

Robotik und Automatisierung im

Rohbau:

Möglichkeiten und Potentiale zur

Besserung der Bauarbeiten

Exposé

Stähele Matthias

Matrikelnummer: 76472

Eingereicht bei: Prof. Dr.-Ing. Yaarob Al Ghanem (via OPAL)

1 Thema und Relevanz

Robotik und Automatisierung bieten im Bauwesen allgemein, vor Allem jedoch im Rohbau, enorme Chancen zur Steigerung der Arbeitssicherheit, der Effizienz und der Qualität des Bauwerks. Traditionelle Arbeitsweisen sind meist sehr aufwändig, wetterabhängig und zeitintensiv. Hinzu kommen ein Sicherheitsrisiko und die menschliche Variable, welche immer wieder zu Fehlern führt. All diese Punkte und Risiken könnten durch den Einsatz von robotergestützten Technologien und automatisierten Prozessen deutlich verringert werden.

In den letzten Jahren haben Robotik im Allgemeinen und die Automatisierung von Abläufen in allen Bereichen der Wirtschaft immer mehr an Bedeutung gewonnen. Im Vergleich dazu hat die Baubranche noch erheblichen Nachholbedarf. Bei der Umsetzung von Bauwerken, vor Allem im Rohbau, kommen meist noch traditionelle, händische Arbeitsweisen zum Einsatz.

Beispielsweise in der Fertigungsindustrie, wo Automatisierung und Robotik schon längst etabliert sind, können die bekannten Probleme des Rohbaus, nämlich Wetterabhängigkeit, Planbarkeit, Fehleranfälligkeit und Sicherheit deutlich minimiert werden. Natürlich kann in der Bauindustrie, in der jedes Projekt eine Einzelanfertigung ist, voraussichtlich nicht jener Automatisierungsgrad der Fertigungsindustrie erreicht werden, jedoch ist eine genauere Betrachtung von Möglichkeiten zur Effizienz- und Qualitätssteigerung in Zeiten von steigenden Anforderungen an Bauzeiten, Arbeitskräften (Fachkräften) und Kosten in jedem Fall zu empfehlen.

In dieser Arbeit soll untersucht werden, inwiefern Automatisierung und Robotik die Effizienz im Rohbau steigern können und in welcher Form dies möglich sein soll. Hierbei sollen sowohl die aktuellen technischen Entwicklungen als auch die gesellschaftlichen und ökonomischen Auswirkungen betrachtet werden. Es werden also nicht nur die technischen Lösungen und ihre Praxistauglichkeit dargestellt, sondern auch die Herausforderungen, welche die Implementierung dieser Innovationen hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit mit sich bringen, aufgezeigt. Es soll erarbeitet werden, wie ein Unternehmen bei der Umsetzung eines Rohbaus (in verschiedenen Größenordnungen) profitieren kann und welche Hindernisse überwunden werden müssen, um diese Technologien erfolgreich in der Praxis einzusetzen.

Ziel ist es, die Möglichkeiten und Grenzen der aktuell und zukünftig verfügbaren Technologien zu evaluieren, darzustellen und praxisnahe Handlungsempfehlungen für die Bauindustrie zu erarbeiten.

2 Vorgehen & Methodik

Es wird ein mehrstufiges methodisches Vorgehen angewandt. Als erstes erfolgt eine ausführliche Literaturrecherche, um den tatsächlichen Stand der Technik im Bereich der Robotik und Automatisierung im Rohbau zu eruieren und darzulegen. Dazu werden wissenschaftliche Veröffentlichungen, technische Berichte und Produktdatenblätter analysiert. Ziel hierbei ist es, einen Überblick über die Technologien inkl. deren Möglichkeiten, Vor- und Nachteilen bzw. Anwendungsgrenzen zu geben.

Der zweite Schritt besteht in der Analyse von einer oder mehreren Fallstudien, welche den Einsatz von Robotik und Automatisierung in tatsächlichen Bauprojekten darlegen und dokumentieren. Das Ziel ist es aufzuzeigen, in welchen Bereichen schon automatisierte Technologien und Robotik zum Einsatz kommen, wie diese implementiert wurden, wo diese Schwierigkeiten und Herausforderungen mit sich gebracht haben und in welchen Bereichen bzw. bei welchen Anwendungen diese Technologien bereits erfolgreich eingesetzt werden konnten.

Zu dieser Analyse sollen Experteninterviews mit Fachleuten, welche bei der Entwicklung der eingesetzten Technologien mitgewirkt, bei der Implementierung mitgearbeitet oder bei der Ausführung direkt oder indirekt betroffen waren, geführt werden. Das bedeutet, dass nicht nur Interviews mit Fachleuten aus der Bauwirtschaft, sondern gegebenenfalls auch aus der Maschinenbau- und Automatisierungsbranche geführt werden sollen. Mit Hilfe dieser Interviews soll ein Einblick in den tatsächlichen Einsatz der Technologien hinsichtlich Ausführung und Implementierung geboten werden.

Als dritter Schritt soll eine Kosten-Nutzen-Analyse von den, für ein mittelständisches österreichisches Bauunternehmen, am vielversprechendsten Technologien erstellt werden. Hierbei wird untersucht, wie sich die Einführung und Anwendung von Robotik und Automatisierung im Rohbau auf die Baukosten, die Arbeitssicherheit und die Effizienz auswirken. Dies soll einem solchen Unternehmen als Übersicht dienen, in welchem Bereich sich eine Investition in Automatisierungslösungen und Robotik am ehesten lohnen kann und wo es – noch – keinen Sinn macht.

