

The logo of the University of Duisburg-Essen, featuring the text 'UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN' in white, bold, uppercase letters on a dark blue rectangular background.

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

Industrie 4.0 in der Bauwirtschaft

Einfluss der automatisierten Gebäudeerstellung auf die gewerbliche Berufsbildung

Hochschultage 2017 | FT 03 Bau, Holz, Farbe und Raumgestaltung | Köln | 13.03.2017

Christian K. Karl, Arnim J. Spengler

- Einleitung / Stand der Forschung
- Forschungsfragen und Methodik
- Veränderungen auf der Baustelle
- Auswirkungen auf das gewerblich-technische Personal
- Konsequenzen für die Bauausbildung
- Zusammenfassung

Einleitung / Stand der Forschung

- Im industriellen Umfeld (Serienfertigung) sind Roboter seit den 1980er Jahren ein fester Bestandteil geworden.
- Im Bauwesen konnten sie sich bislang nicht durchsetzen.
- Aktuell machen neue Entwicklungen die Anwendung der automatisierten Produktion im Bauwesen interessanter:
 - zunehmende Digitalisierung (Förderung durch Bund),
 - Building Information Modeling (BIM) verbreitet sich,
 - Fortschritt in Rechenleistung und Speicherkapazität.

Automatisierte Gebäudeerstellungssysteme können sowohl die digitale Planung als auch die autonome Erstellung eines Gebäudes einbeziehen.

<https://job-futuromat.ard.de>

Sehr
dynamische
Entwicklung

Job
Futuromat

🔍 Ich habe den Beruf ...

Baugeräteführer/in

0 % der Tätigkeiten in diesem Beruf könnten schon heute Maschinen übernehmen. ⓘ

Maurer/in

0 % der Tätigkeiten in diesem Beruf könnten schon heute Maschinen übernehmen. ⓘ

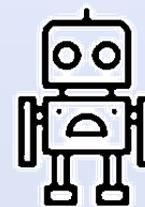
Bauzeichner/in

56 % der Tätigkeiten in diesem Beruf könnten schon heute Maschinen übernehmen. ⓘ

Diese Einschätzung wird kurzfristig keinen Bestand mehr haben!



- Baukonstruktion
- Entwurf
- Detailkonstruktion
- Beschriften



- Bauzeichnen
- Bemaßen
- Montagepläne anfertigen
- Berechnen
- Plotterbedienung

* basierend auf IAB-Studie von Dengler/Matthes 2015, <https://job-futuromat.ard.de/>

Forschungsfragen und Methodik

Ziel der Studie ist es, eine Grundlage zu schaffen für eine disziplinübergreifende Diskussion zum Thema Industrie 4.0 in der Bauwirtschaft.

Anhand eines Beispiels zur automatisierten Gebäudeerstellung interessieren uns die folgenden Fragen:

- Was sind die technischen Herausforderungen der Industrie 4.0 in der Bauwirtschaft?
- Was bedeutet Industrie 4.0 für aktuelle Ausbildungsberufe?
- Warum und wie kann Industrie 4.0 praktisch in der Vermittlungstätigkeit umgesetzt werden?*

* die akademische Ausbildung wurde z.B. betrachtet in Karl et. al. (2015). Kompetenzprofil BIM-Manager – Was muss er leisten? In: UnternehmerBrief Bauwirtschaft Jg. 38; (2015) Nr. 11, S. 20 - 23

- Anhand eines vorliegenden Prototypen Analyse
 - der Arbeitsweise eines Seilroboters,
 - der Material- und Arbeitsprozesse,
 - des Baustellenlayouts.
- Erfassung genereller Einflüsse auf das gewerblich-technische Personal
- Identifikation von drei relevanten Berufsbildern als Beispiele (Baugeräteführer, Maurer, Bauzeichner)
- Gegenüberstellung der Analyseergebnisse zu den exemplarischen Rahmenlehrplänen
- Konzepte zur Umsetzung im bautechnischen Unterricht

