

# Nationale und internationale Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeitnehmer\_innen auf Baustellen

Wissenschaftliche Studie | Genf, Schweiz | Juni 2019



BHI  
Bau- und Holzarbeiter  
Internationale  
[www.bwint.org](http://www.bwint.org)



JUST  
TRANSITION  
CENTRE



**Autoren:**

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerald Goger  
Hon.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Wilhelm Reismann  
Dipl.-Ing. Karina Breitwieser, MSc

Technische Universität Wien  
Institut für Interdisziplinäres  
Bauprozessmanagement, Forschungsgebiet:  
Bauprozess und Baumethoden

**Nationale und internationale Auswirkungen  
der Digitalisierung auf Arbeitnehmer\_innen auf  
Baustellen**

Herausgegeben von der Bau- und Holzarbeiter  
Internationale

Juni 2019, Genf

# Inhalt

<b>A. Studie</b>	<b>1</b>
<b>1. Zusammenfassung der Ergebnisse</b>	<b>1</b>
<b>2. Grundlagen und Zielsetzung</b>	<b>4</b>
<b>3. Inhalt und Arbeitsweise</b>	<b>5</b>
3.1. Genderhinweis	5
3.2. Inhalt und Aufbau	5
3.3. Arbeitsweise und Ergebnisfindung	6
3.4. Quellenstudium und Literatur	7
3.5. Interviews, Gespräche, Veranstaltungen, Beiträge	7
3.6. Kernfragen	8
<b>4. Digitalisierung – Allgemeine Aspekte</b>	<b>8</b>
4.1. Wirkungsfelder der Digitalisierung	8
4.2. Steigerung der Effizienz und Produktivität	9
4.3. Veränderungspotential der Digitalisierung	10
4.4. Disruptives Element der Digitalisierung	11
4.5. Daten und Informationsmanagement	12
4.6. Vernetzung der Daten als großes Potential	13
4.7. Digitalisierung bringt Standardisierung	13
4.8. Transnationalisierung durch Digitalisierung	14
<b>5. Digitalisierung am Bau – Entwicklungen und Ausblick</b>	<b>15</b>
5.1. Ein Überblick	15
5.2. Technologieentwicklungen	17
5.3. Digitale Kollaboration	22
5.4. Visionen für digitalisierte, automatisierte Arbeits-Prozesse	29
<b>6. Änderungen der Berufsbilder auf der Baustelle</b>	<b>37</b>
6.1. Allgemeines	37
6.2. Berufsbilder Heute - Morgen	38
6.3. Neue Anforderungsprofile	39
6.4. Potentiale für neue Berufsbilder	42
<b>7. Gesellschaft und Soziologie</b>	<b>44</b>
7.1. Freiheit und Verantwortung	44
7.2. Lenkung der Digitalisierung	45
7.3. Daten und Datenschutz	46
7.4. Demographische und gesellschaftspolitische Entwicklungen	47
7.5. Arbeit und Einkommen	47
7.6. Interaktion Mensch - Maschine	48
7.7. Neue Projektfelder	50

---

<b>8. Handlungsfelder</b>	<b>50</b>
8.1. Politische, gesellschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen	50
8.2. Prozesse in Unternehmen und Projekten	61
8.3. AVVA - Ausschreibung Vergabe Vertrag Abrechnung	64
8.4. Werkzeuge, Interoperabilität von Softwarelösungen	67
8.5. Forschung und Entwicklung	71
8.6. Aus- und Weiterbildung	71
<b>9. Handlungsempfehlungen</b>	<b>75</b>
9.1. Politische, gesellschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen	75
9.2. Prozesse in Unternehmen und Projekten	77
9.3. AVVA – Ausschreibung, Vergabe, Vertrag, Abrechnung	78
9.4. Werkzeuge, Interoperabilität von Softwarelösungen	79
9.5. Forschung und Entwicklung	79
9.6. Aus- und Weiterbildung	80
<b>B. Quellenverzeichnis</b>	<b>81</b>

---

# A. Studie

## 1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Der **Einfluss der Digitalisierung** auf die Bauwirtschaft ist weitreichend. Sie zeigt Auswirkungen auf alle am Bauprozess beteiligten Unternehmen und Stakeholder, auf den gesamten Lebenszyklus der Bauwerke. Sie wird den Arbeitsalltag sämtlicher Berufsgruppen auf der Baustelle ändern. Bisher vorliegende wissenschaftliche Studien haben sich insbesondere mit den Auswirkungen der Digitalisierung auf der Unternehmensebene beschäftigt, die gegenständliche Studie stellt die Auswirkungen auf die Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen eindeutig in den Fokus. Es geht im konkreten Fall daher darum, proaktiv auf die zu erwartenden, teilweise disruptiven Entwicklungen in der Bauwirtschaft einzugehen und die Arbeitnehmer\_innen auf Baustellen auf diese Veränderungen so gut als möglich vorzubereiten.

Während heute das Informationsmanagement auf der Baustelle geprägt ist von ausgedruckten Plänen, Schriftstücken und Listen in allen Größenordnungen und unzähligen Emails, werden morgen wesentliche Informationen aus einem ‚Common Virtual Workspace‘ geholt und in diesen eingespeist. Den Zugang dazu liefern ‚smarte‘, mobile Endgeräte wie Phones, Tablets und ‚Augmented Reality‘ - Brillen. Das Bauwerk wird in einem kollaborativen Prozess aller Beteiligten in einem 3D BIM-Modell erstellt und alles, was das Baustellenpersonal zum Umsetzen braucht, kann digital abgerufen werden. Das soll die Qualität der Planungs-, Ausführungs- und Betriebsprozesse deutlich verbessern, bedingt aber neue und höhere Anforderungen an die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen auf Baustellen – gerade die Digitalisierung von Prozessen wird neue Berufsbilder auf unseren Baustellen bewirken.

Heute erfolgen Management und Handling von Baustoffen und Bauelementen oft noch analog, vielfach fehleranfällig und zeitaufwändig, morgen wird Bestellung und Materialdisposition – speziell an den Schnittstellen zu den Zulieferern, anderen Gewerken und zwischen Lager und Bauwerk – über digitale, vertragsübergreifende Kollaborationsplattformen mit Zugriff auf zentrale Datenbanken laufen und durch Technologien wie Robotic unterstützt werden. Routinetätigkeiten sollen nach standardisierten Prozessschritten ablaufen, die Arbeitnehmer\_innen auf Baustellen entlastet werden.

Heute noch ist das Bild von Baustellen geprägt durch relativ viele Arbeitskräfte in verschiedensten Funktionen, morgen werden zunehmend standardisierte Elemente in Fabriken oder in Vorfertigungsbereichen produziert und auf der Baustelle zusammengebaut, soweit möglich unterstützt von Robotern und zum Teil autonom agierenden Geräten.



Genf, 17 Juni, 2019, BHI-Forum zur Zukunft der Arbeit im Bausektor



Heute passiert Kommunikation zumeist durch Miteinanderreden. Das wird auch morgen noch wichtig sein. Gespräche, in respektvoller und lösungsorientierter Weise geführt, werden immer zum Gelingen eines Bauprojektes den entscheidenden Beitrag leisten. Aber morgen wird ein Teil der Kommunikation digital stattfinden oder teilweise zwischen ‚smarten‘ Geräten sogar direkt über das ‚Internet of Things‘.

Morgen wird es zusätzlich zum eigentlichen Gebäude am Ende der Bauzeit einen ‚Digital Twin‘ geben – ein genaues Abbild der Wirklichkeit in 3D mit zusätzlichen Informationen, die bis zum Facility Management von allen Beteiligten genutzt werden können und für das auch die Arbeitskräfte am Bau ihren Beitrag leisten werden.



Das Bild der Zukunft ist vielfältig, die Baubranche befindet sich in einem Transformationsprozess, dessen Ausprägungen sich im Detail nicht vorhersehen lassen. Gerade auf soziologischem Gebiet gibt es dazu kaum Untersuchungen, auf die man sich beziehen könnte. Das Ziel dieser Studie war es, in einem ganzheitlichen Ansatz, ausgehend von den technologischen Entwicklungen, Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt in der Baubranche zu analysieren, abzuschätzen und konkrete Handlungsempfehlungen herauszuarbeiten.

Auf die **Entwicklung der Berufsbilder** wurde dabei besonderes Augenmerk gerichtet. Es werden sich zum Teil ganz neue Arbeitsfelder bilden, wie den Arbeiter bzw. die Arbeiterin als Schlüsselkraft zwischen digitaler und realer Welt oder als ‚menschlichen Manager des Roboters‘. Der Fokus wird dabei in Zukunft stärker auf eine ‚vorgelagerte Ausführungsplanung‘ gelegt werden. ‚Think Before You Start‘ wird auch für die Arbeitskraft eine Prämisse sein, der Aspekt der Arbeitsvorbereitung und der Bauprozessplanung wird deutlich an Gewicht gewinnen. Die heute de facto „standardisierte Improvisation auf Basis einer baubegleitenden Planung“ wird der Vergangenheit angehören, durch die erhöhte Planungsqualität wird die Work Life Balance der Arbeitnehmer\_innen deutlich steigen. Aber alles wird nie so laufen wie geplant. Dafür wird umso mehr Erfahrung der Arbeitskraft am Bau erforderlich sein für den Umgang mit kurzfristigen Änderungen, Problemlösungen und Notfalleinsätzen. Der Mensch in seiner Fähigkeit rasch komplexe Zusammenhänge zu erfassen und ‚aus dem Bauch‘ heraus Entscheidungen zu treffen wird dahingehend dem Roboter immer überlegen sein.

In jedem Fall werden digitale Kompetenzen für alle Berufe Teil der **Ausbildung** sein müssen. Dabei ist darauf zu achten, dass es auch für den Bau Lehrberufe geben wird, die sich auf digitale Aspekte und die relevanten Technologien fokussieren. Die Digitalisierung darf sich nicht als Thema für IT-Experten und Akademiker etablieren. Durch die raschen Entwicklungen wird ‚Training-on-the-Job‘ ein wichtiges Thema. Das stellt an die Ausbildung neue Anforderungen, braucht aber auch von den Unternehmen neue Ansätze. Lebenslanges und damit berufsbegleitendes Lernen wird ein elementarer Aspekt unseres Daseins werden.

Für ungebildete Hilfskräfte ist zu befürchten, dass die Anzahl der Jobs immer weniger oder von billigen Arbeitskräften aus anderen Regionen übernommen wird. Überhaupt wird die Digitalisierung zu einer Globalisierung und Ortsunabhängigkeit vieler für den Bau relevanter Prozesse führen.

Der **Arbeitsmarkt** wird sich auch demographisch ändern: zum Beispiel werden immer mehr Frauen auf Baustellen anzutreffen sein und wir werden immer länger arbeiten. Trotzdem wird das nicht den Fachkräftemangel beseitigen. Dieser ist als Chance zu sehen, durch ein entsprechendes Bündel an Maßnahmen wie Imagekampagnen zur Arbeit am Bau als High-Tech-Beruf, konkrete Aus- und Weiterbildung, Förderung der Mobilität und gezielte Werbung auf internationaler Ebene den Bauberuf als attraktives Berufsmodell zu positionieren.

Die **Gestaltung des Arbeitsprozesses** wird zu einer zentralen Frage: wird eine zunehmende Automatisierung in einem kleinteiligen, vordefinierten Umsetzungsprozess angestrebt, in dem für den Arbeiter das Verständnis der Zusammenhänge nicht mehr erforderlich ist und so Schritt für Schritt die Tätigkeiten von eher niedrig qualifizierten, schlechter bezahlten Personen übernommen werden können? Oder wird er als Teamarbeit in einer funktional flexiblen Organisation konzipiert, in der Arbeitskräfte mit unterschiedlichen Qualifikationen und Kompetenzen in einem Team zusammenarbeiten? Die Technologie muss nicht notwendigerweise dafür der Treiber sein – es gibt einen Gestaltungsspielraum, der von der Arbeitnehmervertretung gemeinsam mit Unternehmen aktiv zu formen ist.

Die IT wird zum Rückgrat für diese neue Arbeitsorganisation, über alle Phasen, Beteiligten und Ebenen von Bauprozessen. Aber die fachliche Führung muss bei den jeweiligen Bauexperten liegen. Damit ist das gesamte Spektrum von Experten relevanter Disziplinen, aber auch aller Einsatzebenen - von der fachlichen Unternehmensleitung bis zum praktisch erfahrenen Arbeiter - gemeint. Nur durch diese Integration wird es gelingen das Potential der Digitalisierung für erfolgreiche Bauprojekte zu heben. Das Ziel dieser Entwicklungen ist noch nicht im Detail ausformuliert. Das ist aber auch die große Chance: Digitalisierung ist ein gemeinsamer Prozess zur Erarbeitung von Lösungen, an dem auch die Arbeiter und Arbeiterinnen aktiv teilnehmen sollen. Unternehmen und Gewerkschaften sollten in dieser Weise aktiv zusammenwirken und auf „Augenhöhe“ die zu erwartenden geänderten Anforderungen an die Unternehmen und deren Arbeitnehmer\_innen diskutieren.



Gerade die gesellschaftlichen Entwicklungen, die sich abzeichnen, die ‚zwei Seiten der Transparenz‘ mit all ihren Chancen und Bedrohungen für die einzelnen Menschen, erfordern einen ganz neuen Weg in der Politik, vor allem auch in der Sozialpolitik.

Für diesen Weg werden in der Studie **Handlungsempfehlungen** zusammengestellt, die eine breite Palette an Handlungsfeldern abdecken. Angefangen von politischen, gesellschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen, über Prozesse in Unternehmen und Projekten, AVVA - Ausschreibung, Vergabe, Vertrag, Abrechnung -, digitale Werkzeuge und Interoperabilität von Softwarelösungen bis zu Forschung und Entwicklung sowie Aus- und Weiterbildung sind die Themen gestreut, die bearbeitet werden müssen.

Eine ernsthaft gelebte Sozialpartnerschaft kann mit der Digitalisierung in der Bauwirtschaft einen neuen Sinn bekommen. Geht es jetzt primär um Lohnverhandlungen und Arbeitsbedingungen, kann es in Zukunft um die gemeinsame Gestaltung der Arbeitswelt gehen, aus der sich neue, bessere Arbeitsbedingungen, eine verbesserte ‚Work- Life Balance‘ durch einen weitgehend planbaren Arbeitsalltag und marktkon-

former Entlohnungen ergeben können. Die Digitalisierung sollte von beiden Seiten zum Anlass genommen werden, um eine ganz neue Art von Sozialpolitik zu machen.

Aus den verschiedenen Handlungsempfehlungen in diesem Zusammenhang seien die Folgenden an dieser Stelle herausgegriffen:

- Bündelung der Kräfte auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene, weil die Auswirkungen der Digitalisierung an nationalen Grenzen nicht Halt machen und die weltweiten Verflechtungen von Handel und Wertschöpfung sich in multilateralen Abhängigkeiten niederschlagen.

- Soziale Netze, Maßnahmen zur Umstrukturierung und Umschulung, ebenso wie Auffanglösungen unterschiedlicher Art um Härten aus der Veränderung der Berufsfelder abzufangen
- Eine Umgestaltung der Einkommens- und Steuermodelle auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene, um den geänderten Produktionsbedingungen und Arbeitsformen Rechnung zu tragen
- Digitalisierungsoffensive für kleine und mittlere Unternehmen, Handwerker und Bauexperten in den Regionen – sie stellen das Gros der Arbeitsplätze
- Eine sozialpartnerschaftliche Zukunftswerkstätte gemeinsam mit Unternehmen unterschiedlicher Größe und Ausrichtung, die alle Aspekte der Digitalisierung und Automatisierung am Bau ausleuchtet und Maßnahmen entwickelt
- Datenschutz sollte zu einem zentralen Anliegen der Gewerkschaften werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass eine angemessene Transparenz auch zum Schutz der Arbeitsplätze eingesetzt werden kann (in diesem Sinne ist auch die ‚Baucard‘ weiterhin zu betreiben)

Es ist anzuerkennen, dass wir uns mitten in einem Transformationsprozess befinden. Neuen Input gibt es täglich und für viele Felder gibt es noch keine fundierten Studien, die als Entscheidungsgrundlage fungieren könnten.

Die Entwicklungen gehen teilweise in atemberaubender Schnelle und es erfordert Überzeugungsarbeit, um alle in diesem Wandel mitnehmen zu können. Dafür braucht es vor allem klare Visionen und proaktive Strategien, die aber erst in einem kollaborativen Prozess im Sinne von Sozialpartnerschaft entwickelt und umgesetzt werden müssen. Dafür stellt die Arbeitnehmervertretung einen wesentlichen Partner für die Unternehmen dar und sollte aktiv einfordern, dass Unternehmen und Politik sich auf diesen gemeinsamen Weg begeben.

Die Studie soll zum Anlass genommen werden auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene dialogische Prozesse in Gang zu setzen um diese Veränderungen herbeizuführen. Dazu braucht es politische Bereitschaft und Rahmenbedingungen. Um diese auch unter gegensätzlicher politischer Konstellation herbeizuführen ist von Arbeitnehmerseite eine entsprechend positive Strategie einzuschlagen.



Findet Europa nicht einen neuen, eigenständigen, hoffentlich auch vorbildlichen, sozialen Weg, Wirtschaft und Gesellschaft dynamisch und balanciert zu reformieren und auszubauen, werden Andere in der Welt den Ton angeben und viele bewährte Werte werden dabei verloren gehen.

## 2. Grundlagen und Zielsetzung

**Grundlage** der Studie sind das Angebot vom 12.09.2018, zugehörige Gespräche und die darauf beruhende Beauftragung.

Wesentliches **Element** der Studie ist die Zusammenarbeit und finale Abstimmung mit BHI-BWI als Vertreter\_innen der nationalen und internationalen Gewerkschaftsorganisation.

Das **Ziel** der Studie ist, auf wissenschaftlicher Grundlage direkte und indirekte Auswirkungen der Digitalisierung auf die europäische Arbeitswelt in der Baubranche zu analysieren, darzustellen und Handlungsempfehlungen herauszuarbeiten. Dabei ist der Fokus insbesondere auf resultierende Chancen und Herausforderungen für die Arbeitnehmer\_innen auf Baustellen zu legen, wobei regionale und überregionale Besonderheiten des jeweiligen Bauplatzes und allfällige ökologische Auswirkungen (Stichwort: grüne Energie) mit betrachtet werden. Betreffend der Bauplätze soll eine inhaltliche Abgrenzung für die Bereiche Hochbau-Neubau, Hochbau-Bestandssanierung sowie Tiefbau-Infrastrukturbau vorgenommen werden.

Der **Fokus** der Studie ist der Faktor Arbeit im Lichte der Digitalisierung aus der Sichtweise von Arbeitnehmer\_innen, insbesondere jenen, die besonderen Schutzes durch Gewerkschaften bedürfen.

Konkret zielt die Studie auf drei Berufsbilder ab, auch wenn diese mangels Quellen oft nur schwer herauszuarbeiten sind:

- Polier, supervisor



- Vorarbeiter, foreman
- Arbeiter, worker

Gemeinsam werden diese Berufe bisweilen kurz mit P/V/A bezeichnet, im Englischen mit S/V/W.

Die **Handlungsempfehlungen** liegen auf der politisch-wissenschaftlichen Ebene. Dies entspricht folgenden Erkenntnissen und Überzeugungen:

- Die Chancen und Herausforderungen aus der **Digitalisierung** und ihrer Konsequenzen auf das **Arbeitsleben** der Menschen ist neben der Klimapolitik **die große globale Aufgabe**, der sich die nationale und internationale, vor allem auch die europäische Politik stellen muss.
- Gerade **Europa** war in den letzten Jahrzehnten oft **Vorreiterin**, was soziale und ökologische Entwicklungen betraf und diese positive Rolle sollte nicht verloren gehen. Auch wenn die Lösungsansätze in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich sind, sind sie sozialpolitisch vielfach richtungsweisend.
- **Sozialpolitik, Gesellschaftspolitik und Wirtschaftspolitik** müssen Hand in Hand gehen und gemeinsam Zukunftsmodelle entwickeln. Historische Gegensätze sind zu überwinden. Sie hatten ihre Zeit und Notwendigkeit, passen aber nicht für Kommendes.
- **Wissenschaft und Praxis, Politik und Gesellschaft**, sind zu synchronisieren. Ohne wissenschaftliche Erforschung der Wirkungsmechanismen wird es keine nachhaltigen Erfolge geben. Gerade bei einem so komplexen, vielfach verschränkten Thema wie Digitalisierung und Arbeit ist spürbar, wie sehr wissenschaftliche Befassung und Ergebnisse oft fehlen. Konkret zur Entwicklung der Arbeit am Bau, im Bausektor, fehlen grundsätzliche wissenschaftliche Erkenntnisse.

### 3. Inhalt und Arbeitsweise

#### 3.1. Genderhinweis

Die Autoren\_innen legen großen Wert auf Diversität und Gleichbehandlung. Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wurde jedoch oftmals entweder die maskuline oder feminine Form gewählt. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts.



#### 3.2. Inhalt und Aufbau

Inhalt und Aufbau der Studie orientieren sich – in Zusammenschau mit den inhaltlichen Schwerpunktsetzungen der Gewerkschaft – im Wesentlichen an den Handlungsfeldern der Studie „Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen“ [40] und der darauf aufgesetzten „Roadmap Digitalisierung von Planen, Bauen und Betreiben“ [42].

Dabei lassen sich die übergeordneten Handlungsfelder wie folgt gliedern, aufbauend auf der Roadmap und weiterentwickelt gemäß dem Fokus dieser Studie:

- Erforderliche **politische und rechtliche Rahmenbedingungen** (z.B. Bündelung der Kräfte; Abstimmung im DACH-Raum und in Europa; europäisch abgestimmter Ausbildungsplan)

- **Veränderungen von Prozessen in Unternehmen und Projekten** (Begriffe wie Digitalisierung, Monitoring von Arbeitnehmer\_innen, Transparenz, Prozessgedanke; Best-Practice-Beispiele aus der stationären Industrie, Vorfertigung, Fertigteile, Robotik, 3D-Druck)
- **AVVA - Ausschreibung, Vergabe, Vertrag und Abrechnung** von Bauprojekten (Wie können kooperative Bauwerksverträge die Arbeitsbedingungen auf der Baustelle beeinflussen?)
- **Werkzeuge, Interoperabilität von Softwarelösungen** (Welche Entwicklungen zeichnen sich in der Industrie ab und wie gut oder weniger gut entsprechen sie den Anforderungen der aus der künftigen Arbeitswelt?)
- **Forschung und Entwicklung** (Umsetzung von Pilotprojekten und Musteranwendungen, Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis bei der Realisierung von konkret umsetzbaren Forschungsergebnissen)
- **Aus- und Weiterbildung** (zentrales Anliegen aus Sicht der Arbeitnehmer\_innen, um künftige Generationen Berufstätiger den Erfordernissen der Zukunft entsprechend auszubilden; Bildungsniveau und Bildungsprofil den sich rasch ändernden künftigen Berufsbildern laufend anzupassen)

Die Studie soll sich letztendlich mit den konkreten Auswirkungen dieser Handlungsfelder auf die unselbstständig Erwerbstätigen auf den europäischen Baumärkten auseinandersetzen. Zuletzt werden zu diesen Handlungsfeldern konkrete Handlungsempfehlungen gegeben.

Daraus abgeleitet sind die für die Zukunft erforderlichen Maßnahmen aus Sicht der Arbeitnehmer\_innen abzuleiten.

### 3.3. Arbeitsweise und Ergebnisfindung

Die wesentlichen **Phasen der Bearbeitung** waren

September 2018	erste Gespräche und Beauftragung
Herbst 2018	Literaturrecherche und Erarbeitung erster Inhalte
Jänner 2019	Diskussion mit ÖGB BHI in Wien
Februar 2019	Workshop mit BHI auf internationaler Ebene in Wien
Frühjahr 2019	Interviews und Gespräche, Erarbeitung der Inhalte
April 2019	Einbeziehung der Beiträge internationaler Gewerkschaften
Mai 2019	Abstimmung mit ÖGB GBH BHI
Juni 2019	Präsentation bei ILO in Genf

Nach intensiver Literatur-Recherche gab es ab Jänner 2019 Gespräche mit Vertreter\_innen von Gewerkschaften verschiedener Länder; sowohl Einzelgespräche/Telefonate als auch in Form von Workshops bzw. Abstimmungsgesprächen.

Die Handlungsempfehlungen wurden von den Autoren vorgeschlagen. Sie wenden sich an die **Verantwortlichen in Politik und Wirtschaft in Europa und darüber hinaus**.

Auch wenn Europa im Fokus der Autoren war, sind **Erkenntnisse und Empfehlungen** wohl auch für andere Kontinente von Interesse und ist es wichtig, gerade bei diesem weltumspannenden Thema, immer wieder global abzugleichen. Gesellschaften in Asien, Afrika und Amerika gehen mit denselben technologischen Phänomenen oft ganz anders um, was in Anbetracht der gegebenen Globalisierung nie aus den Augen verloren werden darf. Daraus ergibt sich für internationale Verbände (Gewerkschaften, ILO, viele weitere ...) eine sehr hohe Verantwortung, die gerade eben von vielen politischen Vertreter\_innen immer wieder in Frage gestellt wird.

Bereits während der Bearbeitung wurde mit Architekt Rupert Hebblethwaite MBA DipArch (Cambridge) ein **im Englischen**



muttersprachlicher Fachexperte miteinbezogen, sodass parallel deutsche und englische Formulierungen entstehen konnten.

In der Literatur, wie auch in dieser Studie, finden sich oft **Beispiele**, teils real, teils fiktiv, ebenso wie zitierte Interview-Aussagen aus der Wirtschaft. Dabei ist immer zu beachten, dass die wissenschaftliche Befassung mit dem Themenkreis Arbeit-Digitalisierung-Bau bislang rar ist und konkrete Aussagen oft fehlen bzw. ihnen die praktische Erhärtung fehlt. Beides ist für ein eher neues, dynamisches Forschungsfeld typisch und unterstreicht die Notwendigkeit, Forschung und Entwicklung in Wissenschaft und Praxis national und international, möglichst gemeinsam und offen ausgetauscht voranzutreiben.

### 3.4. Quellenstudium und Literatur

Eine detaillierte Liste mit Quellenangaben findet im Anhang. Einige für diese Studie speziell relevante Quellen seien hier etwas ausführlicher beschrieben. Bei der Fülle der Quellen, auf die die Autoren bei der Arbeit gestoßen sind, war nur eine selektive Verwertung der Quellen möglich. Im Quellenverzeichnis werden alle Quellen angeführt, unabhängig von deren Auswertung.

- Die Studie „**Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen**“ der TU Wien, ibpm, vom Dezember 2017 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie und der Wirtschaftskammer Österreich, Geschäftsstelle Bau widmet sich in Kap. 2.1.3 der **Substituierbarkeit von Berufen im Bauwesen** und nimmt Bezug auf weitere Quellen.
- Die **Roadmap Digitalisierung von Planen, Bauen und Betreiben in Österreich** idF vom September 2018, enthält Handlungsempfehlungen, die hier übernommen werden, wie z.B:

R.1-3	Bündelung der Kräfte, in Österreich, mit Nachbarländern, in Europa und International
R.10	Herausgabe eines konkreten Stufenplans mit Zielsetzungen und Zeitschiene
P.5	Forschung zu wirtschaftlichen und gesellschaftspolitischen Zukunftsszenarien
A.5	Optimierung von Lebenszykluskosten als künftiger Fokus bei Vergaben
F.1-3	Nationaler und internationaler Forschungsplan, Pilotprojekte, Wissenschaft & Praxis

- **Roland Berger** [47] zeigt in seiner Studie vom Juni 2015 „Digitalisierung der Bauwirtschaft“ den (Rück) Stand der Bauwirtschaft auf und verweist auf gelungene Beispiele, Handlungsbedarf und Chancen, die zu ergreifen unabdingbar ist. Arbeit steht nur indirekt im Fokus.
- Die Studie „**Industrie 4.0 – eine arbeitssoziologische Einschätzung**“ der **FORBA** (Ursula Holtegrewe, Thomas Riesenecker-Caba, Jörg Flecker) [33], vom November 2015 im Auftrag der AK Wien stellt die Diskussion um ‚neue‘ Technologien in der Industrie in den Zusammenhang sozialwissenschaftlichen Wissenstandes und beschreibt Handlungsfelder von Interessensvertretung, Sozialpartnerschaft und Politik zu diesem Thema. Sie bietet interessante Ansätze, auch für die aktuelle Diskussion in der Bauwelt.

### 3.5. Interviews, Gespräche, Veranstaltungen, Beiträge

Aus folgenden Interviews, Gesprächen und Veranstaltungen stammen wesentliche Erkenntnisse, die in der Studie verarbeitet worden sind.

Do. 21.02.2019	Workshop ÖGB GBH BHI Europäische Gewerkschaften
Mi. 06.03.2019	Professor Jörg Flecker, Universität Wien, W. Reismann
Mi. 06.03.2019	DI Arno Piko, ASFINAG, W. Reismann
Do. 14.03.2019	Ing. Thomas Prigl, Baufachschule Kargan, W. Reismann
Di. 26.02.2019	Bauleiter Paul Weiss & Polier Stefan Oswald, Swietelsky, K Breitwieser
Di. 19.03.2019	Mag. Thomas Riesenecker-Caba, FORBA, K. Breitwieser
Mo. 01.04.2019	Dr. Sarah Buchner, STRABAG, K Breitwieser

Gewerkschaftsorganisationen aus folgenden Ländern haben mitgewirkt: Österreich als Auftraggeber, Belgien, Deutschland, Niederlande, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz und Spanien.



An dieser Stelle sei den Beitragenden und Interviewpartnern gedankt. Die Gespräche waren durchgehend hoch professionell und getragen von einer Offenheit und qualifizierten Auseinandersetzung mit der Fragestellung. Die Beiträge widerspiegeln eine breite, internationale Betrachtungsweise und stellen eine wertvolle Ergänzung zu den Ausführungen der Studie dar.

Protokolle der Interviews (in Deutsch), Originalbeiträge der internationalen Gewerkschaften (in Originalsprache) und Präsentationsunterlagen für ILO in Genf (in Englisch) liegen dem ÖGB BHI in Wien vor.

### 3.6. Kernfragen

Für diese Studie und folgende Forschungsaktivitäten ergeben sich die folgenden Kernfragen:

- Welche Entwicklungen werden am Bau zu effizienterer und effektiverer Produktion führen?
- Wie werden sich demzufolge welche Berufsbilder ändern?
- Welche Handlungsempfehlungen resultieren daraus?

Das Wort „effizient“ wurde hier bewusst gewählt. Ohne wirtschaftliche Anreize gelingt es nur schwer, notwendige Änderungen umzusetzen. Aber auch ‚Effektivität‘ ist eine entscheidende Qualität im Transformationsprozess.

Um Antworten auf diese drei Kernfragen zu finden, bedarf es einer nicht immer einfachen, oft auch subjektiven, persönlichen Einschätzung künftiger Entwicklungen zufolge einer dynamisch fortschreitenden Technologie und deren bisweilen unabsehbaren gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Folgen.

In diesem Sinne ist die Art von Feststellungen, Antworten, Thesen, wie sie in der Studie gegeben werden, zu verstehen:

- entwickelt aus einer wissenschaftlich-praktischen Gemengelage
- beruhend auf derzeit gesicherter Erkenntnis
- überlagert mit Zukunftsvorstellungen basierend auf bisherigen Erfahrungen und
- angereichert um Zukunftsvisionen, in eigenen Gedanken und vielen Diskussionen entstanden.



## 4. Digitalisierung – Allgemeine Aspekte

### 4.1. Wirkungsfelder der Digitalisierung

Die Digitalisierung zeigt Auswirkungen auf alle am Bauprozess beteiligten Unternehmen bzw. Stakeholder und auf den gesamten Lebenszyklus der Bauwerke.



Die Digitalisierung erlaubt es erstmals, Daten zu erfassen, zu vernetzen und diese Informationen allen Beteiligten zur Verfügung zu stellen. Damit ist der Einfluss auf sämtliche am Bau beteiligten Partner entlang der gesamten Wertschöpfungskette gegeben, bis hin zu den späteren Nutzern und Facility Managern.

Die 2016 von Goger und Reismann in Österreich initiierte Plattform 4.0 nennt in ihrem Titel die Wirkungsfelder der Digitalisierung im Bauwesen: Planen.Bauen.Betreiben, Arbeit.Wirtschaft.Export.

So muss man aus Sicht des Bauwesens die Digitalisierung verstehen und steuern:

- **Planen.Bauen.Betreiben**, auf den gesamten Lebenszyklus hin ausgerichtet, einschließlich Ressourcen, Materialien, Recycling, Wiederverwertung, Wertstoffkreislauf
- **Arbeit.Wirtschaft.Export**, auf nachhaltigen wirtschaftlichen Erfolg für alle ausgerichtet, also Arbeitsplätze, Arbeitsqualität, Arbeitssicherheit, Wirtschaftsstandort, Geschäftsmodelle, Exportchancen.

Digitalisierung am Bau greift in ein weites Feld ein, Abgrenzungen zu speziellen Gebieten wie Automatisierung sind fließend, Zusammenhänge mit vielen anderen Fachbereichen wie z.B. Bauwirtschaft und Bauvertragswesen immanent.



Unter ‚Automatisierung‘ wird dabei die Übertragung von Funktionen des Produktionsprozesses, insbesondere von Prozesssteuerungs- und Prozessregelaufgaben vom Menschen auf künstliche Systeme verstanden.

Dabei wird begrifflich differenziert in:

#### **Mechanisierung**

Maschinen übernehmen lediglich die Zufuhr der für den Produktionsprozess erforderlichen Energie.

#### **Maschinisierung**

Übernahme von Funktionen des Produktionsprozesses durch künstliche Systeme, Maschinen.

#### **Automatisierung**

Übernahme auch der Prozesssteuerungs-, ggf. Prozessregelaufgaben durch künstliche Systeme.

Aus [80]  
Gablers Wirtschaftslexikon,

Diese Studie konzentriert sich auf die Aspekte der Arbeit im Speziellen in Zusammenhang mit der Ausführung von Bauvorhaben. Dabei ist nicht zu ignorieren, dass mit der Digitalisierung massive gesellschaftliche Umbrüche einhergehen werden, die jede isolierte Betrachtung ad absurdum führen.

Der Wandel durch Globalisierung und Digitalisierung erfolgt parallel. In Politik und Gesellschaft zeigen sich deutliche Reaktionen ab, deren Motive Verunsicherung, Sorge, zu rasche oder schlecht kommunizierte Entwicklungen, auch evidente ökonomische und ökologische Fehlentwicklungen sind.

## **4.2. Steigerung der Effizienz und Produktivität**

‚Digitalisierung als Selbstzweck‘ wird sich nicht durchsetzen, sie kann nur der Mittel zum Zweck sein. Marktgegebenheiten und Kundenvorstellungen im jeweiligen Projekt können die Erwartungshaltung und Anforderungen bestimmen. Aber das antreibende Element für Innovationen in der Wirtschaft ist letztendlich die Steigerung der Effizienz und Produktivität. Diese sind wesentliche Faktoren für die zunehmende Umsetzung der Digitalisierung in den baurelevanten Unternehmen.

Die knappste Definition von Produktivität lautet „das Verhältnis von Input zu Output“.

*Effiziente Produktion bedeutet einen „Zustand, in dem es bei gegebener Ressourcenausstattung und Technologie nicht möglich ist, von mindestens einem Gut mehr und von allen anderen Gütern mindestens genauso viel herzustellen. Mikroökonomisch gesehen bedeutet dies, dass die Minimalkostenkombination erfüllt ist.*

Aus [48]  
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/produktivitaet-46151/version-269437>  
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/effiziente-produktion-33685/version-257205->

In eigenen Worten:

Wenn die Technologie höhere Effizienz ermöglicht, können wir entweder mit den gegebenen Ressourcen mehr Güter herstellen oder die gleiche Menge an Gütern mit weniger Ressourcen produzieren.

Immer wieder wird angesprochen, dass die Digitalisierung und Automatisierung zu höherer Effizienz und damit zu einer Steigerung der Produktivität führen wird. Roland Berger [47] nennt folgende Produktionssteigerungsraten in den letzten 10 Jahren in Deutschland:



Das bedeutet zweierlei

1. Es besteht massiver **Aufholbedarf** in der Baubranche
2. Höhere Produktivität führt zu **Veränderungen bei Arbeitsplätzen**.

Die Studie von Roland Berger [47] zeigt ein weiteres Beispiel heutiger Zustände und künftiger Entwicklungen, von denen eine Effizienzsteigerung zu erwarten ist:

Rund 30% seiner Arbeitszeit wendet ein Bauarbeiter tatsächlich für seine Haupttätigkeit auf. Die anderen 70% verbringt er auf Wegen und mit Transportarbeiten, mit Auf- und Umräumarbeiten sowie auf der Suche nach Materialien oder Geräten. Das verspricht **Optimierungspotenzial durch intelligentere Baustellen-Logistik**.

Just-in-time Lieferungen minimieren Lagerung und Umräumen auf der Baustelle. Smarte und miteinander vernetzte Baumaschinen ermöglichen eine optimale Auslastung der Maschinen und Baufahrzeuge. Ein Bagger ruft über das Internet der Dinge einen gerade freien Lkw, wenn er diesen benötigt. Der Lkw wiederum fragt ab, wo und wann welches Material benötigt wird. Die Bauarbeiter sparen Wege und Absprachen; Suchzeiten und Transportwege können minimiert werden.

Im Weiteren wird durch die **digitale Verfügbarkeit von Daten** und Dokumenten, einem **digitalen Austausch und Kollaborationsprozess** zwischen den an der Erstellung des Bauprojektes beteiligten Unternehmen eine Effizienzsteigerung des gesamten Bauprozesses zu erwarten sein.

#### 4.3. Veränderungspotential der Digitalisierung

Roland Berger [47] erläutert zu Beginn seiner Studie „Digitalisierung der Bauwirtschaft“ vom Juni 2016:

*Mit der Digitalisierung ... „verändert sich die Rolle der digitalen Techniken. Sie sind nicht mehr rein unterstützende Werkzeuge, sondern verändern auf grundlegende Art und Weise, wie die Geschäfte abgewickelt werden. Die Digitalisierung greift dabei in alle Unternehmensbereiche ein. Sie betrifft Konzerne und Mittelständler, Generalisten und Spezialisten.“*

*„Beim Blick auf andere Branchen wird deutlich, wie sehr die Digitalisierung Bewährtes auf den Kopf stellen kann. In der Musikindustrie zum Beispiel beträgt der digitale Anteil am gesamten Umsatz weltweit bereits 46%.“*

*Interessant festzustellen ist, dass die für unseren Fokus wesentlichen digitalen Möglichkeiten fast alle im Bereich „mittel-hoch-einflussfähig“ und „nieder-mittel-reif“ aufscheinen. Das zeigt, wo wir stehen und worauf wir uns einzustellen haben. (Quelle: [47] RB Trendradar, Grafik Seite 9).*

Mit anderen, klaren Worten: Das Potenzial ist mittel bis hoch, also bedeutsam.

Die Umsetzung hinkt nach, liegt bei entstehend-entwickelt.

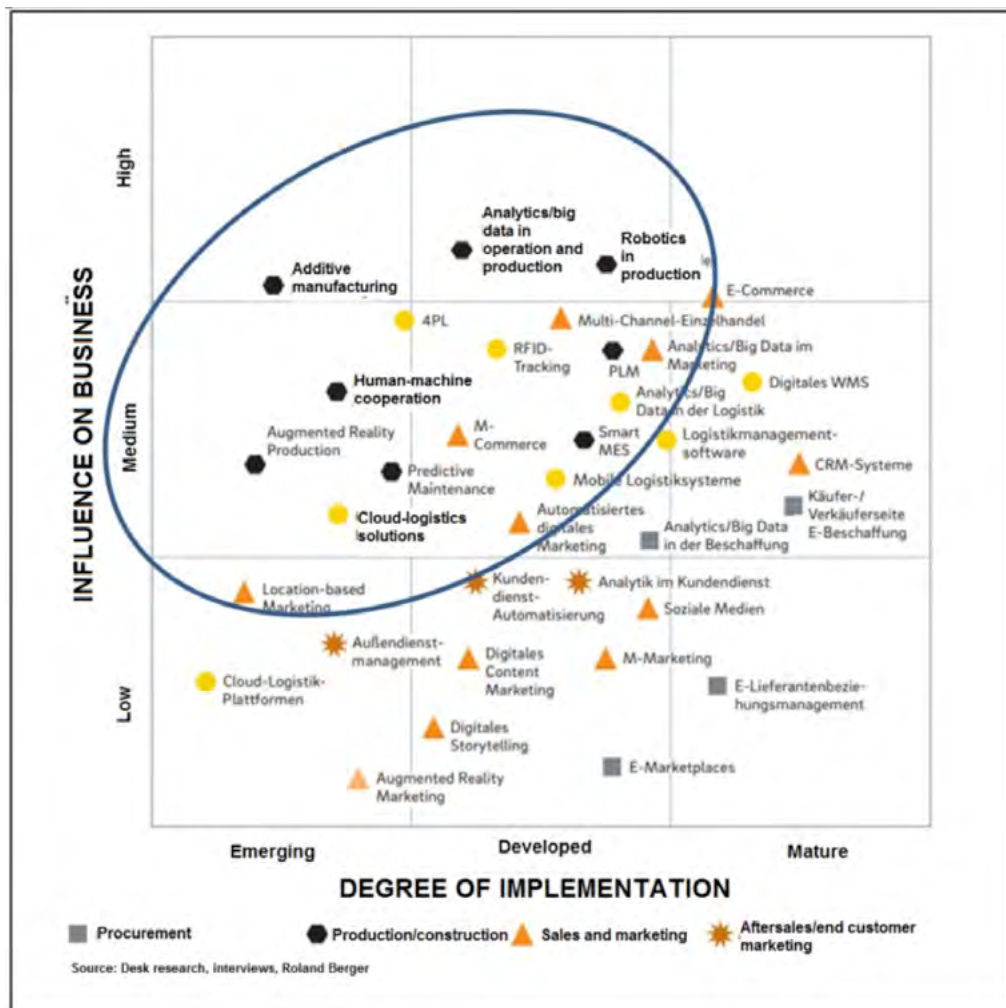


Abb. 01 Technologien: Umsetzungsgrad und Einfluss auf das Geschäft - Quelle Roland Berger [47]

#### 4.4. Disruptives Element der Digitalisierung

Das Wort ‚Disruption‘ wurde aus dem Englischen übernommen und hat in der lateinischen Grundbedeutung mit Zerstörung zu tun.