Als letzter Schritt sollen die Ergebnisse der Literaturrecherche, der Fallstudie(n), den Interviews und der Kosten-Nutzen-Analyse zusammengefasst werden. Diese Zusammenfassung soll den angesprochenen mittelständischen Unternehmen als Leitfaden bzw. Handlungsempfehlung bei der Einführung und Nutzung von Robotik und Automatisierung dienen.

3 Eigenanteil des Verfassers

Der Verfasser bringt durch seine berufliche Erfahrung als Bauleiter im Rohbau das nötige Know-how mit, welches benötigt wird, um sämtliche gesammelte Informationen zu bewerten und praxisnahe Empfehlungen darzulegen.

Die Fallstudie(n) wird/werden hinsichtlich Herausforderungen und Potentialen von Robotik und Automatisierung im Rohbau analysiert, geprüft und es wird bewertet, ob diese Technologien im Wirkungsbereich des Verfassers erfolgreich einsetzbar sind und sich eine Investition lohnen könnte.

Die Experteninterviews selbst vorzubereiten und anschließend so auszuwerten, dass die Ergebnisse tatsächlich als Leitfaden in der Praxis angewendet werden können, ist ebenfalls nur durch die berufliche Erfahrung im Rohbau-Bereich möglich, da die gewonnenen Erkenntnisse nach ihrer Relevanz für die Implementierung und Einsatz im Rohbau gefiltert werden können und werden.

Die erstellte Kosten-Nutzen-Analyse stellt einen weiteren wichtigen Beitrag dar. Hier besteht der Eigenanteil aus den Projektdaten der vom Verfasser bereits umgesetzten Rohbauten, welche in die Analyse einfließen und daher einen praxisnahen Vergleich der verschiedenen Technologien erlauben. Bei diesem Vergleich soll bewertet werden, welche dieser Technologien langfristig wirtschaftlich sinnvoll und umsetzbar sind.

Zusammengefasst besteht der Eigenanteil des Verfassers hauptsächlich darin, die Großteiles theoretischen Erkenntnisse aus den oben genannten Punkten so zu formulieren und zu bewerten, dass diese der Bauindustrie helfen, die Potentiale der Automatisierung und Robotik vollumfänglich auszuschöpfen, wie es viele andere Branchen schon vor Jahren umgesetzt haben.

4 Gliederung der Arbeit

1. Einleitung

- 1.1. Problemstellung & Relevanz
- 1.2. Zielsetzung und Forschungsfragen
- 1.3. Methodik und Aufbau der Arbeit

2. Automatisierung und Robotik im Bauwesen

- 2.1. Begriffsdefinition Automatisierung und Robotik
- 2.2. Historische Entwicklung der Automatisierung im Bauwesen

3. Anwendungen von Automatisierung und Robotik im Bauwesen

- 3.1. Robotergestützte Mauersysteme
- 3.2. 3D-Druck für den Rohbau
- 3.3. Autonome Baumaschinen
- 3.4. Drohnen zur Bauüberwachung und Vermessung
- 3.5. Exoskelette für Arbeiter

4. Fallstudie(n)

5. Wirtschaftliche und gesellschaftliche Auswirkungen

- 5.1. Kosten-Nutzen-Analyse der wichtigsten Technologien
- 5.2. Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt
- 5.3. Gesellschaftliche Akzeptanz und ethnische Fragestellungen hinsichtlich Automatisierung und Robotik

6. Zukünftige Trends innovativer Technologien

- 6.1. Künstliche Intelligenz und Machine Learning als Treiber der Automatisierung
- 6.2. Visionen für den automatisierten und robotergestützten Rohbau

7. Fazit und Ausblick

- 7.1. Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse
- 7.2. Beantwortung der Forschungsfragen
- 7.3. Reflexion der Arbeit und Ausblick auf zukünftige Forschungsfelder
- 7.4. Praxisnahe Handlungsempfehlungen und abschließende Gedanken

Literatur (Auswahl bisheriger Sichtungen)

1. Shervin Haghsheno, Gerhard Satzger, Svenja Lauble, Michael Vössing (2024). Künstliche Intelligenz im Bauwesen, Teil 5: Robotik in der Bauwirtschaft. Springer Vieweg Wiesbaden / <https://doi.org/10.1007/978-3-658-42796-2>
2. Austrian Standards International 2023; Ö Norm B 2110, Ausgabe 2023-05-01: „Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen“
3. Austrian Standards Institute 2018; Ö Norm B 4710-1, Ausgabe 2018-01-01: „Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung, Verwendung und Konformität Teil 1: Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206 für Normal- und Schwerbeton“
4. Semi-automatischer Mauerroboter SAM100 (construction-robotics): <https://www.construction-robotics.com/muleml150/>
5. Die Evolution von Mauerrobotern (Archdaily, 15.11.2019): <https://www.archdaily.com/928440/the-evolution-of-bricklaying-robots-changing-the-rules-of-traditional-construction>
6. Das erste, von einem Mauerroboter gebaute, Ziegelhaus (Wienerberger, 22.08.2022) <https://www.wienerberger.com/en/media/press-releases/2022/20220822-innovation-at-wienerberger-first-brick-house-built-by-masonry-robot.html>
7. Österreichs erstes Haus aus dem 3D-Drucker (Redaktion Report, 07.09.2024) <https://www.report.at/bau-immo/21110-oesterreichs-erstes-haus-aus-dem-3d-drucker>
8. „Autonomie ist auf dem Vormarsch“ (Zeppelin-cat.at, 30.03.2023) <https://www.zeppelin-cat.de/presse/visionaere-technologien-fuer-intelligente-cat-baumaschinen/>
9. Automatische Vermessung und Dokumentation (Sodex-innovations): <https://sodex-innovations.com/sdx-4dvision-de/>

Anhang: Zeitplan