bisschen vorneweg genommen, da wäre es nämlich über die Anpassungs- und Implementierungsherausforderungen gegangen. Also könntest du es vielleicht nochmal kurz zusammenfassen, was würdest du so als die Hauptprobleme bei der Integration von solchen Technologien und von KI in Bauabläufe sehen?

B: Vom Problem, oder das Wort Probleme mag ich halt nicht so sehr, ich nenne es gerne Herausforderungen, die wir dann abzuleisten haben oder abzuarbeiten haben, damit wir auch noch ein bisschen was zu tun haben. Wie gesagt, ich denke mal, oder ich bin davon überzeugt, dass es eine reine Kopfsache ist. Das ist halt eine reine Frage der Mentalität und der Akzeptanz von diesen Technologien und das sehe ich als größte Herausforderung.

I: Und wie könnten wir diese Herausforderung überwinden?

B: In dem wir zum Beispiel solche Initiativen, die der Professor Bühler zum Beispiel zusammen mit noch ein paar anderen und meiner Wenigkeit auch, eben immer weiter kommunizieren und immer weiter vorantreiben und dadurch halt Fahrt aufnehmen und immer mehr early adopters gewinnen und einfach zeigen, dass es halt auch besser geht und effizienter geht.

I: Also ist es ein Stückweit auch so, dass die Unwissenheit von den Leuten über diese Technologie, also mangelnde Schulungen oder die Leute werden nicht richtig an das Thema herangeführt?

B: Unwissenheit sicherlich auch, aber ich denke mal es hat auch viel was mit, Angst ist auch so ein böses Wort, aber ja das klingt immer so weit weg. KI klingt so weit weg und klingt so groß und so nichtssagend irgendwie. Man kann sich gar nichts darunter vorstellen, wenn man sich nicht damit beschäftigt und ich glaube, das macht halt auch viel aus. Das halt wie gesagt Angst möchte ich nicht sagen, aber zu mindestens, dass da so ein bisschen Vorsicht ist. "Ah, ist das auch alles gut für uns", das denke ich mal ist ein Hauptgrund auch. Es wird ja, es ist ja nicht so, dass nichts passiert, also es wird ja viel gemacht und es finden ja auch viele Workshops statt und Vorlesungen und so weiter in diese Richtung, aber trotzdem, es ist halt noch nicht in der breiten Masse angekommen.

I: Wie sollten deiner Meinung nach ethische Überlegungen und Datenschutzbedenken bei der Implementierung von KI-Technologien im Bauwesen berücksichtigt werden?

B: Gut, ich denke mal da sollte eigentlich keine Abgrenzung zu irgendeiner Branche oder Industrie stattfinden, wenn es um diese Themen geht. Also ich denke mal, dass da der Datenschutz berücksichtigt werden muss und auch ethische Themen sollten nicht zur Debatte stehen. Und das sollte auch übergreifend sein und nicht auf eine bestimmte Branche bezogen. Also natürlich müssen diese Themen zu 100%, ja, das sollte alles konform sein, dass da nichts aus dem Ruder läuft. Egal in welcher Branche.

I: Und, basierend auf deiner Erfahrung, welche zukünftigen Trends und Innovationen von Künstlicher Intelligenz siehst du als die am einflussreichsten an für die Bauindustrie?

B: Also auch aus meiner Erfahrung aus der Vergangenheit, womit so schon sehr viel Zeit verbracht wird, sind halt zum Beispiel Themen wie Arbeitsbeschreibungen, oder Method Statements halt zu verfassen und, ja. Letztendlich ist es immer das Gleiche, das sind halt Textbausteine und die halt irgendwie zusammengeflickt werden, sodass es halt zu dem aktuellen Projekt passt, oder zu dem Teilbereich eines Projektes. Und da sehe ich schon sehr große Unterstützung, weil es letztendlich genau das ist, was Sprachmodelle halt gut können. Ja halt Beschreibungen, Textausgabe auf ein ganz bestimmtes Thema. Und wenn es halt hier speziell antrainierte Modelle gibt mit ganz bestimmtem Fachwissen für einen ganz bestimmten Bereich, zum Beispiel Spezialtiefbau, wo wirklich sehr spezielle Dinge dann auch wichtig sind, die zu berücksichtigen sind. Da sehe ich schon, dass da innerhalb von kürzester Zeit ganz spezialisierte Arbeitsbeschreibungen halt auch verfasst, werden können über solche Modelle.