In der aktuellen sprachlichen Verwendung in der Wirtschaft und Technologie wird es verstanden als

„...ein Prozess, bei dem ein bestehendes Geschäftsmodell oder ein gesamter Markt durch eine stark wachsende Innovation abgelöst....wird“

Im Unterschied zu

...“einer normalen Innovation, wie sie in allen Branchen vorkommen kann, liegt in der Art und Weise der Veränderung. Während es sich bei einer Innovation um eine Erneuerung handelt, die den Markt nicht grundlegend verändert, sondern lediglich weiterentwickelt, bezeichnet die disruptive Innovation eine komplette Umstrukturierung beziehungsweise Zerschlagung des bestehenden Modells.“

Aus [44]

Gemäß der Dissertation von Sarah Buchner [17] ist zu erwarten, dass neben den Einflüssen auf die bestehenden Geschäftsprozesse vor allem auch neue Unternehmensformen (insbesondere im ‚low end‘ Bereich) entstehen und neue Marktbereiche erobert werden.

Für den Baubereich kann eine aktuelle Situation in Bezug auf ökonomische Auswirkungen und Implementierungsgrad folgendermaßen dargestellt werden:

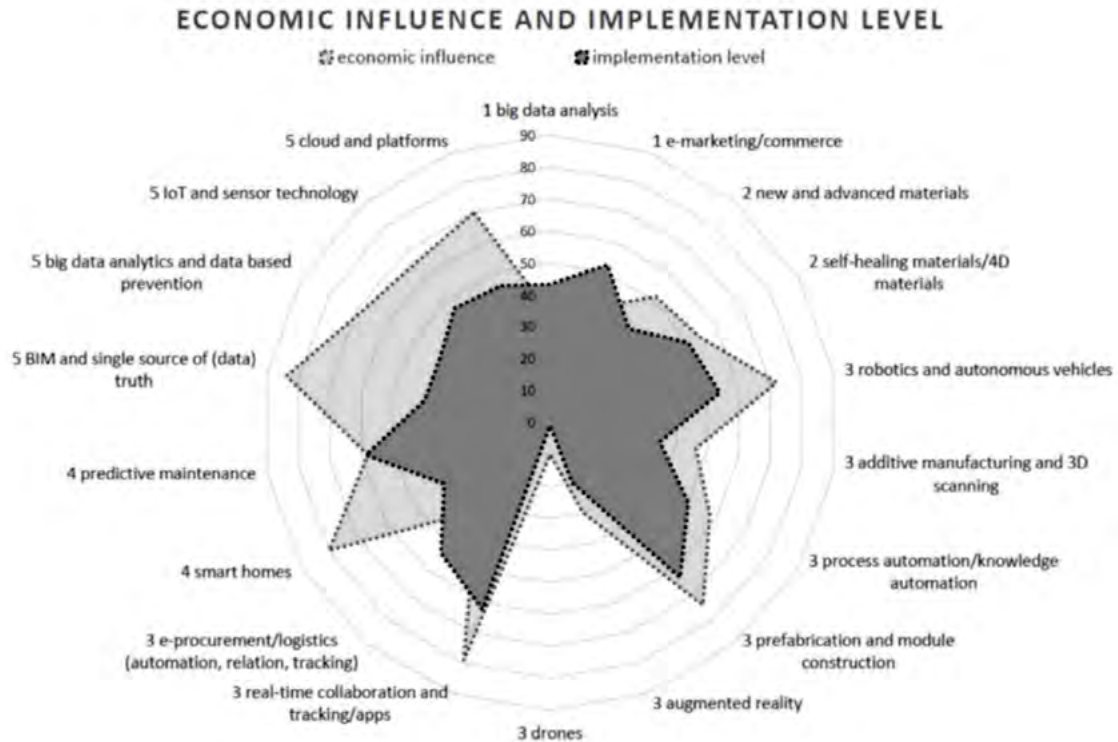


Abb. 02 Wirtschaftlicher Einfluss und Implementierungslevel - Quelle: Buchner [17]

Aus dieser Darstellung kann abgeleitet werden, dass die Felder mit der größten, wirtschaftlichen Bedeutung im Bereich der Daten und der Bauabwicklung liegen.

Die Disruption, die wir der Digitalisierung zumessen, holt uns in der Politik ein. Darauf wird später in dem Kapitel 7 ‚Gesellschaft und Soziologie‘ eingegangen.

#### 4.5. Daten und Informationsmanagement

Die zunehmende Digitalisierung erlaubt die Erfassung und Produktion einer großen Menge an Daten.

Zuallererst müssen wir uns die Frage stellen, ob wir diese Daten wirklich in dieser Form brauchen und was man damit machen kann.

Es birgt neue Potentiale, wie zum Beispiel Big Data Analysis, ‚Machine-to-Machine-Communication‘, Informationen über den Zustand des Gebäudes oder der Baumaschinen in Echtzeit.

Aber es besteht auch die Gefahr sich mehr Arbeit zu erschaffen, als es für eine effiziente Projekt-abwicklung erforderlich ist.

Darüber hinaus muss man sich bewusst sein, dass zum Teil personenbezogene Daten erzeugt werden, mit denen sensibel umgegangen werden muss.

Generell ist die Frage zu klären, **wer Zugang zu welchen Daten hat.**

Dabei sind Fragen des Datenschutzes zu beachten im Umgang mit persönlichen und unternehmensbezogenen Daten.

Es ist grundsätzlich zu überlegen, in welchem Ausmaß Datenzugang erforderlich ist um ein effizientes Arbeiten zu gewährleisten - für welchen Projektpartner und für welche Aufgaben im Team.



Vom Bauherrn bis zum Hilfsarbeiter könnte theoretisch jeder Beteiligte Zugang zu Informationen haben, die über seine angestammte Rolle hinaus gehen. Aber gerade das ist weder gewünscht noch zielführend: wichtig ist es, zielgerichtet die entscheidenden Informationen zu finden, diese bewerten und mit diesen etwas anfangen zu können.

Durch die verschiedenen Technologien (Sensoren, RFID, etc.) stehen Echtzeitinformationen zur Verfügung, die ein viel rascheres und zum Teil softwareunterstütztes Reagieren auf Zustände und nicht planbare Situationen ermöglichen.

Informationen müssen dafür **entsprechend strukturiert** werden und derartig aufbereitet werden, dass diese übersichtlich und zielorientiert, mit dem für den jeweiligen Arbeitsschritt erforderlichen Detaillierungsgrad auf Abfrage als Entscheidungsbasis genutzt werden können.

In der vernetzten, digitalisierten Welt ist zu bedenken, dass zu einem Großteil Daten ‚für den anderen‘ produziert werden: für die Teammitglieder innerhalb eines firmeneigenen Workflows, für die Vertragspartner, für andere Gewerke, bis zum Nutzer und Facility Manager.

Weiterführende Arbeitsschritte, andere Gewerke müssen von einer Gültigkeit und Verlässlichkeit der zur Verfügung gestellten Daten ausgehen. Daraus ergeben sich auch rechtliche Auswirkungen, die noch zu erarbeiten sind.

Informationsmanagement wird eine zentrale Herausforderung der Zukunft – nicht nur für den Manager. Um eine erfolgreiche Umsetzung zu gewährleisten muss es gelingen, Informationen digital zu erfassen, strukturiert zu speichern und ‚userfriendly‘ & prozess-fokussiert zur Verfügung zu stellen.

#### 4.6. Vernetzung der Daten als großes Potential

Daten und Datenketten sowie digitalisierte Prozesse liegen der gesamten Wertschöpfungskette (Auftraggeber\_innen, Auftragnehmer\_innen, Subunternehmer, Lieferanten) über den gesamten Lebenszyklus (Planen, Bauen, Betreiben) hindurch zugrunde und unterstützen alle Abläufe, bis hin zu automatisierten Abläufen.

Ein wesentlicher Aspekt der Digitalisierung wird es sein all diese Daten zu vernetzen, um daraus einen Mehrwert zu generieren. ‚Vernetzung‘ bedeutet, Vernetzung der Daten innerhalb der betriebseigenen Prozesse, aber vor allem auch ‚Vernetzung‘ der Daten über die Grenzen der Disziplinen, der Gewerke, über die Vertragsgrenzen hinaus.

‚Vernetzung‘ meint zum einen, dass Daten nur einmal erfasst und gespeichert werden, aber für sämtliche Nachfolgeprozesse und von relevanten Personen abgerufen und mehrfach verwendet werden können. Damit kann gewährleistet werden, dass immer mit aktuellen Daten und in Echt-Zeit gearbeitet werden kann. Zum anderen können durch Vernetzung der Daten Zusammenhänge in einem umfassenderen Ausmaß erkannt und genutzt werden, z.B. Big-Data-Analysis.

Mit einer sinnvollen Vernetzung von Daten ist ein großes Potential zu heben.

#### 4.7. Digitalisierung bringt Standardisierung

Digitalisierung wird den Anspruch an ‚mehr Standardisierung‘ erhöhen, gleichzeitig aber auch Individualisierung brauchen. Beides ist kein Widerspruch.

Standardisierung wird erforderlich für folgende Ansätze:

- Effizientes Datenmanagement in einer vielfältigen Softwarelandschaft
- Workflows für digitalisierte Kollaboration um Prozesse präzise aufeinander abzustimmen
- Digitalisierung und Automatisierung von Fertigungs- und Ausführungsschritten

Insbesondere die erwartete Verlagerung der Bauaktivitäten von der Baustelle in die Produktionshalle und der Einsatz von Robotern wird eine zunehmende Standardisierung bewirken. Modulares Bauen wird forciert werden, nicht im Sinne von ‚Fertigteilbau‘, sondern mit dem Anspruch, wiederholbare Elemente effizienter und mit entsprechender Präzision und Qualität zu erzeugen. Standardisierte Abläufe in Produktionshallen unter kontrollierbaren Bedingungen oder ausgeführt durch Roboter auf der Baustelle können so digital angesteuert und überprüft werden.

Das wird eine Auswirkung auf sämtliche Prozesse haben – angefangen von den Möglichkeiten in der architektonischen Planung bis zu Reparaturarbeiten im Facility Management. Eine entsprechende Systematik ist dafür zu entwickeln, die ausreichend Variabilität ermöglicht und technologische Möglichkeiten nutzt.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass Bauprojekte letztendlich immer ‚Prototypen‘ sind. Es können einzelne Abläufe oder Bauelemente standardisiert werden, aber für eine lebendige Architektur oder um den individuellen Randbedingungen des Bauprojektes zu genügen, muss es möglich sein, erforderliche Anpassungen im jeweiligen Projekt durchführen zu können.

Theoretisch ist aber umgekehrt durch Digitalisierung eine gute, individuelle Ansteuerung der Maschinen durch Fertigungsrelevanten Daten direkt aus dem BIM-Model möglich und damit eine ‚Losgröße 1‘ verwirklichtbar.

Ein wesentlicher Aspekt der Standardisierung **wird durch die Entwicklung der Software bestimmt** werden. Verbildlicht kann das durch zwei extreme Szenarien werden:

- Auf der einen Seite mächtige Softwareprodukte, entwickelt von den ‚großen Playern‘ in der iT-Branche, die versuchen sämtliche erforderlichen Schritte innerhalb ihrer Software durchzuführen. Selbst wenn diese Softwarelösungen versprechen, dass eine entsprechende Individualisierung für Unternehmen oder Projekte möglich ist, würden Abläufe am gesamten Bauproduktmarkt durch den Einsatz dieser Software bestimmt werden. Das heißt – die Software bestimmt wie wir arbeiten. Z.B. SAP.
- Auf der anderen Seite erfordert eine sehr kleinteilige Softwarelandschaft Standards im Datenformat an den Schnittstellen zwischen den Softwareanwendungen und im Datenaustausch mit Projektpartnern. Die Entwicklung wird dabei von vielen Softwareanbietern getragen werden und geprägt sein von Vielfältigkeit, guter Anpassungsmöglichkeit an Spezialanwendungen und Kooperationen zwischen Softwareentwickler und branchenspezifische Unternehmen.

*Neben Effizienzsteigerung, Qualitätssicherung und Energieoptimierung sollen Standardisierung und Normen vor allem aber Vertrauen und Transparenz schaffen, marktreife Entwicklungen weitertreiben und auch kleineren Unternehmen einen raschen Einstieg in ein digitalisiertes Umfeld ermöglichen. Globale und branchenübergreifende, digitale Transformationsprozesse brauchen Richtlinien die handlungsfähig machen.*

Frei zitiert nach [83]



#### 4.8. Transnationalisierung durch Digitalisierung

Dabei geht es um zwei Phänomene:

- Auslagerung von Arbeiten in andere, billigere Regionen
- Zuzug von billigen Arbeitskräften aus anderen Regionen

Aus der oben beschriebenen Standardisierung ergibt sich die Möglichkeit Arbeitsschritte zu digitalisieren, zu zentralisieren und damit ortsunabhängig zu machen. ‚Business Process outsourcing‘ ist in diesem Zusammenhang zu erwarten.

**Analogie:** In Billigländer ausgelagerte Buchhaltungen, Verrechnungen, Call Centres und andere ‚Shared Services‘

Kleinteilige, standardisierte Arbeitsprozessschritte erlauben den Einsatz von weniger qualifizierten Arbeitskräften und es wäre dadurch auf Baustellen möglich, billige Arbeitskräfte aus weniger entwickelten Regionen einzusetzen.

*Als Beispiel kann das von China eingeführte ‚Dormitory Labour Regime‘ genannt werden: alleinstehende Arbeiter\_innen werden fern von ihrer Heimat in Schlafsälen untergebracht, ohne wesentliche Kontakte zum Gastland und haben zufolge dieser Isolation eine hohe Bereitschaft zu flexiblen und langen Einsatzzeiten.*

*Frei nach Jörg Flecker [36]*

## 5. Digitalisierung am Bau – Entwicklungen und Ausblick

### 5.1. Ein Überblick

Die Themen werden in diesem Kapitel von den Autoren bewusst nur kurz angerissen um Bewusstsein für das breite Themenfeld der Digitalisierung am Bau zu schaffen. In der Folge werden die Ergebnisse einiger Quellen zitiert, so dass am Ende ein zusammenfassendes Bild aus heutiger Sicht der Autoren entsteht.

So nennt die **Digital Roadmap Austria** vom Dezember 2016 [42] folgende Beispiele in einem Szenario 2025:

- 5G, der neue Mobilfunkstandard einhergehend mit einem ausgebauten optischen Glasfasernetz
- IoT, Internet of Things, die Kommunikation von Geräten untereinander und mit dem Internet
- Big Data, neue Techniken und Algorithmen im Umgang mit sehr großen Datenmengen
- KI, Künstliche Intelligenz und maschinelles lernen
- Offenes Wissen in unterschiedlichen Formen wie z.B. ‚Crowd Sourcing‘ und ‚Open Government‘
- VR und AR, Virtual and ‚Augmented Reality‘, Zusatzinformation in Echtzeit
- 3D-Druck im Einsatz in der Fertigung
- Intelligente Materialien reagieren selbständig und wie gewollt auf veränderte Bedingungen
- Blockchain, gegen nachträgliche Manipulation gesicherte Datenstruktur

Die Studie **„Potenziale der Digitalisierung im Auftrag von BMVIT und WKO“** Potenzialstudie TU ibpm vom Dezember 2017 [40] beschreibt in der „Vision digitales Bauwesen“ eine Reihe von Entwicklungen wie:

- Visualisierung, Simulation und Optimierung in der Frühphase von Projekten
- Transparenz in Prozess und Entscheidungen inkl. Stakeholder-Management
- Offene, gezielte und nachvollziehbar dokumentierte Dokumentation über Plattformen
- Planung mit BIM, Building Information Modeling mit Lebenszyklus-Datenaufbau und –transfer
- Die digital vorbereitete, unterstützte bzw. organisierte Baustelle bis hin zum Drohneneinsatz
- Die durchgängige digitale Administration der Wertschöpfungskette AG-AN-SUB-Lieferanten
- As-Built Modell und CAFM, Sensorik im Betrieb
- Urban Mining und digital erfasste und gesteuerte Wertstoffkette

In derselben **Potenzialstudie** wird der aktuelle Stand der Technik im Sinne aktueller Anwendung wie folgt dargestellt und bewertet im Sinne von (+) was funktioniert heute und bringt Nutzen und (-) woran ist noch zu arbeiten, was ist noch nicht ausgereift, bringt heute noch Mehraufwand. Gemäß [40] sind das

- BIM, Building Information Modeling, in der Entwicklung und Planung
- ‚Computerized Numerical Control‘ in der Fertigung, Vorproduktion und Herstellung
- Mobile Endgeräte bei der Realisierung und Ausführung, z.B. Tablets auf der Baustelle
- Drohnen, unbemannte Fluggeräte im Baustelleneinsatz
- IT in Betrieb und Nutzung, CAFM
- Datenbanken in Erneuerung und Rückbau, Gebäudematerialien

Eine deutsche Arbeit aus 2016 von BRZ, Organisation und Bauinformatik [16] (Quelle interpretiert, Hinweis auf Potenzialstudie [40] Seite 28ff nennt sechs Trends mit Auswirkungen für die Baubranche bzw. Themen, die zu beachten sind, hier in Eigeneinschätzung weiter interpretiert.

- Mobilität, Verfügbarkeit von dezentraler Information und Eingriffsmöglichkeit (Management)
- IT-Sicherheit, Schutz vor Datenmissbrauch, Datendiebstahl, Cyberkriminalität

- Soziale Netzwerke, Bedeutung im Marketing und in der informellen Mitarbeiter-Kommunikation
- ‚Cloud Computing‘, zunehmende Bedeutung in Zusammenhang mit CDE, Datenschutz-Bedenken
- BIM in der Planung, BIM-Modelle in der Bestandserfassung, durchgehende Daten-Modelle im LZ
- Virtueller Projektraum, Bedeutung in der Kommunikation, Verständnis durch Darstellung

Nochmals die bereits zuvor angeführten, von Roland Berger [47] (angeführten Potenziale zusammengefasst, in der Fassung der Potenzialstudie [40])

- BIM
- Digitale Ausschreibung
- Digitale Plattformen zur Beschaffung
- Intelligente Baustellenlogistik („just in time-Lieferungen“)
- IoT, kommunizierende Maschinen, RFID)
- Drohnen und Roboter (3D-Laserscanning, Bauroboter, 3D-Druck)
- Digitalisierung der Produktion von Bauzulieferunternehmen (insbesondere Baustoffherstellung)
- Digitaler Vertrieb als direktes Service

Für diese Studie sehen die Autoren folgende zusammenfassende Übersicht der Schwerpunktsthemen für künftige Entwicklungen, wobei zu betonen ist, dass Grenzen immer mehr verschwimmen und eine klare Strukturierung und Abgrenzung der einzelnen Themen nicht leicht möglich ist.

#### Die digitale Welt oder – ‚the virtual reality inside the computer‘...

- **BIM** Building Information Modelling – digitale Kollaboration der Projektpartner an einem Modell
- **Digitalisierung AVVA** - digitale Prozesse für Ausschreibung & Vergabe, Vertrag, Einkauf und Vergütung
- **Big Data** – neue Technologien und Algorithmen, um aus den Unmengen an zur Verfügung stehenden Daten Nutzen zu ziehen
- **Ubiquität und Interoperabilität der Softwarelösungen** - eine Datenbank-orientierte iT Landschaft, in der Daten über Schnittstellen leicht zwischen den Anwendungen bi-direktional aktualisiert werden können, unter zunehmender Nutzung von Cloudcomputing, mit einer überall und jederzeit gewährleisteten Zugänglichkeit
- Der **gemeinsame, virtuelle Arbeitsraum** / ‘Common Virtual Work Space’ – digitale Workflows und Kommunikation, firmenintern standortübergreifend aber auch vertragsübergreifend zwischen den Projektpartnern
- Der **digitale Zwilling** / ‘Digital Twin’ – kontinuierlicher, gemeinsamer Datenaufbau über den gesamten Lebenszyklus des Bauvorhabens in einer virtuellen Realität / ‚Virtual Reality‘

#### Die digitale Baustellenwelt – ‘new technologies out on the construction site’...

- **3D Druck:** individuell anpassbare, über ein 3D-Modell gesteuerte, programmierbare, schichtenweise Herstellung von Bauelementen aus diversen Grundmaterialien
- **Intelligente Materialien** – im Einsatz direkt am Bau oder in der Realisierung, die selbständig auf sich ändernde Umgebungsanforderungen reagieren können
- **Intelligente Baumaschinen** – ausgestattet mit Sensoren, die Rückmeldung über ihren Zustand bzw. Umgebungsdaten liefern und digital kommunizieren können
- **Drohnen** – der schnelle, digitalisierte Blick auf die Baustelle von ganz oben oder auf Bereiche mit schwieriger Zugänglichkeit
- **Roboter** – der programmierbare, starke Helfer, dem nichts zu langweilig wird
- **‚Powered Exoskeletons‘** – Verstärkung der Körperkraft des Arbeiters durch ‚motorisierte Muskeln‘
- **Künstliche Intelligenz / ‚Artificial Intelligence‘** - das schnell lernende ‘Gehirn’ der Hardware

#### Zwischen den Welten – ‘Linking the digital world & the actual reality’ ...

- **Mobile Endgeräte / ‚Mobile End Devices‘ in der Realisierung** - z.B. Tablets, Smart Phones auf der Baustelle für den ortsunabhängigen Zugang zum ‚virtuellen Arbeitsraum‘
- **‚Augmented Reality‘** – auf die Realität schauen mit einem an Zusatzinformationen aus dem ‚virtuellen Arbeitsraum‘ angereicherten Blick
- **‚Internet of Things‘** – Werkzeuge und Maschinen, die untereinander kommunizieren und alles dokumentieren
- **Sensoren in Schlüsselpositionen / am Material / an Werkzeugen & Baumaschinen** - Messungen und Zustandsdaten in Echtzeit



- Technologie für **digitales Tracking** von Zulieferungen und Bauelementen (Scanner für Bar/QR Codes, RFID, etc.)
- **Laser Scans** – Messungen und Digitalisierung der gebauten Realität
- Und am Ende des Tages – das digitalisierte Gebäude: CAFM (**Computer Aided Facility Management**): das Gebäude kommuniziert digital mit Nutzern und Facility Managern

## 5.2. Technologieentwicklungen

### 5.2.1 Mobilität – immer und überall ins Netz

Dass wir uns immer und überall ins Internet verbinden können, ist uns im Privatleben bereits zur Selbstverständlichkeit geworden. Die Geräte dazu werden immer kleiner und leichter, ob dann ein Smartphone, das in die Manteltasche passt, ein Tablet, ein Notebook oder ein Laptop verwendet werden, ist oft nur mehr eine Frage der Gewohnheit. Speicherkapazität ist mit Cloud-Lösungen kein Thema mehr, für Bedienung gibt es bis zur Spracherkennung jede Möglichkeit.

Mit der gleichen Selbstverständlichkeit wird diese Funktionalität auf Baustellen erwartet werden, beziehungsweise ist sie bereits Realität.

Informationen werden so überall abrufbar und müssen umgekehrt auch überall in den virtuellen Arbeitsraum eingespeist werden können. Gearbeitet wird dadurch mit ‚Echtzeitinformationen‘.

Ein wesentlicher Aspekt für das Baustellenpersonal ist, dass es einen unbürokratischen, schnellen und umfassenden Zugang zu Informationen gibt; Informationen, die früher oft nur über mühselige Kommunikationsprozesse, Einschaltung von Managementpersonal oder physisches ‚Nachschauen‘ in Erfahrung gebracht werden konnten.

### 5.2.2 ‚Augmented Reality‘ - eine erweiterte Sicht auf die Realität

Im Prinzip werden dabei über den Blick auf die tatsächliche Realität Informationen aus der ‚Virtual Reality‘ gelegt. Das können projizierte 3D Objekte oder Hologramme sein, Textinformationen oder Ortsmarkierungen zur Orientierung. Die Übergänge zwischen ‚Virtual‘ – ‚Mixed‘ – ‚Augmented Reality‘ sind fließend. Ob dafür Apps, die auf Tablets oder Smart Phones laufen, oder eine High-Tech Brille eingesetzt wird, ist zurzeit noch eine Frage der Hardware und der Kosten. Die Brille hat am Bau aber definitiv den Vorteil von ‚Hands-Free‘ und bietet durch starken Prozessor und Tiefensensor eine höhere Genauigkeit. Gesteuert wird die Brille durch Gestik oder Kopfbewegungen. Nachteil der Brille ist das eingeschränkte Gesichtsfeld – die Brille bietet nur 50° im Gegensatz zu den 180° des menschlichen Auges.

Ein weiterer Vorteil der Überlagerung der geplanten mit der gebauten Welt ist die Feature-Erkennung. D.h. die Software kann die Realität scannen und durch einen Vergleich mit dem 3D Modell herausfinden, welches Teil man vor sich hat. Identifizierung des Bauteiles braucht damit keinen QR Code oder RFID Technologie, sondern wird durch einen Abgleich über die Software erzeugt.

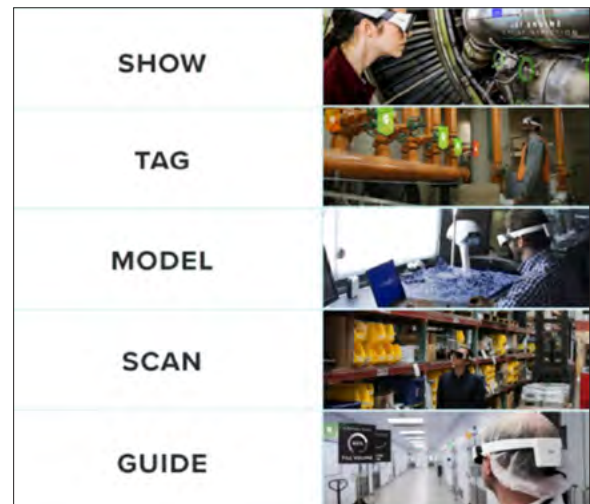


Abb.03 Anwendungen Augmented Reality – Quelle  
BIMSymposium 2019-03 [68]

Anwendungen sind vielfältig, ‚Use Cases‘ werden sich mit zunehmender Verfügbarkeit auf der Baustelle erweitern.

Entscheidend ist es, einen bi-direktionalen Datenfluss zu ermöglichen, d.h. Scans der ‚As-Built-Reality‘ in Abgleich mit dem geplanten 3D Modell oder Abgleich und Ergänzung von nicht geometrischen Informationen (Text, Bilder, Messwerte) von der Baustelle im BIM-Modell.

*Vieles ist hier noch aus der Forschung zu erwarten. Als Beispiel und auch als Quellenverweis für die oben angeführten Beschreibungen sei auf ein Forschungsprojekt der TU Wien in Kooperation mit DAQRI und FCP verwiesen. (BIM Symposium 2019: BIM auf die Baustelle – Forschungsprojekt mit AR [68])*

Eine besondere, für Baustellenpersonal interessante Anwendung sind Arbeitsinstruktionen über AR:

Dies könnte durch Verwendung von Datenbrillen insofern noch gesteigert werden, als den Arbeitskräften sozusagen unmittelbar in ihrem Blickfeld vorgezeigt werden kann, welche Handgriffe erforderlich sind. In „Soonish“ [82] wird eine Studie von DAQRI, Boing & Iowa State University zitiert, wonach damit eine Reduzierung der Arbeitsdurchlaufzeit um 30% und Fehlerrate um 94% bereits beim ersten Anlauf gezeigt werden konnte.

Gemäß der Studie „Industrie 4.0 – eine arbeitssoziologische Einschätzung“ [33] ist dem entgegen zu halten:

*Die Arbeitskraft wird damit noch stärker zum Anhängsel und ausführenden Organ eines computergesteuerten Prozesses. Die Arbeit kann zerstückelt sein, zwischen den Beschäftigten ist keine unmittelbare Kooperation erforderlich und die Kontrolle besteht aus kleinteiligen Anweisungen und detaillierter Überwachung.*

Die Nutzung der Verschmelzung beider Welten für ‚remote-expert‘ Anwendungen bietet andererseits für den Arbeiter schnelle Unterstützung und das Potential für Lernanwendungen.

### 5.2.3 Roboter - die menschenleere Baustelle

‚Roboter‘ bzw. ‚Robotic‘ umspannt ein sehr großes Feld – angefangen von computergesteuerten Manipulationsarmen, die in Kombination mit diversen Baugerätschaften zu sehen sind, bis zu humanoiden Robotern. Die Übergänge zu Drohnen, 3D Druckern oder den üblichen Baumaschinen sind fließend, Die Steuerung kann dabei von einem einfachen, eingebauten Computerchip bis zu einer lernfähigen KI - Künstlichen Intelligenz / AI - ‚Artificial Intelligence‘ – reichen.



Abb.04 Robotergesteuerter Manipulationsarm - Quelle [B.1]

Während in der Produktionsindustrie derartige Technologien schon seit langem Einzug gehalten haben, ist man am Bau bisher zurückhaltend damit umgegangen. Roboter lassen sich vor allem dort gut einsetzen, wo es um wiederholbare, parametrisierbare Schritte in einer kontrollierbaren Umgebung geht. Auf Baustellen ist es schwieriger, Arbeitsabläufe zu automatisieren. Es gibt immer individuell zu berücksichtigende Randbedingungen, die sich kurzfristig ändern können. Ein ‚kontrolliertes Umfeld‘ ist damit im Gegensatz zu Fabriken schwer zu realisieren.

Auf der einen Seite wird das zunehmend zu einer Verlagerung der Bauaktivitäten von der Baustelle in die Fabrikhalle - bzw. vom Bauwerk zu fabrikähnlichen Vorfertigungsarealen auf der Baustelle - führen, wo die erforderlichen kontrollierten, standardmäßigen Randbedingungen umgesetzt werden können.

Andererseits wird für den Einsatz von Robotern auf der Baustelle Forschung betrieben und gemeinsam mit der Industrie an ökonomisch vertretbaren Lösungen gearbeitet. Speziell auf den Gebieten von 3D-Drucken oder ‚Remote-Controlled‘ und autonom fahrenden Baumaschinen gibt es die ersten, für den Markt interessanten Entwicklungen.

Die Möglichkeiten von ‚Robotic‘ sind sehr breit gestreut; im Prinzip ist jeder softwaregesteuerte Manipulationsarm, der auf einer Baumaschine montiert ist, bereits ein ‚Robotic Device‘. Hier wird die Entwicklung sehr schnell gehen, denn statt eines komplett neuartigen Roboters wird ein bestehendes Gerät durch entsprechende Hardware und Software adaptiert.

Die Anwendungsmöglichkeiten sind mannigfaltig: harte und sich wiederholende Tätigkeiten können von solchen Maschinen durchgeführt werden; robotergesteuerte Glassauger können schwere Glasscheiben

heben und Positionierung – insbesondere bei Überkopfarbeiten – präzise durchführen. Ist eine 3D- Flexibilität im Raum gegeben, können derartige Manipulationsarme direkt mit Koordinaten aus dem 3D-BIM -Modell gespeist werden und damit eine effiziente und korrekte Montage garantieren.

Ein anderer Weg wird vor allem in Japan bestritten, wo an humanoiden Robotern geforscht wird. Man will in der Bauindustrie damit vor allem dem bestehenden Fachkräftemangel begegnen.



Abb. 05 Humanoide Roboter - Quelle [B.2]

Der flexible Roboter, der dem Menschen nachempfundene Bewegungsmuster umsetzen kann, ist zurzeit noch viel langsamer als die menschliche Arbeitskraft, aber dafür sehr präzise.

Quellen: [45] und [69] (AIST - Japan's National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) – frei zitiert.

Was man in Zukunft vielleicht eher sehen wird, sind menschliche Arbeitskräfte mit intelligenten ‚Exoskeletons‘, die wie ‚tragbare Roboter‘ die menschliche Muskelkraft und Ausdauer verstärken.

Bereits auf Baustellen zu sehen sind leichte, am Körper zu tragende, motorisierte Metallgerüste, welche die Lasten zu bestimmten Punkten, wie den Hüften und von dort auf den Boden transferieren.

Ein wesentliches Puzzlestück auf dem Weg der Entwicklung ist der Einsatz von **KI – künstlicher Intelligenz** oder ‚AI – Artificial Intelligence‘.

*Auf diesem Teilgebiet der Informatik, das sich mit ‚maschinellern Lernen‘ beschäftigt, wird intensiv geforscht. In neuronale Methoden, in denen die Funktionsweise des menschlichen Gehirns nachgebildet wird, werden hohe Erwartungen gesetzt. Dabei wird mit Hilfe von Algorithmen aus zuvor gemachten Erfahrungen Wissen für die KI generiert. Das Programm erkennt Muster in bestehenden Datensätzen oder aus der Beobachtung von Abläufen und kann daraus Erkenntnisse gewinnen. KIs können für ‚Machine-Learning‘ auf alle möglichen externen Quellen von Information zugreifen – von Sensorik bis Big Data. Damit kann sich die KI autark weiterentwickeln.*

[70] frei zitiert.

Im Prinzip kann eine KI als künstliches Gehirn allen möglichen Geräten implantiert werden – die Einsatzmöglichkeiten sind gewaltig, angefangen von Augmented Reality bis zu humanoiden Robotern. Damit können selbst-lernende Roboter in zunehmendem Maße auch für kognitive, nicht-Routine Arbeiten eingesetzt werden.

Trotzdem ist zu erwarten, dass die menschliche Arbeitskraft nur bedingt von Robotern ersetzt werden kann. Arbeiten, die ein rasches Erfassen von komplexen Zusammenhängen erfordern, kreative, intelligente Aufgaben oder Bedingungen, die soziale Intelligenz erfordern, werden auch von künstlichen Intelligenzen nicht so schnell ausgeführt werden können.

Das wahrscheinlichste Szenario für die Baustelle ist, dass Menschen gemeinsam mit Robotern arbeiten werden. Roboter sollen die menschliche Arbeitskraft unterstützen, Routinearbeiten oder Arbeiten, die besondere Kraftanstrengung oder Präzision erfordern, übernehmen. Aber Roboter werden immer noch von Menschen gesteuert werden müssen.

In der extremen Ausprägung wird dabei ein Arbeiter mehrere Roboter oder mit künstlicher Intelligenz ausgestattete Geräte von der Ferne bedienen.

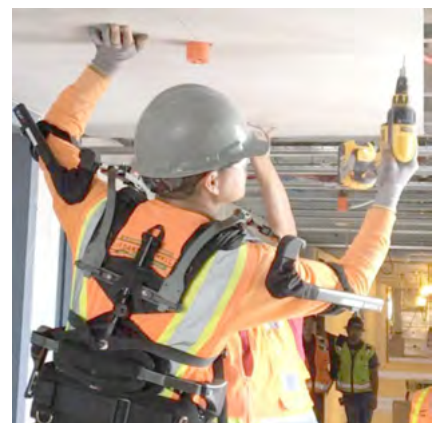


Abb. 06 eine Schultereinheit trägt die Last und erlaubt dem Arbeiter sich auf das Werkzeug zu konzentrieren - Quelle [B.3]



*Kajima hat testweise damit begonnen, unbemannte und mit GPS ausgestattet Lastwagen, Bulldozer und Straßenwalzen auf Baustellen einzusetzen. Über ein Tablet kann so ein Arbeiter fünf vorprogrammierte Fahrzeuge verschiedene Arbeiten verrichten lassen, beispielsweise Erde abzuladen, den Boden zu verdichten und ihn dann zu glätten. Das würde die Arbeitsproduktivität pro (menschlichem) Kopf erhöhen bzw. es können eben Arbeiter ersetzt werden. Der Konzern will nicht nur selbst mit diesen Maschinen arbeiten, sondern setzt darauf, sie auch an andere Baufirmen verkaufen zu können.*

Aus [69]

Aber um produktiv und profitabel zu bleiben, muss der Aufwand für Änderungen der Programmierung klein gehalten werden. Für eine längere Übergangsphase wird damit der Mensch der Manager der Roboter – auch vor Ort – bleiben.

Im Zuge von ‚Industrie 4.0‘ und CIM (Computer – Integrated -Manufacturing) wurde die ‚menschenleere Fabrik‘ prognostiziert. Die Entwicklung zeigt aber, dass die Umsetzung bisher nicht zu derartig radikalen Ergebnissen geführt hat. Auch die ‚menschenleere Baustelle‘ ist so schnell nicht zu erwarten. Es ist insbesondere zu überlegen, ob ein derartiges Zukunftsszenario überhaupt sinnvoll und erwünscht ist.

#### 5.2.4 3D Printer - das Haus aus dem Drucker

Als 3D-Druck kann grundsätzlich jedes Verfahren bezeichnet werden, in dem additiv bzw. schichtenweise Material computergesteuert und automatisiert aufgetragen wird. Der große Vorteil besteht darin, dass derartige Verfahren eine totale Flexibilität in der Form erlauben, solange diese mit dem eingesetzten Material und den Gesetzen der Statik im Einklang steht.

In den letzten Jahren ging die Entwicklung sehr schnell - von kleinen Plastikelementen aus einem schachtelgroßen Drucker bis zu robotergesteuerten Produktionen von direkt einsetzbaren Bauelementen.

‚Drucken‘ lassen sich fast alle Materialien: Beton, Ziegel, Kunststoffe, Metall. Im Prinzip braucht es dafür einen Roboterarm, der flexibel programmierbar ist und ein ‚Zuliefersystem‘ für das erforderliche Material. Beschränkt wird der Einsatz durch die Mobilität des Roboterarms und die Aushärtung des Materials vor dem Auftrag der nächsten Schicht.

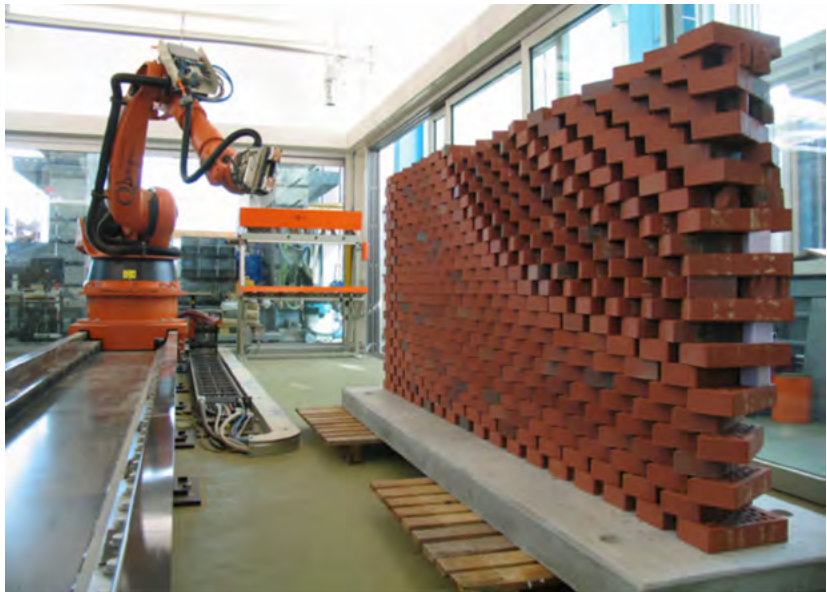


Abb. 07 Roboter beim Aufbau einer Ziegelwand in komplexer Geometrie – Quelle [B.4]

Zurzeit ist 3D-Druck für Bauaktivitäten noch ein aktiver Forschungszweig, beispielhaft zu nennen wäre hier die ETH Zürich oder die TU Dresden.

Ein wirtschaftlicher Einsatz wird aber noch länger dauern, Kooperationen mit der Industrie (z.B. Wienerberger Hadrian X, SAM von Construction Robotics), arbeiten intensiv an einer Umsetzung.

Weitere industrielle Anwendungen sind z.B.: Voxeljet Züblin 3D Drucker: your 3D manufacturing

Oder nach Roland Berger [47]:

*... 3D-Drucker. Eine Firma aus China nutzt diese Technik bereits: Das Gerät druckt nach den Vorgaben des 3D-Bauplans Gebäudeteile aus, die aus einer Mischung aus schnell härtendem Zement, Industrieabfällen, Bauschutt und Glas bestehen. Für ein dreistöckiges Haus dauert der Druckvorgang zwei Tage. Damit reduziert sich die Bauzeit um bis zu 70%, die benötigte Arbeitskraft um bis zu 80%. Zudem werden bis zu 60% an Material eingespart. Weil kaum Abfälle entstehen und andere Abfälle verwertet werden, schont das Verfahren zusätzlich die Umwelt. Für einen Großauftrag in Ägypten mit mehr als 20.000 Häusern wird das chinesische Unternehmen*



*eine Druckmischung auf Sandbasis nutzen. Die Innovation nimmt also auf regionale Besonderheiten Rücksicht, was die Effizienz zusätzlich erhöht.*

Im Einfamilienhausbau wird wahrscheinlich der Anspruch an Individualität überwiegen: Technologie macht nicht den Unterschied, sondern der Mensch. Aber: ‚Drucken statt Fräsen‘ oder ‚Drucken statt Gießen‘ wird zumindest in Teilbereichen des Bauwesens bald eine wirtschaftlich interessante Alternative sein.