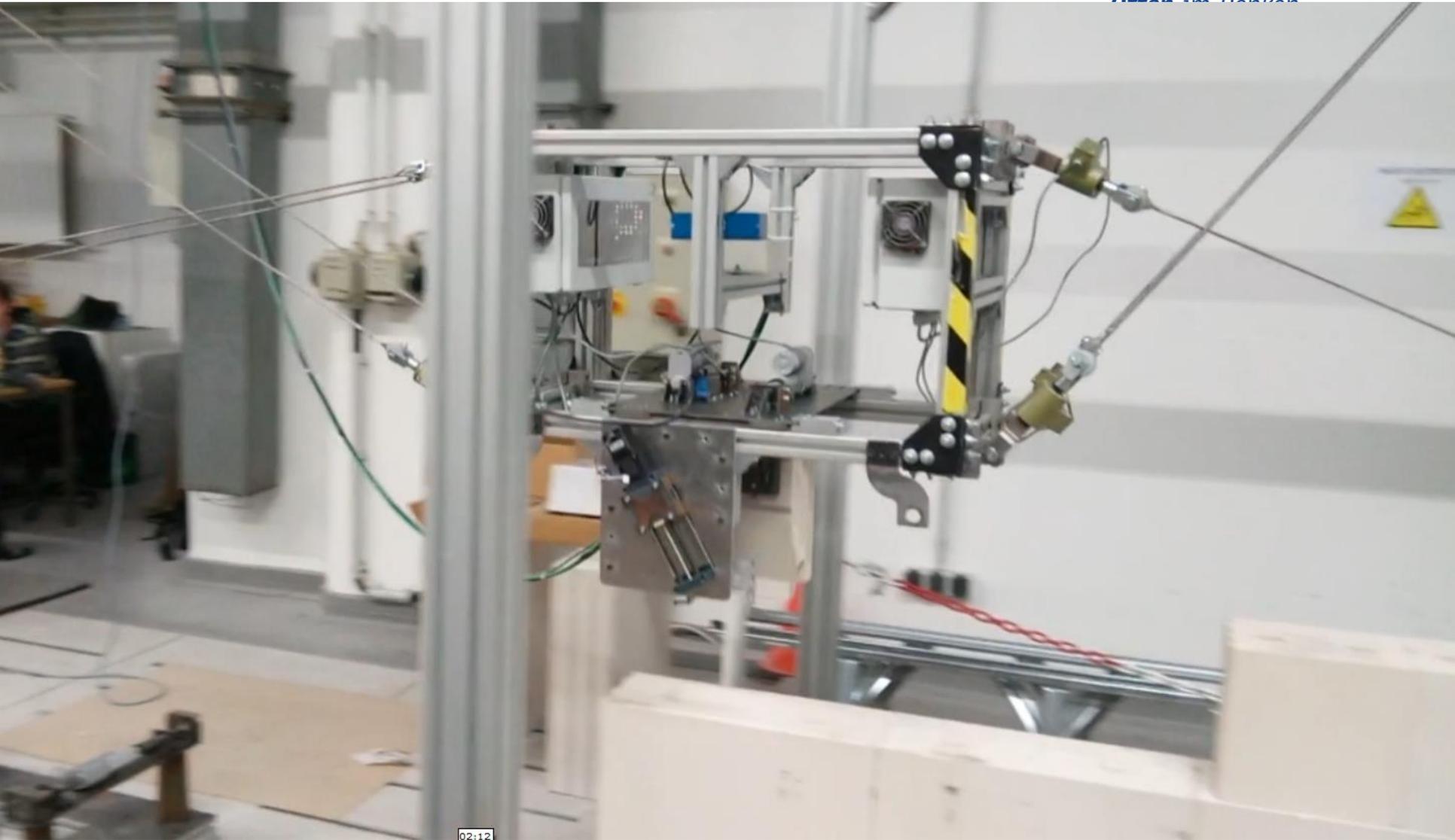


Veränderungen auf der Baustelle

- **Bauroboter der ETH Zürich**
 - Eine Art Minibagger mit Ausleger
 - Flexibel einsetzbar in der Ebene
 - Spannweite des Auslegers begrenzt
- **Contour Crafting**
 - Derzeit populärste Art (Prinzip 3D Drucker)
 - Aktuell viele Projekte weltweit
 - Erscheint nicht geeignet für die Baustelle
- **Roboterarme**
 - Bekannt aus Automobilindustrie
 - Sehr präzise
 - Werden schnell massiv und schwer
 - Hoher Montageaufwand