I: Würdest du auch sagen, dass es im Bau, du hast jetzt Spezialtiefbau genannt, aber du meinst sowieso es würde sich auf sämtliche Bereiche...

B: Das war jetzt nur ein Beispiel, weil es halt schon doch teilweise sehr speziell ist. Sicherlich ist das in anderen Bereichen in der Baubranche ähnlich. Da kann ich nur

halt aus eigener Erfahrung sprechen, dass es halt zum Teil sehr spezielle Themen gibt und ja, wenn es dann halt Modelle gibt, die auf dieses spezielle Wissen trainiert sind, dann sehe ich da große Möglichkeiten auf jeden Fall.

I: Als nächste Frage hätte ich aus dem Katalog "Wie können große Sprachmodelle das Projektmanagement, das Projektmanagement in der Bauindustrie verbessern"?

B: Gut, Kommunikation ist ja ein großes Thema, gerade im Projektmanagement. Und, also ich nutze zum Beispiel jetzt auch schon große Sprachmodelle, wenn wir von dem großen Elefanten mal sprechen wollen, ChatGPT. Um zum Beispiel einfach meine tägliche Kommunikation zu meinen Stakeholdern, zum Management, aber auch zu meinen Mitarbeitern zu optimieren und einfach auch um Zeit zu sparen, um viel effizienter zu arbeiten. Und denke mal das steht außer Frage, und das ist auch nicht branchenspezifisch.

I: Würdest du sagen, dass da große Sprachmodelle das Potential dazu haben, quasi sämtliche Bürotätigkeiten, die an so einem Bauprojekt anfallen, zu automatisieren?

B: Also zum Beispiel Standardfragen kann ich mir sehr gut vorstellen. Also tägliche Themen, womit die Teams auf Baustellen oder auf Projekten beschäftigt sind. Ja, sehe ich schon so. Oder Tagesberichte zum Beispiel verfassen, also diese ganz praktischen Themen, womit ja täglich Menschen zu tun haben. Was aber ja letztendlich auch immer wieder standardmäßig teilweise ist, da sehe ich schon, dass solche Tätigkeiten eben die Arbeit erleichtern würden.

I: Aus bildungstechnischer Sicht, wie sollte sich da die Industrie entwickeln, um Fachkräfte quasi auf eine KI-integrierte Zukunft vorzubereiten?

B: Ja, also da rede ich ja schon länger von, also das hat auch nichts mit KI zu tun, sondern im Allgemeinen. Digitale Themen, also wir müssen halt einfach schauen, dass wir auch schon in der Lehre, im Studium für Bauingenieure zum Beispiel, halt gewisse Themen schon mit abdecken. Also dass man halt einfach schon mal in Berührung mit Entwicklung kommt, mit Programmieren kommt, mit der Cloud. Also was wie funktioniert eine Datenbank, was ist eine Datenbank, wie funktioniert die Cloud? Das man halt solche Themen einfach schon viel früher integriert in die Ausbildung der zukünftigen Bauingenieure. Und das ist zum Beispiel auch ein Thema, welches ich mit dem Professor Bühler an der HTWG ziemlich stark

vorantreibe seit über einem Jahr jetzt, wo wir halt schon ja diverse Kurse in diese Richtung anbieten. Ja also wir haben jetzt zum Beispiel im letzten Sommersemester eine Baustellentagebuch-App zusammen mit den Studierenden entwickelt. Ja das haben die selber gemacht und zum Schluss hatte jeder eine funktionierende App, die im Internet gehostet war. Und da finde ich sollten wir viel mehr drauf gehen.

I: Jetzt kann ja KI quasi die menschliche Expertise im Bauwesen ergänzen, würdest du sagen da gibt es irgendein ideales Verhältnis zwischen automatisierter und menschlicher Entscheidungsfindung?

B: Also ich denke mal wir sollten es immer so betrachten, dass die KI uns unterstützt und unsere Arbeit erleichtert und vielleicht uns selber effizienter macht. Ich denke mal wir sollten nicht zu schnell, vielleicht auch gar nicht, in die Situation kommen, wo wir dann nur noch Zuschauer sind. Also ich denke mal schon, dass wir immer noch die- oder derjenige sein sollten, die dann letztendlich auf den Knopf drückt oder die Entscheidung fällt. Ich denke mal es sollte immer als Unterstützung gesehen werden.

I: Kann KI auch eine bedeutende Rolle bei der Verbesserung von Sicherheitsstandards und der Einhaltung von Vorschriften in Bauprojekten spielen.