### 5.2.5 Tracking - alles wird verfolgt

‚Tracking‘ von Bauelementen, Personen und Maschinen hat ein großes Potential den Bauablauf effizienter zu gestalten.

Auf der einen Seite geht es dabei darum eine Nachverfolgung der Bauelemente auf ihrem Weg vom Produzenten bzw. Fertiger bis zum finalen Einbauort auf der Baustelle zu gewährleisten.

Dafür ist es erforderlich, dass die Teile mit einer eindeutigen, digitalen ID ausgestattet sind. Das können Barcodes oder QR Codes sein, die am Element angebracht sind und manuell eingescannt werden beziehungsweise kann es über eigene Hardwarescanner erfolgen oder Apps, die auf Smartphones oder Tablets laufen.

Für den Einsatz von RFID Technologie müssen die Elemente mit entsprechenden Chips ausgestattet sein, der die ID des Elementes enthält. ‚RFID‘ steht dabei für ‚Radio-Frequency Identification‘, also eine Technologie, in der Radiowellen zum berührungslosen Identifizieren und Lokalisieren eingesetzt werden. Erzeugt werden diese hochfrequenten Radiowellen von einem Lesegerät, das damit den mit einer Antenne ausgestatteten ‚Transponder‘ am Element orten und identifizieren kann. Für größere Reichweiten können ‚aktive‘ Transponder mit eigener Stromversorgung eingesetzt werden. Über die ID und Positionsdaten hinaus können damit zusätzliche, auf das Element bezogene Informationen, übertragen werden.

Mit der Verfügbarkeit von mobilen Geräten mit hoher Rechenleistung ist auch eine Erkennung über die Form – ‚Feature--Identification‘ – denkbar.

Um Ortung geht es im Wesentlichen beim ‚Asset Tracking‘ für Baumaschinen. GPS- Trackingeinheiten in Baumaschinen erlauben so einerseits eine Lokalisierung, andererseits können durch entsprechende Software die Bewegung von Baumaschinen kontrolliert und auch Beschränkungen des Bewegungsradius realisiert werden. Derartig ausgestattete Baumaschinen können sich nicht aus definierten, virtuellen ‚GEO-Zonen‘ (Geofencing) wegbewegen. Es dient zur Überwachung des Einsatzgebietes von Maschinen, oder als Diebstahlschutz.

Auf dem Gebiet der Transportlogistik ist in Zukunft der Einsatz von Block-Chain Technologien denkbar.

### 5.2.6 Drohnen – alles wird gesehen

Drohnen können vor allem bei der Bauinspektion von schwer zugänglichen Bauwerken wie Brücken oder Türmen erhebliche Kosten und Zeit sparen.

Der wesentliche Knackpunkt beim Einsatz von Drohnen ist es aber diese flexiblen, unbemannten Flugobjekte mit zusätzlicher Technologie auszustatten, die eine digitalisierte Aufnahme der Baustelle ermöglicht – z.B. Laser Scans.

Aus dem Abgleich dieser Aufnahmen der aktuellen Baustellenrealität und dem digitalen 3D Modell können verschiedenste digitale Auswertungen gemacht werden:

- automatisierte Fortschrittserfassung
- automatisierte Qualitätschecks
- digital unterstützter Ablauf der Abnahme
- digital unterstützte Abrechnungsprozedere.

### 5.2.7 Sensoren - alles wird gemessen

Gemessen kann (fast) alles werden:

- Umgebungsbedingungen
- Auftretende Kräfte oder Verformungen

- Zustandsinformationen über das Bauteil oder des Betriebszustandes von Geräten
- Bedürfnisse des Users

Die Messungen durch Sensoren bilden dabei nur die Basis für Analyse und Entscheidungsfindung.

Ergänzt durch Vergleichsdaten, Datenanalyse, Modellbildung und Berechnung können daraus weitgehend unabhängige Prozesse im Hintergrund laufen und dann in Kombination mit den aktuellen Projektdaten eine visualisierte Entscheidungshilfe bieten oder sogar eigenständig Reaktionen einleiten und damit auch komplexere Regelkreise erlauben.

Der Einsatz von Sensoren ist unglaublich vielfältig. Angefangen über ‚smarte Dienstkleidung‘ finden sich Sensoren in sämtlichen Maschinen und können auch während des Baus Informationen über Zustände des Baumaterials oder der Bauelemente geben (z.B. Betonfestigkeit oder Verformungen).

Mit Sensorik ausgestattete, fertige Gebäudeelemente liefern Informationen, die vom User oder Facility Manager genutzt werden können. Eine individuelle Anpassung an Kundenbedürfnisse ist damit möglich.

*Weit verbreitet sind Sensoren bereits bei Baumaschinen. Automatische Rückmeldungen geben Wartungshinweise, erhöhen die Zuverlässigkeit und minimieren den Ausfall. Kombiniert mit Technologien wie High-Definition Kameras oder Lidar kann die Maschine sogar aus der Ferne gesteuert werden - ‚Light Detection and Ranging‘: Laser Strahlen werden dabei für eine optische Abstands- und Geschwindigkeitsmessung – ähnlich dem Radar – eingesetzt.*

*Frei nach <https://de.wikipedia.org/wiki/Lidar>.*

Die von Baufirmen / Betreibern erwartete Effizienzsteigerung und Optimierung des Kraftstoffeinsatzes wird den Einsatz immer mehr ausweiten, aber hier gibt es Aspekte mit direkter Auswirkung für den Bauarbeiter. Sensoren werden den Gerätefahrer unterstützen, das Gerät optimal zu bedienen. Im Extremfall diesen aber auch ersetzen. Mitarbeiter, die diese Geräte bedienen bzw. mit diesen unterwegs sind, können einerseits geortet, andererseits deren Arbeitsleistung aufgezeichnet werden; es gibt dadurch die Möglichkeit personenbezogene Daten abzuleiten, mit denen ein sensibler Umgang zu sichern ist.

### 5.2.8 ‚The Internet of Things‘ – dürfen wir noch mitreden?

‚Internet of Things – IoT‘ oder Internet der Dinge (IdD) ist ein Sammelbegriff für sämtliche Technologien, die es ermöglichen, physische und virtuelle Dinge miteinander digital zu vernetzen.

Ein weiterer in diesem Zusammenhang gebrauchter Begriff wäre ‚cyber-physisches System‘,

*...ein Verbund informatischer, softwaretechnischer Komponenten mit mechanischen und elektronischen Teilen, die über eine Dateninfrastruktur, wie z. B. das Internet, kommunizieren.*

*Aus [85]*

Eine zuverlässige Internetverbindung vorausgesetzt, können in Zukunft ‚intelligente‘ Maschinen in ‚M2M - Machine To Machine‘ - Kommunikation Daten untereinander (ohne das Zutun von Menschen) austauschen. Im nächsten Schritt werden auf Basis der von Sensoren erhobenen Situation in Kombination mit Information aus dem virtuellen Arbeitsraum die Entscheidungen von untereinander kommunizierenden Maschinen selbst getroffen. Damit ist eine automatisierte Selbststeuerung möglich.

Im Bereich der Baumaschinen wird dies mehr und mehr zu fahrerlosen Systemen führen. Mit entsprechender Technologie wie High-Definition Kameras oder Lidar ausgestattet, durch KI gesteuert und in permanenter Kommunikation mit anderen KIs, ist ein weitgehend autonomer Einsatz von Baumaschinen denkbar.

## 5.3. Digitale Kollaboration

### 5.3.1 Die Herausforderung der digitalen Zusammenarbeit

Wesentliches Element künftiger Bauprojekte wird ein gemeinsames, digital unterstütztes Arbeiten am Projekt bzw. in einem zugrundeliegenden Common Data Environment sein.

Das Schlagwort ‚BIM‘ ist in den letzten Jahren in aller Munde und wird als Inbegriff digitaler Kollaboration gesehen. Doch Digitalisierung greift weiter. Insbesondere durch ein Zur-Verfügung-Stellen aller möglichen Informationen in miteinander vernetzten Datenbanken eröffnen sich neue Möglichkeiten der Zusammen-

arbeit: innerhalb eines Unternehmens über die Abteilungsgrenzen hinweg oder auch jenseits der Grenzen von Verträgen.

„Digital Collaboration“ - der Datenaustausch, das gemeinsame Arbeiten an einem Modell, einem Abbild in der „Virtual Reality“, welches im gesamten Lifecycle des Bauwerkes Verwendung findet, wird zu einer zentralen Herausforderung.

Die erwarteten bzw. erhofften Auswirkungen sind:

- Höhere Planungsqualität, sowohl für den Prozess als auch für das Bauwerk
- Höhere Ausführungsqualität entlang der gesamten Wertschöpfungskette
- Kürzere Durchlaufzeiten

Kollaboration braucht aber den entsprechenden „Mind-set“:

*Die größte Schwierigkeit ist und bleibt, ein gemeinsames, interdisziplinäres Verständnis für die Bedürfnisse der anderen Projektbeteiligten zu entwickeln. Das gemeinsame Arbeiten in einem Modell bedingt ein neues Denken in Zusammenhängen, Hoheiten und Prozessen: Die gegenseitigen Abhängigkeiten, Verzahnungen der Abläufe und Schnittstellen ändern sich zwar im Prinzip nicht, werden aber deutlich wichtiger und müssen detailliert organisiert werden. Alle Disziplinen, Planer wie Ausführende, werden lernen müssen, mehr Transparenz zu akzeptieren und mit Weitsicht an ihre Aufgaben heranzugehen: Dies ist vor allem eine kulturelle Frage.*

Aus [14]

### Der gemeinsame, virtuelle Arbeitsraum - „Common Virtual Workspace“

Für eine digitale Zusammenarbeit in allen Planungs-, Ausführungs- und Betriebsprozessen sind umfassende Voraussetzungen zu schaffen.

Zu ermöglichen sind nicht nur die gemeinsame technische Planung des Objektes, sondern auch eine durchgängige Digitalisierung von Kosten- und Terminmanagement, Statuserfassung, Ressourcenplanung, Dokumentenmanagement, etc. Und – eine Digitalisierung sämtlicher Kommunikationsprozesse, die zur gemeinsamen Bearbeitung und Abstimmung erforderlich sind.

Dafür ist ein virtueller Raum zu schaffen, in dem Informationen abgespeichert und zugänglich gemacht werden und auf welchen von den Partnern und jeweiligen Teammitglieder zugegriffen werden kann.

Die Bezeichnungen dafür sind unterschiedlich: virtueller Projektraum / virtueller Arbeitsraum, digitaler Arbeitsraum, Projektplattform, Kollaborationsplattformen.

An der Oberfläche sind dies digitale Plattformen, mit denen Workflows aufgesetzt und unterschiedliche „Access Levels“ für Zugang zu Daten eingestellt werden können.

„Darunter“ werden die Informationen in Datenbanken abgespeichert. Sind diese untereinander vernetzt und haben offene Schnittstellen zu Expertensoftware, ist der umfassende, virtuelle Arbeitsraum geschaffen.

Ein vereinfachtes Gesamtbild der virtuellen Projektraumarchitektur mit zentralen Datenbanken in könnte zum Beispiel folgendermaßen ausschauen:



Abb. 08 zentrale Datenbanken im Projektraum – Quelle [14] „BIM im Metallbau“

Wird der dadurch entstehende, digitale Arbeitsraum für das jeweilige Projekt verschiedenen Beteiligten zugänglich gemacht, entsteht ein gemeinsamer, virtueller Arbeitsraum - ein ‚Common Virtual Workspace‘.

In diesem digitalen Raum sind alle erforderlichen Informationen gespeichert, die digitale Zusammenarbeit – ‚Workflows‘ spielen sich hier ab und sind als ‚historische‘ Daten verfügbar.



Hier finden sich also:

- **Plandaten**, die in einem permanenten Prozess an die Ergebnisse und Änderungen aus der Produktion bez. der Baustelle adaptiert werden müssen (3D / 4D / 5D)
- Aus der gebauten Realität eingespeiste Ist-Daten sämtlicher mit dem Bau in Verbindung stehenden Prozessen (Bauvorhaben, Ambient Information, Equipment, Arbeitskräfte, etc.)
- **Digitale Kollaboration:** Informationsaustausch / Kommunikation sämtlicher am Bau Beteiligten Partner (Workflows / Dokumente)

Sämtliche Projektpartner haben Zugriff in dem für ihren Leistungsumfang erforderlichen Ausmaß.

Es gibt unterschiedliche Levels für Kunden / Baufirmen / Subfirmen und ‚geschützte Bereiche‘ für individuelle Verwendung.

Damit entsteht eine ‚Single Source of Truth‘ – eine eindeutige Quelle der Fakten, die eine effiziente Datenhaltung ermöglicht, aber auch Einfluss hat auf das gesamte Änderungs- und Claimmanagement haben kann, wenn die Informationen digitalisiert erfasst, historisiert und damit schwer manipulierbar sind.

Für manche Prozesse gibt es schon seit langen datenbankbasierten Anwendungen wie z.B. ERP-Softwareprodukte à la SAP, oder kollaborative Dokumentenmanagement Programme wie Aconex, die sich am Markt gut etabliert haben. Share-point Lösungen können individuell von Unternehmen selbst aufgesetzt werden.

Wichtig ist dabei eine zentrale Datenhaltung, nicht aber eine ‚einheitliche Software‘. Für spezielle Anwendungen wird es immer spezielle Software brauchen (z.B. statische Berechnungen). Für individuelle Projekte werden Anpassungen des Workflows eine höhere Effizienz bringen.



Entscheidend ist aber, dass auf das gleiche Datenmaterial zugegriffen wird und dieses nur einmal gespeichert werden muss.

„Einfacher“ wird das Zusammenarbeiten damit nicht. Eine Reduzierung der Komplexität ist weder auf betrieblicher Ebene noch auf Projektebene zu erwarten. Eher wird das Gegenteil eintreten, da selbst innerhalb eines Unternehmens die abteilungsübergreifende Kommunikation schon bisher nicht einfach war und durch die Miteinbeziehung von anderen Beteiligten über die gesamte Wertschöpfungskette - Kunde, Subunternehmer, andere Gewerke - wohl deutlich anspruchsvoller werden wird.

Auch iT-technisch gibt es unzählige Herausforderungen, angefangen von der Interoperabilität der Softwareanwendungen bis zu leistungsfähigem Internetzugang – überall und jederzeit – und flexiblen Speicherkonzepten wie Cloud Computing.

*„Cloud Computing ist der Ansatz, IT-Infrastrukturen, Plattformen und Software zentral bereitzustellen und bedarfsbezogen über ein Netzwerk mit dem Endbenutzer zu verknüpfen. Zentralisierte Datenspeicherung und -verarbeitung bietet gegenüber Einzelspeicherung beim Benutzer Einsparpotentiale, ist aber gleichzeitig mit einer Reihe von Sicherheitsfragen verbunden. Einerseits wird vor einem Verlust der Kontrolle über die eigenen Daten gewarnt, andererseits wird eine Steigerung der Sicherheit durch die zentrale Verfügbarkeit der Daten hervorgehoben.“*

Aus [33]

### 5.3.2 Gemeinsame Planung - BIM

BIM steht kurz für ‘Building Information Modelling’ oder ‘Building Integrated Modelling’

Gemeint ist damit ein digitales 3D-Modell des Bauwerkes, das sich wiederum aus dreidimensionalen Einzelobjekten zusammensetzt. Diese Objekte können in einer entsprechenden Software grafisch gesteuert und mit Informationen angereichert werden.

Um dabei ein umfassendes Abbild des Bauwerkes zu erzeugen, ist es erforderlich, dass das gesamte Planungsteam mit Architekten, Ingenieuren und Fachplanern in einem gemeinsamen Datenraum an diesem Modell arbeiten. Das BIM-Modell wird damit zu einer Gemeinschaftsarbeit.

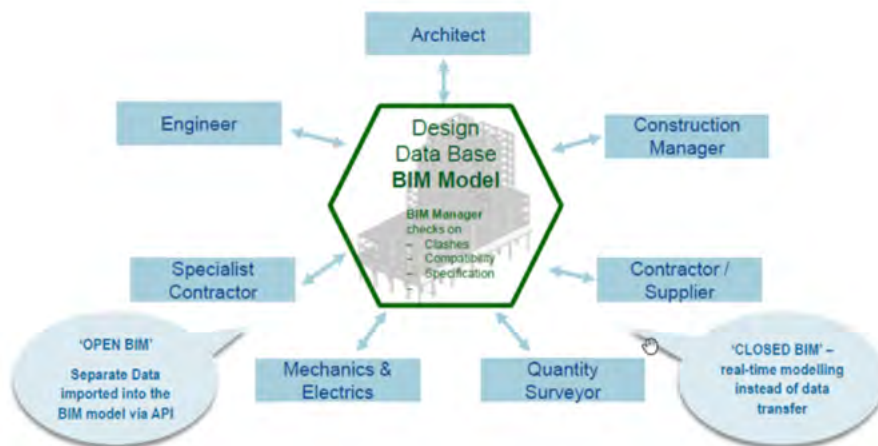


Abb.09 BIM – gemeinsames Arbeiten an einem Modell- Quelle [14] „BIM im Metallbau“

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei Grundkonzepten: Wenn alle an einem Projekt beteiligten Planer in ein und demselben Modell arbeiten, spricht man von „Closed BIM“. Die so genannte „Open BIM“ Arbeitsweise bezeichnet das Arbeiten mit unterschiedlicher Software, die Daten werden dann in einem Koordinationsmodell zusammengeführt.

In jedem Fall - das digitale Modell wird zum zentralen gemeinsamen Informationsträger. Über die räumliche Darstellung hinaus enthält es Zusatzinformationen wie Material, technische Spezifikationen, etc. die an den einzelnen Objekten hinterlegt wird. Es können den Bauelementen aber auch zeitbezogene Angaben z.B. in Bezug auf Produktion, Lieferung oder Einbau zugeordnet werden – Stichwort: ‘4D-Bim’. Das ermöglicht als weiteren Schritt anschauliche Visualisierungen, die den Bauablauf besser planbar macht. Damit kann am 3D Modell sehr effektiv eine Szenarienplanung durchgespielt werden. Zugänglichkeit bei komplizierten

Montageschritten oder die Koordination von gleichzeitig ablaufenden Arbeiten können gecheckt werden (innerhalb eines Gewerkes oder auch zwischen verschiedenen Gewerken).

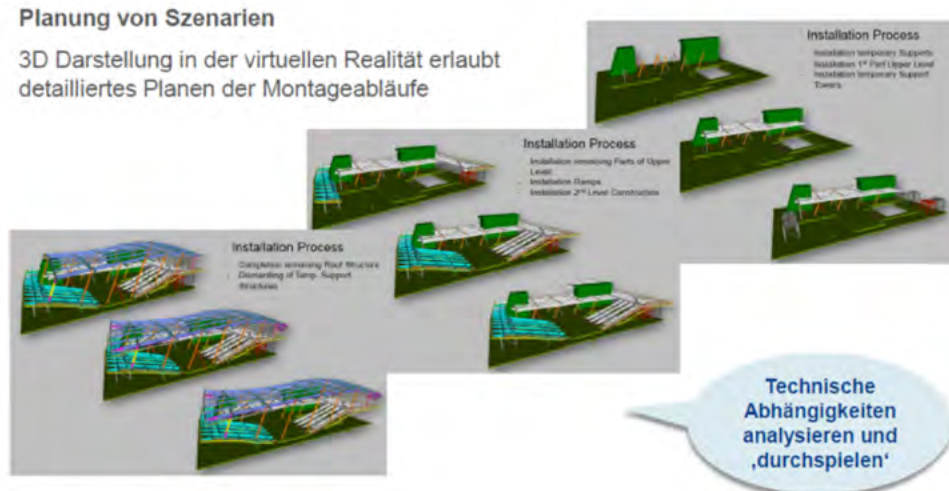


Abb.10 Bauablaufplanung in der ‚Virtual Reality- Quelle [14] „BIM im Metallbau“

Werden darüber hinaus noch Kosteninformationen zugeordnet, können die digitalen Modelle auch für die Kostenplanung, Kalkulation und Verrechnung herangezogen werden – also ‚5D BIM‘.

Als ‚6D‘ kann dann das Datenmanagement am Modell in der Nutzungsphase des Bauwerks gesehen werden: Betriebsrelevante Informationen wie z.B. Wartungs- und Reinigungsintervalle oder herstellereigene Informationen können im digitalen Modell erfasst werden und so dem Facility Management zur Verfügung gestellt werden. Man findet im Internet zurzeit schon Beschreibungen aller möglichen Dimensionen bis zu 10D BIM, die Bezeichnungen sind aber nicht einheitlich.

Zur Erstellung solcher gemeinsam genutzten Modelle entsteht auch eine neue Anforderung an die Qualität der digitalen Daten. Solange es dafür noch nicht eine ausreichende Normierung gibt, ist diese Datenqualität individuell zu definieren. Dies erfolgt in vertragsrechtlichen Dokumenten wie den Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) und den BIM-Abwicklungsplan (BAP)

*Die operative Vertragsgestaltung umfasst den Vertrag, die BIM-BVBs, das Leistungsbild der Planungsleistungen mit BIM und das BIM-Pflichtenheft. Die Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) sind Teil der Ausschreibung und legen die BIM-Ziele und die BIM-Anwendungsfälle im jeweiligen Projekt fest. Der BIM-Abwicklungsplan (teilweise als BIM-Regelhandbuch bezeichnet) legt die technischen Regeln und Standards der Projektabwicklung fest. Darin sind sowohl die notwendigen Rollen, Funktionen und Abläufe als auch die genutzten Technologien, Schnittstellen und Interaktionen zwischen den Projektbeteiligten festgelegt (Modellstruktur, Toleranzen, Hard- und Software, Dateiformate etc.). Die BIM-BVBs legen die rechtlichen Anforderungen an die Projektabwicklung fest. Typische Inhalte können unter anderem die Regelungen zum Datenaustausch, die Aufgaben und Verantwortlichkeiten des BIM-Managers, Regelungen bezüglich Datenhoheit, Eigentums- und Urheberrechte sein. Mit dem BIM-Pflichtenheft werden die technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen für das tägliche Arbeiten im Gebäudedatenmodell geschaffen. Es beinhaltet typischerweise Angaben zu verwendender Software, Dateiablage, Modellierungsregeln, Änderungsverfolgung usw.*

Aus [40]

### 5.3.3 Gemeinsame Abwicklung - Digitalisierung Bestellwesen und Zulieferung

Eine umfassende Digitalisierung der Wertschöpfungsprozesse inkludiert sämtliche dem Bestellwesen und der Zulieferung zugehörigen Datenketten. Das können auf das Projekt bezogene beziehungsweise auf Unternehmensebene betrachtete Abläufe sein, dazu gehören aber auch Entwicklungen wie E-Commerce - spezialisierte Online Plattformen, auf denen baurelevante Produkte oder Dienstleistungen gehandelt werden.

Innerhalb eines Bauprojektes wird es das Ziel sein, die **gesamte vertragliche und kaufmännische Abwicklung des Bestellwesens** und die operative Zusammenarbeit mit den Zulieferern zu digitalisieren und damit zu optimieren.

Ein wesentliches Element wird dabei die Logistik, die Nachverfolgbarkeit der Zulieferungen sein.

ERP-Software wird schon seit längerer Zeit dafür erfolgreich eingesetzt. Entscheidend ist hier wieder die Vernetzung mit anderen Prozessen und die unternehmensübergreifende Kollaboration.

Vorreiter ist dabei wie so oft in der Bauindustrie die Automobilindustrie, in der schon länger eine starke Vernetzung mit der Zulieferseite gelebt wird.

Für eine entsprechende Nachverfolgung ist es erforderlich, dass jedes Bauteil von der Planung bis zur Abrechnung durchgehend digital identifizierbar – d.h. ‚getagt‘ – ist. Um eine Durchgängigkeit zu erzielen, ist diese digitale ‚ID‘ von allen Beteiligten zu verwenden.



Über den gesamten ‚Lifecycles‘ eines Bauelementes können damit Aussagen gemacht werden, die den Produktions- und Zulieferprozess gut nachvollziehbar und damit ‚managebar‘ machen. Sämtliche Schritte für jedes einzelne Bauelement bis zur Abnahme des Bauwerkes, ja selbst bis in die Nutzung hinein können so nachverfolgt werden.

Damit ein Informationsaustausch auf gemeinsam betriebenen Plattformen organisiert werden kann, wird den Zulieferfirmen eine gewisse Transparenz abverlangt. Für die geforderte Durchlässigkeit sind natürlich Aspekte des Datenschutzes wie Betriebsgeheimnisse zu berücksichtigen. Aber es braucht in erster Linie das richtige ‚Mind-Set‘ – eine Offenheit, Informationen zu teilen und nicht zurückzuhalten um damit zu taktieren.

### 5.3.4 Die digitale Baustelle

Der digitale Zukaufsprozess ist natürlich eng mit den Abläufen auf der Baustelle verknüpft.

Mit der digitalen ID des Bauelementes sind Statusdaten auf der Baustelle gut nachverfolgbar. **Relevante Fortschrittsinformationen** wie

- Ankunft auf der Baustelle
- ‚Materialhandling‘ auf der Baustelle
- Einbau am Bauwerk
- Qualitätsrelevante Prozesse
- Fertigstellung und Abnahme

können erfasst und allen erforderlichen Projektpartnern zugänglich gemacht werden.

Sind zugehörige Plandaten eingepflegt, kann ein digital gesteuerter, permanenter Abgleich der SOLL-IST Daten automatisiert erstellt werden. Der Baufortschritt kann dann am 3D Modell visualisiert und leicht verständlich dargestellt werden.

Darüber hinaus versteht sich die ‚digitale Baustelle‘ als eine umfassende Datensammlung und digitale Arbeitsplattform für alle Prozesse der gesamten Bauabwicklung, die auch wieder allen relevanten Projektbeteiligten zur Verfügung stehen soll.

Oft wird unter ‚digitaler Baustelle‘ eine ‚papierlose‘ Baustelle verstanden – Digitalisierung der Dokumente ist aber nur der erste Schritt, der bereits in den letzten Jahrzehnten mehr oder minder umgesetzt wurde. Der nächste Schritt ist die digitale Erfassung der Informationen, zur Verfügung stellen in Datenbanken und die Vernetzung und übergreifende Analyse dieser Informationen. Auf der Baustelle wird damit allen Beteiligten umfassende Informationen zur Verfügung stehen, die vom Team aber auch permanent aktualisiert und adaptiert werden müssen.

Im Wesentlichen umfasst das folgende Elemente:

- Das 3D Modell des Bauvorhabens inkl. technischen Spezifikationen zu allen Bauteilen
- Logistische Informationen für die Zulieferteile inkl. Lagerhaltung auf der Baustelle
- Abrechnungs- und Bestelldaten (zum Kunden und zu anderen Vertragspartners)
- Geräte – Daten (inkl. aktuellen Messungen durch Sensoren)
- Informationen zum Personalmanagement des Baustellenpersonals
- Wetterdaten und andere, teilweise lokale ‚Ambient Conditions‘ in den Arbeitsbereichen
- Fortschrittsinformationen des Bauvorhabens
- Abnahmestatus der einzelnen Bauteile mit detaillierten Informationen zum Qualitätsstatus (inkl. Abarbeitung der Abweichungsberichte / ‚Non-Conformity Reports‘)
- Termine (Ereignisse aus der Vergangenheit und natürlich detaillierte Plandaten)
- Das Bautagesbuch gibt es selbstverständlich nur mehr in digitaler Form

### Das Bauwerk in der ‚Virtuellen Realität‘

Es kristallisiert sich immer mehr heraus, dass ein mit Informationen angereichertes, umfassendes 3D Modell des Bauwerks für die Arbeit sämtlicher Beteiligten am Bauprozess vorteilhaft ist. Es kann darüber hinaus auch vom späteren Betreiber bzw. dem Facility Management genutzt werden und als Grundlage für ‚Predictive Maintenance‘ dienen.

*Damit kann das BIM-Modell nicht nur in der Planungsphase die gemeinsame Entwicklung und Detaillierung dieses Modelles, sondern auch die Umsetzung dieses geplanten Gebäudes in der gebauten Realität unterstützen. Nach der Fertigstellung sind alle erforderlichen Informationen für die Nutzung dieses Bauwerkes verfügbar und über das 3D Modell kann in leicht verständlicher Form darauf zugegriffen werden.*

*So entwickelt sich immer mehr der Anspruch, ein dreidimensionales Abbild des Bauwerkes in einer ‚Virtual Reality‘ zu erzeugen, das mit Informationen angereichert ist, die von unterschiedlichen Beteiligten verwendet werden können.*

*Developer, Investoren, Bauherren, Architekten, Ingenieure, Fachplaner, Behörden, ausführende Firmen, Nutzer, Besucher, Betreiber - sie alle wollen von der Erzeugung dieses virtuellen Bauwerks profitieren.*

Aus [14]

Mehr und mehr spielt sich ‚Bauen‘ damit in zwei parallel Universen ab, neben der gebauten Realität wird ein digitaler Zwilling in der virtuellen Realität entstehen, der eigentlich als ‚Zusatzprodukt‘ des Bauprozesses zu verstehen ist.



Abb.11 Technische und ‚historische‘ Informationen über das Gebäude und seine Komponenten sind in der ‚Virtual Reality‘ als ‚Digital Twin‘ verfügbar - Quelle [14] „BIM im Metallbau“

Um solch ein umfangreiches Abbild in der virtuellen Realität zu erschaffen, müssen aber von den ersten Planungsschritten an immer wieder Informationen aktualisiert und ergänzt werden.



Wie auch das eigentliche Bauwerk ‚lebt‘ dieses virtuelle Abbild. Alle am Bauprozess Beteiligten bringen ihren Beitrag ein. Insbesondere bei Änderungen in der Abwicklungsphase sind diese im ‚Digital Twin‘ nachzuführen, denn um tatsächlich ein ‚Zwilling‘ zu sein ist es erforderlich, deckungsgleich mit seinem gebauten Vorbild zu sein.

## 5.4. Visionen für digitalisierte, automatisierte Arbeits-Prozesse

### 5.4.1 Allgemeines

Die Autoren beleuchten das Thema exemplarisch aus drei Quellen:

- der Literatur, als Zusammenschau des relevanten, den Autoren zugänglichen aktuellen Standes
- der eigenen Erfahrung und Überlegung, als kritische Würdigung und kreative Vision
- Interviews bzw. Gesprächen mit Expert\_innen aus der Praxis

Es ist den Autoren bewusst, dass es sich dabei um subjektive Projektionen in die Zukunft, also Hypothesen handelt, die heute weder zu wirklich zu verifizieren, noch zu falsifizieren sind. Aber wie sonst kann man Zukunft antizipieren?

Die Begriffe werden einfach gewählt, um verständlich zu sein; mögen bisweilen von genormten, üblichen abweichen. Das wird bewusst in Kauf genommen, ebenso wie alle erforderlichen Vereinfachungen, um die Ausführungen lesbar zu halten. Ob die angesprochene Software oder Hardware heute bereits einsatzfähig oder absehbar sind, wird in diesem Kapitel bewusst außer Acht gelassen. Die Autoren folgen einer Vision, um Handlungsbereiche zu verstehen und Handlungsempfehlungen zu entwickeln.

Es werden zwischendurch immer wieder Analogien eingestreut – Beispiele, die zeigen, wie schnell in manchen Bereichen Digitalisierung akzeptiert und in den Alltag eingebunden ist. Das soll helfen, sich die Änderung leichter vorstellen zu können.

Die Betrachtungen nehmen Rücksicht auf die teils unterschiedlichen Anforderungen in den Sparten des Bauwesens.

Ob solche oder ähnliche Szenarien in 5 oder 10 Jahren eintreten werden, gar nicht oder ganz anders, kann niemand heute klar sagen. Dennoch braucht es Szenarien, um Entwicklungen und Handlungsempfehlungen einigermaßen anschaulich darzustellen.

### 5.4.2 Die internationale Großbaustelle der Zukunft

Imaginieren wir eine zukünftige internationale Großbaustelle für einen Hochbaukomplex....

Die Beschreibung konzentriert sich dabei auf die Situation des Poliers, der Vorarbeiter und Arbeiter – Abkürzung: P/V/A (Supervisor, Foreman, Worker – S/F/W).

#### Am Eingang zur Baustelle

Einer der Standard-Arbeitstage. Die Nachricht vom Arbeitgeber am ‚Personal Mobile Device‘ hat keine Besonderheiten enthalten. Das Wetter ist gemäß den Vorhersagen der in der Zwischenzeit sehr verlässlichen Wetter-Apps spätwinterlich mild.

Der P/V/A wurde zu Beginn seines Einsatzes bereits registriert, alle seine Daten sind in der baustellenspezifischen Datenbank erfasst und mit der überregionalen Arbeitnehmer\_innen-Datenbank abgeglichen. Die Erfassung inkludiert Arbeitserlaubnis, Firmenzugehörigkeit und alle, das Dienstverhältnis betreffenden, relevanten Infos.

Aber auch persönliche Daten wie Nationalität, Alter, Sprachen, die erforderlichen, regelmäßigen Gesundheitschecks, Strafregisterauszüge, die persönliche ‚Arbeitssicherheitsgeschichte‘ (‚Health & Safety Track Record‘), etc. sind erfasst.



Natürlich brauchte es dazu den persönlichen Konsens des Betroffenen, es ist aber unabdingbar für die Zugangserlaubnis zur Baustelle.

In voller Transparenz registriert sind selbstverständlich nicht nur die einzelnen Arbeitnehmer, sondern auch alle auf der Baustelle vertretenen Firmen und ihre zugehörigen Sub-Firmen.

Nach den standardmäßigen Security Checks kommt der Arbeitnehmer nur nach einem Identitätsscan durch die Zugangsschranke. Sobald der Arbeitnehmer auf der Baustelle ist, sind sein ‚Wege‘ elektronisch erfasst.

**Anmerkung:** internationale Erfahrungen zeigen, dass z.B. ein Iris-scan verlässlicher ist gegenüber einem Fingerscan oder einer elektronischen Zugangskarte. Die Summe der ‚Plastikkarten‘ für jeden verschiedenen Zweck wird sich aufhören. Ob sich implantierte Chips durchsetzen wird sich zeigen. In jedem Fall wird der Arbeiter eine ‚digitale ID‘ haben und damit sein Aufenthalt permanent lokalisierbar sein.

## Die ersten Wege

Die nächsten Stationen sind nun unterschiedlich:

Der Arbeiter geht in die Umkleieräume, in denen er in seine Baustellenkleidung wechselt.

Seine Arbeitskleidung ist mit Sensorik versehen und kann sich an die Umgebungsbedingungen anpassen.



Diese ‚smart textiles‘ erleichtern wesentlich das Arbeiten in verschiedenen Witterungsbedingungen und Klimazonen. Zu seiner Standardausrüstung gehören ein ‚Hard-hat‘, der die Hardware für ‚Augmented Reality‘ enthält und natürlich eine AR-Brille.

Auf der internationalen Großbaustelle ist Englisch die Arbeitssprache, aber zur Überwindung der Sprachbarriere für kompliziertere Anweisungen an die internationale Arbeitscrew gibt es den ‚Babelfisch‘ – einen kleinen Simultanübersetzer, der im Ohr getragen werden kann.

**Anmerkung:** Mit zunehmender Verfügbarkeit von schriftlich verfügbaren Instruktionen werden Sprachen sowieso eine geringere Barriere werden: Übersetzungen können einfach aus dem Internet generiert werden. Bilder / Filme / Simulationen können effektiv Informationen an Arbeiter auch mit geringerem Fachwissen weitergeben.

Der Polier und Vorarbeiter startet seinen Tag in der Kontrollwarte. Es gibt noch keinen Food-printer – der erste Weg führt daher zur konventionellen Kaffeemaschine (Die Becher kommen aber aus dem 3D-Drucker, der diese zum Großteil aus dem recycelten Material der alten Becher herstellt.)

## Die Kontrollwarte als zentraler Arbeitsraum

Wesentliches Element der Kontrollwarte ist die ‚Screen Wall‘. Auf einer interaktiven Oberfläche können sämtliche Informationen aus dem ‚Common Virtual Workspace‘ angezeigt werden.

**Anmerkung:** Die Entwicklung der Screens stellt einen wesentlichen Erfolgsfaktor für die Umsetzung dar.

Die große Übersicht kann sich der P/V/A am Screen im Container / Kontrollwarte anschauen.

Zugang zu den erforderlichen Informationen ist über alle möglichen mobilen Endgeräte gegeben, aber die großflächige Screen Wall im Kontrollraum bietet die erforderliche Übersichtlichkeit.

Hier können die aktuellen Fortschrittsdaten – visualisiert am 3D Modell – schnell erfasst werden. Die Einbausituation für noch offene Schritte ist im 3D Modell leicht begreifbar. Weiters können für kompliziertere Montagesituationen Simulationen abgespielt werden.

Entscheidend ist, dass alle Informationen aus der gleichen Datenbasis kommen – dem ‚Common Virtual Workspace‘ als ‚Single Source of Truth‘

Zuerst verschafft sich der P/V einen Überblick über den aktuellen Fortschritt aus der Nachtschicht -vereinfacht graphisch visualisiert oder in Farbencode am 3D Modell gezeigt.

Die Informationen kommen direkt aus der Datenbasis, die von einem vollautomatischen Trackingsystem für die Bauteile gespeist wird. Plandaten werden permanent aktualisiert, basierend auf den aktuellen Ereignissen.

Erster Arbeitsschritt des Tages ist es sich die geplanten ‚To-Dos‘ anzeigen zu lassen und bei Unklarheiten diese gemeinsam zu diskutieren. Bauleiter und Poliere können sich bei diesem ‚Morgenmeeting‘ noch austauschen, aber Details des Tagesplans wie detaillierter Terminplan für den Tag, Arbeitsanweisungen für die einzelnen Arbeitsschritte, erforderliches Equipment mit Betriebsinformationen, Liste der erforderlichen Materialien mit Anzeige des Liefer- und Qualitätsstatus, etc. sind digital verfügbar.

**Anmerkung:** Gibt es heute jeden Morgen eine Besprechung, welche die Befehlsausgabe des Bauleiters / Poliers an das Team darstellt, werden die P/V/A sich künftig vom Netz alle erforderlichen, geplanten Handlungsanweisungen selbstständig herunterladen. Meetings um sich auszutauschen sind aber nach wie vor unerlässlich. Trotz oder vielleicht sogar wegen der Vielzahl an digital verfügbaren Informationen ist es erforderlich, die Möglichkeit zu einem Austausch zu schaffen, in der Unklarheiten ausdiskutiert werden können.

Informationsaustausch – auch mit anderen Stakeholdern, dem Kunden, etc. – wird zunehmend im digitalen Raum ablaufen. Kommunikation – im Sinne von Austausch, Abklärung, Abmachung, Verhandlung – braucht aber den direkten Kontakt.

Als nächstes ist zu checken, ob alle Materialien, die gebraucht werden, verfügbar sind. Die Liste der Materialien inkl. Kleinteile und des Equipments dazu holt sich der Vorarbeiter aus dem Netz, ein Abgleich mit dem aktuellen Status der Lieferteile aus der Datenbasis zeigt, ob alle Elemente, die er für seinen jeweiligen Tagesplan hat, vorhanden sind.

Gemeinsam mit dem Polier werden noch Lücken in den in den nächsten Tagen gebrauchten Materialien durchgegangen. Fehlt etwas kümmert sich der Polier darum, dass im dafür vorgesehenen Workflow ein ‚Early Warning‘ an das Logistikteam geschickt wird.

### Durchgehend digitales Tracking aller zugelieferten Materialien

Erstes, externes Ereignis: für 9:00 Uhr ist eine Lieferung geplant. Das Transportavisio berücksichtigt aktuelle Verkehrsinformationen, damit kann die Ankunft des LKWs auf der Baustelle genau mit den anderen Transporten abgestimmt werden.

Der LKW passiert das Gate, das sowohl die ID des Lastwagens, der Personen und alle geladenen Produkte scannt, beziehungsweise erfasst und in der Datenbank abspeichert. Alle erforderlichen Genehmigungen werden digital gecheckt – der LKW darf einfahren und wird zum vorbestimmten Punkt, der über Apps mitgeteilt wird (Machine-to-Machine Communication) geleitet. Die Entladung erfolgt durch Roboter – von der Kontrollwarte aus gesteuerte Hubstapler und mobile Kräne.

Die Lieferung ist natürlich Just-in-Time, mit der Produktion und dem aktuellen Bauzeitablaufplan abgestimmt. Lagererfordernisse auf der Baustelle sind dadurch stark verringert, was bei dieser innerstädtischen Baustelle unerlässlich ist. Möglich ist das, weil auch die Lieferketten genau auf einander abgestimmt organisiert sind und von einem eigenen Team entsprechend kontrolliert werden.

Auf der Baustelle gibt es für jeden Lieferteil eine automatische Ortsverfolgung (Microchip, RFID). Damit kann über die Datenbank jederzeit die Position des Teiles abgerufen werden und die Örtlichkeit am digitalen Baustellenplan sichtbar gemacht werden. Über ‚Mobile Devices‘ ist diese Information auch dem P/V/A zugänglich – in Echtzeit versteht sich.

Selbst Kleinmaterialien sind digital erfasst und mit ausreichender Reserve vorhanden. (Vorteil – Diebstahlsicherheit).

**Anmerkung:** Grundsätzlich ist immer mehr eine Verlagerung der Produktion von der Baustelle in die Vorfertigung unter kontrollierbaren Bedingungen zu erwarten, bei zur Verfügung stehendem Platz ist auch ein Vorzusammenbau auf der Baustelle denkbar. Am Gebäude selbst wird es in zunehmendem Maße nur mehr einen ‚Zusammenbau‘ von modularen Einheiten geben.