Seilroboter an der UDE (Prototyp)

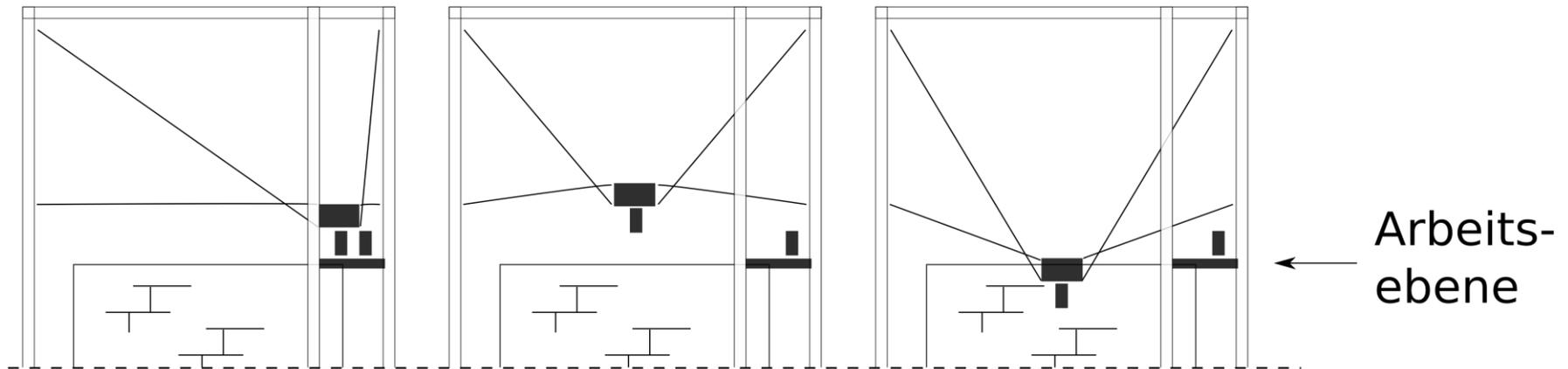


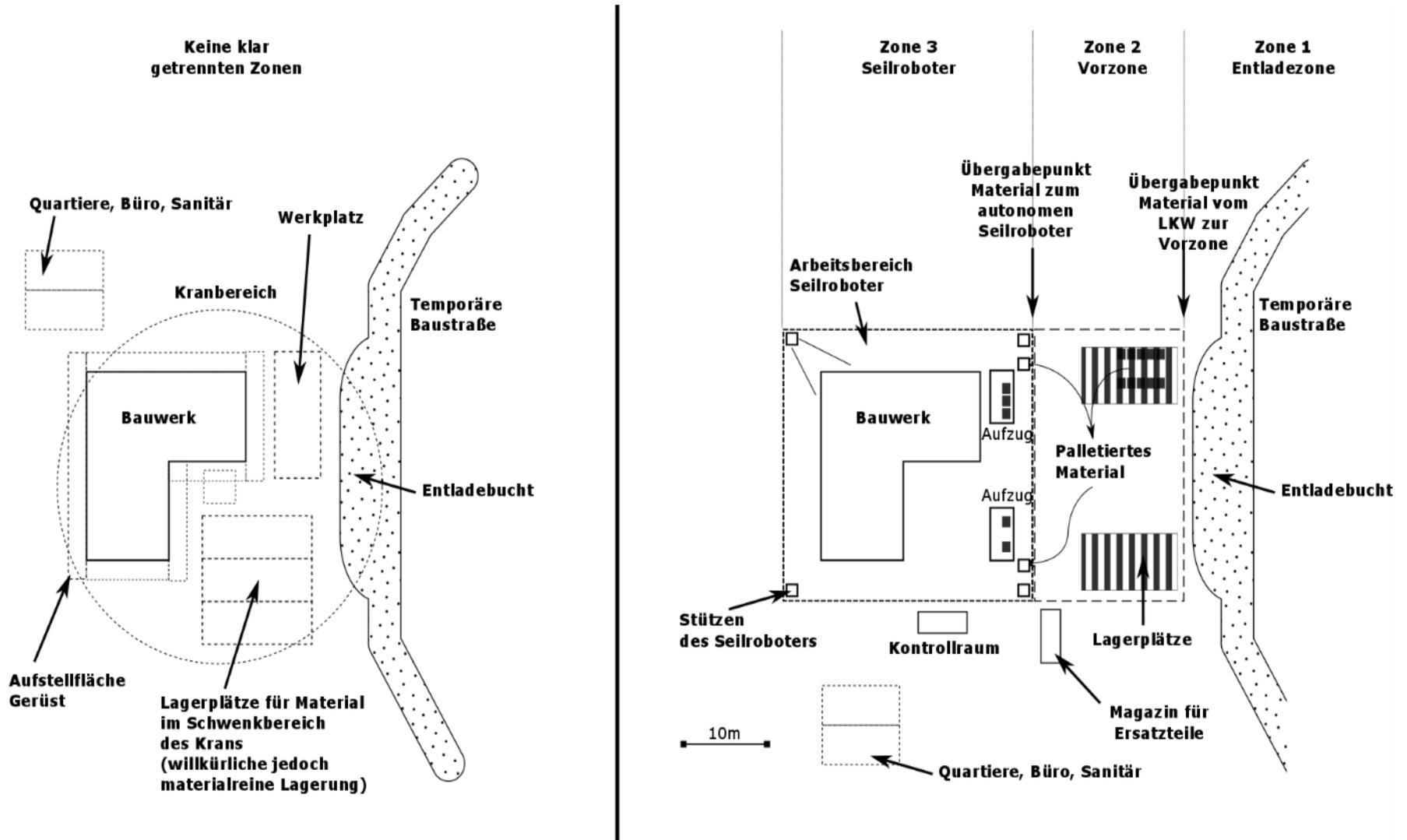
Bildquelle: eigene Aufnahme

Stein- aufnahme

Transport

Setzen des Steins in finale Position





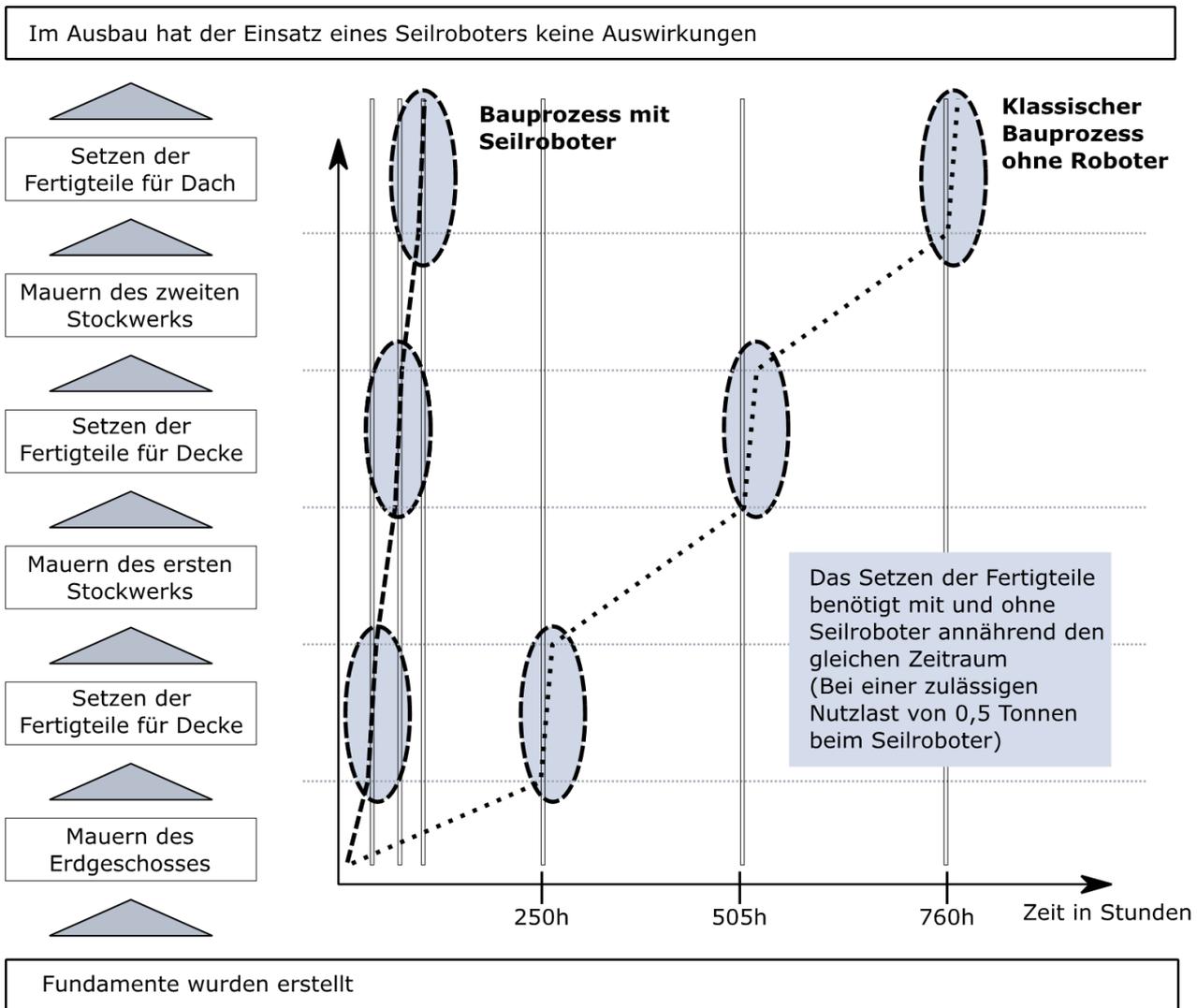
Quelle: eigene Studie

Prozess des Materialtransports, konventionell



Prozess des Materialtransports, mit Seilroboter





Auswirkungen auf gewerblich- technisches Personal

Dimension	Einfluss
Vernetztes Arbeiten	Veränderung der Zusammenarbeit durch vernetztes Arbeiten hin zur Kollaboration.
Unterstützung durch Technik	Unterstützung vieler Arbeitsschritte durch (teil-) automatisierte Systeme.
Veränderte Bauprozesse	Veränderungen der Prozesse und Büroabläufe, sowohl in der Planung als auch durch Einzug von IKT und Robotik insbesondere in der Ausführung auf der Baustelle.
Interaktion mit Maschinen	Zusätzliche Beschäftigung in der Mensch - Maschine und Maschine - Maschine Interaktion. Letztere muss vom Menschen überwacht werden.