B: Kannst du das nochmal ein bisschen genauer definieren?

I: Ja, also wenn man sich das ja so zeitlich anschaut, dann ist man irgendwann bei der ganz autonomen Baustelle. Da würde ja quasi dann alles von der KI aus gesteuert werden und der Mensch hätte dann quasi gar keinen Einfluss mehr.

B: Du meinst, dass dann auch keine Menschen mehr auf den Baustellen sind, somit das Thema Health und Safety gelöst ist, weil es dann keine Unfälle mehr gibt und keine Verletzten.

I: (lacht) Das wäre natürlich das Optimum.

B: Ja, das wäre das Optimum. Ja, wenn wir da hinkommen, ist es natürlich toll. Ich meine umso weniger menschliche Interaktion, umso weniger Fehler passieren, ich denke mal das ist auch klar.

I: Kannst du vielleicht noch persönliche Erfahrungen oder Einsichten teilen bei der Implementierung von KI-Technologien im Bauwesen speziell?

B: Kann ich nicht direkt, aber ich kann natürlich ein bisschen auf ein paar Themen eingehen, die, mit denen ich aktuell zu tun habe. Aber wir waren halt, als ich in dieser Rolle war noch nicht so weit, das wir, das war halt ja vor fünf Jahren etwa, da fing das natürlich alles erst an. Aber wir hatten noch keinen use case den wir irgendwie aktiv auf irgendein Projekt genutzt haben.

I: Jetzt hatte ich vorher noch eine Frage, die mir irgendwie zwischendurch in den Sinn gekommen ist, die mir aber jetzt blöderweise grad nicht mehr einfällt. Was war das?

B: Im Zusammenhang mit welcher Frage war es denn, weißt du das noch? Vielleicht können wir es ja zusammen, vielleicht kommen wir ja zusammen drauf.

I: Das war noch vor den persönlichen Einsichten, da hattest du irgendwas gesagt.

B: Da hatten wir über das Thema Sicherheit gesprochen, dass wir irgendwann mal komplett automatisiert unterwegs sind und keine Menschen mehr auf den Baustellen.

I: Ja, aber das war es nicht aber ich glaube ich komme jetzt auch grad nicht mehr drauf.

B: Wahrscheinlich, wenn du es dir später anschaust, und du die Frage dann wieder hörst, dann fällt es dir wieder ein.

I: Ja das kann gut sein.

B: Kannst du mir dann ja auch schreiben, dann antworte ich dir.

I: Okay, super. Ja vielen Dank ansonsten für das Interview. Darf ich dich namentlich erwähnen in der Thesis?

B: Mach das, kein Problem. Ich stehe für alles, was ich gesagt habe. Das ist halt meine persönliche Einschätzung.

I: Ja super. Ich danke dir.

B: Ja, dafür nicht. Viel Erfolg weiterhin Jonathan.

I: Ja danke, dir auch und mach es gut.

B: Ja, schönen Abend noch, man sieht sich.

I: Gleichfalls, tschüss.

Transkription 3

Passage: Transkription ab Minute 01:46

Datum: 16.02.2024

Dauer 19:01 Minuten

Interviewer: Jonathan Loeffler

Befragter: Sven Peper

Transkription nach Kuckartz (2010)

Sprache: Deutsch

I: Bist du damit einverstanden, wenn ich das Ganze aufnehme?

B: Passt, nimm es gerne auf.

I: Ja super. Vielleicht könntest du dich mal ganz kurz vorstellen und was dich so als Experten für KI, Digitalisierung und vielleicht sogar für große Sprachmodelle ausmacht?

B: Okay. Ja, Sven Peper, arbeite bei der Peri in Süddeutschland in der Zentrale. Bin dort verantwortlich für den ganzen Themenkomplex rund um Building Information Modeling. Wo es eben auch drum geht, auf Grundlage von Bauwerksdaten und damit verknüpften Technologien, Anwendungsfälle zu generieren. Und dazu gehört natürlich, zu diesem verknüpfen von Anwendungsfällen und den weiteren Technologien, gehört natürlich KI absolut mit dazu. Deshalb habe ich jetzt über meinen beruflichen Alltag Berührungspunkte mit der Technologie und mit Anwendungsfällen.

I: Ja, sehr cool. Wie würdest du denn basierend auf deinen Erfahrungen den Einfluss von KI, also insbesondere vielleicht auch große Sprachmodelle wie ChatGPT, auf die Landschaft der Bauindustrie sehen?