## Information auf der Baustelle – von Tablets & Smartphones bis zur Augmented Reality

Nachdem sich der Polier am Screen in der Kontrollwarte einen Überblick geholt hat, geht er auf die Baustelle hinaus. Netzzugang ist selbstverständlich auf der ganzen Baustelle für alle gewährleistet und funktioniert stabil selbst in abgeschotteten Bereichen des Gebäudes.

Alle erforderlichen Informationen sind über Mobile Devices wie Tablets oder Smartphones für den P/V, aber im erforderlichen Ausmaß auch den Arbeiter zugänglich. Diese Informationen sind in ‚real-time‘ – also immer am neuesten Stand

**Anmerkung:** Aus dem ‚Common Virtual Workspace‘ kann sich der P/V/A sämtliche für seine Arbeit erforderlichen Informationen holen, die früher in dem Ausmaß nur den Managern zur Verfügung standen. Durch die direkte Verfügbarkeit können aber auch Entscheidungen, für die früher das Management eingebunden werden musste, direkt vom Baustellenpersonal getroffen werden, oder zumindest im Vorfeld Möglichkeiten abgeklärt und Vorschläge ausgearbeitet werden.

Entscheidend ist dabei die Aufarbeitung der Informationen: über ‚smart Apps‘ können direkt auf den individuellen Arbeitsprozess zugeschnitten Informationen aufbereitet werden.

Für seinen ersten Rundgang auf der Baustelle hilft es, detaillierte, bauteilbezogene Informationen sich direkt über die AR-Brille einspielen zu lassen. Steuerung und Informationssuche erfolgt dabei über kleine Kontrollelemente in den Arbeitshandschuhen.

**Analogie:** Der Übergang erarbeitet von der zusammengefalteten Landkarte zum sprechenden Navi im Auto, oder GPS am Handy wurde in den letzten Jahren von allen ganz selbstverständlich vollzogen. Bis zu den eingeblendeten Informationen auf der Windschutzscheibe ist es nur mehr ein kleiner Schritt.

**Anmerkung:** Das ‚papierlose Büro‘ bzw. die ‚papierlose Baustelle‘ wird von vielen als der Inbegriff der Digitalisierung gesehen. Diese Bild greift natürlich zu kurz für die Gesamtheit der Möglichkeiten einer durchgehenden Digitalisierung, aber bereits der Umstieg von Plänen auf ‚Anschauen im 3D Modell‘ begreift das Baustellenpersonal aktuell als große Herausforderung. Man fürchtet die Übersichtlichkeit zu verlieren und hat Bedenken, dass kurzfristiges ‚Aufzeichnen‘ oder ‚Anmerken‘ am Medium Plan bzw. Papier verloren gehen wird.

## Tracking Einbaufortschritt und Qualitätsstatus durch P/V/A

Bei dem Rundgang fallen dem Polier einige zu ergänzende bzw. zu korrigierende Informationen über den Arbeitsfortschritt auf, die er direkt in der Datenbank über Apps am Tablet modifiziert und weitere, entsprechende Arbeitsschritte bzw. Korrekturmaßnahmen eintaktet.

Der P/V/A hat durch ‚Mobile Devices‘ jederzeit Zugriff auf Informationen, umgekehrt dienen diese dem P/V/A auch dazu aktuelle Status-Informationen in den ‚Common Virtual Workspace‘ ‚einzufüttern‘.

Für die Fortschrittserfassung ist der jeweilige Vorarbeiter zuständig. Die im Vorfeld erarbeitete, automatische Prozesssteuerung gibt tages- und stundengenau die einzelnen Arbeitsschritte vor. Mit teilweiser Unterstützung des Arbeiters führt der Vorarbeiter die Erfassung der einzelnen Schritte über mobile Endgeräte mit speziellen Apps durch, parallel zur tatsächlichen Abarbeitung

Dabei ist wichtig, dass die einzelnen Bauteile eine elektronische ID haben, je nach Lieferanten sind dies Labels mit aufgedrucktem Barcode / QR code. Von der Baustelle

bevorzugt sind natürlich Microchips, da diese nicht eingescannt werden müssen, sondern über RFID Technologie erfasst werden können und damit ein Arbeitsschritt entfällt.

Die eingesetzten Apps, die für die Erfassung der Prozessschritte verwendet werden, wurden gemeinsam mit dem hausinternen IT-Team vor Start der Baustelle direkt auf den individuellen Prozess abgestimmt.





Heute läuft alles nach Plan, es sind keine Zusatzeingaben erforderlich. Die gute, gemeinsame Vorarbeit hat sich ausgezahlt. Die ersten Bauabschnitte waren da schwieriger, es waren oft noch Feinanpassungen notwendig. Die App ist nun gut an die Erfordernisse angepasst: z.B. kann bei Abweichungen aus einem Standardmenu die Art der Abweichung ausgesucht werden und bei Bedarf mit Fotos, Kurztext oder durch Spracheingabe beschrieben werden. Die Eingabemenüs sind so standardisiert und an die Erfordernisse angepasst, dass diese in der Zwischenzeit auch vom Arbeiter, in jedem Fall aber vom Vorarbeiter direkt bedient werden können.

Für großflächigere oder schwer zugänglichere Bereiche stehen zur Fortschrittserfassung oder Situationsaufnahme auch Drohnen zur Verfügung. Diese waren aber bisher nur für den oberen, schwer zugänglichen Abschluss des Atriums und die schwierige Schnittstelle zum Dach, die von einer anderen Firma ausgeführt wird, notwendig.

Die erfassten Daten werden auch für Nachfolgeprozesse (Automatisches Reporting des Baufortschrittes, allfällige Mängelerfassung, automatisierte Administration und Zahlungen) verwendet und sind nicht nur der eigenen Firma, sondern auch dem Kunden, dem Projektsteurer oder dem ‚3.Party Quality Controller‘ zugänglich. Natürlich sehen nicht alle ‚alles‘ – gemanagt wird der Zugriff auf die Daten durch verschiedene ‚Levels of Transparency‘, nur die für die Zusammenarbeit erforderlichen Informationen werden geteilt. Die vertragliche Regelung der Sichtbarkeit für Daten ist ein wesentlicher Teil der Kollaborations-Vereinbarung, dessen relevanten Teile dem Baustellenteam im Startworkshop vom Vertragsmanager vorgestellt wurden.

Präzises Arbeiten ist daher erforderlich – sonst gibt es nur lästige Rückfragen und weitere Checks.

Besonders froh ist das Baustellenteam, dass die Apps einfach bedienbar sind. Der firmeneigene Experte war dafür einige Wochen auf der Baustelle um die Apps entsprechend anzupassen. Das hat sich in der Zwischenzeit bereits ausgezahlt. Speziell was die Nachverfolgung des Qualitätsstatus und der Reparaturmaßnahmen angeht, hat das klar strukturierte und einfach zu bedienende App schon viel Zeit sparen geholfen.

**Anmerkung:** Flexibilität und Benutzerfreundlichkeit sind wesentliche Aspekte der eingesetzten Apps. Ein sehr enger Austausch zwischen dem Entwicklungsteam und den erfahrenen Leuten auf der Baustelle macht sich bezahlt. Je besser angepasst und klarer die Menüführung ist, desto besser werden sie vom Baustellenteam angenommen und die Zuverlässigkeit der Daten ist höher. Erfahrung zeigt, dass selbst wenig gebildete Hilfskräfte mit anderen Muttersprachen Apps mit intelligentem Design bereitwillig und verlässlich anwenden. Die Bereitschaft dazu steigt natürlich mit der Affinität zu Smartphones & Internetnutzung speziell aus der privaten Erfahrung.

### Schnittstelle Arbeiter – Maschine: Roboter und ‚Exoskeletons‘

Der Vorarbeiter führt nicht mehr eine Gruppe von Arbeitern, sondern eine Gruppe von Robotern.

Die Arbeitsschritte sind genau vor-geplant, die Roboter kommunizieren untereinander.

Der Vorarbeiter überwacht, checkt die Umgebung und die Aktivitäten von anderen Gewerken.

Erforderliche Eingangsparameter (‚Ambient Conditions‘, Materialtemperaturen, etc.) werden über Sensoren gemessen und damit Entscheidungen im Ablauf entsprechend durch die KI getroffen.



Der Vorarbeiter schreitet nur im Bedarfsfall ein, bei Änderung der Randbedingungen, Qualitätsthemen oder wenn der Roboter nicht planmäßig funktioniert.

Für heute ist eine komplexe Montage von Glasscheiben geplant. Die groben Montageschritte sind vorgegeben, aber es braucht ein Fine-tuning, für das die Erfahrung des Facharbeiters gebraucht wird.

Der Montageroboter ist mit künstlicher Intelligenz ausgestattet, deren künstliche neuronalen Netze ihm erlauben, Arbeitsschritte am Feld zu lernen. Der Vorarbeiter zeigt vor – die KI des Roboters nimmt auf, analysiert und entwickelt den erforderlichen Algorithmus.

Für eine wirklich komplexe, einmalige Einbausituation in großer Höhe werden Arbeiter eingesetzt, deren Muskelkraft durch Exoskeletons verstärkt sind. Überkopf-Montagen werden dadurch erleichtert.

**Analogie:** In einer Analogie zur Entwicklung des Automobils gilt folgende Beobachtung: Zu Beginn der Entwicklung war es nicht unüblich einen Chauffeur zu haben, heute ist jeder selbst der Chauffeur, morgen schon wird ‚Autonomes Fahren‘ eine Selbstverständlichkeit. Aber speziell in einer längeren Übergangsphase wird der menschliche Fahrer noch in voller Konzentration die Entscheidungen des ‚autonomen‘ Fahrzeuges kontrollieren und im Bedarfsfall einspringen.

### **Wenn etwas schiefgeht – der Polier oder Vorarbeiter als ‘Firefighter’**

Der Vorarbeiter hat sich in der Früh seine Informationen über Apps geholt und entsprechend alle Prozesse in Gang gesetzt.

Aber – um 10:00 steht alles an der Fassade FT15. Der Roboter für die Glasmontage bewegt sich nicht.

Der Systemcheck von der Kontrollwarte zeigt, dass es ein elektronisches Thema sein muss.

Der Vorarbeiter organisiert den Fachmann (dieser wird über das Bereitschafts-App informiert und ist verfügbar). Dieser geht sofort auf die Baustelle und repariert das Gerät. Die Unterbrechung hat aber ein paar Stunden gedauert.

Das Ereignis wird im System gemeldet, der Effekt auf den Terminplan wird umgehend vom Terminplaner analysiert. Ein detaillierter Bericht wird im Laufe des Tages vom Polier im System erfasst.

**Anmerkung:** Vollautomatische Systeme sind fehleranfällig, intensive präventative Wartung ist entscheidend um das Risiko des Zeitverlustes zu minimieren. Systemdaten sind leicht verfügbar, Checks / Wartung kann daher auch über Fernsteuerung gemacht werden.

Die abgerufene Aufzeichnung über den Ansaugdruck zeigt eine Abweichung, die Systemanalyse stellt einen Fehler im Winkel zur Scheibe fest. Die Programmierung des Roboterarms ist an die abweichende Geometrie der neuen Glashaltegestelle anzupassen. Ein Techniker wird informiert und führt die Anpassung über die Fernsteuerung durch.

Wieder sind 3 Stunden verlorengegangen.

Auch dieses Ereignis ist sofort im System zu melden.

Kurz vor Schichtwechsel wird der Wind entgegen der Wettervorhersagen stärker, vor allem lokal an der dem Fluss zugewandten Gebäudeseite. Der Vorarbeiter, der bei seinem letzten Rundgang die Situation vor Ort noch einmal überprüft hat, hinterlässt eine Zusatzmeldung im System und schlägt dem Bauleiter vor, dass die Nachtschicht um ein Team reduziert wird. Nach Freigabe des Bauleiters im System bekommen die betroffenen Arbeiter aus der Nachtschicht eine Meldung direkt auf ihr Handy

**Anmerkung:** Der Fachmann mit der praktischen Erfahrung wird auch in einer automatisierten Baustellenwelt wichtig sein. Manager werden in der ‚Virtual Reality‘ planen und checken und werden immer mehr den praktischen Bezug verlieren. Vorarbeiter ist Universalist mit Hausverstand und praktischer Begabung und Erfahrung, der Vorschläge für die Vorgangsweise einbringt, der Manager checkt nur und gibt frei.

### **Der letzte Teil des Tages – der Plan für morgen**

In der abendlichen Teambesprechung, in der P / V anwesend sind, wird mit dem Terminplaner und Bauleiter der revidierte Plan für den Folgetag abgestimmt.

Echtzeitinformationen über den Produktionsstatus und Lieferinformationen über die gesamte Supply-Chain erlauben eine detaillierte Adaption der Planung und damit eine tagesgenaue Eintaktung der Arbeitsabläufe auf der Baustelle.

Aber selbst in dieser durchgeplanten Bauwelt gibt es Abweichungen – die ständige Aktualisierung und Adaption der Planung gemeinsam mit dem Terminplaner und Bauleiter ist eine der täglichen Standardaufgaben des Poliers bzw. Vorabreiters. Einsatzplanung des Equipments ist dabei ein wesentlicher Teil der detaillierten Gesamtplanung.

Für die gewissenhafte Planung ist es nicht immer erforderlich sich die Situation vor Ort genau anzuschauen – für schwierige Einbausituation stehen Simulationen am 3D Modell zur Verfügung, von der Drohne aufgenommene Videos zeigen die genaue Situation vor Ort. Derartige Aufzeichnungen stehen auch für die Berichte, die am Abend noch vom Polier gemacht werden, zur Verfügung (Tagesbericht, Unfallbericht, Qualitätsberichte etc.).

Der angepasste Terminplan wird noch mit dem Status der zukünftigen Materiallieferungen abgestimmt und dann freigegeben. Damit ist er für Sublieferanten und Kunde oder andere Projektpartner mit entsprechender Berechtigung freigeschaltet und kann für die übergeordnete Baustellenkoordination verwendet werden.

Für heute ist es genug – für die Heimreise wird zumindest vom Polier das Taxi von einem Taxi-Internetanbieter rechtzeitig gebucht. Der Arbeiter freut sich schon auf die Heimfahrt mit dem Motorrad. Der Vorarbeiter, dem Nachhaltigkeit wichtig ist, nutzt das gute öffentliche Verkehrsnetz.

### 5.4.3 Handwerk und Industrie der Zukunft

Wir imaginieren einen Hausbau: Ziegelwände und Dachstuhl...

#### Management im Vorfeld

Mit Vergabe an den Ausführenden hat die digitale Informationskette alle für diese Prozesse relevanten Mitglieder der Prozesskette automatisch informiert. Bereits bei der Angebotslegung wurden Preise und Konditionen ebenso wie technische Festlegungen sowohl intern (Bauvorbereitung, Bauleitung, Administration, ...) als auch extern (Subunternehmer, Zulieferer, ...) IT-mäßig entsprechend verknüpft.

So weit möglich und durchsetzbar, werden offene, standardisierte Schnittstellen benützt. Dabei wird sehr genau auf Datenschutz und Vertrauenssphären geachtet.

Mit manchen Projektbeteiligten mussten IT-Überbrückungen eingerichtet werden, weil die Systeme nicht kompatibel sind. Das führt auf beiden Seiten zu höherem Aufwand, was bereits in der Angebotsphase kalkulatorisch berücksichtigt und in die Verträge übergeführt wurde.

Die Angebotslegung erfolge modell-basiert. Im Angebots-, im Zuschlags- und Vertrags-Modell AG-AN sind die BIM-Modelle von Ziegelmauerwerk und Dachstuhl enthalten. Die Attribute variieren. Allgemeine geometrische, technische, qualitative und qualitative Attribute sind durchgängig enthalten, preisliche und unternehmens-spezifische nur in der jeweiligen Sphäre.

Diese Hierarchisierung von BIM und anderen digitalen Informationen stellt eine der wesentlichen Herausforderungen der kommenden Entwicklungen dar.

Das Ziegelunternehmen agiert weltweit und verfolgt digitale Spitzenstrategien. Der Zimmereibetrieb ist ein klassischer Handwerksbetrieb und bemüht sich auch als KMU, alle digitalen Anforderungen zu erfüllen-

Mit dem Zuschlag beginnt in beiden Unternehmen die jeweilige digitale Wertschöpfungskette anzulaufen.

Aus der Kombination von BIM und ERP entstehen die Anforderungen an Produktion bzw. Lieferung. Die im Anbot enthaltenen Produkte werden der Produktion automatisch gemeldet, hinterlegt mit einer genauen Systematik. Diese Systematik umfasst Kategorisierung, Nummerierung, Produkt- bzw. Werksstück-Nummern und Chargen-Nummern, soweit sinnvoll in Einklang mit der aktuellen Normung, z.B. Standard-Leistungsbeschreibungen. Sie umfasst auch alle kaufmännisch-administrativ relevanten Informationen, ebenso wie die Terminplanung und alle Informationen zur Logistik und die Informationen zur Prozesssteuerung, Kontrolle und Abrechnung.

Der konkrete Auftrag seit der Legung des Subangebotes ist in Form von Stücklisten und terminisierten Lieferlisten digital dokumentiert. Allenfalls wurden Adaptierungen aus der Vertragsverhandlung AG-AN nachträglich eingearbeitet.

## Im Ziegelwerk

In der Zentrale bzw. im Ziegelwerk kontrollieren einige wenige, qualifizierte und IT-affine Arbeitnehmer Bestellung, Lieferung und Abrechnung. Zuvor haben viele hoch qualifizierte Arbeitnehmer die komplexe Software-Landschaft eingerichtet und an die individuellen Anforderungen angepasst, teilweise selbst programmiert. Die vertraglich-kaufmännische Abwicklung obliegt entsprechend ausgebildeten Fachleuten.

Im Ziegelwerk sind die angeforderten Produkte abrufbar. In welchem Werk, meldet die Lagersoftware. Automatisierte Lagerhaltung und teilautomatisierte Logistik erledigen den Transport zur Baustelle. Die Entnahme aus dem Lager und die Beladung der LKWs erfolgen automatisch, der Transport grundsätzlich autonom, allerdings begleitet. Das Baustellen-Logistik-System weist den Lagerplatz zu, der für genau den Zeitraum freigehalten wurde. Just-in-time ist im Falle der Ziegel nicht sinnvoll, für andere Produkte sehr wohl. Die Entladung auf der Baustelle erfolgt wiederum automatisch.

Die Qualitätssicherung im Werk erfolgt automatisch. Sensorik, Probennahme und vielseitige Analysemethoden werden eingesetzt. Auswertung und Bericht erfolgen ohne menschliche Einflussnahme, ebenso die Probenauswahl.

## Steuerung und Kontrolle

Die Begleitung ist kontrollierend, allenfalls steuernd, eingreifend für die gesamte Lieferkette vom Werkslager bis auf die Baustelle verantwortlich. Diese Person hat nur grundsätzliches Sachwissen zum Werk zum Projekt, zu den Produkten und den eingesetzten Systemen. Im Detail wird sie automatisch über Tablet informiert. Im Problemfall (wenn eingegriffen werden muss) hat diese Person Zugang zu einem unternehmensweit eingerichteten Notfallzentrum, das 24/7 Unterstützung gibt. Von dort aus besteht Kontakt bzw. Alarmbereitschaft zu praktisch allen erforderlichen Qualifikationen, die dafür sorgen, dass Lieferketten nicht



lange unterbrochen werden. Das ist besonders für just-in-time Projekte bedeutsam. Ein davon vollkommen unabhängiger, sachlich versierter Personenkreis kümmert sich um die Qualitätssicherung, ein anderer um Administration und Abrechnung. Kümern bedeutet immer nur entwickeln, einrichten, kontrollieren und erforderlichenfalls justieren. Kümern erfordert also hohe Sachkenntnis und Einsatzbereitschaft, da es insbesondere bei Mängeln in der Routine eintritt, und diese Mängel rasch zu erkennen und beheben sind.

**Anmerkung:** Änderungen nach Bestellung sind ein Problem im Bauwesen, heute und künftig. Die Verursacher haben zumeist nicht ursächlich die Konsequenzen zu tragen. In einer vollständig digitalisierten Wertschöpfungskette kann schneller reagiert werden und können Folgen transparenter dokumentiert und zugewiesen werden. Sind z.B. die Ziegel bereits auf der Baustelle, ist die Lieferkette neu zu beginnen. Zusätzliches wird nachgeliefert, nicht Gebrauchtes retourniert. Die Verrechnung erfolgt an den Verursacher.

Fach- und vertragskundige Personen verfolgen den Änderungsprozess, von der Disposition bis zur Abrechnung. Da von Verzügen auch andere Projektbeteiligte betroffen sind, wird es immer bauwirtschaftlicher und baubetrieblicher Expertise bedürfen, um solche Fälle bei aller digitalen Transparenz und automatisierten Prozessketten zu beherrschen und vor allem, um Streit und damit erhöhte Mehrkosten zu vermeiden.

## Die Dachstuhl-Zimmerei

In der Dachstuhl-Zimmerei setzt mit der definitiven Bestellung ein teil-automatisierter Fertigungsprozess ein. Aus dem BIM Modell werden automatisch die Zuschnittsanforderungen generiert und an die Sägerei



weitergegeben; maßgeschnittene Teile sind dann bereit zur Lieferung an die Baustelle. Der Prozess ab Lager entspricht im Prinzip jenem der Ziegel, bei gleichem Digitalisierungsgrad. Manipulationen mit Stapler, Kran und LKW werden von Menschen gesteuert.

Im Werk arbeitet fachlich geschultes Personal, sowohl in der Auftragsverwaltung als auch in Sägerei, Lager und Manipulation. Auch hier erfolgt die Steuerung digital, jeder Arbeitnehmer verfügt über ein Tablet, über das Anweisungen einlangen, Unterstützung gewährt und auch die Leistung kontrolliert wird. Die gesamte Personal- und Auftrags-Administration erfolgt über

### **Auf der Baustelle**

Die Baustelle ist weitestgehend automatisiert und digitalisiert. Die Ziegel werden vom Lagerplatz unter persönlicher Aufsicht verladen und zur Einsatzstelle geführt. Diese Transporte erfolgen fahrerlos. Auch das Identifizieren und Verladen erfolgt automatisch. Jede Charge Ziegel ist mit RFID gekennzeichnet und ab Werk der künftigen Einbaubestimmung (Bauteil, Geometrie) zugeordnet.

Die Montage-Roboter für Ziegelmauerwerk sind so weit entwickelt, dass das Mauern keine Handarbeit mehr erfordert, nur mehr Aufsicht und Notfalleinsätze.

Arbeitsfortschrittsmeldungen erfolgen ebenso automatisch an die örtliche Bauaufsicht ÖBA, sodass deren Freigabe den gesamten Abrechnungsprozess auslöst.

Die Qualitätssicherung erfolgt ebenso über Maschineneinsatz, bis hin zu Drohnen, die unzugängliche Stellen befliegen und Hohlraum-Roboter, die enge Räume bekriechen und fotografieren. Damit sind unterschiedliche bildgebende und analysierende Aufnahmegeräte gemeint, die auf den jeweiligen Bauteil und Werkstoff „abgerichtet“ sind. So entstehen ohne menschliches Zutun auch Qualitätsberichte.

Die Montage des Dachstuhles erfordert weiterhin hohen menschlichen Einsatz, auch wenn das Zureichen der Bauteile mittels teil-automatische Hebeeinrichtungen erfolgt. Die Manipulation der Sparren und Pfetten bei der Montage bleibt Handwerksarbeit.

## **6. Änderungen der Berufsbilder auf der Baustelle**

### **6.1. Allgemeines**

Es ist unbestritten, dass es zu Änderungen kommen wird.

Eine Änderung kann sein:

- Ein Wandel des Berufsbildes
- eine örtliche Verlagerung der Berufsausübung
- ein Verlust dieser Art von Arbeitsplätzen

Aus Sicht der Arbeitnehmer\_innen sind diese drei Phänomene separat zu betrachten.

Unter „Verlagerung“ kann man aus Sicht heimischer Arbeitskräfte zwei Entwicklungen verstehen. Einerseits die örtliche Verlagerung der Produktion hin zu Regionen mit billigeren Arbeitskräften; andererseits den Zuzug billigerer Arbeitskräfte auf den heimischen Arbeitsmarkt. Aus Sicht der heimischen Arbeitskräfte führt Verlagerung letztendlich zum Verlust.

Am Beispiel der Autoindustrie (hochgradig digitalisierte und automatisierte, globalisierte Fertigungsindustrie) erläutert:

- Die Entwicklung erfolgt weiterhin in Mittel-EU, hohe Löhne, hohe Expertise
- Die Produktion ist ins Ausland verlagert worden, niedere Löhne, in Etappen „immer weiter weg“
- Nutzung und Betrieb erfolgen weiterhin in Mittel-EU (und überall sonst)

Die Bauwirtschaft als vergleichsweise ortsfeste Industrie kann diesem Muster nur bedingt folgen

- Die Entwicklung erfolgt weiterhin in Mittel-EU, hohe Löhne, hohe Expertise
- Der Bau selbst bleibt am Ort
- Nutzung und Betrieb bleiben ebenfalls am Ort
- Die Produktion ins Ausland zu verlagern trifft für Zulieferungen und Personalbeistellung zu

Dieser Zusammenhang ist bei der Interpretation der Auswirkungen von Technologie und Digitalisierung auf die Baubranche zu beachten.

Der weltweite Effekt geringer Transport- und Logistik-Preise und zunehmend in Echtzeit ablaufender internationaler Kommunikation wirkt sich auf die Bauwirtschaft gedämpft aus.

Auf die politisch zu beobachtenden Faktoren möglicherweise wieder aufkommender Handelshemmnisse wird hier bewusst nicht eingegangen. Zu weitergehenden gesamtwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Betrachtungen sei auf den Exkurs in Kapitel 6 verwiesen.

Digitale Verfügbarkeit von Informationen wird vieles erleichtern: die Administration auf der Baustelle wird zunehmend digital durchorganisiert sein. Aufgaben, die heute vom Baustellenteam vielleicht als ‚lästige‘ Bürokratie empfunden werden, sind in Zukunft digital unterstützt oder fallen überhaupt weg.

Aber schon oft hat sich gezeigt, dass „scheinbare“ Vereinfachungen der Arbeitswelt zu neuer, unerwarteter Komplexität geführt haben. Es wird neben anderen Kompetenzen immer die tatsächliche Erfahrung ‚vom Feld‘ brauchen, um mit nicht vorherplanbaren Situationen umzugehen.

Die Menge an Personal, die zurzeit noch auf den Baustellen zu sehen ist, wird in Zukunft sicher nicht gebraucht werden.

Ganz allgemein ist in der Branche eine Verschiebung zu erwarten:

- weniger Personal in Konstruktion und architektonischer Detailplanung
- mehr Personal in Vorfertigungsbetrieben
- Reduktion des ‚mittleren Managements‘ auf Baustellen
- weniger ungelernte Arbeitskräfte
- mehr Personal mit IT-Kenntnissen, die aber in enger Verzahnung mit dem operativen Personal agieren

Grundsätzlich ist eine zunehmende Verlagerung der Produktion der Bauelemente unter kontrollierbare Produktionsbedingungen in einer Fabrik zu erwarten. Damit können Durchlaufzeiten auf der Baustelle verkürzt und eine effizientere Qualitätssicherung erzielt werden.

Angestrebt wird auch Behinderungen im Bauablauf durch Qualitätsmängel und Witterungs-abhängigkeit zu reduzieren.

Die Aufgabe eines ‚klassischen‘ Arbeiters bzw. auch Facharbeiters wird sich damit vom ‚Erzeugen‘ des Bauteils vor Ort mehr und mehr verschieben zu einem ‚Zusammenbau‘ der auf die Baustelle gelieferten Einzelteile und zu einem ‚Manager‘ der automatisierten Prozesse. Fachspezifische Materialkenntnisse, handwerkliche Fähigkeiten werden aber gebraucht, weil es sich in naher Zukunft nicht rentieren wird, handwerkliche Prozesse durchgehend zu standardisieren und zu automatisieren.

## 6.2. Berufsbilder Heute - Morgen

**Heute** ist die Arbeitsweise auf der Baustelle geprägt von:

- Ausgedruckten Zeichnungen, die als maßgebliche Informationsquelle dienen – sie werden weitergegeben, in Gesprächen als Unterlage verwendet oder hängen an der Wand mit farblich markierten Statusinformationen (und werden mit zunehmendem operativem Zeitdruck nicht immer aktuell gehalten)
- Miteinander Reden - natürlich werden schon Handys mit allen Möglichkeiten für Kommunikation eingesetzt (wenn ausreichender Empfang gegeben ist), aber das direkte Gespräch wird nach wie vor oft gesucht
- Informationen werden in der Hierarchie weitergegeben: Der Projektmanager an den Bauleiter, dieser verteilt an sein Team, der Vorarbeiter redet dann direkt mit dem Arbeiter
- Arbeitsschritte werden durchbesprochen: beim Meeting in der Früh, vorzugsweise direkt auf der Baustelle und bei Problemen werden Lösungen unter Beiziehen der entsprechenden Personen gemeinsam gefunden und die Arbeitsschritte entsprechend adaptiert
- Terminpläne gehen nicht ins Detail und eine Adaption an die sich ändernden Gegebenheiten ist oft das Ergebnis mühsamer Abstimmungsrunden inklusive des strategischen Inputs des Managements
- Administrative Tätigkeiten wie Berichteschreiben ist zumeist die letzte Arbeit vor Verlassen der Baustelle und wird oft als ‚notwendiges Übel‘ empfunden. Sie bekommt damit nicht die erforderliche Aufmerksamkeit um wirksam Nachtragsmanagement betreiben zu können

- Das Management der Arbeitskräfte und Geräte inklusiver aller Dimensionen wie Verträge, Kosten und Vorausplanung bedarf unzähliger Listen, die oft mühsam aktuell zu halten sind
- Materialdisposition auf der Großbaustelle und insbesondere an der Schnittstelle zu den Zulieferungen ist eine Herausforderung

Auf der Baustelle von **Morgen** wird der Wandel für alle Arbeitskräfte spürbar sein:

- Informationen und Kommunikation wird in zunehmendem Maße digitalisiert und durch Technologien wie z.B. AR unterstützt
- Informationsbeschaffung ist in der Verantwortung jedes Einzelnen – Informationen werden zur Verfügung gestellt, aber nicht aktiv übermittelt
- Kontrolle, Disposition und Steuerung von Materialien, Geräten und Arbeitskräften ist digital unterstützt und ‚aus der Ferne‘ möglich: Sensoren und Microchips erlauben Rückmeldung und Ansteuerung
- Arbeitsschritte werden in digitalen Planungsinstrumenten detaillierter vorausgeplant sein und sind damit auch regelmäßig unter Mitwirkung des Baustellenpersonals an die aktuellen Gegebenheiten anzupassen
- Lösungskompetenz und Prozesswissen ist gefragt bei Abweichungen, Entscheidungskompetenz wird zunehmend vom Baustellenpersonal erwartet
- Administrative Tätigkeiten wie z.B. das Berichtswesen wird digital unterstützt und wo möglich automatisiert werden
- Roboter werden zunehmend für harte, repetitive Arbeiten eingesetzt, speziell wo hohe Präzision gefordert ist.

Die **Entwicklung der Berufsbilder** geht damit in eine Richtung mit folgenden Aspekten:

- Digitale Kompetenzen sind gefordert im Umgang mit Informationen, Arbeitsgeräten und Management
- Für Informationsmanagement werden ‚Smart Devices‘ wie Smartphones, Tablets, ‚Augmented Reality‘, Screen Walls, etc. das Alltagsbild aller Rollen prägen
- Geräte, Materialien und in zunehmendem Maße auch die Arbeitskraft werden ‚smart‘ durch ‚Robotic‘, Sensoren, eingebaute Microchips, etc. und kommunizieren über das ‚Internet of Things‘
- Speziell für Managementfunktionen werden Kenntnisse von Spezialsoftware wie ERP-Programme, BIM-Software, Terminplanungstools erforderlich sein
- Durch zunehmende Standardisierung wird es zu einer Verlagerung der Arbeiten in Fabrikhallen mit kontrollierten Bedingungen kommen, auf den Baustellen erfolgt der Zusammenbau. Dies führt einerseits zu einer Verlagerung der Arbeit weg von der Baustelle. Andererseits braucht es vor Ort andere, breitere Fertigkeiten – ‚Facharbeit‘ ist nur mehr bedingt geprägt durch Materialkenntnisse
- Die Anzahl der Bauleiter und Poliere wird sich nicht stark ändern, zu erwarten ist eine Reduktion der ungelernten Hilfskräfte und eventuell des mittleren Managements. Es wird aber zu einer Verschiebung der Aufgaben und neuen Rollenbildern kommen.



Im Detail wird die Arbeit auf der Baustelle von morgen für die verschiedenen Berufsgruppen unterschiedliche Facetten zeigen. Stichwortartige und detaillierte Vergleiche ‚Heute – Morgen - Entwicklung‘ für die einzelnen Berufsgruppen finden sich im Anhang.

## 6.3. Neue Anforderungsprofile

### 6.3.1 Zunehmende Komplexität

Es wird allgemein erwartet, dass die Routinetätigkeiten mehr und mehr entfallen werden. Aufgaben in einem komplexeren Kontext werden eher zunehmen

Die verbleibenden und neu entstehenden Tätigkeiten vor Ort erfordern von der Ausbildung her eine Mischung aus Fachkenntnis, IT-Know-how und „Einsatzbereitschaft“. Damit meinen die Autoren nicht nur die im Wortsinn übliche Einsatzbereitschaft - zeitlich verfügbar und engagiert - sondern eine Form der Einsatzbereitschaft, die einen sofortigen und kompetenten Einsatz garantiert, wenn Probleme auftreten. Auch wenn Support-Systeme Hilfestellung anbieten, wird die Komplexität und aus Wettbewerbsgründen erforderliche ‚Ununterbrochenheit‘ künftiger Wertschöpfungsketten eine ganz neue Art von Einsatzbereitschaft erfordern. Gemeint ist damit Kompetenz und Schnelligkeit in der Reaktion, ebenso wie Ruhe in der Analyse und Beurteilung der Lage, im Bewusstsein, dass Sekunden zählen und Fehler große, monetäre Auswirkungen haben können.

Diese Einschätzung steht Meinungen entgegen, dass zur Überwachung automatisierter Wertschöpfungsketten mindere Ausbildung und minderes Engagement genügt, weil im Ernstfall das digitale Manuel und der menschliche Support-Service aushelfen.

Die Autoren sehen also gerade bei hoch optimierten, voll organisierten Wertschöpfungsketten die Anforderung sehr speziell geeigneter und ausgebildeter Persönlichkeiten. In vielen anderen Berufen bis hin zum Lokführer, Fahrdienstleiter, Mechaniker, Elektriker, Mechatroniker, etc. haben wir eine solche Transformation von Berufsbildern hin zur Bewältigung von Komplexität bereits erlebt. Es wird auch bei weiteren Berufen kein Problem darstellen, wohl aber Zeit und Schulung erfordern.

Ganz abgesehen von all jenen, die diese hoch komplexen, vielfach voneinander abhängigen Abläufe konzipieren und programmieren. Auch hier handelt es sich um hoch qualifizierte Personen.

Beobachtet man die Zusammensetzung heutiger vor-Ort-Teams auf Baustellen, wird man erkennen, dass die Team-Leiter (Poliere, Vorarbeiter, Facharbeiter) an die neue Qualifikation heranzuführen sein werden. Die Autoren sehen das als Notwendigkeit, aber auch als realistische Möglichkeit Verantwortung durch Gewerkschaften wahrzunehmen. Der Einsatz der anderen Beschäftigten, die nicht heranzuführen sind - aus welchen Gründen immer - wird zu einer besonderen gesellschaftspolitischen Herausforderung der kommenden Jahre.

Welche Rollen wann betroffen sein werden, lässt sich schwer vorhersagen. Es wird in jedem Fall ein längerer Transformationsprozess sein, der es auch erlaubt, mittelfristig die Kompetenzen zu erweitern und sich an die neuen Anforderungen anzupassen.

Generell werden neue Möglichkeiten in der Technik, der Kommunikation und neue Businessmodelle der Branche Chancen eröffnen, aus denen sich neue Aufgaben ergeben oder solche Aufgaben an bestehende Berufsbilder angelagert werden.

Zu erwarten ist, dass durch zunehmende Digitalisierung der Arbeitsprozesse die Anforderungen an das Baustellenpersonal sich in folgende Richtungen verändern:

- digitale Organisation und Planung der Arbeitsprozesse
- Steuerung / Kontrolle der geplanten Arbeitsprozesse
- Korrekturmaßnahmen, wenn die geplante, vorprogrammierte Routine nicht funktioniert
- Kollaboration – digitale Workflows mit Projektpartnern

Diese Einsatzgebiete eignen sich für relativ kurzfristige Umschulungen. Das Fachwissen ist vorhanden, gebraucht wird das Wissen um Zusammenhänge und Nervenstärke um eigenständig zu handeln.

Wichtige Kompetenz des P/V/A wird es dabei sein, selbständig Informationen aus dem Common Virtual Workspace zu holen; dieser Übergang von der analogen ‚Bringschuld‘ zur digitalen ‚Holschuld‘ betrifft damit auch P/V/A.

Dabei spielt eine der wichtigsten Kompetenzen für den Umgang mit Informationen eine wesentliche Rolle – die Fähigkeit Informationen zu hinterfragen.

### **6.3.2 Planung und Organisation**

Das Baustellenpersonal ist normalerweise fokussiert darauf Lösungen zu finden für die sich in der täglichen, operativen Arbeit ergebenden Probleme. In Zukunft wird der Fokus auf ‚Vorausschauend Agieren‘ liegen. Baustellenaktivitäten werden viel intensiver vorgeplant werden und als digital verfügbare Standard-



prozesse abgerufen werden können. Praktisches Wissen und Umsetzungserfahrung werden im Vorfeld erforderlich sein, um diese Detailplanung aufzusetzen.

Dies bedarf einer frühzeitigen Einbindung des Baustellenpersonals und einer Zusammenführung von Prozess- und Organisations- Know-how mit dem Erfahrungswissen der Leute aus der Praxis.

Der P/V/A wird stärker in die tägliche Aktualisierung und Adaption der Planung eingebunden sein.

Einsatzplanung des Equipments oder des Personals ist ein Teil der detaillierten Gesamtplanung – diese muss über die Gesamtheit der Baustellen bzw. Leasingverträge optimiert werden.

Basis für die Ausführung auf der Baustelle ist die reibungslose Disposition der erforderlichen Zulieferungen. Materialwirtschaft und Logistik werden durchgängig digitalisiert und automatisiert ablaufen. Durch eine intensive Verzahnung der Information über Produktion und Supply -Chain wird die Zulieferung auf die Baustelle effizient organisiert werden können. Das wird aber auch eine anspruchsvollere Gesamtplanung brauchen, in der sämtliche Abläufe gut aufeinander abgestimmt sind. Der P/V wird in zunehmendem Maße in diese Disposition miteinbezogen, ‚Early Involvement‘ ist ein entscheidender Erfolgsfaktor.

### 6.3.3 Prognosen und Controlling

Die aus wirtschaftlichen Gründen und Sicherheitsüberlegungen wahrscheinlich kommende „Null-Toleranz“ gegenüber Unterbrechungen von Wertschöpfungsketten wird neue Anforderungen bringen (Vergleiche Flugverkehr heute). Verstärkte Check-Routinen, für die Vorsorge zu treffen ist (terminlich, kostenmäßig) werden eingeführt werden. Dabei bedarf es Controlling im Sinn von Steuerung.

Der V/A wird den Prozess des Einbaues vor Ort auf der Baustelle steuern durch eine Interaktion Mensch – Maschine (Exoskelette, direkte Arbeit z.B. am Hubsteiger mit montiertem Roboterarm, der vom Arbeiter flexibel programmiert werden kann; etc.) Es wird eine zunehmende symbiotische Interaktion Arbeiter – Maschine – Roboter geben.

Der Polier der Zukunft sitzt in der Kontrollwarte, kontrolliert den Regelablauf und greift nur bei Abweichungen ein. Die Arbeit wird zunehmend von Maschinen übernommen. Die Anspeisung der Maschinen mit Information erfolgt Großteils direkt über den ‚Common, Virtual Workspace‘, in dem der geplante Ablauf bereits durchgespielt und eingetaktet ist.

Mehr und mehr geben wir die Arbeit an Automaten ab, behalten aber die Verantwortung für das lückenlose Funktionieren der digitalisierten, automatisierten Wertschöpfungsketten. Selbstlernende Roboter mit Künstlicher Intelligenz ausgestattet werden diese Ketten und unsere digitalen Kontrollsysteme immer besser machen.

### 6.3.4 Abweichungen und Korrekturen

Bei aller Vorplanung wird es auf der Baustelle immer zu Abweichungen und unvorhergesehenen Situationen kommen.

Korrekturmaßnahmen betreffen im Allgemeinen zwei Sphären:

- **Äußere Störfaktoren:** Anpassungen an den geplanten Ablauf, wenn äußere, nicht vorhersehbare Hindernisse eintreten
- **Innere Störfaktoren:** Digitale / mechanische / elektrische Fehlfunktionen Korrekturmaßnahmen / Reparaturen / Programmieradaptionen, wenn die Hardware nicht funktioniert

Wesentlich wird sein, dass vorausschauend sowohl die äußeren als auch die inneren Störfaktoren verhindert oder deren Einfluss minimiert wird: durch bessere Prozesse, durchgehende Kontrolle dieser Prozesse und bessere Maschinen (inkl. besserer Software).