Virtuelles Arbeiten	Zunehmende Visualisierung von virtuellen Objekten im realen Umfeld.
Datenflut	Zunehmende Datengrundlage muss gehandhabt werden, auch für handwerkliche Arbeiten.

Verschiebung benötigter Kompetenzen in Richtung steuernder und interagierender Bereiche.

Konsequenzen für die Bauausbildung

LF		Weitere Lernziele
1	Einrichten einer Baustelle	Automatisierte Arbeitsabläufe und Prozesse kennen, Stell- und Verkehrsflächen für die automatisierte Gebäudeerstellung planen und bewerten können.
2	Errichten einer Mauer	Herstellung von Mauerwerk mit Automatisierungstechnologie planen können (insb. Planen und Prüfen von Versetzplänen).
7	Handhaben elektrischer Anlagen	Grundzusammenhänge und Sicherheit in automatisierten elektrischen Anlagen kennen, Daten integrieren und Programmierungen im Bedarfsfall anpassen können.
8	Warten von Triebwerken	Aufgaben und Wirkungsweisen von automatisierten Technologien kennen.
9	Instandhalten der Fahrwerke	Instandhaltung und Wartung von automatisierten Technologien kennen und umsetzen können.

Vier Anknüpfungspunkte in den Lernfeldern am Beispiel Maurer/in

LF		Weitere Lernziele
1	Einrichten einer Baustelle	siehe Baugeräteführer/in (automatisierte Arbeitsabläufe und Prozesse kennen, Stell- und Verkehrsfläche für die automatisierte Gebäudeerstellung planen und bewerten können).
3	Mauern eines einschaligen Baukörpers	Kennen Grundlagen zur roboterverträglichen Ausführung von Mauerwerk: Kennen z.B. Maueranschlüsse und Mauereinbindungen und können diese ausführen (z.B. für Anpassungs- und Reparaturarbeiten).
7	Mauern einer einschaligen Wand	In der Lage sein Mauerwerk aus Großformaten für die Automatisierung (als neue Versetztechnik) zu planen, zu prüfen und zu optimieren (Arbeiten mit digitalen Versetzplänen).
16	Mauern besonderer Bauteile	Kennen Maßnahmen zum Angleichen von unregelmäßigen Mauerwerkskonstruktionen (z.B. schiefwinkliges Mauerwerk) und können diese handwerklich umsetzen.