B: Ja gut, ich würde mal sagen das ist relativ neu jetzt noch. Also nicht mehr so neu, aber es ist trotzdem in der Breite erst seit kurzem bekannt. Das heißt, wir haben auf der anderen Seite da noch eine Branche die sehr veränderungs-, ich nenn es jetzt

mal nicht unwillig, aber veränderungsresistent ist. Das heißt, ich glaube es wird einen Einfluss haben, eher dann in den technologischen Lösungen. Also was die Technologie anbelangt, ist es glaub ich super easy. Du hast irgendwie eine Integration von KI in verschiedene Analysen als Co-Pilot für den Bauleiter, etc. Ich glaube das wird sich technisch relativ schnell umsetzen lassen. Die Frage ist halt nur die Akzeptanz, die ist in der Baubranche immer schwierig zu erreichen. Aber generell glaube ich, dass sich einfach die Tools weiterentwickeln, nutzerfreundlicher werden, mehr leisten können, als sie es heute können. Und dass wir halt auch extrem viele Aufgaben, die, wo es wirklich nur um Klick Arbeit geht, oder um irgendwie Daten zu verknüpfen, dass wir die über KI auch einfach unterstützen oder komplett automatisieren können.

I: Ja cool. Auf welche Weise können denn deiner Meinung nach KI Technologien Effizienz und die Nachhaltigkeit verbessern? Vielleicht auch ein bisschen ein Bezug auf große Sprachmodelle.

B: Ja, das ist jetzt die Frage, große Sprachmodelle. Gut, du hast natürlich einerseits die Möglichkeit anders mit Software zu interagieren, anders Befehle in Software einzugeben und auch andere Antworten zurückzubekommen. Also wo du bisher irgendwie eine komplexe Analyse zurückbekommen hast, wo du dann trotzdem irgendwie Grundlagen beherrschen musstest oder auch fortgeschrittene Kenntnisse haben musstest, kann dir jetzt halt auch einfach ein großes Sprachmodell entsprechend auch so zusammenfassen, dass es einfach verständlich ist. Also du kannst dir halt Informationen ausgiebig oder knapp zusammenfassen lassen. Egal ob das jetzt irgendwie der Fortschritt eines Bauvorhabens ist, wenn ich auf die Effizienz schaue, Störfaktoren, die ich dann irgendwie über die verschiedenen Prozesse meiden kann und dann mir aber auch über ein Sprachmodell ausgeben lassen kann. Oder aber auch jegliche Untersuchungen in Hinsicht auf eine, die Nachhaltigkeit eines Bauvorhabens. Gerade wenn ich Variantenvergleiche und dergleichen anstelle werde ich wahrscheinlich auch über Sprachmodelle und KI mehr Informationen rausbekommen.

I: Ja super. Du hast jetzt schonmal vorher erwähnt, dass die Akzeptanz in der Baubranche ein großes Problem ist. Was siehst du noch für

Implementierungsherausforderungen und wie denkst du können wir die überwinden?

B: Ich glaube tatsächlich, dass, es ist also wirklich primär das Kulturelle und halt eben die Rahmenwerke, rechtliche Rahmenwerke, da brauchst du halt Sicherheit.

I: Und was jetzt in anderen Experteninterviews zum Beispiel genannt worden war, waren early adopters und Bildung, dass man dahingehend quasi die Implementierung fördern kann. Würdest du das bestätigen?

B: Wo bist du jetzt gerade?

I: Bei der, immer noch bei der Implementierungsherausforderung quasi.

B: Du brauchst halt irgendwie Pilotprojekte, über die du anfangen kannst. Das heißt du musst irgendwie schnell Nutzen generieren können.

I: Wie sollten ethische Überlegungen und Datenschutzbedenken bei der Implementierung berücksichtigt werden und gibt es da einen Unterschied in der Baubranche? Oder würdest du sagen das ist eher branchenübergreifend dasselbe?

B: Ich würde eigentlich sagen, branchenübergreifend hast du Datenschutzbedenken. Ich würde sogar sagen, was den Bau anbelangt, vor allem es ist halt immer die Frage: Welche Bauwerke werden analysiert im Zuge einer KI-bezogenen, oder auf was baut der Datenschutz auf den du quasi heranziehst. Ja, deswegen, an der Stelle ist es wirklich fragwürdig. Also das Thema ist, wenn du jetzt irgendwie einen Datensatz hast der nur aus zum Beispiel Militärgebäuden oder irgendwie sowas besteht, oder öffentlichen und sicherheitskritischen Gebäuden, da ist natürlich Datenschutz extrem wichtig. Das wirst du gar nicht verwenden können. Aber ansonsten hätte ich jetzt gesagt, ja obwohl, du machst einen interessanten Punkt auf. Wer ist der Eigentümer des geistigen Eigentums an den Daten, die während des Bauvorgangs entstehen, ich glaube das ist eine ungeklärte Frage. Also zielt es darauf ab?