Unverzögliches Handeln ist erforderlich, wenn unerwartete Pannen auftreten (z.B. IT-Informationsketten nicht funktionieren, Geräte ausfallen, IT-QS-Sensoren melden, dass Qualität nicht stimmt, etc.). Diese ‚Notfall-Kompetenz‘ muss verstärkt geschult werden. IT-Kompetenzen und Grundkenntnis der eingesetzten Robotik sind dafür erforderlich.

Daraus werden sich auch neue Berufsfelder ergeben. Der Polier wird künftig als ‚**Pre-Risk-Analyst**‘ schon im Stadium der Angebotserarbeitung oder Planung involviert sein und alle möglichen praktischen Risi-

ken (externe und interne aus seiner Erfahrung und dem Fachwissen) darlegen und zu vermeiden suchen. Durchdachte Abläufe für zu erwartende Störfälle werden hinterlegt sein und im Bedarfsfall abgerufen werden können.

Darüber hinaus wird es ‚Spezial-Truppen‘ brauchen werden, die bei unvorhergesehenen Situationen einspringen und das Problem lösen. Dafür braucht es praktische Baustellenerfahrung, detaillierte Fachkenntnisse und Lösungskompetenz für eine rasche Einschätzung der Situation und das Erkennen der Zusammenhänge.

### **6.3.5 Digitale Kollaboration**

Durch Digitalisierung wird sich ein zunehmender Informationsaustausch mit anderen Projektpartnern in Form von digitalisierten Workflows ergeben. Das wird vor allem auch den direkten Austausch mit Kunden, Behörden, anderen Gewerken betreffen und damit direkten Einfluss auf die Baustellenkommunikation haben.

Das bedeutet, dass das Thema ‚Digitale ‚Kollaboration‘ nicht nur das Baustellenmanagement betrifft, sondern sich auch direkt auf die Arbeitsweise der P / V / A auswirkt. Das Baustellenpersonal wird sich intensiv mit den im Kapitel 5.3 beschriebenen Entwicklungen auseinandersetzen und über entsprechendes Prozessverständnis und Kenntnisse im Umgang mit der Software verfügen müssen. Die dafür erforderlichen Kompetenzen sind in der Aus- und Weiterbildung zu berücksichtigen.

### **6.3.6 Soziale Kompetenz**

Neben Anforderungen an digitale Kompetenzen werden in zunehmendem Maße soziale Kompetenzen gefordert sein. Das sind im Wesentlichen keine ‚neuen Kompetenzen‘, sondern waren immer schon wichtig, werden aber in Zukunft deutlicher am Radar sein, auch für ‚Nicht-Management - Personal‘ am Bau.

Selbst wenn die Poliere und Vorarbeiter der Zukunft zunehmend Roboter managen werden, sind die Führung von Mitarbeitern und die Koordination mit anderen Projektpartnern nach wie vor wesentliche Aufgaben. Reibungsfreie Zusammenarbeit des Baustellenteams, ein lösungsorientierter Austausch mit Projektpartnern sind entscheidende Erfolgsfaktoren für ein Projekt.

Damit werden in Zukunft Anforderungen an ‚Soft Skills‘ wie zum Beispiel Konfliktmanagement, Kritikfähigkeit, Umgang mit verschiedenen Ethnien / Mentalitäten steigen und diese zu Schlüsselqualifikationen für Baustellenpersonal machen. Trotz - oder vielleicht sogar wegen - einer in zunehmenden Maßen digitalen Kommunikation wird die Bedeutung des direkten Austausches zwischen Menschen zunehmen.

Bei diesem Thema ist es erforderlich, in der Aus- und Weiterbildung einen entsprechenden Fokus zu legen.

## **6.4. Potentiale für neue Berufsbilder**

### **6.4.1 Der Arbeiter als Schlüsselkraft zwischen digitaler und realer Welt**

Eine Option für den Arbeiter ist es sich als Schlüsselkraft zwischen der gebauten Realität und der virtuellen Welt zu etablieren.

Über den ‚Common virtual Workspace‘ hat er Zugang zu allen erforderlichen Informationen, was bedeutet, dass für gewisse Schritte der Manager nicht mehr erforderlich sein wird. Mit der ihm zur Verfügung stehenden Felderfahrung und in Kombination mit standardisierten Abläufen, die im System als ‚Blueprint‘ hinterlegt sind, ist er in der Lage Entscheidungen selbst zu treffen oder zumindest vorzubereiten. Die Fachkraft vom Bau kann auch mitwirken, diese vorzubereitenden Abläufe aufzusetzen, und diese dann mit Hilfe der vor Ort zu Verfügung stehenden Maschinen und Roboter umzusetzen.

A further option is to develop the labourer into the ‘manager of the robot’. This involves, on the one hand, control and monitoring and also, on the other hand, the management function. Human workers can evaluate changing parameters much more precisely in order to reach speedy decisions about the routines that should be applied. Robots should be seen as ‘tools’, as systems with physical and virtual components which, while highly complex and networked, essentially help human workers and should leave them to make the final decision. But human workers are definitely required when the system makes or reports a mistake.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Arbeiter als den ‚Manager des Roboters‘ zu entwickeln. Zum einen geht es dabei um Kontrolle und Überwachung, zum anderen aber auch um die Managementfunktion. Die menschliche Arbeitskraft kann sich ändernde Umgebungssituation weit umsichtiger beurteilen und schnell Entscheidungen über die anzuwendende Routine treffen.

Damit werden Roboter als ‚Hilfsmittel‘ gesehen, als Systeme mit physischen und virtuellen Komponenten, die zwar hochkomplex und vernetzt sind, aber im Kern der menschlichen Arbeitskraft helfen und dieser die Letztentscheidung überlassen sollen. Spätestens dann, wenn die Systeme Fehler machen oder melden, ist die menschliche Arbeitskraft gefragt.

In jedem Fall ist zu bedenken, dass die menschliche Arbeitskraft das Vorbild für den Roboter ist. Nicht nur in der allgemeinen Entwicklung der programmierfähigen Arbeitsschritte, sondern auch beim Einsatz einer ‚Künstlichen Intelligenz‘. Diese kann zwar Algorithmen entwickeln unter Zuhilfenahme einer der neuronalen Netzstruktur, die ähnlich ist der Struktur des menschlichen Gehirns, braucht aber das Vorzeigen von Schritten, für die dann ein Algorithmus entwickelt werden kann.



Das bedeutet – der Arbeiter wird gebraucht als Trainer des Roboters.

Natürlich könnte die Entwicklung in die Richtung gehen, dass für das Management der Roboter hochqualifizierte und damit teure Akademiker eingesetzt werden. Aber durch rechtzeitiges Schaffen der erforderlichen Kenntnisse und Förderung der Offenheit und damit Bereitschaft, sich in diese Richtung zu entwickeln, können Baufachkräfte diese Lücke füllen.

Mit diesen Ansätzen kann eine neue Art der hochqualifizierten Facharbeit entstehen. Zu beachten ist allerdings, dass Erfahrungswissen und manuelle Fertigkeiten dafür eine Voraussetzung sind – Qualitäten, die in einer voll-automatisierten Welt nur mehr schwer erlernbar sind. Weiters besteht die Gefahr, dass auf einer in zunehmendem Maße automatisierten Baustelle, die von ‚Machine-to-Machine‘ Kommunikation optimiert abläuft, auch das Prozesswissen Gefahr läuft verloren zu gehen.

*Wenn Prozesse zu weit oder falsch automatisiert werden, büßen die Menschen, die sie überwachen und im Notfall einschreiten müssen, eben die manuellen, kognitiven und Überwachungsfähigkeiten ein, die sie dann dringend brauchen, wenn etwas schiefgeht. Solches Wissen und Gespür entwickelt sich in der alltäglichen Wechselwirkung mit der jeweiligen Anlage oder dem Prozess. Das als Qualifikationsanforderung gern beschworene Prozessverständnis ist in hochkomplexen, eng gekoppelten Prozessen, die machine-to-machine kommunizieren, also gar nicht leicht zu entwickeln und zu erhalten*

Aus [33]

#### 6.4.2 Pre-Risk Checker

Durch die hohen Anforderungen an Vorplanung wird es immer wichtiger, die Situation auf der Baustelle im Voraus einschätzen zu können. BIM erlaubt Planung von Szenarien des Bauablaufes und damit Optimierung der Baustellenaktivitäten in einem anschaulichen 3D-Modell. Dadurch können auch schwierige Einbausituation vorab durchdacht werden und Risikoeinschätzungen getroffen werden - vorausgesetzt, dass erfahrendes Baustellenpersonal miteinbezogen ist. Abläufe in Krisensituationen können damit vordefiniert werden und im Bedarfsfall kurzfristig abgerufen und aktiviert werden. Derartige ‚Manuals‘ können auch für den flexiblen Einsatz von Baumaschinen und Robotern im Vorfeld vorbereitet werden.

Heute würde der Prozess von Managern betrieben werden, mehrere Personen sind ‚analog‘ einbezogen. Aber der zukünftige ‚Pre-risk-Checker‘ hat ein digitales Emergency Case Manual vorbereitet, das durch rasches und richtiges (erprobtes und gechecktes) Handeln Improvisationsfehler verhindert und damit Zeitverzögerungen oder weitere geschäftliche Folgeschäden minimiert.

Im Anwendungsfall stehen ihm dafür alle Informationen im Common Virtual Workspace zur Verfügung, Expertise anderer Teammitglieder kann über digitale Kommunikation umgehend miteinbezogen und Entscheidungen damit rasch organisiert werden.

Die praktische Felderfahrung wird dafür immer gebraucht werden, nur eine menschliche Arbeitskraft ist in der Lage umfassend und schnell komplexe Situationen zu erfassen und unter Berücksichtigung von Gesichtspunkten des Gesundheits- und Sicherheitsschutzes, des Miteinbeziehens von anderen Gewerken und der momentanen, örtlichen Wettersituation die nächsten Schritte in riskanten, nicht-vorhersehbaren Situationen einzuleiten.

Es besteht damit die Möglichkeit in Zukunft weniger Manager, dafür aber gut vorbereitete, erfahrene Fachkräfte im Einsatz auf Baustellen zu finden, die mehr und mehr Manageraufgaben übernehmen.

### 6.4.3 Notfalleinsatz

Zusätzlich zu den heute üblichen Wartungsarbeiten, wird es in Zukunft auch während des Baustellenbetriebes Einsatztrupps für Notfälle geben müssen.

Vorstellbar ist eine Servicestelle („Werkstätte“) für digitale, mechanische oder elektrische Störfälle, die sofort einsatzbereit ist um vor Ort die Probleme zu beheben - so wie heute bereits der IT-Support in größeren Büros.

Spezialeinheiten könnten sich auf den Einsatz von Robotern konzentrieren – ‚Robotic Maintenance‘: eine Mischung aus Programmieren / manuellem Reparieren/ elektronischem Know-how.

Für Vorhaltung und Einsatz, eventuell zur-Verfügung-Stellen von Ersatzgeräten wird ein regelmäßiger Beitrag geleistet – das könnte ein Geschäftsmodell der Zukunft sein.

Bei Großbaustellen kann dieses Service vor Ort eingerichtet werden, ansonsten könnte das eine dezentrale Einsatzeinheit für KMUs sein. Für mittelständische Baufirmen würde sich damit der Einstieg in digitale und automatisierte Prozesse einfacher gestalten, wenn der Wirtschaftsstandort garantiert, dass solche ‚Digital Emergency/ Support Units (DISUs) zur Verfügung gestellt werden. Das könnte auch ein Teil der Standortentwicklung sein.

### 6.4.4 Neue Arbeitsfelder

Aus den bisher beschriebenen Entwicklungen lassen sich auch ganz neue Möglichkeiten für den Einsatz von Arbeitskräften erkennen.

Gebraucht werden in Zukunft Experten für den Einsatz neuer Technologien und Automatisierung wie:

- neue Baumaterialien (z.B. Geotextilien)
- Drohnen, Laserscanner, 3D Drucker,
- Robotik
- MSR (Mess- / Steuer- / Regeltechnik)
- Sensorik

Weiters wird es Spezialisten für die zunehmende Digitalisierung brauchen wie zum Beispiel:

- IT support
- Baudisponenten (Kombination aus Materialdisposition, Supply Chain Management und Qualitätsüberwachung)
- Digital unterstützte Gebäudewartung (im Bereich des Facility-managements)

## 7. Gesellschaft und Soziologie

### 7.1. Freiheit und Verantwortung

Wahrscheinlich DIE zentrale gesellschaftspolitische und demokratiepolitische Aufgabe der kommenden Zeit wird es sein, die unabwendbar kommende Digitalisierung im Sinne von Freiheit und Ver-



Samantha Smith, Direktorin des „Just Transition Centre“ eine Initiative des Internationalen Gewerkschaftsbundes und Partnerorganisationen



antwortung zu nutzen, nicht im Sinne von Unterdrückung und Kontrolle. Dabei ist Kontrolle sehr wohl ein Teil geregelter Verantwortung, ebenso wie die allem zugrundeliegende Transparenz. Aber die Aufgabe wird sein, aus der Transparenz, die die universell verfügbaren Daten ermöglichen werden, die richtigen gesellschaftlichen Entwicklungen herbeizuführen und dafür die politischen Rahmenbedingungen zu schaffen.

Darauf sind wir heute in den Demokratien kaum vorbereitet.

Darauf sind wir in der Sozialpolitik kaum vorbereitet.

Die umschriebene Aufgabe ist grundsätzlich und vielschichtig.

Sie betrifft Arbeit, Wirtschaft, Medien, Gesundheit, Bildung, Steuer, soziale Absicherung, Justiz, ... also in Wahrheit alle Bereiche unserer Gesellschaft.

Vergleichbare Entwicklungssprünge in der Gesellschaft waren wahrscheinlich Buchdruck und Radio/TV, also Quantensprünge in der Informationsverbreitung. Diese Informations-Quantensprünge haben jeweils bedeutende gesellschaftliche Folgen gehabt, die knapp vor dem Quantensprung nicht vorstellbar waren und von vielen bisherigen Nutznießern der alten Situation nicht erwünscht waren und daher bekämpft wurden. Hier geht es um religiöse, politische und wirtschaftliche Beharrung am Bisherigen.

## 7.2. Lenkung der Digitalisierung

Es geht darum, sowohl für die Gesellschaft als ganze, als auch für einzelne Gruppen von Betroffenen und Einzelschicksale vorherzusehen und so zu steuern, dass die Folgen der Digitalisierung ins Positive gelenkt werden können.

Das „Vorhersteuern“ muss im Lichte zu erwartender Beharrung vorhergedacht werden. Wer wird sich den wünschenswerten Entwicklungen entgegenstellen? Wo lassen sich Allianzen finden und bauen? Welche Strategie, welche Taktik ist zu entwickeln?



Zu allererst ist es entscheidend das „Wünschenswerte“ im Lichte aller Betroffenen und Beteiligten zu erkennen. Demokratische Gesellschaften basieren auf Balance, auf Ausgleich. Fortschritt führt oft zu Inbalancen, auch zu unerwarteten, ungewollten, aus der Unabwägbarkeit und Unkenntnis der Folgen.

Diese Inbalancen rechtzeitig zu erkennen und auszugleichen ist oberste Aufgabe, will man Not, Revolutionen und Kriege vermeiden.

Fortschritt darf andererseits durch das Streben nach Balance nicht behindert werden. Fortschritt bedeutet neue Chancen, wenn auch immer mit Risiken verbunden.

Die drei Qualitäten Menschlichkeit, nachhaltiger Umgang mit Natur und Ressourcen und Ökonomie – im Sinne von Effizienz und angemessenem Gewinnstreben – dürfen keinen Gegensatz darstellen, sondern die Politik soll Rahmenbedingungen schaffen, die eine ausgewogene Balance ermöglichen.

Auf das Thema dieser Studie heruntergebrochen, bedeutet das folgende Schritte oder Ebenen der Betrachtung:

- Wohin entwickeln sich Technologie, Innovation, Digitalisierung, Datenwelten in Bezug auf die Arbeit am Bau?
- Wie ändert sich das Arbeitsleben, die Arbeitswelt der Einzelnen demzufolge? Wie kann man mitmachen und profitieren?
- Was müssen die Einzelnen tun (Arbeitsleben) und was muss das Umfeld tun (Arbeitswelt)?
- Das Umfeld reicht vom Teamleiter über die Firmenleitung, den jeweiligen Auftraggeber in der Beschaffungskette bis hin zu öffentlichen und privaten Bauherren und zu nationaler und internationaler Politik.
- Was ist heute zu tun, um Chancen zu nutzen, Risiken zu minimieren, Folgen zu balancieren/auszugleichen? (kurzfristiger Horizont)

- Was ist heute und morgen zu tun, um mittel- und langfristig die richtigen Weichen zu stellen?

Frei nach dem Interview mit J. Flecker und [33]:

Es ist wesentlich zu verstehen, dass die Auswirkungen der Digitalisierung nicht ausschließlich durch die Technologie bestimmt gedacht werden dürfen. Auch eine rein ökonomische Sichtweise wird den Möglichkeiten nicht gerecht werden. Es gibt eine Wechselwirkung zwischen der Technologie und dem Nutzerverhalten.

Es gibt einen Raum für gesellschaftliche und damit politische Gestaltung, der frühzeitig wahrgenommen werden muss, um von Anfang an die Weichen zu stellen. Der Ausgang künftiger Entwicklungen ist dabei oft nicht einschätzbar und muss als offen akzeptiert werden. Das bedeutet, dass es eine permanente begleitende Analyse und einen kontinuierlichen Prozess des Hinterfragens braucht.

### 7.3. Daten und Datenschutz

Auf Digitalisierung und Daten heruntergebrochen, bedeutet das eine differenzierte Herangehensweise, die demokratiepolitisch und sozialpolitisch erst zu erforschen und umzusetzen ist. Digitales Neuland in der Politik. Man erkennt das oft an der Ratlosigkeit im Umgang mit Steuersystemen, Bildungspolitik, weltweiten Konzernen und Start-ups, Datentransparenz in der Gesundheitspolitik, Cybercrime, ...

Konkret, an zwei Beispielen:

- **Bauarbeitsdaten** werden künftig lückenlos erfasst. Anwesenheiten und Arbeitszeiten der Bauarbeiter\_innen sind digital erfasst, ihre Positionen und Bewegungsdaten im Werk und auf der Baustelle sind zu jederzeit online abrufbar. Maschinen und Materialien sind ebenso erfasst in ihren Bewegungsdaten, Leistungsdaten, Fehlerdaten. Wie nutzen wir künftig diese Daten zum Wohle der Arbeitnehmer und der Wirtschaft, des Standortes, an dem und von dem wir leben? Wie verhindern wir Missbrauch aller Art?
- **Gesundheitsdaten**, auch Krankheitsdaten werden künftig lückenlos erfasst. Jede Sport-App ist ein Schritt dorthin. Die Fragen sind sehr ähnlich: Wie nutzen wir künftig diese Daten zum Wohle der Arbeitnehmer\_innen und der Gesellschaft, in der wir leben? Wie verhindern wir Missbrauch aller Art?

Soweit die Autoren der Studie aus Literatur und Gesprächen erkennen konnten, gibt es heute keine allgemein anerkannten oder gar erprobten Antworten auf diese Fragen.

Es braucht auf der Gegenseite den gesellschaftlichen Konsens, dass Daten vor Missbrauch sicher sind. Das wird eines der ganz wesentlichen Themen einer demokratischen Gesellschaft in der Zukunft. Es wird selbstverständlich sein, dass unsere Daten ab Kind erfasst werden. Wie wir einen Missbrauch diktatorischer Gesellschaften vorbeugen, ist heute vollkommen unklar.

Digitalisierung ermöglicht eine Technologie in der grundsätzlich jedem alles zugänglich sein könnte. Zugang zu Daten und Informationen wird das große Machtthema der Zukunft sein.

Digitalisierung kann man nicht entgehen, jeder Einzelne wird sich damit mehr oder weniger auseinandersetzen müssen. Entscheidend ist dabei ein **kritischer Umgang mit Daten**. ‚Fake News‘ oder ‚Alternative Facts‘ hat es immer schon gegeben, aber im Zuge eines direkten Austausches Person zu Person hat der empathische Mensch eher die Möglichkeit sein Gegenüber zu beurteilen. Durch die digitale Bereitstellung wird eine Einschätzung des Wahrheitsgehaltes aber schwieriger und aufwändiger. Die permanente Überflutung mit Informationen und Zugang zu Daten kann auch dahingehend leicht zu einer Überforderung und damit die Anfälligkeit für ‚demagogische Verführung‘ erhöhen.

Informationen zu hinterfragen, die Gültigkeit von Daten einschätzen zu können wird zu einer wesentlichen Kompetenz für alle – ob sie in einer digitalisierten Umgebung arbeiten oder auch nur indirekt davon betroffen sind.

In der Behauptung in einem zunehmend digitalisierten Umfeld ist der emotionale Aspekt der Angst vor dem **Kontrollverlust** nicht zu unterschätzen: dabei geht es um die eigenen Daten, deren Wege in der virtuellen Welt nur mehr schwer nachvollziehbar sind, aber auch um die Manipulierbarkeit durch selektives zur Verfügung stellen von Informationen.

Welche Szenarien möglich sind in nicht demokratischen Systemen zeigen Entwicklungen in z.B. China oder Russland auf dramatische Weise.

## 7.4. Demographische und gesellschaftspolitische Entwicklungen

Folgende Themenkreise werden zu massiven Änderungen führen:

- Arbeiten und Freizeit werden immer weniger getrennt sein – fließende Durchlässigkeit
- Ortsabhängigkeit wird immer mehr wegfallen, Arbeitskräfte sind mobiler, aber auch Ort der Arbeitsausübung wird immer flexibler - Homeoffice, globale Teams, etc.; das Projekt in der Virtual Reality ist ortsunabhängig; aber Bau ist immer noch ortsabhängig
- Solidarität und die politische Einstellung den ‚anderen‘ gegenüber ist gerade einem Umbruch unterworfen - Umgang mit Armut, Flüchtlingsfrage - wer darf arbeiten? Ist Arbeitsausübung, Selbstverwirklichung in der Arbeit ein Grundrecht?
- Frauen werden in zunehmendem Ausmaß in der Bauindustrie – auch auf der Baustelle zu finden sein
- Fachkräftemangel wird – auch bedingt durch die erforderlichen Kompetenzen - zunehmen
- Überalterung der Bevölkerung: Wir werden viel länger, aber ganz anders arbeiten

Generell ist zu bedenken, dass durch derartige Änderungen auch neue Jobs entstehen.

Weibliche Arbeitskräfte sind in der Bauwelt immer noch eine Seltenheit. Während im Zuge der Gleichberechtigung immer mehr Frauen als Bauingenieure oder Konstrukteure der Bürowelt zu finden sind, sind sie auf der Baustelle nach wie vor nicht oft anzutreffen.

Das hat zum einen mit einem beharrlichen Festhalten an Konventionen zu tun – auf Seiten der Bauwelt und der Frauen selbst, Auf der anderen Seite ist die tatsächliche Arbeit am Bau in einem Maße körperlich anstrengend, dass sie Frauen nicht zugemutet wird oder diese sie nicht in Betracht ziehen. Mit einer technologischen Entwicklung, die aber den Einsatz von Muskelkraft in dem Ausmaß nicht mehr braucht, wird die Baustelle auch durchlässiger für weibliche Arbeitskräfte.

Ein besonderes Thema im Zusammenhang mit Digitalisierung ist auch die Altersstruktur. Wie mit einer zunehmenden Digitalisierung unserer sozialen, politischen, administrativen und wirtschaftlichen Beziehungen umgegangen wird, ist sicher auch beeinflusst von Alter und Bildung.

Wie leicht fällt es älteren Arbeitnehmer\_innen sich auf die Digitalisierung einzulassen, die notwendigen Kompetenzen zu erwerben? Das ist nicht nur eine Frage des Alters, sondern viel mehr der Flexibilität und Lernfähigkeit.

Folgendes ist zu berücksichtigen:

- Flexible Formen des Arbeitens im Alter von 60-90 werden die Regel sein.
- Senioren müssen „Downgraden“ lernen, weniger verdienen, unterstützen, mithelfen.
- Fluide Intelligenz der Jungen gegen kristalline Intelligenz der Älteren.  
Fluid: schnelle Auffassungsgabe, kognitive Fähigkeiten.  
Kristallin: Sprachgewandtheit, breites Wissen, Blick für wesentliche Zusammenhänge.
- Vorteile der Älteren: soziale Verknüpfung von Wissen, ausgeprägte Entscheidungskompetenz  
*frei nach [54]*

Für Überlegungen zur Zukunft ist in jedem Fall zu bedenken, dass in den nächsten Generationen ALLE ‚digital natives‘ sind, die sich mit entsprechender Selbstverständlichkeit in der virtuellen Welt bewegen werden.

## 7.5. Arbeit und Einkommen

In einer Gesellschaft, in der Einkommen ein wesentliches Element der Lebensplanung ist und Arbeitslosigkeit als zentrales gesellschaftliches Thema betrachtet wird, sind Arbeit und Einkommen wichtige, zu behandelnde Aspekte.

Jede industrielle Revolution hat zu mehr Wohlstand und weniger Arbeit geführt. Das ist grundsätzlich die Erwartungshaltung an die Digitalisierung. Aber schwierig sind immer die Übergangszeiten. Oft waren sie geprägt von Revolutionen, in jedem Fall harte Zeiten für einen Teil der Bevölkerung.

Es gibt aber einen Gestaltungsspielraum, der aktiv zu nutzen ist. Nicht notwendigerweise ist es ausschließlich die Technologie, die bestimmt was passiert und der Arbeiter, der sich anpassen muss. Der Diskurs ist in einem breiten gesellschaftlichen Kontext, wertebasiert zu führen.

*Die in diesem Zusammenhang diskutierten Prognosen sind derzeit sehr technologieorientiert. Auswirkungen auf die Arbeit und die Gesellschaft werden vielfach missverstanden als Anpassungsnotwendigkeiten der Beschäftigten und der Regulationsformen von Arbeit an eine neue technisierte Arbeitswelt. Damit aber unterschätzt man die Spielräume und Notwendigkeiten gesellschaftlicher Gestaltung. Dabei ist bei weitem nicht ausgemacht, wie sich Arbeit entwickelt.*

Aus [33]

Besagte Studie weist ausdrücklich darauf hin, dass es arbeitsorganisatorische Spielräume gibt, die es ermöglichen, die Bedingungen für die Arbeit in einem digitalisierten Umfeld qualitativ und quantitativ so auszuformen, dass einer Polarisierung in ‚High-Tech‘ Akademikerjobs und ‚Low-End‘ Jobs für ungelernte Arbeiter entgegengewirkt werden kann.

Organisationsformen sind vorstellbar, in denen kleinere, selbstverantwortliche Teams die Verantwortung für ihre Zielerreichung gegeben wird. Diese Teams organisieren sich selbst und den Weg zum Ziel. Von außen wird ihnen zur Unterstützung ein transparentes Controlling zur Seite gestellt. In diesem Sinn ändern sich Hierarchien und das entspricht auch den Erwartungen einer nicht zuletzt durch die Digitalisierung ‚reifer‘ gewordenen Gesellschaft.

Dabei geht es um soziologische und technologische Prozesse mit dem Fokus auf Kollaboration.

Diese kollaborative Wege nach den Stichworten ‚Agil‘ und ‚Lean‘ werden zu erfolgreicher Bauprozessen und Bauprojekten führen. Sie bedingen aber massive **Änderungen gegenüber bisherigen Organisationsformen**. Dementsprechend sind auch Widerstände zu erwarten auf die man sich in geeigneter Weise vorzubereiten hat.

Diese ‚Changeprozesse‘ sollten alle Organisationsebenen von vornherein aktiv miteinbinden. Also auch die Arbeiter. Das ist eine völlig neue Betrachtungsweise für die möglicherweise aus der Digitalisierung entstehenden Organisationsformen am Bau. Es wird auch länger brauchen, bis der Wandel vollzogen ist und dieser Weg muss entsprechend vorbereitet werden. Viel Skepsis wird diesen Weg entgegenstehen. Herkömmliche Organisationsformen stehen dem entgegen.

In diesem Sinne sind die Erfolgskriterien, Erfolgchancen und Erfolgsrisiken klar herauszuarbeiten und zu verfolgen.

Ziel der Entwicklungen muss es nicht sein, ein Maximum an Arbeiten durch automatisierte Prozesse zu ersetzen. Denn Menschen haben ein intrinsisches Arbeitsbedürfnis. Ein wichtiger Aspekt dabei ist, sich selbst als ‚wirksam‘ zu erleben. Es ist eine wesentliche Aufgabe der Gesellschaft dafür Möglichkeiten zu schaffen.

Gemäß der [33] sind die Möglichkeiten dafür bewusst voranzutreiben.

*Bei der Nutzung der vielfachen Gestaltungsmöglichkeiten sollte demnach die Humanisierung der Arbeit nicht vergessen werden. Sie ist keineswegs automatisch mit technischem Fortschritt verbunden. Vielmehr sind weiterhin besondere Anstrengungen nötig, um die Arbeit für die Beschäftigten sinnvoll und lernförderlich zu gestalten.*

## 7.6. Interaktion Mensch - Maschine

Schwerpunkt der aktuellen Diskussion ist die Arbeitsteilung zwischen Arbeiter und Maschine.

Das ist zum Teil eine sehr ins Detail gehende Betrachtung der einzelnen Arbeitsschritte: was ist automatisierbar? Was kann unter Berücksichtigung einer rasanten Technikentwicklung in einem sich ökonomisch sinnvollen Maße von Robotern oder durch ‚Machine-to-Machine- Communication‘ übernommen werden?

*Die Kernfrage in diesem Zusammenhang ist aber, ob Robotertechnik grundsätzlich zur Unterstützung der menschlichen Arbeitskraft zu sehen ist, der in einem digitalisierten Umfeld eine Vielzahl an Informationen zur Verfügung steht um dann die Entscheidungen zu treffen und den ‚Maschinen- und Roboterpark‘ entsprechend anzusteuern. („Werkzeugzenario“). Oder ob ein „höchstmöglicher Grad der Automatisierung in Form sich selbst steuernder, dezentraler Produktionsressourcen“ angestrebt wird, in dem die menschliche Arbeitskraft ersetzt werden soll und die Steuerung nur mehr über zentrale Kontrolleinheiten erfolgt. („Automatisierungsszenario“)*

in Anlehnung an [33]

Dabei ist zu bedenken, dass selbst bei der Automatisierung von Routinearbeiten Abläufe nur begrenzt automatisierbar sind. Vor allem bis es sich dabei um ökonomisch sinnvolle Schritte handelt, wird es noch Zeit



für entsprechende Entwicklungen brauchen. Und gerade in dieser ‚Übergangszeit‘ wird es die menschliche Intelligenz in ihrer gesamten Komplexität brauchen.

Wichtig für die Unternehmen ist es, eine gute **Verflechtung von Technologie und Arbeitsprozess** – und damit Arbeitskraft – zu erzielen. Dafür ist es erforderlich innerhalb der Betriebe Kompetenz und auch Flexibilität (im Sinne von Einsatz der Arbeitskraft für verschiedene Tätigkeiten) aufzubauen. Das bedarf ganzheitlicher Ansätze, die Arbeit muss derartig gestaltet sein, dass die Arbeitskraft ein gutes Prozessverständnis entwickelt und lernt, das ‚Gesamtoptimum‘ im Auge zu haben. Das Aufgabenfeld und die direkte Arbeitsgestaltung soll ‚Lernen‘ fördern und ausreichend Handlungsspielräume bieten, um auch selbständig die Erfahrung von ‚hat-nicht-funktioniert‘ zuzulassen, ohne dass es dabei zu Schuldgefühlen kommt und Selbstverteidigungsmuster angeworfen werden. Das ist natürlich auch eine Frage der Firmenkultur.

*Unter diesen Gesichtspunkten ist die Ersetzung des Menschen durch die Maschine nicht ein zwingendes Ergebnis des technischen Wandels, sondern eine Entwicklung, in der das gesamtheitliche Potential der menschlichen Arbeitskraft für eine Firma genutzt wird und die Automatisierung das unterstreicht, den dafür nötigen Freiraum schafft und natürlich einen wirtschaftlich sinnvollen Beitrag leistet. Ziel muss es sein, dass „die Menschen dabei unterstützt werden und „mit“ dem vernetzten System statt gegen es arbeiten können.“ (nach [33])*

Die Vorteile für Unternehmen sind vielfältig. Unter anderem auch, weil die Abläufe dadurch flexibler und weniger anfällig für Störungen sind. Die Arbeitskraft entwickelt in dem beschriebenen Umfeld die Kompetenz aber auch das Bestreben, den ihm verantworteten Prozess in Zusammenarbeit mit dem Team zuverlässig und in entsprechender Qualität umzusetzen.

Als Beispiel kann folgende Entwicklung aus der Produktionsindustrie betrachtet werden:

*Beim Einsatz von Leichtbaurobotern beim Schweißen obliegt in den von Windelband/Dworschak (2015) untersuchten Fällen die Programmierung und Fehlerbehebung nicht den SchweißerInnen, sondern höherqualifizierten ProgrammiererInnen. Die SchweißerIn hat es mit einer „black box“ zu tun. In der Montage von schweren Kleinflugzeugbauteilen hingegen werden Leichtbauroboter als Assistenten der MonteurlInnen eingesetzt. Die MonteurlInnen behalten Planung und Kontrolle in der Hand und werden ergonomisch entlastet.*

*Aus [33]*

Die Interaktion Mensch und Maschine ist aber noch in einem viel direkteren Zusammenhang zu sehen - die **Grenzen Mensch-Maschine** verschieben sich, sie nähern sich der ‚menschlichen Hardware‘. Cyborgs sind nicht mehr nur eine Figur in futuristischen Computerspielen oder Science - Fiction Filmen.

Auf den Baustellen wird man immer mehr Exoskelette sehen – mechanische, motorisierte, am Körper getragene Unterstützung der menschlichen Arbeitskraft. Dies sind nach außen sichtbare Signale. Aber immer mehr wird Software auch unmittelbar mit dem menschlichen Körper kombiniert. Implantierte Datenchips speisen direkte Informationen über Position und körperliche Prozesse in die ‚Virtual Reality‘ ein oder beziehen umgekehrt Impulse daraus. Das birgt auf der einen Seite die Gefahr des Missbrauchs des ‚gläsernen Menschen‘. Auf der anderen Seite gibt es Menschen, die es ‚hip‘ finden ‚Cyborgs‘ zu sein (siehe ‚Salzburger Nachtstudio‘ in OE1 vom 6.3.2019). Science -Fiction zeigt uns, in welche Richtung das gehen kann: z.B. TV-Serien aus den 80iger Jahren, in denen es symbiotische Wesen gibt – halb Maschine, halb Mensch.

Ein uraltes Thema ist auch Roboter und Emotionen. Während es auf der einen Seite als Privileg des Menschen gesehen wird über Emotionen zu verfügen, wird auf der anderen Seite versucht, Roboter zu entwickeln, die menschliches Äußeres haben und Gefühle ‚vortäuschen‘. Diese Vermenschlichung von Robotern ist zu hinterfragen – warum wollen wir eigentlich, dass uns Roboter gleichen? Wo ist die Grenze zu Blade Runner? (Anm.: Film von Ridley Scott aus dem Jahr 1982).

Zukunftsvisionen, die in eine ganz andere Richtung gehen, findet man zum Beispiel in den Büchern von Iain Banks, in denen eine mehr oder minder friedliche, gleichberechtigte Existenz zwischen künstlichen Intelligenzen („Minds“) und den Menschen beschrieben wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

- Die Annäherung von Mensch und Maschine bewirkt einen neuen Begriff von „Natürlichkeit“.
- Den ruinösen Wettstreit zwischen menschlichem Hirn und Computer müssen wir beenden.
- Menschen müssen ihre Stärken - wie Emotion, Intuition, Kreativität, etc. - ausspielen.

*Aus [54]*

## 7.7. Neue Projektfelder

Neben der direkten Wechselwirkung Digitalisierung – Gesellschaft und deren Auswirkung auf die Arbeitnehmer\_innen ist auch zu bedenken, dass es durch entsprechende gesellschaftliche Entwicklungen und Werteverstärkungen zu ganz neuen Feldern für Bauprojekte kommen wird.

Zum einen werden Digitalisierung & Smart Technologies direkte Auswirkungen auf unser gebautes Umfeld haben. Urbanismus wird in Form von ‚Smart Cities‘ neu gedacht und die Raumplanung und Infrastrukturanforderungen unserer Ballungsräume verändern.

Zunehmender Energiebedarf wird den Ausbau der Energieversorgung bedingen. Der Ausbau der digitalen Erfassung des Bestandes wird neue Projekte bewirken.

Aber insbesondere der gesellschaftliche Anspruch an einen nachhaltigen Umgang mit Ressourcen wird vor allem in den folgenden Bereichen zu einem erhöhten Bedarf an Bauleistungen führen:

- Neue Energieformen wie z.B. Geothermie, Nutzung der Solar- und Windkraft
- Energieversorgung wie Versorgungsleitungen für das Stromnetz - ‚Power Grid‘
- Wasserversorgung insbesondere für den urbanen Bereich
- Recycling – Materialkreislauf
- Altlastensanierung
- Neue Mobilitätsformen um eine Reduzierung des Individualverkehrs zu erreichen (z.B. Stadtseilbahnen)
- Sanierung der bestehenden Gebäudesubstanz

Auch die Folgen des Klimawandels werden immer mehr spürbar und zum Schutze der Bewohner baulicher Maßnahmen bedürfen. Das sind auf der einen Seite Bauten für den Hochwasser- oder Lawinenschutz um mit Extremwittersituationen umgehen zu können. Andererseits wird eine zunehmende Trockenheit in unseren Breitengraden weiträumige Bewässerungssysteme für die Landwirtschaft erfordern.

## 8. Handlungsfelder

In Kapitel 8 und 9 werden die wesentlichen Ergebnisse und Empfehlungen der Studie zusammengefasst.

Sie orientieren sich in ihrem Aufbau an zwei bewährten Dokumenten

- der Studie Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen, TU Wien ibpm für BMVIT und WKO Bau
- der Roadmap Digitalisierung von Planen, Bauen und Betreiben in Österreich der Plattform 4.0

Folgende Handlungsfelder werden in Kapitel 8 auf ihre Relevanz für den Fokus der Studie untersucht

- politische, gesellschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen
- Prozesse in Unternehmen und Projekten
- AVVA Ausschreibung Vergabe Vertrag Abrechnung
- Werkzeuge, Interoperabilität von Softwarelösungen
- Forschung und Entwicklung
- Aus- und Weiterbildung

### 8.1. Politische, gesellschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen

Dieses Handlungsfeld umfasst Maßnahmen der Politik, national und international. Dabei geht es um die gesamte Bandbreite politischer und rechtlicher Rahmenbedingungen zum Einsatz der Digitalisierung in Gesellschaft und Wirtschaft.

Diese Studie hat einen engen Fokus, nämlich die Arbeitnehmer\_innen am Bau und noch enger Poliere, Vorarbeiter und Arbeiter.

Es sind politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen zu schaffen, um die Berufsbedingungen dieser Arbeitnehmer\_innen zu erhalten, zu verbessern oder von der Digitalisierung beeinflusst so zu erneuern, dass wiederum lebenswerte Arbeitsbedingungen geschaffen werden. Es wird in dieser Studie aber bewusst darauf verzichtet, die notwendigen politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen insgesamt zu beschreiben, die erforderlich sein werden, um diesen wahrscheinlich größten gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Wandel seit langer Zeit vorzubereiten und zu begleiten.

Die Autoren konzentrieren uns daher auf folgende konkrete Handlungsfelder und Handlungsempfehlungen:

- Arbeitsplätze und Arbeitsqualität
- Arbeitszeit
- Arbeitslohn
- Steuersystem
- Umgang mit Daten
- Gesundheit und Umwelt
- Image der Bauarbeit

### 8.1.1 Arbeitsplätze und Arbeitsqualität

Folgende grundsätzliche Veränderungen werden sich ergeben:

- Arbeitsplätze werden sich verändern, Berufsbilder werden sich wandeln.
- Arbeitsplätze werden sich örtlich verlagern, Arbeitskräfte werden dem folgen oder Arbeitsplätze werden durch neue Arbeitnehmer\_innen eingenommen.
- Arbeitsplätze können durch Rationalisierung und Automatisierung verloren gehen.
- Neue Arbeitsplätze werden entstehen, mit neuen Anforderungen und Spezialisierungen.

Die Arbeitsqualität kann sich positiv oder negativ entwickeln. Einerseits können durch die Digitalisierung wesentlich anspruchsvollere Arbeitsplätze entstehen. Andererseits können in Zusammenhang mit Maschinenunterstützung extrem anspruchslose und daher auch „billige“ Arbeitsplätze entstehen. Dies wird insbesondere dann sein, wenn unqualifizierte Arbeit auf Dauer billiger ist als die Entwicklung und der Einsatz von Maschinen für bestimmte Prozesse.

Mit anderen Worten wird es darum gehen, die Menschen so zu qualifizieren, dass sie die neu entstehenden, anspruchsvolleren Arbeitsplätze erfolgreich einnehmen können.

Weiters wird es darum gehen, das Mobilitätsbewusstsein der Menschen so zu stärken, dass sie auch bereit sind, wirtschaftlichen Notwendigkeiten und finanziellen Anreizen zu folgen, um Arbeitsplätze dort einzunehmen, wo sie entstehen.

Im Gegenzug wird es darum gehen, die Arbeitsplätze nicht durch falsche politische, wirtschaftliche und steuerliche Anreize abwandern zu lassen. Mit anderen Worten muss man danach trachten, die Arbeitsplätze dort zu halten, wo auch heute schon hoch qualifiziertes Personal zur Verfügung steht.