LF		Weitere Lernziele
1	Mitwirkung bei der Bauplanung	Datenorganisation und Datenmanagement in Bezug auf Kollaborationsplattformen kennen, Datenspeicherungsstrategien planen und umsetzen können.
3+4	Erschließung + Planung Gründung	3D/xD Modelle für die automatisierte Ausführung erstellen können, fremde Modelle validieren können.
5	Planen eines Kellergeschosses	Kennen Grundlagen zur roboterverträglichen Ausführung von Mauerwerk, können Versetzpläne für die automatisierte Ausführung erstellen, prüfen und optimieren.
10A	Erstellen eines Bauantrages	Datenaustauschstrategien für die automatisierte Ausführung planen und umsetzen können, Daten validieren können, Schnittstellenprobleme identifizieren und Gegenmaßnahmen vorschlagen können.
11A	Außenwand entw.	Außenwandkonstruktionen für die automatisierte Ausführung

- Wiederkehrendes Lernfeldübergreifendes Projekt
- Automatisierte Rohbauerstellung
- Bearbeitung in Teams (**Schule**)
- Durchgehende EDV-gestützte Bearbeitung
- Verwendung einer Kollaborationsplattform (z.B. existierende Lernplattform) zum Informations-/Datenaustausch
- Projektmappe wird online geführt

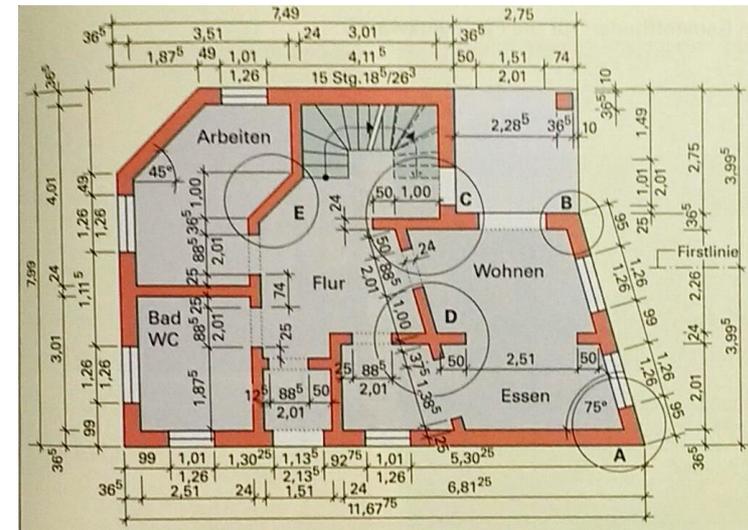


Abb. exemplarisches Projekt

Angelehnt an die Arbeitsweise in der Praxis (gewerkeübergreifend).
Erhöhter Koordinierungsaufwand im Kollegium.
Lehrkräfte müssen bereit sein für Kollaboration (Team-Teaching).

Zusammenfassung

- Industrie 4.0 verändert massiv die Arbeitsorganisation im sozio-technischen Bereich.
- Objektbezogene Rohbauarbeiten werden zukünftig zum Großteil durch Automatisierungstechniken durchführbar.
- Das führt zu höherer Produktivität der Ausführungsleistung ...
- ... und zur Verringerung der körperlichen Arbeitsbelastung des Baustellenpersonals (was wiederum die Arbeitssicherheit und Motivation der Mitarbeiter/innen steigert).
- Verschiebung von exekutiven Arbeiten am Bauwerk selbst in Richtung dispositiver Arbeit (Planung, Management und Organisation).
- DESHALB: Ausbildungskonzepte und Inhalte in der beruflichen Bildung müssen angepasst werden.
- Lehrpläne für die am Bau Beteiligten, z.B. Baugeräteführer/in, Maurer/in und Bauzeichner/in, müssen für eine verstärkte dispositive Arbeit umgestaltet werden (Rahmenlehrpläne sind z.T. fast 20 Jahre alt!).