I: Ne, also ich bin ja, ich bin ein bisschen offen was die Ergebnisse dann nachher angeht, aber das ist ein sehr interessanter Aspekt, den du da nennst, der jetzt auch noch von keinem anderen genannt worden ist, den ich bestimmt aufnehmen kann.

B: Ja also das ist halt das, was immer die Frage ist. Das ist ja auch das Thema gerade weshalb New York Times zum Beispiel gerade OpenAI verklagen, die sagen "ihr habt eure KI mit unseren Artikeln trainiert, wer ist denn der Eigentümer der Trainingsdaten"? Also sind die überhaupt freigegeben dafür, also ich glaube das ist so die größte Schwierigkeit. Und das ist was, ja ich habe gerade einen mentalen Bogen noch schlagen müssen, aber generell, ich glaube das ist ein Thema, das ist noch komplett ungelöst. Also wir hatten das zum Beispiel jetzt letzte Woche wollten wir dann eine KI trainieren zur Erkennung von Schalungs- und Gerüstelementen. Wir müssen halt alle Bilder selber machen. Das ist okay, kannst du machen, aber gerade die Trainingsdaten zu generieren kann mitunter extrem aufwändig sein. Und gerade so Ownership an digitalen Assets im Bau ist extrem ungeklärt. Du kannst es einfach machen und hoffen, dass es keiner merkt. Wird wahrscheinlich auch the way to go sein. Aber rechts und links davon kann es schon sein, dass du damit Probleme hast. Jetzt muss ich nur kurz unterbrechen, weil ich habe gerade einen Postboten herlaufen sehen. Können wir einen ganz kurzen Cut machen und dann fortfahren?

I: Ja klar.

B: Okay, ich muss kurz hochgehen, kleinen Moment.

I: Kein Problem, bis gleich.

B: So, bin wieder da.

I: Ja super, dann können wir wegen mir auch gleich weiter machen mit der nächsten Frage (ja). Und zwar wäre die: basierend auf deiner Erfahrung, welche Trends und Innovationen in der KI würdest du, als die am einflussreichsten für den Bau ansehen?

B: Kannst du mir kurz ein paar Beispiele nennen, oder was meinst du mit Trends? Ich meine, wir haben es ja, oder hast du Beispiele? Dann kann ich dir vielleicht besser antworten.

I: Ich hätte jetzt verschiedene Softwarelösungen, KI-basierte Softwarelösungen, gesagt, die es ja schon ein Stückweit vielleicht gibt. Und, ja, also es gibt ja zum Beispiel irgendwelche Software für das Projektmanagement, oder für das Warenmanagement, oder für Kommunikation. In anderen Branchen gibt es ja zum

Beispiel auch schon Chatbots für den Kundensupport, oder solche ganz allgemeinen Geschichten, was du da als relativ einflussreich für den Bau betrachten würdest.

B: Ja also ich glaube es geht von bis. Also egal wo du KI integrieren kannst, machst du es rein. Egal ob jetzt in Projektmanagementsoftware, um Fortschritte und dergleichen besser tracken zu können und besser reporten zu können. Bis hin zu externe Wissensdatenbanken besser anknüpfen zu können. Ich meine es ist ja ein Unterschied, ob du jetzt X verschiedene Artikel in internen Wissensdatenbanken durchklicken musst, bis du deine Antwort hast. Oder du hast eine KI, die dir das alles sucht und dir eine Antwort zurechtschneidet, maßgeschneidert auf deine Frage. Das finde ich schon also extrem spannend, also KI, Chatbots, mit einer entsprechenden Datenbank dahinter, sehr cool.

I: Cool. Nächste Frage wäre über KI im Projektmanagement. Da hast du jetzt vorher schon angesprochen, dass du dir da wie so eine Art Co-Pilot für den Bauleiter quasi vorstellst. Fällt dir da noch was dazu ein, sonst können wir auch gleich zur nächsten Frage weitergehen.