In Weiterentwicklung dieses Themas wird es darum gehen, hoch qualifiziertes Personal für bestehende und zu haltende Arbeitsplätze auch morgen und übermorgen zur Verfügung zu haben. Konkret wird es also darum gehen, z.B. in Europa die hohe Zahl und Qualität an Arbeitsplätzen zu erhalten und dafür auch in Zukunft geeignete Arbeitnehmer zur Verfügung zu haben.

Konkret bedeutet das, in die Aus- und Weiterbildung zu investieren, und zwar von der Lehrlingsausbildung bis zur Universität, je nach Anforderung der künftigen Arbeitsplätze.

Konkret bedeutet das auch, die demographische Entwicklung im Auge zu behalten. Es ist unzweifelhaft, dass die Zahl der jungen Menschen in unseren Ländern künftig geringer sein wird. Es wird sich also die Frage stellen, ob die Digitalisierung den Bedarf an jungen Menschen in den Arbeitsprozessen rechtzeitig so weit reduzieren wird, dass es nicht zu Engpässen kommt.

Wenn dies nicht so ist, was derzeit anzunehmen ist, werden politische, gesellschaftliche und rechtliche Randbedingungen zu schaffen sein, die den Zuzug neuer Arbeitskräfte für den künftigen Bedarf der Wirtschaft ermöglichen.

Es gilt also, auf politisch-wissenschaftlicher Grundlage verschiedene Szenarien auszuloten, wie sich Demografie und Digitalisierung in den kommenden Jahren und Jahrzehnten miteinander und zueinander verhalten werden.

Neben der quantitativen Analyse und Maßnahmenplanung (Stichwort: Arbeitsplätze) wird es ebenso eine politisch-wissenschaftliche Forschung und Maßnahmenplanung auf qualitativer Ebene geben müssen (Stichwort: Arbeitsqualität).

Ein wichtiger Aspekt dabei ist Folgender: Es kann der Fall eintreten, dass es technologisch ohne weiteres möglich ist, Maschinen zu entwickeln und einzusetzen, die gewisse Routineprozesse ohne menschliches Zutun (mit Ausnahme von Entwicklung, Steuerung und Kontrolle) übernehmen.

Rein ökonomisch betrachtet kann es aber so sein, dass es billiger kommt, äußerst unattraktive Routineprozesse von unqualifizierten, schlecht bezahlten Menschen erledigen zu lassen. Die Aufgabe ist nun, zu erforschen und durch steuernde Maßnahmen zu verhindern, dass solche Prozesse eintreten bzw. um sich greifen.

Allein an diesem Beispiel sieht man, wie komplex die Zusammenhänge sind, wie sehr Technologie, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft ineinandergreifen und miteinander wirken müssen, um negative Folgen der Digitalisierung hintanzuhalten und positive Wirkungen der Digitalisierung zu fördern.

Überlagert wird die Komplexität durch die Globalisierung. Kein Land und kein Wirtschaftsstandort kann heute ernsthaft der Meinung sein, künftige Entwicklungen allein (und möglicherweise noch gegen die anderen) sinnvoll lösen zu können, auch wenn dies gewissen Bestrebungen in der internationalen Politik durchaus entnommen werden könnte.

In diesem Sinne sind alle politischen, gesellschaftlichen und rechtlichen Randbedingungen grenzüberschreitend und international zu betrachten.

Analogien aus anderen Wirtschaftszweigen, die in der Digitalisierung bereits weiter fortgeschritten sind, können wesentliche Hinweise auf erforderliche Maßnahmen im Bauwesen geben. Dennoch ist zu beachten, dass das Bauwesen mit seiner Einmaligkeit und Ortsfestigkeit sich bisweilen anders entwickeln wird als andere Zweige von Industrie und Gewerbe.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich das Thema Arbeitsplätze in einem Spannungsfeld zwischen ‚sichern‘ und ‚schaffen‘ bewegt. Grundsätzliches Ziel für eine Gesellschaft sollte es sein, ausreichend Arbeitsplätze zur Verfügung zu haben. In diesem Zusammenhang muss zunehmend überregional bis global gedacht werden, Zuwanderung in einem sinnvollen Kontext diskutiert werden.

Gewisse Arbeitsplätze werden durch die zunehmende Digitalisierung obsolet werden, neue werden aber auch entstehen. Derzeit ist noch unklar, wie sich die Zahl der Arbeitsplätze in Summe entwickeln und wie sich die Entwicklung auf einzelne Branchen auswirken wird.

### 8.1.2 Arbeitszeit

Arbeitszeit ist ein Thema zwischen ‚Gesundheit‘ und ‚Entlohnung‘, mit Aspekten der ‚Verfügbarkeit‘ und ‚Dauer‘ für den Einzelnen. Es muss aber im Kontext von genereller Aufteilung der Arbeit und damit verbundener Arbeitszeitverkürzung gesehen werden.

Die Arbeitszeit hängt ursächlich mit der Arbeitsqualität zusammen und kann gemeinsam mit dem Faktor Arbeitslohn subjektive und objektive Auswirkungen auf die Gesundheit haben. Stress und Burnout-Phänomene werden heute schon intensiv in Zusammenhang mit der Digitalisierung gebracht. Dabei geht es nicht nur um die geforderte berufliche Verfügbarkeit und Datennutzung, sondern auch um die private Datennutzung, die sich von der beruflichen oft nicht mehr trennen lässt.





In Summe besteht die Tendenz, dass Menschen heute durch die Digitalisierung rund um die Uhr in „Datenarbeit“ eingebunden sind. Auch wenn dies beruflich nicht verlangt wird, kann es durch die permanente Verfügbarkeit und Verquickung von Beruflichem und Privatem zu äußerst schädlichen Entwicklungen kommen.

In diesem Sinne ist Arbeitszeit nicht mehr wie früher zu beurteilen und zu regeln. Das Verlassen einer Baustelle oder einer Produktionsstätte, eines Büros führt in der Regel nicht mehr zum Verlassen der Datenketten.

Welche Handlungsempfehlungen hier grundsätzlich zu geben sind, ist aus Sicht der Verfasser offen. Es ist davon auszugehen, dass Regelwerke nicht ausreichen oder durchgreifend wirken können. Viel eher wird es um gesellschaftliche Normen und Usancen und persönliche Aufklärung und Motivation gehen.

Es ist aber zu beobachten, dass das positive Bewusstsein um sich greift, dass der permanente Einfluss und Eindruck von Daten der Qualität des Lebens abträglich ist und dass „Datenpausen“ einen wichtigen Teil der Lebensqualität darstellen.

Ging es also früher um Arbeitszeitregelungen und vorgeschriebene Arbeitspausen, wird es künftig um „Datenzeitregelungen“ und „Datenpausen“ gehen. Wie man das gesellschaftlich umsetzt, ist eine Forschungsfrage für die Zukunft.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt der Arbeitszeit in Zusammenhang mit der Digitalisierung wird die Frage sein, inwieweit sich unsere Arbeitszeit in Summe durch den Einsatz von digitalen Werkzeugen, Maschinen und Automaten reduzieren wird.

Werden wir also mittel- und langfristig eine Gesellschaft vorfinden, die in Summe viel weniger zu arbeiten hat als die Heutige? Bis jetzt hat jede industrielle Revolution zu einer solchen Entwicklung geführt. Arbeitszeit und Arbeitsbedingungen vor 100-200 Jahren sind für uns heute unvorstellbar.

Dieser Vergleich gilt natürlich nicht für die damals und heute Privilegierten, ebenso nicht für die heute Unterprivilegierten. Auch das ist ein Thema, dem wir uns gesellschaftlich widmen müssen, nicht nur in Zusammenhang mit der Arbeitszeit.

Wie wird es gelingen, die Arbeit in Summe samt der dafür angemessenen Entlohnung so zu verteilen, dass es aus Sicht der gesamten Gesellschaft als fair und sinnvoll angesehen wird. Näheres dazu im nächsten Kapitel „Arbeitslohn“.

Die folgenden Beispiele zeigen einige Aspekte auf, die in Zusammenhang mit der Arbeitszeit zu erforschen und behandeln sein werden.



Baustellen werden heute schon **24/7** geführt. Mit zunehmender Automatisierung und Einsatz von Robotern wird dies unerlässlich sein: der Einsatz von teuren ‚Produktionsmaschinen‘ erfordert einen hohen Ausnutzungsgrad.

Eine Organisation mit sinnvollen Schichten für das Baustellenpersonal ist erforderlich. Das stellt Anforderungen an die Anzahl der Arbeitskräfte, aber auch an eine inhaltliche Organisation der Arbeitsroutinen. Insbesondere Fachpersonal oder Arbeitskräfte mit Führungsverantwortung muss in so einem Fall für alle Schichten entsprechend vorhanden sein.

Aus der digitalisierten **Arbeitszeiterfassung** ergibt sich ein weiteres Thema: wann startet die Arbeitszeit? In der Summe einer Lebensarbeitszeit hat diese Detailfestlegung eine Auswirkung. Sind die Grenzen der Arbeitszeit an der Baustellengrenze – d.h. beim Zutritt und Verlassen der Baustelle? Wie wird mit Pausenzeiten umgegangen? Hier wird es Detailregelungen, eventuell auch Baustellenbezogen brauchen. Auch hier können die Möglichkeiten wieder zum Nutzen des Arbeiters gesehen werden: durch eine lückenlose Erfassung ist ‚unbezahltes Arbeiten‘ nur mehr schwer möglich, Transparenz ist ein wesentliches Ergebnis.

Besonderes Augenmerk ist dem Thema der Flexibilisierung, der **„Arbeit auf Abruf“** zu widmen. Um eine Baustelle unter den zu erwartenden Randbedingungen (Robotik, Automatisierung, durchgängige, zeitunabhängige Kommunikation) wirtschaftlich zu optimieren, ist der flexible Einsatz der Arbeitskräfte unerlässlich.

Das bewirkt entsprechende vertragliche Vereinbarungen mit auf der Baustelle eingesetzten Firmen. Dahin gehende Regelungen und entsprechende Honorierung von flexibler ‚Rufbereitschaft‘ sind zu vereinbaren.

Diese Entwicklungen sind nicht nur auf Baustellen zu beobachten – ein Aufbrechen des starren 7-Tage Rhythmus ist ein generelles gesellschaftspolitisches Phänomen. Die Auswirkungen auf Familienleben, Gesundheit – im Allgemeinen auf eine ‚Work-Life-Balance‘ – sind zu analysieren.

*Aber die Flexibilität der Produktionstechnik soll auch durch einen flexiblen Personaleinsatz genutzt werden. So ist in einem Bericht der Fraunhofer-Gesellschaft von der „Zunahme der Schwankungen des personalseitigen Kapazitätsbedarfs während eines Tages“ die Rede (Ramsauer 2013). Bei diesem Thema werden die Vorteile von „Industrie 4.0“ aufgezeigt und zugleich Gestaltungsoptionen propagiert, die Tendenzen in Richtung „Arbeit auf Abruf“ beinhalten. Neben der zeitlichen Flexibilität ist im Hinblick auf Arbeitsorganisation und Personaleinsatz die funktionale Flexibilität zu berücksichtigen: Wie können Beschäftigte, insbesondere Niedrigqualifizierte, zwischen Abteilungen und Teams nach Bedarf versetzt werden? Hier zeigt sich ein enger Zusammenhang mit Fragen der Qualifizierung, aber auch der **Work-Life Balance** (s. Kap. 8).*

From 33

### 8.1.3 Arbeitslohn

Grundsätzlich geht es dabei immer um eine möglichst gerechte Entlohnung für das Geleistete. Diese „Gerechtigkeit“ ist nie vollständig zu erreichen und entzieht sich meist einer objektiven Beurteilung. Es geht also bei der Entlohnung um die subjektive Zufriedenheit der Entlohten.

Nach dieser allgemeinen „psychologischen und philosophischen“ Feststellung ist zu analysieren, wie sich die Digitalisierung auf die Arbeitsentlohnung auswirken wird. Folgt man heute häufigen Diskussionen, wird sich die Arbeit in Summe zufolge der Digitalisierung stark verringern. Das wird zunächst für die entwickelten Länder gelten, aber Zug um Zug auch für andere Regionen der Welt.

#### Analogie:

Als Analogieschluss dazu kann die Entwicklung der Weltbevölkerung herangezogen werden. Mit fortschreitender Industrialisierung, Hygiene und Gesundheitsvorsorge nimmt zunächst die Kindersterblichkeit dramatisch ab, was zu einer kurzfristig hohen Zunahme der Bevölkerung führt. Danach führt eine Verringerung der Geburtenrate zu einer ausgeglichenen bis sogar abnehmenden Bevölkerungsentwicklung.

Mit grundsätzlichen gesellschaftlichen Entwicklungen und Umbrüchen entstehen neue Anforderungen, neue Angebote an die Menschen wie z.B. Bildung und neue Rollen in der Gesellschaft wie z.B. die Rolle der Frau heute.

Es darf als gesichert angenommen werden, dass die Digitalisierung zu ganz wesentlichen gesellschaftlichen Veränderungen führen wird. Die Veränderung und der Wegfall von Arbeitsplätzen wird neue Ausgleichsmechanismen für Besteuerung und Entlohnung erforderlich machen.

Diskussionen heute bringen sehr oft das Grundeinkommen mit der Digitalisierung in Zusammenhang. Dabei wird immer die Frage nach der Leistbarkeit des Grundeinkommens gestellt und auch die Frage, ob dieses Grundeinkommen bedingungslos oder bedingt sein soll.

Es geht weit über die Aufgabe und Kompetenz der Verfasser hinaus, in dieser Frage fachlich Stellung zu nehmen. Die Überzeugung der Autoren ist es, dass die Überlegungen zur Entlohnung im Lichte der Digitalisierung genauso grundsätzlich anzustellen sind und eine Überarbeitung von Kollektivverträgen im Hinblick auf Digitalisierung notwendig sein wird.

Erwartet man von der Digitalisierung so radikale gesellschaftliche Umwälzungen, wie sie zumeist vorhergesagt werden, ist es höchst an der Zeit, das gesamte System Arbeit und Lohn radikal zu hinterfragen und allenfalls neu zu regeln.

Die heute geltenden Mechanismen von Arbeit, Lohn, Steuer und Umverteilung sind die Antworten auf eine Problemstellung, wie sie vor 100 bis 200 Jahren zu Recht und in dramatischer Weise gegolten hat.

Antworten für die zukünftigen Problemstellungen werden sich vollkommen neu ergeben. Welche Fragen müssen wir heute stellen, um die richtigen Antworten für morgen rechtzeitig parat zu haben?

Faktum und Erkenntnis aus der Geschichte ist jedenfalls, dass eine faire Entlohnung bei angemessener Arbeitsqualität ein zentraler Faktor für eine ruhige gesellschaftliche Entwicklung ist. Kommt es dazu nicht oder entwickelt sich zunehmende Ungleichheit und Ungerechtigkeit, führt dies unweigerlich zu sozialen Unruhen, Revolution und/oder Krieg.

Dabei ist von Bedeutung, dass die Arbeit an sich hohe gesellschaftliche Bedeutung bekommen hat. Wer arbeitet, ist wertvoll für die Gesellschaft, wer nicht arbeitet, ist das nicht. Diese Überlegungen gehen so weit, dass viele Arbeiten, die im Bereich von Familie, Freundeskreis und Freiwilligkeit erbracht werden, nicht die Wertschätzung bekommen, die ihrer gesellschaftlichen Bedeutung entspricht. Auch das führt zu Unausgewogenheit.

Im Lichte der kommenden Digitalisierung stellt sich die Frage, ob die entlohnte Arbeit weiterhin denselben Stellenwert haben wird und muss, der ihr heute zukommt. Wenn es in Summe weniger Arbeit gibt, weil Maschinen und Automaten sie erledigen, sollten wir dies als grundsätzlich sehr positive gesellschaftliche Entwicklung verstehen.

Im Kern wird es also darum gehen, die der Gesellschaft zur Verfügung stehenden Finanzmittel, die heute in Summe als Arbeitslohn in Umlauf kommen, neu zu bewerten und zu verteilen. Darüberhinausgehend wird es auch darum gehen, in diese Betrachtung Finanzmittel miteinzubeziehen, die bereits heute jenseits von Arbeitslohn als Lohn für Nicht-Arbeit zur Verfügung stehen. Auch dieser Zusammenhang führt zunehmend zu Verzerrungen und Unzufriedenheit in unseren Gesellschaften.



Es ist also dringend angeraten, im Zuge der Digitalisierung mit ihren Auswirkungen auf Gesellschaft, Arbeitswelt und Arbeitslohn aufkommende Ungleichheiten und Missstände „mit zu betrachten und mit zu beseitigen“, auch wenn sie nicht ursächlich mit der Digitalisierung zu tun haben oder von ihr bewirkt worden sind.

Jenseits aller technologischen Entwicklungen und dem Einsatz zunehmender Digitalisierung gibt es natürlich immer schon die Fragestellung wie im Baubereich eine attraktive Entlohnungsstruktur erreicht werden kann. Die dafür entscheidenden Faktoren sind Wissen, Erfahrung und Engagement. Übergeordnet geht es immer um Gestaltung, also darum Lösungen für anstehende Probleme zu finden.

Wichtig ist zu untersuchen und vorherzusehen wie sich die Bedeutung dieser Faktoren zueinander und insgesamt durch die Digitalisierung verändern wird.

Das Wissen wird sich durch die Digitalisierung aus den Köpfen der Menschen in digitale Systeme verlagern. Die Erfahrung kann durch KI digital simuliert werden, wird aber nie ganz ohne menschliches Zutun nutzbar werden. Das Engagement wird heute und morgen wesentlich für den Erfolg sein, in digitalen Zeiten aber auch das Engagement von Maschinen.

Bei der Gestaltung wird es immer der Führung durch menschliche Intelligenz bedürfen, sei es durch Innovationsgabe, Kreativität, Organisationsfähigkeit oder Motivation und Durchsetzungskraft. Es darf angenommen werden, dass künftig die Gestaltung der entscheidende Faktor für Entlohnung der Menschen wird, denn sie kann durch Digitalisierung und Automatisierung nicht ersetzt werden.

Dies weist den Weg, wo die unabdingbare und permanente Höherqualifizierung anzusetzen hat. In Zusammenhang damit ist zu beachten, dass höhere Qualifikation nicht automatisch zu höherer Entlohnung führen muss. Sozialpolitische Begleitmaßnahmen wie z.B. die Entwicklung neuer Entlohnungsschemata gehören zu diesem Handlungsfeld.

Auch der Zusammenhang zwischen Arbeitseinsatz, Entlohnung, Gesundheit und Alter wird ein wesentliches Thema der Zukunft sein. Die derzeit eingebürgerte ‚Grundformel‘, dass die Entlohnung mit dem Alter ‚automatisch‘ zunimmt, wird wahrscheinlich so nicht mehr weiter gelten können, wenn wir die positiven Potentiale der Demographie und Gesundheitsvorsorge für den Wertschöpfungsprozess heben wollen. Auch dazu wird es neue Entlohnungsschemata geben müssen.

#### 8.1.4 Steuersystem

Steuern steuern die Verteilung der Finanzmittel unter den Mitgliedern der Gesellschaft. Sie sind zentral in ihrer Bedeutung für ein subjektives und objektives Gefühl der Fairness und Zufriedenheit in der Bevölkerung und bei den Arbeitnehmer\_innen.

Anschließend an unsere Ausführungen im Kapitel „Arbeitslohn“ weisen wir darauf hin, dass Arbeitslohn und Besteuerung kommunizierende Gefäße darstellen.

Ein anderes Feld ist der Umgang mit der Besteuerung – also der notwendigen gesellschaftlichen Umverteilung um den Schwachen zu helfen und die Starken zu Solidarität / Mitwirkung zu bewegen.

Die historisch gerechtfertigte Besteuerung von Lohn und Einkommen wird durch die zwischenzeitliche wirtschaftliche und technologische Entwicklung überholt. Die Wertschöpfung verlagert sich von Menschen zu Maschinen. Einkommen werden nicht nur durch Arbeit, sondern vermehrt zufolge datenbasierter Algorithmen gewonnen. Diese unterliegen oft nicht einer fairen Besteuerung. Aus Sicht der Arbeiter ist das hochrelevant, weil die Besteuerung der Arbeit der Person den Faktor Arbeit im Verhältnis zur Maschine teurer macht.

Eine weitere Verzerrung der Steuerpolitik findet statt, weil die Digitalisierung es ermöglicht, ihre Leistungen ganz rasch und kaum greifbar international zu verlagern. Damit entziehen sich weite Bereiche der weltweiten Wertschöpfung ebenso der fairen Besteuerung. Aus Sicht der Arbeiter ist die insofern relevant als damit Arbeitsmigration ausgelöst wird, die oft nicht Sinne der eigenen Wirtschaftsstandorte liegt.

Folgende Ziele sind für künftige Steuersysteme aus der Sicht der Verfasser anzustreben:

- menschliche Arbeit weniger durch Steuern belastet
- die Arbeit von Maschinen besteuern, weil sie die Arbeit von Menschen übernehmen
- Finanztransaktionen angemessen besteuern, um ungerechte Verzerrungen zu vermeiden

#### 8.1.5 Umgang mit Daten

Die ethische Datennutzung wird die große Herausforderung der Zukunft sein. Einerseits bedeuten die durchgängigen und vollständigen Daten für uns alle einen großen Nutzen, andererseits stellen sie eine große Gefährdung unserer Freiheit dar. Im Spital von morgen wird alles durch Tracking und Tracing erfasst



werden – das gilt gleichermaßen für die Baustelle und im schlimmsten Fall für die Gesellschaft insgesamt. Wie schützen wir uns vor Missbrauch?

Der Umgang mit Daten stellt eine vollkommen neue gesellschaftliche Herausforderung dar und erfordert eine neuartige Formulierung der Menschenrechte in Bezug auf Daten. Dabei geht es um eine Balance zwischen dem notwendigen und sinnvollen Einsatz der Daten und der Verhinderung von Missbrauch. Bisherige Regelwerke haben diese Balance oft vermissen lassen. In weiten Bereichen fehlen Regelwerke in anderen Bereichen führen die Regelwerke zu unnötigem Aufwand und übertriebener Einschränkung.

In der Welt sind heute drei grundsätzliche Arten des Umganges mit Daten zu beobachten und wir überlassen es den Leser\_innen, die drei Systeme in der Welt zu verorten, um nicht politisch unkorrekt zu sein:

- **System 1:** unregelt, unkompliziert, allerdings von einem „bedrohlichen“ Rechtssystem begleitet, im Sinne von „der Rechtsstaat setzt Grenzen, aber man weiß nicht, wann und wie diese Grenzen schla-



gend werden“ und natürlich ist ein Rechtsstaat immer auch politisch zu verstehen, was die Bedrohung vermindern oder auch verschärfen kann, je nach Politik.

- **System 2:** drängt auf sehr starke Regulierung oder sogar Überregulierung, was sich wiederum oft entwicklungshemmend auf Wirtschaft und Gesellschaft auswirken kann. Es erhebt sich die Frage, wie stark und wie früh Digitalisierung durch Rechtsnormen eingeschränkt werden soll.
- **System 3:** einerseits politisch expansiv, andererseits menschlich repressiv, mit intensivem Einsatz von „Social Scoring“, das motivierend und kontrollierend, auch repressiv gesehen werden kann. Die Digitalisierung liefert der Politik entscheidende Werkzeuge für gesellschaftliche Kontrolle, alle Lebens- und Arbeitsbereiche umfassend.

Die generellen **Fragestellungen** im Umgang mit Daten sind vielfältig:

- Welche Daten werden erfasst?
- Wofür werden sie verwendet?
- Sind alle diese Daten erforderlich?
- Für wen sind sie zugänglich?
- Wie lange sind sie verfügbar?
- Wer hat die Datenhoheit?
- Wer hat die Verantwortung für die Datenpflege?
- Was sind alles „personenbezogene Daten“?

„Daten am Bau“ begegnen uns in unterschiedlichen Sphären, die auch miteinander datenmäßig verknüpft sind.

- Planungs- und Bauwerksdaten, von der Bestandserfassung über BIM zum CAFM
- Prozessdaten, Produktionsdaten, z.B. in Produktion, Logistik, Administration
- Data Mining z.B. aus bestehenden Bauten am Ende des Lebenszyklus
- personenbezogene Daten mit besonders hoher Relevanz und Sensibilität



In den unterschiedlichen Sphären gibt es unterschiedliche Verantwortungsträger wie z.B.

- Bauherren, Auftraggeber, öffentliche und private
- Auftragnehmer, Baufirmen, Gewerbetreibende, Unternehmer, Arbeitgeber
- Beratungsfirmen, Planer, sonstige Projektbeteiligte
- öffentliche Dienststellen, Behörden, Interessensvertretungen
- Einzelpersonen, die an Projekten beteiligt sind

Die am höchsten schutzwürdige und am ehesten gefährdete Gruppe von Verantwortungsträgern sind die Einzelpersonen. Es ist kaum auszuschließen, dass ihre persönlichen Daten nicht auf irgendeine Weise, auch legitim und im Projektinteresse gerechtfertigt, in andere Sphären und zu anderen Verantwortungsträgern übergehen.

Allein diese Thematik bietet ein Handlungsfeld, das kaum auszuloten und zu beherrschen ist. Einerseits ist es sinnvoll und unvermeidbar, persönliche Daten aufzugreifen und im Sinne von Projekten einzusetzen, ebenso wie eingangs erwähnt im Gesundheitsbereich die Patientendaten. In Zusammenhang damit ist es oft auch nicht sinnvoll und daher nicht zu verlangen, dass Daten anonymisiert werden, weil es sehr oft um personenbezogene Auswertungen geht.

Ein einfaches Beispiel dafür ist die Zeiterfassung von Arbeitnehmer\_innen oder die Stammdaten, die natürlich in personalisierter Form vorliegen müssen. Andererseits sind es genau die persönlichen Daten, die im Zusammenwirken mit Daten aus anderen Sphären bei unterschiedlichen Verantwortungsträgern dem Missbrauch Tür und Tor öffnen können.

Wie müssen also politische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen gestaltet sein, um den Missbrauch von Daten möglichst einzudämmen und um konkrete Missbrauchsfälle wirksam verfolgen zu können? Wie müssen auf der anderen Seite politische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen gestaltet sein, um die Vorteile von Digitalisierung und Automatisierung zu heben?

Es beginnt bei der Datenerfassung auf der Baustelle. Künftig werden Bauarbeiter auf einer digitalisierten Baustelle durchgehend mit digitaler Datenaufzeichnung konfrontiert sein, angefangen von einem Scan beim Zutritt zur Baustelle, über digitale Baufortschrittserfassung bis zu den maschinenbezogenen Daten.

Aus den erfassten Daten wird es möglich sein, personenbezogene Daten abzuleiten, z.B. aus der Verbindung Baumaschine/Werkzeug mit dem Beschäftigten, die diese bedienen. Der ethische Umgang mit personenbezogenen Daten und die gesetzlichen Rahmenbedingungen dazu, werden entscheidend sein, wie sich unsere Gesellschaften entwickeln.

Die automatische Verknüpfung von Maschinendaten und Personendaten ist bereits heute in der Produktionsindustrie ein Faktum. Dort wird vielfach durch Betriebsvereinbarungen geregelt, wie mit diesem Zusammenhang umzugehen ist.

Das Grundprinzip muss in jedem Fall Datensouveränität sein, das heißt den Betroffenen gegenüber wird offengelegt, wie ihre Daten verwendet werden. Der Informationspflicht steht ein verbindliches

Transparenzgebot gegenüber. Die Betroffenen können dann selbst entscheiden, ob sie mit einer Weiterverwendung der Daten einverstanden sind. Dennoch sind auch in diesem Fall die Auswirkungen oft für die Einzelnen nicht einschätzbar.

Die zentrale Frage ist, ob es durch die Verwendung dieser Personenbezogenen Daten auch zu einer für den Arbeitnehmer\_innen nachteiligen Situation kommen kann.

Grundsätzlich gibt es verschiedene Methoden, um einem Missbrauch von personenbezogenen Daten vorzubeugen:

- Anonymisierung oder Pseudonymisierung
- Aggregation
- Zugangslimitierung

Im ersten Fall werden mehrere anonyme Datenschlüssel angewendet, sodass zwar der Gesamttrend zu verfolgen ist, aber nicht Daten einer einzelnen Person.

Bei der Aggregation von Daten können zwar Einzelne Datensätze identifiziert, aber nicht persönlich zugeordnet werden. Eine andere heute praktizierte Methode ist 'Differential Privacy'. Hier wird bewusst ein Sechstel aller Daten falsch verwendet, aber mit 5/6 kommen statistisch richtige, aussagekräftige Ergebnisse zustande.

Um eine Limitierung des Zugangs zu erreichen, können Verschlüsselungsalgorithmen eingesetzt werden. Die Technologie zu Verschlüsselung und Entschlüsselung der Kommunikation ist weit fortgeschritten. Es wäre grundsätzlich kein Problem, kryptographische Verfahren in recht weitem Umfang anzuwenden. Der hohe Aufwand steht einer weitreichenden Anwendung allerdings oft entgegen.

Es gibt bereits praktische Beispiele, in denen bewusst nur Geschäftsführung und Betriebsrat gemeinsam entschlüsseln können.

Grundsätzlich ist auch ein organisatorischer Umgang mit Zugangslimitierung denkbar, Umgehung und Datenmissbrauch sind damit aber nicht sicher zu gewährleisten, vor allem auch was künftige Entwicklungen anlangt.

In jedem Fall braucht es 'Levels of Security' und gesellschaftlich vereinbarte Standards, welche Daten wo gespeichert werden dürfen und für wen wann zugänglich gemacht werden. Speziell im Verhältnis Firma zu Angestellter / Arbeiter ist klarzustellen, wer welche Daten des anderen bekommt.

Dazu braucht es politischen Konsens ähnlich den Kollektivverträgen, d.h. die Gewerkschaften kümmern sich nicht nur um die Kollektivverträge für die Entlohnung, sondern auch um die Kollektivverträge zur Informationstransparenz - Die Gewerkschaften können sich als die aktiven Datenschützer für die Arbeiter und Angestellten der Zukunft positionieren.

In diesem Zusammenhang ist auch die bereits diskutierte 'Baucard' (ISHAP Chipkarte) zu sehen. Überwachung kann hier zum Schutz der Arbeiter, aber auch der Wirtschaft eingesetzt werden. Es gibt ein beidseitiges Interesse am Kampf gegen Lohn- und Sozialdumping.

Folgende Klärungen sind in diesem Zusammenhang erforderlich:

- Welche Details werden gespeichert?
- Wo liegen die Daten?

- Wem steht was zur Verfügung?
- Wie weit geht die Transparenz: in Bezug auf Arbeitszeit / Verträge / Gesundheitsdaten

Unter Berücksichtigung der Internationalität des Bauwesens und des baubezogenen Arbeitsmarktes wäre eine europaweite oder sogar darüberhinausgehende Regelung erforderlich.

Im Zusammenhang mit dem Einsatz der Digitalisierung von Baustellen stellt sich immer wieder die Frage nach wirksamen Kontrollen. Durch welche gesetzliche Autorisierung wird es welchen Stellen ermöglicht, die Auswirkungen der Digitalisierung auf Bauarbeiter/Innen zu kontrollieren und welche Korrekturmechanismen stehen im Ernstfall zur Verfügung? Stichworte Arbeitsinspektorat, BauKG bzw. ‚Health & Safety on Site‘.

Vorgaben und Kontrollen zum Umgang mit Daten sind bei Ausschreibung und Vergabe von Bauleistungen zu berücksichtigen – siehe Kapitel 8.3.

Faktum ist, dass Menschen und Unternehmen künftig transparent werden. Daraus entsteht beiderseitiges Interesse, WIN-WIN Situationen für Arbeitnehmer\_innen und Unternehmen zu entwickeln.

### 8.1.6 Gesundheit und Umwelt

Gerade bei diesen beiden Themen kann die Digitalisierung hohen Nutzen stiften. Die große Zahl an Daten, die uns künftig zur Verfügung stehen wird, ermöglicht ganz neue, umfassende Analysen und Simulationen künftiger Entwicklungen.

Gesundheit und Umwelt sind eng zusammenhängende Themen. Es geht einerseits um die persönliche Gesundheit der Arbeitnehmer\_innen und andererseits um die Umweltbedingungen, um das Umfeld am Arbeitsplatz, das sich auf die Gesundheit stark auswirken kann. Dieses Thema schließt eng an den Begriff der Arbeitsqualität an. Nur wenn die Gesundheit nicht leidet kann man von qualitativ guten Arbeitsplätzen und Arbeitsbedingungen sprechen.

Die Kehrseite der Medaille ist ebenso wie bei der Digitalisierung des Gesundheitsbereiches die mögliche missbräuchliche Nutzung von Gesundheitsdaten.

Die folgenden Beispiele zeigen mögliche praktische Zusammenhänge zwischen Digitalisierung, Gesundheit und Umwelt auf.

Bei diesem Thema kann die umfassende Datenerfassung zum Wohle der Arbeiter genutzt werden: Mit den Informationen aus der Sensorik sind auch Auswertungen möglich mit dem Ziel der Reduktion der gesundheitlichen Belastungen. Auswirkungen von Tätigkeiten auf die Gesundheit der Arbeitnehmer\_innen können analysiert und Abläufe angepasst werden.



Auch der Einsatz neuer Technologien wie Roboter, Drohnen oder insbesondere Exoskelette kann den Arbeiter entlasten. Wenn es grundsätzlich darum geht, repetitive, anstrengende Arbeiten von Robotern durchführen zu lassen, oder intelligente, mechanisch-motorisierte Unterstützungssysteme zu entwickeln, kann sich dies durchaus positiv auf die Gesundheit der Arbeiter auswirken.

Dabei ist jedoch von Seite der Arbeitnehmervertreter darauf zu achten, dass diese Technologien nicht so eingesetzt werden, dass sie wieder den Arbeiter bis an das Limit seiner körperlichen Kräfte bringt oder er länger für gewisse Tätigkeiten eingesetzt werden kann, sondern dass die Arbeit dadurch sicherer und weniger anstrengend wird.

Ein weiteres Feld zukünftiger Betrachtungen werden die neuen Krankheitsbilder beim Baustellenpersonal sein. Stresssymptome, über die bisher zumeist im Zusammenhang mit Managern oder Bürojobs geredet wurde, werden in zunehmendem Maße auch auf der Baustelle zu finden sein.

Zum Teil ist das sicher auch jetzt schon der Fall, da ‚unter Druck stehen‘ eine soziale, gesellschaftliche Dimension hat: die Sozialisierung der letzten Dekaden hat ‚Leistung‘ und ‚Selbstoptimierung‘ in den Köpfen aller verankert.

Die Zuordnung eines Arbeitspaketes zu einzelnen ist auch auf der Baustelle bestimmt durch wirtschaftliche Gesichtspunkte. Es wird an Personal gespart, weil es ja teuer geworden ist. Je höher die Ausbildung, desto teurer und damit desto weniger Menschen im Einsatz – und das gilt für alle Arbeitsbereiche. Damit steigt aber die Komplexität der alltäglichen Anforderungen. Routinejobs, die bisher während der Arbeitszeit eine gewisse Entlastung gebracht haben, gehen an IT oder Roboter. Das bedeutet aber, dass die Menschen zu 100% ihrer Arbeitszeit, in höchster Konzentration arbeiten. Dazu kommt ein immer weiteres Verschwimmen der Grenzen zwischen Arbeit und Freizeit. Die permanente Verfügbarkeit macht es dem einzelnen schwer, klare Erholungszeiträume abzugrenzen.

Am Ende steht das Burnout, aber auf dem langen Weg davor sind es Immunschwächen, die am Beginn vielleicht nur zu harmlosen Erkältungen führen. Da es selbstverständlicher wird, dem Körper dann nicht frühzeitig eine Erholungspause zu gönnen, sondern auch mit leichten Krankheiten gearbeitet wird, kommt es zu einer weiteren Schwächung. Gerade auf Baustellen, die zumeist mit einem engen Terminkorsett und unterbesetzt geführt werden, sind Auszeiten schwer organisierbar. Ein Teufelskreis für alle Betroffenen.

Wenn sich die Aufgaben der Arbeitskräfte auf der Baustelle mehr in Richtung Management verschieben, werden diese Phänomene auch beim Baustellenpersonal zunehmen.

In diesem Zusammenhang ist auch zu berücksichtigen, dass ungewohntes Arbeiten in einem digitalisierten Umfeld rasch zu einer Überforderung führen kann. Eine unstrukturierte Datenflut kann Orientierungslosigkeit bewirken. Das damit verbundene Gefühl des Kontrollverlustes Stress auslösen.

Generell ist im gesellschaftspolitischen Diskurs darauf zu achten, dass der Wert der Ressource ‚Mensch‘ erkannt und auch ökonomisch gewürdigt wird. Unternehmen werden lernen müssen mit dieser Ressource sorgfältig und respektvoll umzugehen – gerade in Zeiten, in denen Fachkräftemangel immer wieder genannt wird und über den Einsatz von Robotern nachgedacht wird. Es sollte erkannt werden, dass Menschen – gerade wegen ihren Fähigkeiten, die sie von Robotern unterscheiden – ein ökonomisch wertvolles Gut sind und dass sie – wenn entsprechend eingesetzt – einen großen Hebel haben, ein Bauprojekt erfolgreich zu machen.

### 8.1.7 Image der Bauarbeit

Fachkräftemangel wird immer wieder als zentrales Thema in der Bauwirtschaft genannt.

Es ist zu fragen, ob dieser nicht auch durch die Art des Diskurses über Bauberufe bedingt ist.

Aber wie können ausreichend Menschen dazu bewogen werden Bauberufe zu ergreifen?

Generell – was macht einen Beruf attraktiv?

Neben einer entsprechenden Entlohnung und des Anspruches der Selbstverwirklichung in der Arbeit spielen sicher Work-Life Balance und Image eine Rolle.

Es muss gelingen, den Bauberuf als ‚High-Tech -Beruf zu positionieren. Mit zunehmender Digitalisierung entspricht dies auch den Tatsachen. Mit steigendem Einsatz neuer Technologien verschiebt sich auch das Bild der ‚schmutzigen‘ Baustelle, auf der nur ‚hart gearbeitet wird‘.

Das Promoten einer neuen Arbeitsform, eines neuartigen, modernen Miteinanders in einer Kollaboration die getragen ist von hoher Kompetenz, Lösungsorientiertheit und gegenseitigem Respekt und in der miteinander ein interessantes ‚Produkt‘ – nämlich das Bauprojekt – geschaffen wird, kann das Image positiv beeinflussen.

Das wird sich nicht nur auf die Attraktivität des Bauberufes für junge, vielversprechende Nachwuchskräfte – allen voran auch mehr Frauen – auswirken, sondern auch das Standing bei Lohnverhandlungen verstärken und dadurch wiederum eine attraktive Lohnsituation bewirken.





Es muss gelingen die Generation der ‚Millenium Worker‘ zu gewinnen – High Potentials, die mit iPhone und Spielkonsolen aufgewachsen sind und eine hohe Affinität zu Technologie haben. In diesem Zusammenhang ist auch der Aspekt der ‚Gamification‘ zu analysieren – ist es möglich Arbeitsschritte auf der Baustelle so zu gestalten, dass sie vom Nutzer als ‚Spiel‘ empfunden werden und würde das die ‚Next Generation‘ an Bauarbeitern reizvoll finden?

Bauwirtschaft, Bauindustrie und Baugewerbe haben noch ein anderes Thema mit ihrer Wahrnehmung in der Öffentlichkeit. Es muss gelingen, dass die gesamte Branche als zukunftsweisend, fair und ‚sauber‘ wahrgenommen wird. Diese Verantwortung liegt nicht nur bei den politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen, sondern vor allem auch bei den Unternehmen und am Bau verantwortlich Beschäftigten.

## 8.2. Prozesse in Unternehmen und Projekten

Das Schicksal von Arbeiter\_innen kann man nicht getrennt vom Schicksal ihrer Unternehmen betrachten. Bauunternehmen hängen vom Erfolg ihrer Projekte ab. Prozesse in Unternehmen und Projekten werden sich durch die Digitalisierung dramatisch ändern und sich daher als Handlungsfeld bedeutsam.

### 8.2.1 Unternehmensgröße, Technologie und Finanz

Immer wieder stellt sich die Frage, ob große Unternehmen eher der oft kostspieligen Digitalisierung folgen können, als kleinere. Für einen KMU-bestimmten Wirtschaftsstandort ist das wesentlich. Die Gegenposition lautet meist, dass sich genügend Chancen für kleine, kreative und rasch disponierende Unternehmen bis hinunter zu Start-ups ergeben werden.

Der Ausreifungsgrad von Softwareprodukten, die Entwicklung oder Vermeidung von Monopol- oder Oligopol-Strukturen, marktnahe Vergütungsmodelle bestimmen künftige Strukturen in Zeiten zunehmender Digitalisierung.

Auch die sich oft rasch ändernde Anwendungskompetenz neuer Technologien nimmt Einfluss.

Der größte Einflussfaktor ist der Wert der Daten, deren Gewinnung, Aufbereitung und laufende Aktualisierung sehr kostenintensiv ist. Besitzt man die Daten, ist man in der Lage, intelligent, effizient und exklusiv die gesamte Wertschöpfungskette und den Leistungen über alle Phasen anzubieten oder zu dominieren.



Josef Muchitsch (links), GBH President, Österreich, und Vorsitzender der technischen Ad-hoc-Arbeitsgruppe der BHI zur Zukunft der Arbeit mit Ambet Yuson (rechts) Generalsekretär der BHI

Vieles deutet darauf hin, dass große, international aufgestellte Unternehmen höheren Nutzen aus der Digitalisierung ziehen werden können.

Ist politisch eine langfristige Balance zwischen Großen und Kleinen gewollt und will man ganz bewusst KMUs und Start-ups fördern, bedarf dies finanzieller und wirtschaftspolitischer Mittel.

### 8.2.2 Früherkennung und Fehlervermeidung

Die Digitalisierung im Bauprozess richtig eingesetzt ermöglicht, frühzeitig und kostengünstig im digitalen Zwilling Fehler zu erkennen und auszubessern. Voraussetzung dafür ist kooperatives, offenes Zusammenwirken und positive Fehlerkultur.

Dies wird in Projekten und Unternehmen oft einen Kulturwandel erfordern, genauso auch auf der Baustelle.

Um Fehler in der Frühphase, Entwickeln und Planen, zu erkennen, braucht es Erfahrung und Erkenntnis aus den späteren Projektphasen, Bauen und Betreiben. Hier gibt es eine Chance für erfahrene Praktiker, Arbeiter\_innen, sich in früheren Prozessphasen einzubringen.

Um zu realisieren, dass es hier auf den Baustellen Know-how gibt, und um Wege zu ebnen, dieses Know-how zu nutzen, muss ein Umdenken auf beiden Seiten stattfinden: bei Entwicklern und Planern ebenso wie bei den Praktikern auf der Baustelle.

Hier könnten sich neue Berufsbilder oder Einsatzformen ergeben. Deren Honorierung wird dann zum Innovationsthema. Ohne Anreize keine Beiträge. Aber wie vereinbart man Anreize über die heute üblichen Grenzen von Verträgen, Leistungsbildern und Projektphasen hinweg? Ein Thema für AVVA, Kapitel 7.3 und 8.3.

### 8.2.3 Planung und Bau nach Elementen

Digitale Zwillinge entstehen nach der Elementenmethode. BIM „denkt“ in Elementen und Systemen. Es ist naheliegend, dass die Industrie „ihre“ Elemente digitalisiert und den Planern anbietet. Bis auf die Baustelle werden sich auf digitaler und faktischer Ebene solche Industrieprozesse und Industrieprodukte durchsetzen, in Form von digitalen ‚Standardbibliotheken‘ angeboten.

Wie wird das den Wettbewerb beeinflussen? Wie werden sich Poliere und Vorarbeiter in dieser neuen Geschäfts- und Arbeitswelt positionieren? Werden sie gefragt werden und ihre praktische Erfahrung bei der permanenten Optimierung dieser Standardprodukte einbringen. Nur sie wissen oft über die Vor- und Nachteile im praktischen Einsatz, bei der Montage, bei Wind und Wetter Bescheid.

Auch hier wieder ein Einsatzgebiet, über das es sich nachzudenken lohnt.

Auch hier wieder ein Einsatzgebiet, auf das künftige Generationen von Praktikern vorzubereiten wären.

### 8.2.4 Verlagerung vom Bau in die Produktion

Eine weitere, zu erwartende strukturelle Änderung ist ein zunehmender Elementbau unter kontrollierten Werksbedingungen. Am Bau wird ‚nur mehr‘ der Zusammenbau der vorgefertigten Elemente, eine ‚Montage‘ stattfinden – so wie es im Stahlbau z.B. schon von Anfang an betrieben wurde.

Als Auswirkung auf die Arbeitslandschaft ist zu erwarten, dass zusätzliche Jobs in der Produktion bzw. Vorfertigung geschaffen werden. Diese werden allerdings auch wieder digitales Know-how und Kenntnisse der automatisierten Produktionsprozesse brauchen.

Am Bau wird die Änderung der Erstellung des Bauwerkes durch ‚Zusammenbau‘ auch anderes Know-how erfordern. Insbesondere die hohen Toleranzanforderungen werden eine andere Arbeitsweise bewirken. Und auch hier wird ‚Felderfahrung‘ und technisches Wissen um Montagemethoden gefragt sein.

### 8.2.5 Neue Businessmodelle

Generell ist durch die Datenvernetzung zu erwarten, dass bisherige Grenzen von Businessmodellen in Frage gestellt werden. Firmen werden ihre Geschäftsmodelle entlang der Wertschöpfungskette erweitern, neue Geschäftsmodelle werden entstehen.

Eine andere, mögliche Entwicklung könnten auch neue Unternehmen in der reinen Bereitstellung von baurelevanten Dienstleistungen sein, die ihr Geschäftsmodell durchaus über digitale Leistungen definieren, dafür allerdings keine intensiv ausgebildeten Fachkräfte benötigen.

Die Digitalisierung anderer Branchen liefert hierzu plakative Beispiele wie z.B. UBER.



Unter den tatsächlich ausführenden Unternehmen befürchten einige Verfasser ausgewerteter Quellen, dass es mehr und mehr zu einer Aufspaltung kommt zwischen Firmen, die hochqualifiziertes Personal mit Managementkompetenzen aufweisen und Firmen, die ausschließlich Arbeitskraft zur Verfügung stellen.

Arbeiter in diesen Firmen werden dann schlecht bezahlt, weniger geschützt und leicht austauschbar sein. Die Chancen auf eine Verbesserung ihrer Situation sind dann marginal.

Grundsätzlich ist besonders in diesem Zusammenhang zu befürchten, dass immer mehr ‚digitale‘ Firmen mit undurchsichtigen Strukturen entstehen, um damit Regularien zu umgehen (siehe [77],[78] TUAC Policy Recommendations).

### 8.2.6 Der Mensch und ‚Cyber-Physical Systems‘

Neue Technologien wie Roboter, Drohnen, 3D Drucker, von Sensoren gesteuerte Maschinen, die im IoT miteinander kommunizieren, werden auf der Baustelle einziehen. Auch damit ergeben sich Veränderungen von Prozessen in Unternehmen, in Projekten und auf Baustellen.



Für die Arbeiter\_innen vor Ort geht es entweder um neue Qualifikationen zur Vorbereitung und Steuerung solcher Prozesse, auch zur Kontrolle und Fehlerbehebung, oder um „niedere Dienste“ als Erfüllungsgehilfen von Maschinen.

Es wird darauf zu achten sein, dass die Entwicklung solcher neuen Technologien so erfolgt, dass die Automatisierung möglichst keine „niederen Dienste“ übriglässt. Mit anderen Worten wird auch in die Arbeitsqualität bzw. in die Vermeidung unqualifizierter Arbeit zu investieren sein.

Auch hierzu muss man über Anreizsysteme nachdenken, denn mit Verboten wird man dem nicht beikommen. Auch hier geht es um grenzüberschreitende, internationale Phänomene, denn nationale Märkte werden sich hier nur sehr begrenzt regeln lassen.

Wenn es also um die Einsatzfälle, die Use-Cases, der neuen Technologien geht, könnte man über Forschungs-Kooperationen eine gewisse Mit-Information und Mit-Bestimmung erwirken. Ein vager Versuch bei multinationalen Großvorhaben und Konzernen ...

Andererseits ist die unqualifizierte Arbeit eine Chance für manche, doch einen würdigen Platz in der Arbeitswelt zu finden, sofern die Konditionen stimmen

### 8.2.7 Arbeitsorganisation

Drei Faktoren bestimmen den Arbeitseinsatz, zwei davon bereits heute und einer zunehmend künftig. Alle drei hängen von Managemententscheidungen ab und schlagen in alle Ebenen von Unternehmen und Projekten durch.

- Die Unternehmensorganisation - wo werden Schnittstellen zu anderen Abteilungen, anderen Organisationseinheiten gelegt?
- Die Arbeitsorganisation - wie wird die Arbeit organisiert bzw. aufgeteilt, zentral oder dezentral, teamorientiert oder hierarchisch?
- Das Ausmaß der Automatisierung – was wird alles automatisiert?

Zur Arbeitsorganisation gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- Aufgaben stark arbeitsteilig organisieren, sodass einzelne Schritte von niedrig qualifizierten Arbeitskräften ausgeführt werden können; Einheiten werden jeweils von einer höherqualifizierten Arbeitskraft kontrolliert und geführt
- Teamarbeit in einer funktional flexiblen Organisation, unterschiedliche Qualifikationen und Kompetenzen arbeiten in einem Team zusammen



Eine Sonderform ist die Schwarm-Organisation. Sie wird hier erwähnt, weil manche Verfasser von Quellen sie für intensiv digital unterstützte Prozesse voraussehen oder anraten.

*Nach [34], Quelle: Hirsch-Kreinsen 2014b*

*Die Schwarm-Organisation „ist durch eine lockere Vernetzung qualifizierter und gleichberechtigt agierender Beschäftigter gekennzeichnet“, einfache und niedrige Qualifikationen erfordernde Tätigkeiten sind weitgehend automatisiert. Es gibt keine festen, gleichbleibenden Aufgaben für die einzelnen ArbeiterInnen. Vielmehr handelt das gesamte Arbeitskollektiv flexibel, selbstorganisiert und situationsabhängig im Rahmen der betrieblichen Zielvorgaben (Hirsch-Kreinsen 2015, S. 18).*

*Im entgegengesetzten Szenario (Polarisierte Organisation) steht die Polarisierung der Qualifikationen im Vordergrund, die aus der Ausdünnung der mittleren Facharbeiterebene hervorgeht. Die Arbeitsorganisation spitzt sich auf die ausgeprägte Arbeitsteilung zwischen „der dispositiven Ebene“ und der „ausführenden Ebene“ zu. Auf der dispositiven Ebene finden sich hochqualifizierte technische SpezialistInnen, auf der ausführenden Niedrigqualifizierte (ebenda: 19f.). Während die Hochqualifizierten für die Steuerung der Anlagen und das Produktionsmanagement zuständig sind, führen die Niedrigqualifizierten einfache manuelle Arbeiten und standardisierte Überwachungs- und Kontrolltätigkeiten aus.*

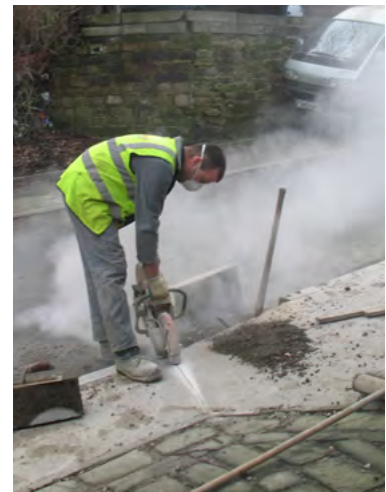
Teamorganisation erfolgreich zu leben, bedarf der Einbeziehung anderer, gruppendynamischer Prozesse und der Zeit und Erfahrung, diese zu gestalten und damit zu Führen. Das Thema der Verantwortung muss klar kommuniziert und bei allen Beteiligten verankert sein. Für ein Unternehmen bedeutet das natürlich eine gewisse Umstellungszeit. Der ‚Rückschritt‘ in ein abgeben der Verantwortung, Nachlassen des erzeugten ‚Commitments‘ und der Entwicklung einer ‚Blame Culture‘ kann rasch passieren, wenn nicht sorgfältig auf ‚Governance‘ geachtet wird.

*Gemäß [54]*

*Hierarchien werden abgebaut. Diskutiert und entschieden wird im Open Space. Das bedeutet nicht, dass nicht starke Persönlichkeiten „charakter-hierarchisch“ führen*

Inwieweit solche Organisationsformen für das Bauwesen mit seinen traditionell stark differenzierten Gewerken in Frage kommen, wird offengelassen. Beobachtet man ähnliche Entwicklungen in der IT- und Fertigungs-Industrie, sollte man das nicht ganz ausschließen und sich jedenfalls damit befassen.

Ein weiteres Thema der Arbeitsorganisation ist die Frage der räumlichen Distanz. Bauen ist immer eine ortsbezogene Angelegenheit, aber neue Medien wie Internet, WhatsApp oder Technologien wie Roboter und Drohnen ermöglichen eine weitgehende Ortsunabhängigkeit von Entscheidungsprozessen.



Eine abschließende Frage oder These zum künftigen Arbeitseinsatz könnte lauten:

Warum soll es nicht gelingen, dass sich ein paar Bauarbeiter\_innen mit Digitalisierungsexpert\_innen zusammenschließen und in Form eines Start-ups beginnen, ihre praktischen Erfahrungen auf dem Gebiet Arbeitsvorbereitung, Arbeitsorganisation und Arbeitsqualität im Lichte der Digitalisierung am Markt anbieten.?

An solchen, auch disruptiven Modellen sollten wir arbeiten.

Besser gedacht: wir sollten ermöglichen, dass sie entstehen.

Sie müssen wem einfallen. Das hat oft noch nichts mit Arbeit zu tun.

Die kommt erst danach.

### **8.3. AVVA - Ausschreibung Vergabe Vertrag Abrechnung**

Letztendlich ist alles, was am Bau geschieht, oder sich ändern soll, durch Ausschreibungen, Vergaben und Verträge zu bewirken. Damit es erfolgreich und fair für alle geschieht, ist in den Verträgen die Abrechnung ausgewogen zu regeln.



Bei Ausschreibung und Vergabe werden alle wesentlichen Weichen gestellt, die zum Gelingen oder Misslingen von Projekten führen. Will man das Image des Bauwesens in der Öffentlichkeit verbessern, muss man bei AVVA ansetzen. Die Bedeutung der AVVA für die Qualität von Bauprozessen und das Image des Bauwesens in der Öffentlichkeit ist vollkommen unabhängig von der Digitalisierung. Man könnte aber die Digitalisierung in dieser Hinsicht als Chance nutzen.

AVVA ist also zu Recht das Schlüsselthema für Erfolg oder Misserfolg am Bau. AVVA bezeichnet die zentralen Prozesse, die Technik, Recht, Wirtschaft und alle Qualitäten (Leistung, Arbeit, Umwelt, Gesundheit, Sicherheit, Entlohnung für Unternehmer und Arbeitskräfte) steuern.

AVVA wird sich mit der Digitalisierung stark ändern. (Siehe dazu Quelle [29]) ebenso wie viele Rechtsvorschriften einer digital gesteuerten Projektwelt anzupassen sein werden (Siehe dazu Quelle [02]). Datenschutz, Datenhoheit, Datensicherheit, Zugriffsrechte, Datennutzung etc. sind aktuell diskutierte, vielfach noch nicht zufriedenstellend geregelte Themen.

### 8.3.1 Faire Vergaben

Ausschreibungen und Verträge werden ganz neue Regelungen enthalten müssen. Diese Regelungen erfolgen von Unternehmen zu Unternehmen, wirken sich aber auf die Rechte und Pflichten von Arbeitnehmer\_innen aus.

Zuallererst wird das Thema durch das Vergaberecht geregelt, auf europäischer und nationaler Ebene. Was wird im Lichte der Erfordernisse der Digitalisierung neu zu regeln sein, um die Anforderungen aus Sicht der Arbeitnehmer\_innen am Bau in AVVA künftig zu erfüllen?

Die „faire Vergabe“ ist bereits ein Thema, das in der Praxis angekommen ist, wenn auch oft mehr als Forderung, denn als konkrete praktische Umsetzung.

AVVA bestimmt die Qualität und Entlohnung der Arbeit. Vertraglicher Druck auf Unternehmen äußert sich in weiter gegebenem Druck auf Arbeitnehmer\_innen. Faire Vergaben müssen auch fair für Arbeitnehmer\_innen sein. Wie weit dieser Durchgriff von Auftraggebern zu Auftragnehmern praktisch wirksam werden kann, bedarf noch weiterer Untersuchungen in Wissenschaft und Praxis.

Größere Bauprojekte, bisweilen heute auch schon kleinere, sind in Form von mehrgliedrigen oder vielgliedrigen Wertschöpfungsketten aufgebaut, oft auch mit internationalen Zulieferungen und Arbeitskräften.

Das bedeutet, dass oft grenzüberschreitende Regelungen notwendig sein werden, um inländische Projekte in der geforderten geschäftlichen und sozialen Qualität abzuhandeln.

### 8.3.2 Vorgaben für den Umgang mit Daten

Sehr früh im Projekt wird der Umgang mit Daten und digitalen Prozessen zu regeln sein, also in den Phasen Projektentwicklung, Architekturwettbewerbe, Vergaben von Planern und Konsulenten. Weichen, die hier nicht oder falsch gestellt werden, schlagen sich negativ auf alle Projektbeteiligten nieder, also auch auf Arbeitnehmer\_innen.

Bereits heute regelt die AIA, die Auftraggeber-Informations-Anforderung den Umgang mit Daten im Zuge von BIM-Projekten. Auf ihr basierend erstellt das Projektteam den BAP, den BIM-Abwicklungs-Plan. Diese Dokumente fokussieren auf BIM.

Weitergedacht, sollte gesetzliche Regelungen und praktisch erprobte Usancen entwickelt werden, die den Umgang mit Daten in allen Ebenen und Phasen nicht nur für BIM, sondern für alle Aspekte der Digitalisierung regeln.

Aus Sicht dieser Studie ist immer wieder die zentrale Frage, wie Regelungen in der Ebene der Arbeitnehmer\_innen ankommen. Da es sich bei Bauprojekten, anders als in der Fertigungsindustrie, nicht um vielfach wiederholte Prozesse, sondern um „einmalige Projekte“ in immer neuen Konstellationen handelt, sind andere Wirkmechanismen erforderlich. AVVA ist ein zentraler Wirkmechanismus.

### 8.3.3 Einsatzformen für Unternehmen und Arbeiter\_innen

Die „Einmaligkeit“ von Projekten lädt ein, immer wieder neue Wege zu erproben, auch in der Erprobung von Umgehungen. Die Nähe und Verflechtung unterschiedlich geprägter Wirtschaftsräume, die gestiegene internationale Mobilität (Arbeitsmigration) und die zunehmende Ausbildung grenzüberschreitender Wertschöpfungsketten führt zu Vor- und Nachteilen.

Wirtschaftlich günstigere, wettbewerbsfähige Lösungen stehen oft asozialen, menschlich nicht vertretbaren Auswirkungen gegenüber.

Digitalisierung und Automatisierung werden die Bauprozesse verändern, hin zu stärkerer Standardisierung und Wiederholbarkeit, in Anlehnung an stattgefundene Veränderungen in der Fertigungsindustrie. In der AVVA wird es darum gehen, bisweilen ganz neue Vergabe- und Vertrags-Modelle zu entwickeln, die Vergabestrukturen neu durchzudenken und neu entstehende Fertigungsprozesse aus Sicht der Arbeitnehmer\_innen auf Arbeitsqualität und Arbeitsentlohnung durchzudenken und fair zu regeln.

Praktische Beispiele zu diesen komplexen und theoretischen Aussagen lassen sich aus den Beispielen und Szenarien der Kapitel 3-6 dieser Studie ableiten.



- Wie sehen Ausschreibungsbedingungen aus, die die Rechte der Arbeitnehmer\_innen im Zusammenwirken mit Maschinen fair regeln („Treat the Robot“)?
- Welche gesetzlichen Regelungen braucht es, um Ausschreibungen und Verträge praktisch positiv und umgehungsarm zu regeln?
- Wie sind Kollektivverträge künftig abzufassen und umzusetzen? Welche Anforderungen kommen aus der Digitalisierung dazu? Wird der Umgang mit Daten kollektivvertraglich zu regeln sein?
- Wie regeln wir transnationale Wirkmechanismen am Arbeitsmarkt der Bauprojekte?
- Wird die Digitalisierung schlecht entlohnte, unqualifizierte Routinearbeiten fördern und wie können wir dem entgegenwirken?

### 8.3.4 AVVA und Wirtschaftsentwicklung

Nicht zuletzt ist AVVA auch entscheidend für die Entwicklung von Wirtschaftsstruktur und Wirtschaftsstandort. Wenn wir kleinräumige, dezentrale, klein strukturierte, personenbezogene, höher qualitative Wirtschaftsformen erhalten und ausbauen wollen, gibt uns die Digitalisierung Mittel an die Hand. Ortsunabhängige Kommunikation, dezentrales Arbeiten am Wohnort, neue Formen der Vernetzung - auch international -, neue Formen von Unternehmertum entwickeln sich.

In manchen Ländern wie Schweden werden neuerdings wieder die Reparatur und damit die handwerkliche Arbeit gefördert. Was kann man davon für den Bau lernen? Wie kann sich das auf Wertschöpfungsketten und Wertstoffkreislauf auswirken? Kann und soll es eine Re-Lokalisierung des Bauwesens geben und wie können (wollen?) wir in gesetzlichen Rahmenbedingungen und AVVA darauf hinwirken?

Gerade auch von den im Bauwesen dominierenden öffentlichen Auftraggebern wird es abhängen, wie sich das entwickeln wird. Sie unterliegen mehr oder weniger politischen Vorgaben, die mehr oder weniger klug sein können. Klugheit im Umgang mit neuen Entwicklungen ist gefordert.

### 8.3.5 Kosten und langfristiger Nutzen für Wirtschaft und Arbeit

Immer wieder wird uns die Frage begleiten, was es „denn kosten darf“?

Qualität in Wirtschaft und Arbeit, Qualität in Infrastruktur und Lebensgrundlagen kosten Geld und muss uns etwas Wert sein.

Der zügige Ausbau von Grundlagen der Digitalisierung, der erforderlichen Infrastruktur, ist ebenso ein Thema, das hier hineinspielt. Hier sind langfristige Investitionen erforderlich, die der AVVA unterliegen. Allzu oft stehen kurzfristige, wahlperiodenabhängige Erfolge im Vordergrund. Sie kosten langfristig mehr und dienen der untrennbar zusammenhängenden Entwicklung von Wirtschaft und Arbeit weniger.

Langfristige Investitionen schaffen nicht nur kurzfristige Arbeitsplätze. Sie sichern auch langfristig Wirtschaftsstandort und Wettbewerbsfähigkeit. Hinsichtlich AVVA geht es dabei oft um die Vorbereitung und Vergabe langfristiger Projekte, um die vielen Hürden dabei, um die Involvierung heimischer Betriebe und Arbeitnehmer\_innen.

## 8.4. Werkzeuge, Interoperabilität von Softwarelösungen

### 8.4.1 Software und Persönliche Sphäre

Aus Sicht der Arbeitnehmer\_innen geht es bei diesem Thema um

- Auswirkungen auf die persönliche Sphäre wie z.B. Datenschutz und Sicherheit
- die konkreten Auswirkungen auf die persönliche Arbeit und ihr Umfeld

Auswirkungen der Digitalisierung auf den Ebenen Gesellschaft (Kapitel 8.1) sowie Unternehmen und Projekt (Kapitel 8.2) sind hier nur indirekt hinsichtlich ihrer persönlichen Auswirkungen zu betrachten.

In Bezug auf Datenschutz und persönlicher Sicherheit geht es darum, wie mit persönlichen Daten umgegangen wird, die unzweifelhaft erhoben werden.

- Positiv dienen sie der Effizienz, Arbeitsqualität, Sicherheit, Gesundheit, etc.
- Negativ dienen sie der Überwachung und Beherrschung, bis hin zum Totalitarismus.

Generelle Lösungen dafür sind im Handlungsfeld 7.3 zu finden.

Eine wesentliche Frage der Digitalisierung in Unternehmen ist, wie die Erfassung, Verteilung und der Zugang zu den Daten organisiert ist. Daten stellen einen hohen Wert dar. Das kann man ökonomisch und ethisch verstehen. Das gilt für Unternehmen und Personen.

Daraus ergibt sich ein natürliches Spannungsfeld, das in Balance zu halten sein wird. Sorgfältige theoretische und politische Vorbereitung und Durchdringung des Themas sowie klares Herausarbeiten der jeweiligen Anforderungen und Ablehnungen von beiden Seiten wird angeraten.

### 8.4.2 Datenmanagement und Vernetzung

Für beide Auswirkungen, persönliche Arbeit und persönliche Sicherheit, ist entscheidend, wie Datenmanagement und Vernetzung im Unternehmen bzw. im Projekt organisiert sind.

Während es heute noch durchaus üblich ist große Datenmengen einfach weiter zu verteilen, muss darüber nachgedacht werden, wie Daten sinnvoll strukturiert werden, um damit die gewünschte Effizienz in den Abläufen zu erreichen. Dafür ist konkret im Detail zu analysieren, wer welche Daten in welcher Form braucht.

Das kann nicht isoliert, im Schema des Abteilungsdenkens angegangen werden, sondern braucht einen Blick über den Tellerrand um ein Gesamtoptimum zu erzielen.

Auf die Baustelle bezogen sind datenrelevante Prozesse so zu organisieren, dass Information (Daten und Dokumente wie z.B. Arbeitsanweisungen) von den erforderlichen Personen leicht gefunden und bearbeitet werden können. Wenn der Datenfluss entsprechend aufgesetzt ist, und die Handhabung der Apps / eingesetzten Software benutzerfreundlich gestaltet und auch individuell auf die Projekterfordernisse abgestimmt ist, erleichtert das die Akzeptanz bei der Einführung der Digitalisierung wesentlich.

*Letztlich ist Informationsmanagement das wesentliche übergeordnete Thema.*

*Die zunehmende Digitalisierung von Planung, Ausführungsüberwachung, Betriebsdaten, Kommunikation, etc. stellt das Projektteam vor immense Herausforderungen in Bezug auf die Strukturierung all dieser Daten. Verschiedene Bearbeitungsschritte brauchen verschiedene Datenhierarchien, die aber für eine durchgängige Verwendung und Referenzierung entsprechend zusammenpassen müssen.*

*Nur eine durchgängige Verwendung der immer gleichen Bezeichnungen für die gleichen Elemente und eine eindeutige Zuordnung zu erforderlichen Datenhierarchien erlaubt eine Bearbeitung der Daten in verschiedener Software für unterschiedliche Zwecke.*

Aus [14]

Projektmanagement wird in Zukunft in zunehmendem Maße ‚Informationsmanagement‘ sein. Das gilt für alle leitenden Funktionen, bis zu den Vorarbeitern.

Wichtig ist es dabei in den Unternehmen eine Kultur zu schaffen, in der die Bereitschaft zum Weitergeben von Informationen und der Mut zu einer sinnvollen Transparenz selbstverständlich sind. Das braucht auch Kritikfähigkeit bei den Mitarbeitern und einen konstruktiven Umgang mit Fehlern..

### 8.4.3 Datenspeicherung und Datensicherheit

Aus dem privaten Bereich kennen wir den leichtfertigen Umgang mit den eigenen Daten in sozialen Netzwerken. Aus dem geschäftlichen Bereich kennen wir den Trend zu Cloud-Lösungen, die oft einer Fremdbestimmung den Weg öffnen.

Gegentrends sind zu beobachten, vor allem auch bei Jüngeren, die sich Gedanken darüber machen.

In nächster Zukunft werden Weichen gestellt werden, wie sich die verschiedenen Gesellschaften, Volkswirtschaften und internationalen Konzerne positionieren werden. Davon wird vieles abhängen.

Auch hier sehen wir eine neue Rolle für Interessensvertretungen, auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene. Hier werden Wertsysteme geschaffen oder verändert

### 8.4.4 Daten und Markt

Faktum ist, dass Daten künftig im ganz großen Stil den Markt bestimmen werden und damit Marktkräfte wirken werden, denen kleine Volkswirtschaften und kleinere Unternehmen nichts entgegensetzen können. Daten und Geld sind eng verknüpft, wie immer, wenn es um wertvolle Rohstoffe geht. Den Zugriff auf die wertvollen Rohstoffe sichern, wird wesentliches Ziel aller Wirtschaftstreibenden und Herrschenden, wie zu allen Zeiten.

Die teuren und bestimmenden Produktionsfaktoren vor der ersten industriellen Revolution waren Kapital und Rohstoffe. Werden die teuren und bestimmenden Produktionsfaktoren morgen die Daten und die für deren Auswertung und Anwendung am Markt erforderlichen Hi-Tech-Produkte in Software und Hardware sein?

In jedem Fall - digitale Daten werden eine wesentliche **Handelsware**.

#### Analogie

Waren es bisher Rohstoffe wie Kohle und Öl oder seltene Erze, werden Daten künftig eine ähnliche Rolle spielen. Betrachtet man die politischen und wirtschaftlichen Kräfte, die in den letzten Jahrhunderten zugunsten der Rohstoffzugriffe eingesetzt wurden, entsteht ein Bild der Zukunft mit neuen Vorzeichen.

Zu den angesprochenen Vergleichen mit dem Thema „Daten als der bestimmende Rohstoff und Marktfaktor der Zukunft“ sind Analogien zum Schicksal der Arbeitenden anzustellen.

Wie erging es den Arbeitenden zu Zeiten, als Kapital und Rohstoffe in den Händen weniger konzentriert waren?

Welche Mechanismen haben zu positiven Veränderungen geführt?

Welche negativen Entwicklungen mussten überwunden werden, und wie?

Wie wirkt sich Regulierung aus? Kurz- mittel- und langfristig?

Wie weit soll sie gehen?

Sind nicht viel grundsätzlichere Prozesse des Wandels erforderlich?

Muss man nicht die Marktprozesse positiv nutzen?

Wie kann man das bewirken?

Kann die Digitalisierung dabei helfen?

Sie ermöglicht vielleicht Regelkreise, an die wir noch gar nicht gedacht haben.

Entsteht hier nicht eine neue Rolle, neue Ausrichtung für Arbeitnehmervertretungen?



### 8.4.5 Datenschnittstellen, Flexibilität und Interoperabilität

Datenschnittstellen und Interoperabilität spielen eine entscheidende Rolle. Sie prägen die Einsatzmöglichkeiten digitaler Werkzeuge.

Streben die einen nach Monopol und Zentralismus, kämpfen die anderen um Offenheit, Flexibilität und Interoperabilität.

#### Analogie

Mit Microsoft und Apple haben sich zwei Systeme weltweit durchgesetzt und eines davon gibt den Welt-Standard vor. Gerade das hat ermöglicht, dass Menschen auf aller Welt problemlos kommunizieren können. Man kann sehr kritisch zu Monopolen stehen, muss aber auch erkennen, dass sie sich bisweilen positiv auswirken können. Wichtig in dem Zusammenhang ist, dass die weltweiten User ausreichend Marktmacht haben, um die permanente Weiterentwicklung der Software positiv zu beeinflussen

In der BIM-Welt prallen gerade zwei Welten aufeinander: Open und Closed BIM, vertreten durch unterschiedliche Softwarehäuser, Baukulturen und Interessensvertretungen. Was sich letztendlich in Anbetracht der erforderlichen Marktmacht durchsetzen wird, ist offen.

Für eine schnelle und flexible Weiterentwicklung, die ein breites Potential nützt und auch Detailprobleme mit entsprechendem Engagement löst, wäre aus Sicht der Verfasser eine breit gefächerte Anbieterszene vorteilhaft. Damit könnten Apps, die flexibel an individuelle Anforderungen angepasst werden können, kurzfristig entwickelt werden, und den IT-technischen Lösungsspielraum erweitern. Entscheidend für eine sinnvolle Einsetzbarkeit verschiedener Softwarelösungen sind aber

- Offene Anbindungen (APIs) der jeweiligen Software für einen bi-direktionalen Datenaustausch
- Eine sinnvolle Standardisierung des Datenformats
- Flexibles und effektives Management der Datenschnittstellen in der Softwarelandschaft eines Unternehmens und des gegebenen Bauvorhabens (für das jeweilige Projekt / zwischen den Projektpartnern)

Zu vermeiden sind Insellösungen, die isoliert arbeiten. Dadurch entsteht Zusatzaufwand für Datenübertragung und der Vorteil des Arbeitens mit Informationen in einer ‚Echtzeit‘ würde verloren gehen.

*So schnell wird wohl kein Softwareprodukt geben, das alle Anwendungen zentral abdeckt. Die Frage ist, ob das für die Bauindustrie überhaupt eine wünschenswerte Entwicklung wäre.*

*Klar ist, dass für die langfristige Vision einer durchgängigen Datenkette im Bauwesen die unterschiedlichen Datenwelten aus digitalen Planungsdaten, ERPs und Logistikmanagement zusammenwachsen müssen und der Einsatz an unterschiedlichen Softwareanwendungen minimalisiert werden sollen.*

*Aber eine kleinteiligere IT-Landschaft hat auch den Vorteil, dass für verschiedene Spezialanwendungen (wie Statische Berechnung, Geometrieoptimierung, etc.) es auch eine sehr spezifische Weiterentwicklung dieser Expertensoftware geben kann.*

*Entscheidend sind intelligente Schnittstellen zwischen den Anwendungen und eine Vernetzung der verfügbaren Daten.*

*Mit der Einführung einer neuen Software alle technischen und prozessbedingten Probleme der heutigen Bauplanung und -ausführung erschlagen zu können, ist natürlich unmöglich. Auch ein oberflächliches Zur-Schau-Stellen von Modellen ohne tiefgreifende Änderung der Prozesse und wird keine Verbesserung des Bauprozesses bringen: Die Digitalisierung eines schlechten Prozesses ergibt nämlich leider nicht mehr als einen schlechten, digitalen Prozess.*

Aus [14]

### 8.4.6 Softwareentwicklung und digitale Infrastruktur

In jedem Fall ist es für eine effektive Digitalisierung erforderlich, Software in einer engen Zusammenarbeit zwischen den Softwarefirmen und der Baubranche zu entwickeln. Dabei soll gewährleistet sein, dass die Bauexpertise Vorrang gegenüber der Softwareproduktion hat.

Mit anderen Worten soll es so sein, dass sich die Software den Bauerfordernissen anpasst und nicht umgekehrt.

Um das zu erreichen, braucht es Marktmacht und Bündelung von Interessen. Daher wird immer wieder darauf hingewiesen, dass europäische Anforderungen (z.B. an Arbeitskultur und Arbeitsqualität) zu wahren

sind und dass sich jene europäischen Räume, die ähnliche Anforderungen haben, zusammenschließen müssen, um sich gegen andere Interessen und Marktmächte in der Welt durchsetzen.

Den Arbeitnehmer\_innen wird es nur dann gut gehen, wenn sich ihr Umfeld positiv entwickelt bzw. erhält. Dazu gehören Sozialpolitik, Wirtschaftspolitik und Ethik in der Digitalisierung.

Erfolgreiche Digitalisierung erfordert digitale Infrastruktur. Sie schafft die Voraussetzung für eine breite, kostengünstige und dezentrale, flexible Entwicklung auf Ebene Unternehmen und Arbeit.

Digitale Infrastruktur ist eine wichtige Investition in die Zukunft und schafft Arbeitsplätze, kurz- und langfristig. Dezentral angelegt, ermöglicht sie regionale Strukturen, die der immer weiter fortschreitenden Konzentration in den Ballungsräumen und der Ausdünnung und Entvölkerung entlegener Regionen entgegenwirken können.

Die Digitalisierung ins Land hinein tragen kann viele gerade dort wertvolle Arbeitsplätze retten. Die Digitalisierung ist ein per se dezentrales Phänomen, ganz im Gegenteil zur stationären Großindustrie. Bau und Digitalisierung als Motoren für die regionale Wirtschaftsentwicklung zu verstehen und zu fördern ist für kleinräumig strukturierte Wirtschaftsräume ein wichtiger Impuls.

#### 8.4.7 Mögliche Entwicklungen und Überlegungen

Vielfältige Kooperationen mit Softwareexperten bzw. Softwarefirmen werden bewirken, dass auch eine breite Palette an Lösungen entwickelt werden kann und die vorhandene Kreativität und Lösungskompetenz auf beiden Seiten genutzt wird.



Es gibt auch einen direkten Zusammenhang der Softwarekosten mit der Weiterentwicklung der Software. Setzen sich die großen Player mit teuren Produkten durch oder arbeiten wir in einer vielfältigen Softwarelandschaft mit unterschiedlichen, in Konkurrenz stehenden Produkten mit offenen Schnittstellen? ‚Closed BIM‘ in einer isolierten, teuren Software oder open BIM, mit leicht ‚andockbaren‘ Speziallösungen?

Eine wesentliche Frage wird sein, inwieweit selbst-steuernde Prozesse sinnvoll implementiert werden können. Grundsätzlich ist denkbar, dass Roboter von der Kontrollwarte aus gesteuert werden und (fast) niemand mehr vor Ort anzutreffen ist. Es wird dann aber Menschen brauchen, die automatisierten Prozesse und Roboter steuern, dafür sorgen, dass diese stabil laufen und die anfallenden Daten interpretieren und innerhalb eines komplexen Kontextes als Basis für Entscheidungen nutzen.

Das betrifft Arbeitsplätze auf allen Qualifikationsebenen. Zu erwarten ist, dass dadurch die Komplexität eher gesteigert wird. Wo dann die Schnittstellen zwischen menschlicher Arbeitskraft und künstlicher Intelligenz bez. Automation liegen, ist eine Frage der Arbeitsorganisation.

Durch Speicherung und Zugänglichkeit zu Information wird auch Wissen, Expertise und Erfahrung zunehmend durch Software ersetzt.

Aber für Arbeiten, für die es einen gewissen Überblick, eine umfassende Einschätzung einer komplexen Situation und ein schnelles Reagieren braucht, ist die menschliche Arbeitskraft immer noch effektiver als künstliche Intelligenz.

*Folgende Arbeiten werden genannt, die einer Verdrängung von Berufen entgegenstehen: „complex perception and manipulation tasks, creative intelligence tasks, and social intelligence tasks“*

*Die potentiell am stärksten von der Automatisierung betroffenen Berufsgruppen sind die Hilfsarbeitskräfte, Handwerker/innen, Maschinenbediener/innen und Personen in Dienstleistungsberufen. Sie weisen fast ausschließlich mittlere und hohe Automatisierungswahrscheinlichkeiten auf.*

*Im Engineering Bereich wird die hohe Bedeutung kreativer Intelligenz für die Ingenieur-Arbeit hervorgehoben. Reine Wissensarbeit wird entfallen, Gestaltungsarbeit wird bleiben (Kap.V, S41).*

*Die „Bau-Arbeit“ bietet nach Ansicht der Autoren auch künftig einen relativ höheren Anteil von kreativen Einzelaufgaben gegenüber anderen Branchen und bedarf daher spezifischer Betrachtung.*

*Das Resümee der Oxford-Studie, wonach die Digitalisierung gering qualifizierte und bezahlte Arbeit ersetzen wird während hoch qualifizierte und bezahlte Jobs eher nicht ersetzt werden (Kap.VI, S45), ist für den Bau mit all den involvierten Gewerken und wohl auch künftig handwerklichen Strukturen besonders zu beleuchten.*

Aus [38]

## 8.5. Forschung und Entwicklung

In der Roadmap [42] werden drei Maßnahmen empfohlen, die auch für diese Studie gelten.

### 8.5.1 Nationaler und internationaler Forschungsplan

Dringend empfohlen wird die umgehende Erarbeitung eines nationalen Forschungsplans für die Digitalisierung von Planen, Bauen und Betreiben in Österreich. Darin sollen sich Bund, Länder und Gemeinden mit ihren Forschungsanliegen wiederfinden. Im Sinne einer Bündelung der Kräfte sind akzentuierte Schwerpunkte an den einzelnen Forschungsinstitutionen zu setzen, Prioritäten festzulegen und gezielte Forschungsprogramme zu initiieren. Doppelbearbeitungen und Forschungslücken sind zu vermeiden. Die nationalen Forschungsaktivitäten sind in die internationale Forschungslandschaft einzubetten.

### 8.5.2 Pilotprojekte und Musteranwendungen

Die praktische Erprobung innovativer Produkte und Prozesse ist unabdingbar für den nachhaltigen technischen und wirtschaftlichen Erfolg von digitalen Bauprojekten. Die vorgenannten Punkte sollten durchwegs zeitnah über Pilotprojekte und Musteranwendungen weiter erforscht und auf Praxistauglichkeit geprüft werden. Wesentlich dabei sind eine ergebnisorientierte Vorgehensweise, ein offener Austausch der Erkenntnisse und Erfahrungen sowie eine breitenwirksame Dissemination der Ergebnisse. Ebenso wie die Forschungsaktivitäten müssen die Pilotprojekte und Musteranwendungen national und international koordiniert werden, um Doppelgleisigkeiten und Forschungslücken zu vermeiden.

### 8.5.3 Wissenschaft und Praxis

Die Digitalisierung schreitet mit sehr hoher Geschwindigkeit voran und wird noch viele Jahre lang global im Fluss sein. Damit aus dem Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis konkrete Forschungsergebnisse abgeleitet werden können, braucht es inhaltlich und zeitlich abgrenzbare Forschungs- und Pilotprojekte. Anhand von überschaubaren und nicht allzu komplexen Aufgabenstellungen sind einzelne, klar formulierte Forschungsfragen zu beantworten. Dies gilt insbesondere für Pilotprojekte, in denen von Fall zu Fall klare Forschungsaufgaben aus der Praxis mit wissenschaftlicher Begleitung abzuarbeiten sind.

## 8.6. Aus- und Weiterbildung

Das Handlungsfeld Aus- und Weiterbildung hat sich auf den Fokus der Studie zu beziehen: wie sind Poliere, Vorarbeiter und Arbeiter auf die kommende Digitalisierung vorzubereiten?

Es geht also um die Berufsausbildung und berufliche Weiterbildung von Bau- und Holzarbeiter\_innen und verwandter Berufe.

Logisch zu trennen ist in

- Ausbildung, also die Erstbildung in Schule und Lehr, allenfalls neue Fachstudienformen
- Weiterbildung, also lebenslanges Lernen in schnell-lebigen Zeiten, im und neben dem Beruf
- Umschulungsmaßnahmen für Menschen, die in anderen Berufsbildern Fuß fassen müssen

Betont sei, dass ein hohes Bildungsniveau mit gutem Allgemeinsockel und flexiblen Praxis-Profilen gute Voraussetzungen bringt, sich ändernden Gegebenheiten anzupassen. Auch die Curricula, die Ausbildungsprofile und -programme werden laufend den Gegebenheiten anzupassen sein.