B: Ja gut, aber du hast es ja dann für verschiedene Rollen. Egal ob das dann irgendwie Bauleiter, Projektsteuerer, auf Bauherrnseite, Bauherrnvertretung und dergleichen ist. Du kannst dir ja, jeder kann sich ja über KI quasi auch Ergebnisse zusammen fassen lassen in einen Report. Kannst sagen "Ok, warne mich wenn verschiedene Parameter in eine Richtung laufen die ich als kritisch wahrnehme". Das ist ja auch ein Thema zum Beispiel, du kannst ja einem großen Sprachmodell, kannst du ja auch mitgeben, so zum Beispiel "gib mir eine Warnung, wenn wir irgendwie fünf Prozent über der geplanten Zeit oder dergleichen sind".

I: Also dieser Soll-Ist-Vergleich quasi?

B: Ja, genau, genau.

I: Und über den Soll-Ist-Vergleich könnte man dann vielleicht indirekt auch gleich Aufgaben automatisieren?

B: Ja, mit Sicherheit. Also du kannst dir ja, ich glaube du kannst dir einfach extrem viele Aufgaben über eine KI automatisieren lassen. Das finde ich eigentlich das

Spannendste. Das du auch Software übergreifend dir Aufgaben automatisieren lassen kannst.

I: Wie kann deiner Meinung nach KI die menschliche Expertise ergänzen oder wie würdest das optimale Verhältnis zwischen menschlicher Entscheidungsfindung und automatisierter Entscheidungsfindung erklären?

B: Also ich glaube, was es auf jeden Fall braucht, ist eine gewisse Qualität im Datensatz, auf den die KI zugreift. Die muss sichergestellt sein, und dann ist es halt immer so, dass der Mensch die finale Entscheidung treffen muss. Aber er ja natürlich von der KI-Reports und dergleichen sich abrufen lassen können sollte. Also einfach mit Informationen versorgt werden können. Das können ja auch zu Beispiel Informationen sein wie, in 75 Prozent ähnlicher Situationen haben sich Projektleiter so und so entschieden.

I: Würdest du sagen, dass Sprachmodelle auch eine Rolle bei der Verbesserung von Sicherheitsstandards und Einhaltung von Vorschriften spielen können?

B: Jetzt, warte mal kurz, zu Sicherheit und Compliance? Ja, absolut. Wir haben ja eh einen Datenwulst, oder eine Überlast an Bauvorschriften seit den 90er Jahren. Das heißt du musst das eigentlich nur noch über irgendwelche KI-gestützte Querverknüpfungen hinbekommen.

I: Cool.

B: Ja, also du agierst ja irgendwie immer schon im rechtskritischen Raum, oder sehr häufig.

I: Jetzt war ja zum Beispiel Anfang 2023 gab es ja so einen offenen Brief von Elon Musk, irgendeinem Mitgründer von Apple und allen möglichen, die da unterschrieben haben, die einen Stopp für die Entwicklung von Modellen die Stärker als GPT, war es noch 3.5 oder war es schon 4, ich weiß es nicht, sind, gefordert haben. Weil sie KI als Gefahr für den Menschen quasi auch mit in Betracht gezogen haben. Wie stehst du zu solchen Annahmen?

B: Ich muss sagen es hat schon ein Risiko und es kann auch außer Kontrolle geraten. Deswegen bin ich der Meinung, dass man es schon bis zu einem gewissen Grad kontrollieren kann. Es kann, ich kann mir gut vorstellen, dass man schnell den Kontrollverlust hat, also ich finde es schon sehr kritisch.

I: Und dann kommen wir auch gleich noch zur letzten Frage, hast du noch irgendwelche persönlichen Erfahrungen oder Einsichten, die du mit der Implementierung von KI-Technologien im Bauwesen gemacht hast?

B: Ja, also wir bauen zum Beispiel gerade einen Chatbot der auf interne Datenbanken zugreift. Und entsprechend, ja, unseren Nutzern Wissen besser zugänglich machen kann.

I: Habt ihr da eine API zu OpenAI, gemacht, oder?

B: Ja, genau, also es geht über die Open AI (unverständlich) Integration.

I: Das, ja okay, ja cool, super. Das freut mich und ich glaube damit kann ich gut arbeiten, vielen Dank für das Interview!

B: Ja, sehr gerne, sehr gerne. Ja auch danke für dein Interesse. Ich habe parallel vier Anrufe bekommen, deswegen war ich immer mal ein bisschen distracted, man hat es vielleicht gemerkt. Weiß nicht, was da gerade Sache ist.

I: Also für mich hat alles sehr professionell gewirkt ich hab das gar nicht mitbekommen.

B: Ah ja sehr gut, ja das war so ein bisschen distraction. Deswegen ich würde auch direkt weiterziehen und da mal zurückrufen, ich weiß gar nicht was da los ist. Genau, aber du kannst mir gern schreiben, bei LinkedIn oder dergleichen, wie es lief. Und dann können wir auch nochmal so telefonieren.

I: Ja cool, mache ich. Vielen Dank. Dann wünsche ich dir alles Gute, bis dann, tschau Sven.

B: Ja, danke, bis dann, mach's gut Jonathan. Tschau, tschau, viel Erfolg.

I: Danke, dir auch, tschau.

Anhang 2

Hilfsmittelverzeichnis

Hilfsmittel	Abschnitt der Arbeit	Zweck
ChatGPT Version 4.0	Alle	Umformulierung einzelner Sätze zur Erzeugung eines besseren Leseflusses
ChatGPT Version 4.0	Abkürzungsverzeichnis	Alphabetische Sortierung der Abkürzungen
DeepL 24.1.1	Kapitel 3	Übersetzung von vorselektierten Studien für die Literaturanalyse
Google	Alle	Verschaffung eines Überblicks
Google Scholar	Kapitel 1-3	Suche nach themenrelevanten wissenschaftlichen Artikeln
ResearchGate	Kapitel 1-3	Suche nach themenrelevanten wissenschaftlichen Artikeln
Microsoft Teams Version 1.7.00.3653	Kapitel 3	Durchführung der Experteninterviews
OBS-Studios Version 30.0.2	Kapitel 3	Aufzeichnen der Interviews
oTranscribe	Kapitel 3	Manuelle Transkription der Interviews
Microsoft Word Version 2401	Alle	Schreiben der Arbeit
Citavi Version 6.3.0.0	Alle	Einfügen von Zitaten und Quellen

Anhang 3

Einwilligungserklärungen zu den Interviews

Einwilligungserklärung für die Teilnahme an Forschungsinterviews

Titel des Forschungsprojekts: Exploration der Möglichkeiten und Einflussfaktoren von großen Sprachmodellen im Bauwesen zur Effizienzsteigerung, Anpassungsfähigkeit und Förderung nachhaltiger Praktiken

Forschender: Jonathan Loeffler, Wirtschaftsingenieurwesen (Bau) an der HTWG Konstanz

Teilnehmer: Bianca Weber-Lewerenz

Datum des Interviews: 29.01.2024

Zweck der Studie: Diese Studie zielt darauf ab, die Anwendung und Auswirkungen von großen Sprachmodellen in der Bauindustrie zu untersuchen, mit Schwerpunkt auf der Verbesserung der Effizienz, Anpassungsfähigkeit und Förderung nachhaltiger Praktiken.

Was die Teilnahme beinhaltet: Die Teilnahme an dieser Studie beinhaltet die Teilnahme an einem Interview, das etwa 30 Minuten dauern wird. Sie werden zu Ihrem Fachwissen und Ihren Erfahrungen in der Bauindustrie sowie zur potenziellen Anwendung von Künstlicher Intelligenz und großen Sprachmodellen befragt.

Datenerhebung und -verwendung: Die von Ihnen bereitgestellten Informationen werden ausschließlich zu akademischen Forschungszwecken verwendet. Sie haben die Möglichkeit, anzugeben, ob Ihre Antworten anonymisiert werden sollen oder ob Sie mit der Nennung Ihres Namens im Rahmen der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse einverstanden sind.

Freiwillige Teilnahme: Ihre Teilnahme an dieser Studie ist vollkommen freiwillig. Sie haben das Recht, jederzeit ohne Nachteile zurückzutreten.

Zustimmung: Indem Sie dieses Formular unterschreiben, bestätigen Sie, dass Sie die oben bereitgestellten Informationen gelesen und verstanden haben und zu der Teilnahme am Forschungsinterview einwilligen.

Zitierweise: Bitte kreuzen Sie an, wie Sie genannt werden möchten:

Anonymisiert

Nennung meines Namens

Unterschrift des Teilnehmenden:

Unterschrift des Forschenden:

Einwilligungserklärung für die Teilnahme an Forschungsinterviews

Titel des Forschungsprojekts: Exploration der Möglichkeiten und Einflussfaktoren von großen Sprachmodellen im Bauwesen zur Effizienzsteigerung, Anpassungsfähigkeit und Förderung nachhaltiger Praktiken

Forschender: Jonathan Loeffler, Wirtschaftsingenieurwesen (Bau) an der HTWG Konstanz

Teilnehmer: David Riechert

Datum des Interviews: 12.02.2024

Zweck der Studie: Diese Studie zielt darauf ab, die Anwendung und Auswirkungen von großen Sprachmodellen in der Bauindustrie zu untersuchen, mit Schwerpunkt auf der Verbesserung der Effizienz, Anpassungsfähigkeit und Förderung nachhaltiger Praktiken.

Was die Teilnahme beinhaltet: Die Teilnahme an dieser Studie beinhaltet die Teilnahme an einem Interview, das etwa 30 Minuten dauern wird. Sie werden zu Ihrem Fachwissen und Ihren Erfahrungen in der Bauindustrie sowie zur potenziellen Anwendung von Künstlicher Intelligenz und großen Sprachmodellen befragt.

Datenerhebung und -verwendung: Die von Ihnen bereitgestellten Informationen werden ausschließlich zu akademischen Forschungszwecken verwendet. Sie haben die Möglichkeit, anzugeben, ob Ihre Antworten anonymisiert werden sollen oder ob Sie mit der Nennung Ihres Namens im Rahmen der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse einverstanden sind.

Freiwillige Teilnahme: Ihre Teilnahme an dieser Studie ist vollkommen freiwillig. Sie haben das Recht, jederzeit ohne Nachteile zurückzutreten.

Zustimmung: Indem Sie dieses Formular unterschreiben, bestätigen Sie, dass Sie die oben bereitgestellten Informationen gelesen und verstanden haben und zu der Teilnahme am Forschungsinterview einwilligen.

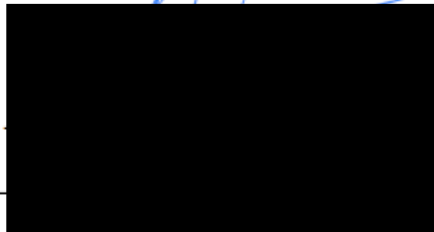
Zitierweise: Bitte kreuzen Sie an, wie Sie genannt werden möchten:

Anonymisiert

Nennung meines Namens

Unterschrift des Teilnehmenden: _____

Unterschrift des Forschenden: _____



Einwilligungserklärung für die Teilnahme an Forschungsinterviews

Titel des Forschungsprojekts: Exploration der Möglichkeiten und Einflussfaktoren von großen Sprachmodellen im Bauwesen zur Effizienzsteigerung, Anpassungsfähigkeit und Förderung nachhaltiger Praktiken

Forscher: Jonathan Loeffler, Wirtschaftsingenieurwesen (Bau) an der HTWG Konstanz

Teilnehmer: Sven Peper

Datum des Interviews: 16.02.2024

Zweck der Studie: Diese Studie zielt darauf ab, die Anwendung und Auswirkungen von großen Sprachmodellen in der Bauindustrie zu untersuchen, mit Schwerpunkt auf der Verbesserung der Effizienz, Anpassungsfähigkeit und Förderung nachhaltiger Praktiken.

Was die Teilnahme beinhaltet: Die Teilnahme an dieser Studie beinhaltet die Teilnahme an einem Interview, das etwa 30 Minuten dauern wird. Sie werden zu Ihrem Fachwissen und Ihren Erfahrungen in der Bauindustrie sowie zur potenziellen Anwendung von Künstlicher Intelligenz und großen Sprachmodellen befragt.

Datenerhebung und -verwendung: Die von Ihnen bereitgestellten Informationen werden ausschließlich zu akademischen Forschungszwecken verwendet. Sie haben die Möglichkeit, anzugeben, ob Ihre Antworten anonymisiert werden sollen oder ob Sie mit der Nennung Ihres Namens im Rahmen der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse einverstanden sind.

Freiwillige Teilnahme: Ihre Teilnahme an dieser Studie ist vollkommen freiwillig. Sie haben das Recht, jederzeit ohne Nachteile zurückzutreten.

Zustimmung: Indem Sie dieses Formular unterschreiben, bestätigen Sie, dass Sie die oben bereitgestellten Informationen gelesen und verstanden haben und zu der Teilnahme am Forschungsinterview einwilligen.

Zitierweise: Bitte kreuzen Sie an, wie Sie genannt werden möchten:

Anonymisiert

Nennung meines Namens

Unterschrift des Teilnehmenden: _____

Unterschrift des Forschenden: _____