Die Fragen werden sein

- Wie man alle Schichten der Bevölkerung mit zeitgemäßer Ausbildung erreicht?
- Wie sieht zeitgemäße Ausbildung überhaupt aus? Wie digital sie sein soll?
- Muss man nicht viel früher Weichen in der Ausbildung stellen? Mit welchem Alter?
- Wie wird man Ausbildung differenzieren, um nicht nivellieren zu müssen?
- Wie setzt man die Digitalisierung in der Ausbildung ein, um auf Digitalisierung vorzubereiten?
- Wie gewinnt man junge Menschen, die Ausbildung „Bau-Holz-Arbeit“ anzunehmen?
- Wie bildet man junge Menschen einerseits und ältere Personen andererseits gezielt aus?
- Wie gewinnt man junge Menschen, bei der Ausbildung älterer Personen mitzuwirken und umgekehrt?

Ein entscheidender Erfolgsfaktor für Lehre und Ausbildung ist, die Besten für die Lehre zu gewinnen und sie dementsprechend zu honorieren, monetär und gesellschaftlich.

### 8.6.1 Ausbildung digital und analog

Es soll nicht Ziel sein, allen eine detaillierte digitale Ausbildung zukommen zu lassen. Jungen Menschen bringen heute alles mit, was sie in der Hinsicht als Basis brauchen. Ältere Menschen sind immer wieder mit den neuesten Entwicklungen praktisch vertraut zu machen. Sie müssen sich als Anwender von Soft- und Hardware im Beruf ausreichend gut zurechtfinden.

Es soll sehr wohl Ziel sein, den Menschen alle Arten von Skills mitzugeben, die sie brauchen, um:

- Prozesse und Prozess-Management grundsätzlich zu verstehen
- Fachwissen und Erfahrung auf- und immer weiter auszubauen
- mit digitalen Werkzeugen und digitalen Prozessen praktisch umgehen zu können
- sich immer wieder an verändernde Bedingungen anpassen zu können

In jedem Fall darf der Fokus der Aus- und Weiterbildung nicht nur auf Softwarekenntnissen bzw. digitalem Know-How liegen, sondern muss insbesondere auch ‚nicht-digitale‘ Fähigkeiten stärken. Das kann zum Beispiel die folgenden Kompetenzen umfassen:

- Gutes 3D Vorstellungsvermögen
- Prozessverständnis - Abläufe und Zusammenhänge verstehen; Prozesswissen muss erhalten bleiben
- Bezug zur Baustellenrealität
- Informationen müssen kritisch hinterfragt werden können - nicht ‚Hirnloses Arbeiten‘ und völliges Vertrauen in die Daten im digitalen Raum
- Nicht zum ‚Sklassen‘ des Systems werden, sondern ‚Kontrolle‘ über das System behalten
- ‚Zusammenarbeit‘ als wesentlicher Erfolgsfaktor: ist auch in den Schulungsplan miteinzubeziehen.

Als Gefahr wird gesehen, dass mit fortschreitender Digitalisierung traditionelle Fähigkeiten, Kenntnisse und Erfahrungen verloren gehen. Einfache Beispiele sind Kopfrechnen und Handschreiben. Fachlich geht es um das Gefühl für den Beruf, also die Einschätzung mit dem Hausverstand, das Gefühl (im Bauch) was geht und was nicht mehr geht, was hält und was nicht mehr hält, etc.

Wie kann man in der Ausbildung vermitteln, dass man vieles auch weiterhin

- im eigenen Kopf abschätzen wird durchdenken und entscheiden müssen
- mit dem eigenen Gefühl, der eigenen Erfahrung wird spüren und entscheiden müssen
- lieber selber unkompliziert und direkt anpacken wird müssen, ohne die IT zu Rate zu ziehen.

Oder liegen wir mit dieser Einschätzung ganz falsch und werden Maschinen und AI alles für uns tun und lösen? Die Verfasser sind der Überzeugung, dass dem nicht so ist.



### 8.6.2 Bildungsangebote erheben und neu ausrichten

Die bestehenden Bildungsangebote sind umfassend zu erheben, wenn sie nicht ohnehin in einer guten Übersicht vorliegen. Dabei ist auch über die Grenzen zu schauen, zumindest im eigenen Sprachraum, aber in Anbetracht der generell guten Englischkenntnisse auch darüber hinaus.

- Lehrpläne sind anzupassen, z.B. für
- Lehrlingsausbildung, Berufsschule
- Facharbeiterausbildung
- Polierschule

### 8.6.3 Lehrberuf “Digitales Baustellen Know-how“

Lehre und Berufsschule sollen einen Lehrplan für ein neues Berufsprofil entwickeln: eine Kombination bisheriger Lehrinhalte mit neuen, digitalen Anforderungen. Solche neuen Entwicklungen sind in engem Kontakt mit Baugewerbe und Bauindustrie vorzunehmen, in diesem Fall mit der Software-Industrie und mit der Baumaschinen-Industrie. Sie kennen die letzten Entwicklungen in Technologie und Markt, sie kennen den Bedarf an Auszubildenden.

#### Analogie:

Autofahrer und Mechaniker mussten 1920 wissen, wie ein Auto funktioniert, da es oft nicht funktioniert hat; heute ist das nicht erforderlich, da die Autos verlässlich geworden sind; wenn es nicht fährt, nützt oft nicht einmal ein Mechaniker – ein Elektroniker oder Software-Fachmann wird gebraucht. Bis 1970 waren Autos rein mechanisch-elektrische Geräte. Heute sind sie Computer mit Motor und Rädern. Wenn wir das Auto zum Service stellen, teilt das Auto von sich aus mit was ihm fehlt und wie wir es behandeln sollen.

### 8.6.4 Sprachen und Soft Skills

Trotz aller digitalen Übersetzungshilfen werden Sprachkenntnisse künftig hohen Stellenwert haben. Englisch wird unabdingbar sein in Kommunikation, Information und Wissenschaft, technischen Texten, Beschreibungen, Anleitungen, etc. In Europa können dies insbesondere für den Einsatz auf Baustellen auch andere europäische Sprachen sein. Für internationale Baustellen können gerade für die Führung oder die Kommunikation mit Arbeitskräften auch lokale Sprachen oder Weltsprachen wichtig werden.

Immer wichtiger werden die „Soft Skills“. Immer mehr Menschen werden in Organisation und Kommunikation eingebunden und haben zunehmend rasch richtig zu disponieren und zu reagieren. Das Arbeiten in der Linie wird durch das Arbeiten im Team ersetzt. Menschliche Beziehungen bestimmen mehr und mehr den Erfolg. Das gilt zunehmend auch für Poliere und Vorarbeiter.

Verhandlungen beschränken sich schon lange nicht mehr auf die oberen Führungsebenen. Das kritische Hinterfragen, das Erkennen und Wahren eigener Interessen wird auf allen Ebenen erwartet.

Künftig wird auch erwartet werden, zu verstehen, was Maschinen uns sagen, und wie. Noch mehr wird erwartet, Maschinen so einzurichten, dass sie uns das Richtige sagen und das Richtige tun.

Provokant gesagt, geht es neben Menschenführung künftig auch um Roboterführung oder Automatenkommunikation.

### 8.6.5 Training ‚on the Job‘

Es ist davon auszugehen, dass künftig mehr „on the Job“ trainiert werden wird, anstatt zusätzlich zur „echten Arbeit“ in örtlich und zeitlich getrennte Weiterbildungskurse geschickt zu werden. Dieser Trend ist bereits heute bei Studierenden zu beobachten, die während des Studiums oder einige Jahre nach Abschluss mit den wirklichen Anforderungen der Praxis erst vertraut gemacht werden. Das wird künftig auch für Poliere, Vorarbeiter und Arbeiter gelten.

Zum einen liegt der Grund darin, dass in den Arbeitsalltag integriertes Lernen einen höheren Wirkungsgrad hat - also höhere Anwendungschancen hat, als einmalige, der Arbeitswirklichkeit entthobene Schulungen. Zum anderen ist zu bedenken, dass es für viele Aufgaben nicht gut möglich ist, diese in einem abstrahier-

ten Lernumfeld weiterzugeben – erst durch die Anwendung gemeinsam mit erfahrenen Mitarbeitern oder durch das Erleben der Anforderungen aus dem gesamten Abwicklungsprozess erfolgt der bleibende Lerneffekt.



In jedem Fall ist der ökonomische Schluss – ‚Training on the Job‘ ist effizienter, weil es keine zusätzliche Schulungszeit erfordert – zu kurz gegriffen. Es braucht zwar weniger ‚reine Ausbildungszeiten fern des Arbeitsplatzes‘, aber um qualitätvolles und nachhaltiges Lernen zu ermöglichen sind entsprechende Konzepte abzustimmen und überprüfbar umzusetzen. Dafür braucht es entsprechende Vorbereitung, Zeit, um sich mit den Inhalten auseinander setzen zu können und auch einen strukturierten ‚Lessons-Learnt‘ – Prozess im Unternehmen. Eine Weiterbildungsstruktur ist zu schaffen, die genug Raum für operatives Arbeiten lässt, aber auch die Zeit für selbständiges Aufzeichnen und Wiederholen der erlernten Schritte gibt.

Das erfordert neue Prozesse und ein neues Verständnis auf beiden Seiten, bei Unternehmen und Beschäftigten, bis hin zum Umgang mit der für die Ausbildung erforderlichen Zeit und damit verbundenen finanziellen Aufwendungen. Unternehmen müssen bewusst die Voraussetzung dafür schaffen.

Der Arbeitnehmer muss spürbar und nach außen sichtbar dazulernen – das befriedigt den Ehrgeiz und erhöht auch den ‚Marktwert‘ des Arbeitnehmers. Denkbar wäre auch eine Zertifizierung für den Arbeitnehmer aber auch für die Firma – das könnte bewirken, dass Fachkräfte zu gewissen Firmen gehen wollen.

*Soll also das Lernen nahe an der unmittelbaren Arbeit stattfinden oder sollen vielfältige Datenbestände und situations- und kompetenzbezogene, kontextsensitiv präsentierte Informationen die unmittelbare Arbeit anleiten? In der Erstellung und Systematisierung solcher Informationen zum Lernen und Arbeiten dürfte für beide Pfade eine unterschätzte Engstelle der Gestaltung von „Industrie 4.0“ liegen, die sich möglicherweise erst im Gebrauch der komplexen Technologien schmerzvoll zeigen wird. Qualifikationsreserven, die man in voreiliger Hoffnung auf Automationsgewinne vernachlässigt oder erodiert hat, stehen dann auch nicht mehr zur Verfügung, um diese Lücken zwischen Technik- und Kompetenzentwicklung zu überbrücken.*

*Wenn Kompetenzen für den Betrieb von „Industrie 4.0“-Systemen in kleinteiligen, arbeitsbegleitenden Modulen geschult werden sollen, könnten diese Module so virtuell und standardisiert ausfallen, dass sie den Aufbau praktischen Erfahrungswissens und der Fähigkeit, explorativ zu handeln, eher behindern als ermöglichen. Komplexe, datenintensive Prozesse kompetent steuern und dirigieren zu können.*

Aus [33]

Ein weiterer Aspekt von ‚Training on the Job‘ ist also der Fokus auf Prozesswissen. Das Know-how über komplexe Prozesse und den Prozessen zugrundeliegende Technologien kann nur durch in den Arbeitsablauf integriertes Lernen erfolgen. Arbeitskräfte mit derartigem Prozess Know-how, einem Verständnis der Zusammenhänge und der Fähigkeit, auch immer das ‚Big Picture‘ mitzudenken, hat hohen Wert für das Unternehmen. Facharbeitern mit derartigen Qualifikationen erhöhen die Resilienz der Firmen.

Es ergibt sich also eine WIN-WIN-Situation, wenn in dieser Weise ausgebildet und investiert wird. Dies muss aber bewusst und langfristig angegangen werden. Insbesondere im Zusammenhang mit dem Thema Arbeitsorganisation ist darauf zu achten, dass dieses Wissen schnell verloren gehen kann, wenn die Voraussetzungen für derartiges Lernen durch den Einzelnen nicht gegeben sind. Es geht also nicht nur um Erwerb, sondern auch um Erhaltung derartigen Prozesswissens.

*Siehe auch [33]:*

*Das als Qualifikationsanforderung gern beschworene Prozessverständnis ist in hochkomplexen, eng gekoppelten Prozessen, die machine-to-machine kommunizieren, also gar nicht leicht zu entwickeln und zu erhalten*

„Lebenslanges Lernen“ soll kein leeres Schlagwort bleiben - Unternehmen und der Einzelne selbst müssen sich dazu bekennen: durch sinnvolle Organisation auf Unternehmensseite und durch Neugierde und Lernbereitschaft auf Seiten des\_der Arbeitnehmer\_innen.

*Gemäß [54]*

*Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass „das Bildungswesen radikal weg geht vom „Wissen lernen“ zum „Lernen lernen“.*

## **9. Handlungsempfehlungen**

### **9.1. Politische, gesellschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen**

#### **9.1.1 Bündelung der Kräfte**

Die Bündelung der Kräfte muss auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene erfolgen, weil die Auswirkungen der Digitalisierung an nationalen Grenzen nicht Halt machen und die weltweiten Verflechtungen von Handel und Wertschöpfung sich in multilateralen Abhängigkeiten niederschlagen.

#### **9.1.2 Arbeit und Wirtschaft**

Wesentlich für den Erfolg kommender Maßnahmen wird sein, den Gegensatz zwischen Arbeit und Wirtschaft zu überwinden und WIN-WIN Situationen herbeizuführen; aus sozialer Sicht ist anzuerkennen, dass Maßnahmen wirtschaftlich orientiert sein müssen und aus wirtschaftlicher Sicht ist anzuerkennen, dass die Ökonomie nicht das einzige Kriterium sei darf. Sozialpartnerschaft kann durch Digitalisierung ein ganz neues Image bekommen.

#### **9.1.3 Gesellschaftlicher Konsens**

Ein ganz neuer Konsens zwischen Politik, Gesellschaft und Wirtschaft ist zu suchen, um die kommenden Herausforderungen zu bewältigen. Große gesellschaftliche Umbrüche laufen Gefahr der Radikalisierung. Daher ist die permanente Suche nach gesellschaftlichem Konsens politisch entscheidend: respektierte, unterschiedliche Positionen sind demokratisch sinnvollen Lösungen zuzuführen. Ein „neues Wir“ ist zu entwickeln, das auf Vertrauen und Transparenz basiert. Kompromisse sind per se nicht schlecht, sondern das Ergebnis eines Interessensausgleiches.

#### **9.1.4 Zusammenwirken der Generationen**

Wie kein Thema zuvor erfordert Digitalisierung eine neue Form des Zusammenwirkens zwischen den Generationen, um aus der Selbstverständlichkeit im Umgang der Jungen mit der bisweilen skeptischen Erfahrung der Älteren dauerhafte Lösungen zu gewinnen.

#### **9.1.5 Interdisziplinärer Austausch**

Aus den Forderungen nach Bündelung und Interdisziplinarität ergibt sich der Bedarf an geeigneten Plattformen und dauerhaften Austauschmechanismen um die schnelllebige und oft disruptive Entwicklung der digitalen Transformation zu beherrschen.



### 9.1.6 Themen positiv besetzen

Der Erfolg wird davon anhängen, dass die unausweichliche Digitalisierung positiv dargestellt und wahrgenommen wird. Ebenso wichtig ist es, die Wahrnehmung der Baubranche in der Öffentlichkeit positiv zu gestalten.

### 9.1.7 Soziale Netze schaffen

Vorsorgemodelle für Bauarbeiter\_innen sind parallel zu und abgestimmt mit anderen Industriezweigen und der Politik zu entwickeln. Maßnahmen zur Umstrukturierung und Umschulung, ebenso wie Auffanglösungen unterschiedlicher Art, nicht nur finanziell Natur, sind auszuarbeiten, um Härten aus der Veränderung der Berufsfelder abzufangen.

### 9.1.8 Zukünftige Einkommens- und Steuermodelle

Alternative Einkommens- und Steuermodelle sind auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene ernsthaft zu verfolgen, um den geänderten Produktionsbedingungen und Arbeitsformen Rechnung zu tragen. Der Zusammenhang zwischen Einkommen, Besteuerung, wirtschaftlichen und sozialen Förderungen ist zu analysieren und den neuen Gegebenheiten anzupassen. Bedingtes oder bedingungsloses Grundeinkommen ist konkret zu untersuchen.

### 9.1.9 Umgang mit Daten und Daten-Ethik

Gesetzliche Voraussetzungen dafür sind zu schaffen und die praktische Umsetzung ist zu kontrollieren. Die Entwicklung von Transparenz + Verantwortung + Freiheit im weitesten Sinn darf als gesellschaftliches Thema nicht aus dem Auge verloren werden und muss insbesondere auch heruntergebrochen werden auf die Ebene Arbeit am Bau, Polier, Vorarbeiter, Arbeiter bis hin zu künftigen dienstrechtlichen und kollektivvertraglichen Regelungen.

### 9.1.10 Frauen am Bau

Traditionell sind Frauen weiterhin unterrepräsentiert in den Bauberufen. Es wird empfohlen, dazu entsprechende Analysen und Maßnahmen zu erarbeiten, um den Bauberuf für Frauen attraktiv zu gestalten.





### **9.1.11 Fachkräftemangel**

Der Fachkräftemangel wird nicht nur die Baubranche treffen. Um qualifizierte Arbeitskräfte für den Bau zu gewinnen braucht es ein Bündel an Maßnahmen wie Image des Berufes, konkrete Aus- und Weiterbildung, Förderung der Mobilität und gezielte Werbung auf internationaler Ebene.

### **9.1.12 Soziologische Studien**

Zur Arbeit am Bau insbesondere auf der Ebene Polier / Vorarbeiter und Arbeiter sind konkrete und soziologische Studien erforderlich, um die künftigen Schritte absehbar und damit planbar zu machen.

### **9.1.13 Arbeit, Gesundheit und Umwelt**

Der Zusammenhang zwischen neuen Arbeitsformen und gesundheitlichen Auswirkungen ist laufend zu untersuchen. Auch die Veränderung unserer Umwelt spielt in diesen Zusammenhang hinein. Aus den Erkenntnissen dieser Untersuchungen sind konkrete Maßnahmen abzuleiten hinsichtlich Gesundheitspolitik, Arbeitnehmerschutz und Umweltschutz.

## **9.2. Prozesse in Unternehmen und Projekten**

### **9.2.1 Bau als High-Tech Branche**

Das Bauen ist eine High-Tech Branche und dieser Trend wird sich künftig massiv verstärken. In der allgemeinen Wahrnehmung ist das noch kaum angekommen und daher sind intensive PR-Maßnahmen nötig, um dieses neu zu schaffende Bewusstsein auch bei der Rekrutierung von Personal positiv zu nutzen.

### **9.2.2 Interdisziplinarität**

Digitalisierung umfasst alle Fachbereiche und Qualifikationen; ist daher nur im interdisziplinären Zusammenwirken wirksam abzuhandeln wie z.B. Experten in iT, Baupraxis, Soziologie, Prozessmanagement, Maschinenbau, Elektronik, etc.

### **9.2.3 KMU und dezentrale Wirtschaftsformen**

Gezielte Maßnahmen sind zu entwickeln um jene Unternehmen zu fördern, die in unserem Wirtschaftsraum für das Gros der Arbeitsplätze sorgen, z.B. Digitalisierungsoffensive für kleine und mittlere Unternehmen, Handwerker und Bauexperten in den Regionen. Die Digitalisierung kann sogar dabei helfen, dezentrale Formen für Arbeitnehmer\_innen und Unternehmen zu entwickeln.

### **9.2.4 Leistbarkeit der Digitalisierung**

Immer dort wo sich Unternehmen die Investitionskosten der Digitalisierung (Transformationskosten) offensichtlich nicht leisten können, sind wirtschaftspolitische Maßnahmen zu setzen, die im Sinne der WIN-WIN Situation gleichzeitig als sozialpolitische Maßnahme zu verstehen sind, weil mit Unternehmen auch Arbeitsplätze verloren gehen.

### **9.2.5 Sozialpartnerschaftliche Zukunftswerkstatt**

Gemeinsam mit Unternehmen unterschiedlicher Größe und Ausrichtung eine Zukunftswerkstatt einrichten, die alle Aspekte der Digitalisierung und Automatisierung am Bau immer wieder ausleuchtet und aus der Analyse konkrete und einvernehmliche Maßnahmen entwickelt.

### **9.2.6 Industrialisierung und Vorfertigungsgrad**

Die Fertigungsindustrie verfügt über Erfahrungen in der Digitalisierung, die die Bauindustrie erst machen muss. Wesentlicher Teil der Arbeit sollte dieser Erfahrungsaustausch sein, insbesondere auch hinsichtlich der Transformation von Berufsbildern wie z.B. Veränderung vom Bauarbeiter zu Fabrikarbeiter oder Monteur. Dieser Erfahrungsaustausch muss sich auch auf Dienstrecht, Arbeitszeit und Entlohnung beziehen.

### 9.2.7 Neue Arbeits- und Organisationsformen

sind im Entstehen, aber noch nicht durchgängig erforscht und erprobt. Im Bereich der IT sind sie gängige Praxis, im Prozessmanagement halten sie Einzug, am Bau sind sie noch weitgehend unbekannt. Empfohlen werden Pilotprojekte und Probeeinsätze für diese teamorientierten, agilen Organisationsformen.

### 9.2.8 Aufsplittung der Bauarbeit

Trends weisen darauf hin, dass eine Aufsplittung bevorstehen könnte, die nicht im Sinne der Arbeitnehmer\_innen ist. Einerseits in immer höher qualifizierte digital unterstützte Facharbeit und andererseits in weniger qualifizierte Hilfsarbeit. Sollten sich Unternehmen in ihrer Ausrichtung ebenso aufsplitten, wird es bei weiteren zu schwierigen sozialen Situationen kommen. Sozialpolitische Maßnahmen sind vorauszudenken.

### 9.2.9 Best Practice zum Transformationsprozess

Eine positive Kultur von Best Practice Beispielen und erfolgreichen Use Cases kann wesentlich dazu beitragen, die unbedingt erforderlichen Transformationsprozesse zu beginnen und für alle annehmbar zu gestalten. Theoretische Abhandlungen legen dafür nur die Basis.

### 9.2.10 Neue Art von Arbeitsplätzen

Erfahrungsgemäß führt die Digitalisierung auch zu völlig neuen Unternehmensformen, die dann oft im Widerspruch zu traditionellen Betrieben stehen, wie z.B. Airbnb, UBER, etc. Empfohlen wird sich solchen Neuerungen positiv und konstruktiv zu nähern und gemeinsam sozialpolitisch verträgliche Arbeitsbedingungen zu vereinbaren.

### 9.2.11 Einsatz einer Baucard

Die Baucard ist eines der am weitesten konkretisierten Einsatzfälle für digitale Tools, was Bauarbeiter\_innen betrifft. Die damit verbundene Transparenz hat Vor- und Nachteile. Ausgestaltung und Einsatzbedingungen sind so zu regeln, dass die Vorteile zum Tragen kommen..



## 9.3. AVVA – Ausschreibung, Vergabe, Vertrag, Abrechnung

### 9.3.1 Faire Vergaben

AVVA bestimmt die Qualität von Projekten. Nur faire Vergaben führen langfristig zu einer stabilen Entwicklung, angemessenem Gewinn auf beiden Seiten, angemessene Entlohnung für Arbeitnehmer\_innen und qualitativ vollen Projekten. Darauf ist in der Vergabepolitik und Vergabepaxis hinzuwirken. Insbesondere öffentliche Vergaben haben hier Vorreiterrolle.

### 9.3.2 Lebenszyklusmodelle

Der traditionelle Fokus auf Planen und Bauen wird durch einen Fokus auf Lebenszyklus und Betrieb ersetzt. Das ist politisch zu fördern, wobei derzeit noch keine wirklich geeigneten Vergabemodelle mit entsprechenden langfristigen Incentives dafür vorliegen. Grundsätzlich entsprechen PPP – Modelle diesen Zielen, haben aber andere Nachteile. An zukunftsweisenden Modellen für AVVA ist zu arbeiten, in Wissenschaft und Praxis. Die Langfristigkeit solcher Modelle soll auch für Arbeitnehmer\_innen positive Effekte haben.

### 9.3.3 AVVA, gelungene Projekte und positives Image

AVVA hat maßgeblichen Einfluss auf das Gelingen (oder Misslingen) von Projekten. Gelungene Projekte sind mit-entscheidend für das positive Image der Baubranche in der Öffentlichkeit. AVVA bezeichnet die Summe der kritischen technisch-wirtschaftlich-rechtlichen Prozesse, über die letztlich auch der langfristige Erfolg von Auftraggeber- und Auftragnehmerorganisationen (Unternehmen) und damit auch deren Arbeitskräfte entschieden wird. In diesem Sinne wird empfohlen, dem Thema AVVA höchste Aufmerksamkeit zuzuwenden und alle Vorteile, die die Digitalisierung diesbezüglich bieten kann, sorgfältig zu studieren und anzuwenden.

## **9.4. Werkzeuge, Interoperabilität von Softwarelösungen**

### **9.4.1 Schutz der persönlichen Daten und Sphäre**

Die digitalen Werkzeuge und deren praktische Anwendung haben maßgeblichen Einfluss auf den Schutz der persönlichen Sphäre, auch der Beschäftigten am Bau. Bei allen künftigen Entwicklungen ist dieses Thema kritisch zu betrachten.

### **9.4.2 Daten und Sicherheit**

Persönliche Daten werden erhoben werden. Positiv verwendet, spielen sie eine wichtige Rolle für Sicherheit und Schutz der Gesundheit. Bei allen Anwendungen ist allfälliger Missbrauch vorzubeugen.

### **9.4.3 Flexibilität und Interoperabilität**

Für eine KMU-gestützte, regional gegliederte Wirtschaft, wie sie für Österreich und viele europäische Länder typisch ist, ist großer Wert darauf zu legen, dass keine unbeherrschbaren Monopole bestehen, sondern die unterschiedlichen Softwarelösungen flexibel und interoperabel eingesetzt werden können. Dazu braucht es eine gewisse Marktmacht, auf die von Seiten der Interessensvertretungen zu achten ist.

### **9.4.4 Digitale Infrastruktur**

Erfolgreiche Digitalisierung auch in der Region und nicht nur in Ballungsräumen setzt entsprechende Infrastruktur voraus, wie z.B. leistungsfähige Netze und Bereitstellung ausreichenden Datenflusses. Dafür ist von Seiten der Öffentlichen Hand zu sorgen.

## **9.5. Forschung und Entwicklung**

### **9.5.1 Forschungsbedarf**

Konkrete, spezifische Forschung zur Arbeit am Bau ist zu initiieren, sowohl auf den Ebenen national als auch europäisch/international, in bewusster Kombination von soziologischen und arbeitstechnischen Aspekten. Ergebnis sollen konkrete Erkenntnisse sein, welche Berufe sich wie verändern werden, um darauf konkrete Maßnahmen aufbauen zu können. Solche Forschungen sind in Anbetracht der raschen Entwicklungssprünge regelmäßig (z.B. alle drei Jahre) zu aktualisieren.

### **9.5.2 Forschungsthemen**

Folgende, weiterführende Forschungsthemen haben sich bei der Arbeit an der Studie ergeben:

- Detaillierte Ausprägung der Entwicklung in den unterschiedlichen Bausektoren
- Untersuchungen der regionalen Eigenheiten – Analyse und Vergleich und diese in globalen Kontext setzen
- Untersuchung über die Änderung in Firmenstruktur und des Businessmodells von Montage- und Baufirmen - auch im überregionalen Kontext
- Untersuchung über die Auswirkungen der Verlagerung vom Bau zu Vorfertigung / Modulares Bauen
- Detaillierte Untersuchung der Auswirkungen für die einzelnen Fachbereiche wie Schweißer, Monteure, Betonarbeiter, Bewehrungsmonteur, Maurer, Zimmerer, etc.
- Überregionale Studien zum Thema Fachkräftemangel: welche Berufe / wo sind betroffen
- Studie zur Wechselwirkung Technologie – Nutzverhalten und die Auswirkung auf Qualität – z.B. BIM, IoT & Baumaschinen
- 'Einsatzdisziplin' – Studie über sinnvolle Einsatzformen und Grenzen der 'permanenten Verfügbarkeit' und deren Auswirkung auf die Gesundheit unter Einbeziehen von Aspekten der Soziologie, digitaler Technik und Baubetrieb

Aus den Betrachtungen über mögliche Horizonterweiterungen und mögliche neue Projekttypen werden folgende Themen gesehen:

- Fragen in Zusammenhang mit dem zunehmenden Energiebedarf
- Energieeffizienz / Green Energy / Nachhaltigkeit
- Auswirkungen des Klimawandels

### **9.5.3 Forschungspraxis**

Forschungsinitiativen sollen bei Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen initiiert und platziert werden. Fördermittel stehen dafür sowohl national als auch international, auf EU-Ebene zur Verfügung.

Eine dauerhafte Kooperation auf praktischer Ebene mit Bauindustrie, Baugewerbe, Baumaschinen, Zulieferer, Software etc. wird empfohlen.

Gemeinsam sollen Pilotprojekte umgesetzt werden, um im kleinen Rahmen bei vertretbarem Risiko künftige Entwicklungen zu testen.

## **9.6. Aus- und Weiterbildung**

### **9.6.1 Analyse Ist-Status**

Bevor konkrete Vorschläge ausgearbeitet werden, sollte der Ist-Status von Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen detailliert erhoben werden – insbesondere im deutschsprachigen und europäischen Raum. Positive Beispiele sind zu übernehmen, fehlende Angebote zu ergänzen.

### **9.6.2 Konkrete Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen**

Konkrete Ausarbeitung von Vorschlägen für Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen auf der Ebene Polier, Vorarbeiter und Arbeiter am Bau. Diese Programme sind an die laufende Technologieentwicklung immer wieder anzupassen, es ist regelmäßig zu prüfen, ob und wie sie greifen oder wie sie zu verändern sind.

### **9.6.3 Lehrberuf Digitalisierung am Bau**

Einen Lehrberuf schaffen mit Fokus auf digitale Kompetenz in der Bauproduktion und auf der Baustelle. Eine Kombination von IT und einschlägigen Fachkenntnissen soll vermittelt werden.

### **9.6.4 Training-on the-Job**

In einer Arbeitsgruppe gemeinsam mit Vertretern aus der Wirtschaft und Wissenschaft sollen konkrete Möglichkeiten für ein ‚Training-on the-Job‘ für digitale Kompetenzen am Bau ausgelotet werden. Ein Weiterbildungskonzept am Arbeitsplatz inklusive Zertifizierung soll erarbeitet werden.

### **9.6.5 Arbeit mit Robotern**

In einer Arbeitsgruppe gemeinsam mit Vertretern aus der Wirtschaft und Wissenschaft sollen konkrete Möglichkeiten für ein Ausbildungsprogramm ‚Train / Lead-the-Robot‘ untersucht werden, um die Erfordernisse für ein Berufsbild ‚Manager of the Robot‘ zu schaffen.



## B. Quellenverzeichnis

- 01 ACTRAV Symposium The Future of Work We Want. ILO International Labour Organization Genf, Oktober 2017. URL: <https://www.ilo.org/actrav/fow/lang--en/index.htm>, abgerufen am 27.02.2019
- 02 T. Anderl, A. Brauneis, K. Breitwieser et al.: BIM in der Praxis, Digitalisierung & Recht. Schriftenreihe der österreichischen Plattform 4.0, TU Verlag, Wien, November 2018
- 03 J. Bachmair: Verwandtschaftsregelungen Lehrberuf Betonbauspezialist/Betonbauspezialistin, Entwurf. ibw Entwicklung. Wien, Oktober 2018
- 04 J. Bachmair: Verwandtschaftsregelungen Lehrberuf Hochbauspezialist/Hochbauspezialistin, Entwurf. ibw Entwicklung. Wien, Oktober 2018
- 05 J. Bachmair: Verwandtschaftsregelungen Lehrberuf Tiefbauspezialist/Tiefbauspezialistin, Entwurf. ibw Entwicklung. Wien, Oktober 2018
- 06 J. Bachmair: Verwandtschaftsregelungen Lehrberuf Betonbau, Entwurf. ibw Entwicklung. Wien, Oktober 2018
- 07 J. Bachmair: Verwandtschaftsregelungen Lehrberuf Hochbau, Entwurf. ibw Entwicklung. Wien, Jänner 2019
- 08 J. Bachmair: Verwandtschaftsregelungen Lehrberuf Tiefbau, Entwurf. ibw Entwicklung. Wien, Oktober 2018
- 09 Balfour Beatty: Innovation 2050. A Digital Future for the Infrastructure Industry. Balfour Beatty Studie. Juni 2017, URL: <https://www.balfourbeatty.com/how-we-work/public-policy/innovation-2050-a-digital-future-for-the-infrastructure-industry/>, abgerufen am 05.02.2019
- 10 Bau- und Holzarbeiter Internationale: Für ein Rahmenwerk zum Kampf gegen den Klimawandel in der Bau- und Baumaterialbranche sowie der Holz- und Forstwirtschaft: Die Sicht der Arbeitnehmer. Genf, Mai 2015
- 11 G. Bosch, D. Rehfeld: Zukunftschancen für die Bauwirtschaft – Erkenntnisse aus der Zukunftsstudie NRW. Informationen zur Raumentwicklung, Heft 10.2006. Institut Arbeit und Technik - IAT, Gelsenkirchen 2006
- 12 G. Bosch: Arbeiten bis 67 in der Baubranche – Wie kann das funktionieren? Erwerbsverlauf Bau, Institut Arbeit und Qualifikation, Universität Duisburg-Essen, Präsentation 11.06.2013
- 13 A. Boße: Digitalisierung: Die Baubranche erfindet sich neu, URL: [www.karrierefuehrer.de/bauingenieure/digitalisierung-baubranche.html](http://www.karrierefuehrer.de/bauingenieure/digitalisierung-baubranche.html), abgerufen am 07.02.2019
- 14 K. Breitwieser, L. Oberwinter "BIM im Metallbau", Metallbaumagazin 2-3/2018; URL: [https://www.metallbau-magazin.de/artikel/mb\\_BIM\\_im\\_Metallbau\\_Teil1\\_\\_3123965.html](https://www.metallbau-magazin.de/artikel/mb_BIM_im_Metallbau_Teil1__3123965.html)
- 15 T. Bromberg, A. Gerlmaier, A. Kümmerling, E. Latniak: Bis zur Rente arbeiten in der Bauwirtschaft. Tätigkeitswechsel als Chance für eine dauerhafte Beschäftigung. IAQ-Report 05/2012, aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Institut Arbeit und Qualifikation. Universität Duisburg Essen, September 2012
- 16 BRZ Organisation und Bauinformatik: IT-Trends in der Baubranche 2016, Status quo und Perspektiven, Studie. BRZ Deutschland GmbH, Nürnberg, 2016
- 17 Sarah Buchner: Disruptive Innovations in the Field of Construction, Dissertation 2019
- 18 Building and Wood Workers' International: Towards a framework to combat climate change in the construction, building materials, forestry and wood sectors: A worker's perspective. Geneva, May 2015

- 19 Bundesarchitektenkammer, Bundesingenieurkammer, Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden et.a. Hrsg.: Leitbild Bau. Zur Zukunft des Planens und Bauens in Deutschland – eine gemeinsame Initiative der deutschen Bauwirtschaft. Zentralverband Deutsches Baugewerbe, Berlin, März 2009
- 20 Bundeskanzleramt und Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft Hrsg.: Digital Roadmap Austria. Wien, Dezember 2016
- 21 BFWF: 000. Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft über die Berufsausbildung im Lehrberuf Betonbauspezialist/ Betonbauspezialistin (Betonbauspezialist/Betonbauspezialistin-Ausbildungsordnung), Entwurf Version 2.6 vom 28.01.2019. AO2019–Betonbauspezialist– SP-V2.6, Wien, Jänner 2019
- 22 BFWF: 000. Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft über die Berufsausbildung im Lehrberuf Hochbauspezialist/ Hochbauspezialistin (Hochbauspezialist/Hochbauspezialistin-Ausbildungsordnung), Entwurf Version 2.6 vom 28.01.2019. AO2019–Hochbauspezialist–SP-V2.6, Wien, Jänner 2019
- 23 BFWF: 000. Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft über die Berufsausbildung im Lehrberuf Tiefbauspezialist/Tiefbauspezialistin (Tiefbauspezialist/Tiefbauspezialistin-Ausbildungsordnung), Entwurf Version 2.6 vom 28.01.2019. AO2019–Tiefbauspezialist–SP-V2.6, Wien, Jänner 2019
- 24 BFWF: 000. Verordnung des Bundesministers für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort über die Berufsausbildung im Lehrberuf Betonbau (Betonbau-Ausbildungsordnung), Entwurf Version 1.12 vom 28.01.2019. AO2019-Betonbau-V1.12, Wien, Jänner 2019
- 25 BFWF: 000. Verordnung des Bundesministers für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort über die Berufsausbildung im Lehrberuf Hochbau (Hochbau-Ausbildungsordnung), Entwurf Version 1.17 vom 28.01.2019. AO2019-Hochbau- V1.17, Wien, Jänner 2019
- 26 BFWF: 000. Verordnung des Bundesministers für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort über die Berufsausbildung im Lehrberuf Tiefbau (Tiefbau -Ausbildungsordnung), Entwurf Version 1.11 vom 28.01.2019. AO2019-Tiefbau- V1.11, Wien, Jänner 2019
- 27 C. Childers, H. Hartmann, A. Hegewisch: Women, automation and the future of work. Report of the Institute for Women’s Policy Research. URL: <https://iwpr.org/publications/women-automation-future-of-work/>, abgerufen am 18.03.2019
- 28 Chvo: China. Schülerkontrolle mit digitalem Armband. Orf.at am 09.03.2019, URL: <https://orf.at/stories/3114464/>, abgerufen am 12.03.2019
- 29 H. Christalon, G. Goger, W. Reismann: AVVA radikal-digital. Überlegungen zu Ausschreibung Vergabe Vertrag Abrechnung. Schriftenreihe der österreichischen Plattform 4.0, TU Verlag, Wien, Februar 2019
- 30 CLR Hrsg.: Construction in the year 2020. European Institute for Construction Labour Research, CLR News No. 4/2012, Brüssel 2012
- 31 Dassault Systems: Sind Sie bereit für die Zukunft der Fertigung? E-Book, Dassault Systems, URL: <https://discover.3ds.com/de/the-future-of-manufacturing>, abgerufen am 27.03.2019
- 32 U. Dirksen: Die Zukunft der Arbeit beginnt jetzt! Wie der Wandel in Lateinamerika gestaltet werden kann. Friedrich Ebert Stiftung, Berlin, April 2018
- 33 J. Flecker, U. Holtgrewe, T. Riesenecker-Caba: „Industrie 4.0“ – eine arbeitssoziologische Einschätzung. Endbericht für die AK Wien. FORBA Forschungs- und Beratungsstelle Arbeitswelt, Wien, November 2015

- 34 J. Flecker, A. Schönauer, T. Riesenecker-Caba: Arbeit 4.0. Kap. 18: Arbeit 4.0 – Auswirkungen technologischer Veränderungen auf die Arbeitswelt. Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, Wien, 2016
- 35 J. Flecker: Digitalisierung und die Konsequenzen für Arbeit, Beschäftigung und Politik. Präsentation, Dialog Forum Arbeitswelt 2016: Wege aus der Arbeitslosigkeit. Universität Wien, 2016
- 36 J. Flecker: Arbeit und Beschäftigung. Eine soziologische Einführung. UTB, Facultas, Wien, 2017
- 37 C. Fölzer, R. Krenn, A. Scheiblauber: Digitalisierung. BHI Arbeitsgruppe. ÖGB, Gewerkschaft Bau-Holz, Wien, August 2018
- 38 C. B. Frey, M. A. Osborne: The future of employment: How susceptible are jobs to computerization? Oxford University Engineering Sciences Department, Oxford, September 2013
- 39 J. R. Fuentes, J. S. Monleon, M. Rumignani: Digit-Fur Auswirkungen der digitalen Transformation in der Holzmöbelindustrie, Studie 2019. URL: <http://digit-fur.eu/documents/>, abgerufen am 29.04.2019
- 40 G. Goger, M. Piskernik, H. Urban: Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen. Empfehlungen für zukünftige Forschung und Innovationen. Technische Universität Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Wien, Dezember 2017
- 41 G. Goger, W. Reismann: Prozesslandkarte für ein digitales Bauprojekt. bauaktuell, Wien, November 2018
- 42 G. Goger, W. Reismann: Roadmap Digitalisierung von Planen, Bauen und Betreiben in Österreich. TU Verlag, Wien, April 2018
- 43 C. Grobner: Das Brodeln unter der Hightech-Oberfläche. DiePresse, Wien, 02.02.2019
- 44 GS Lexikon: Disruption. URL: <https://www.gruenderszene.de/lexikon/begriffe/disruption>, abgerufen am 29.05.2019
- 45 R. Haridy: Japanese construction robot demonstrates the future of building. AIST Japan's National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 02.10.2018. URL: <https://newatlas.com/aist-construction-robot-humanoid-hrp-5p/56585>, abgerufen am 29.05.2019
- 46 S. Hodges: The future of construction work and workers. URL: <http://www.futureofbusinessandtech.com/business-solutions/the-future-of-construction-work-and-workers>, abgerufen am 26.04.2019
- 47 P. Hoff, K.-S. Schober, Hrsg. Roland Berger: Think Act Beyond Mainstream, Digitalisierung der Bauwirtschaft. Der europäische Weg zu „Construction 4.0“. München, 2016
- 48 M. Horvath, M. Steven, K.-I. Voigt, R. K. von Weizsäcker, H.-W. Wohltmann: Produktivität, Definition, Verhältnis von Output und Input. Gabler Wirtschaftslexikon, Februar 2018, URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/produktivitaet-46151/version-269437>, abgerufen am 26.12.2018
- 49 IAO Internationale Arbeitsorganisation, Globale Kommission zur Zukunft der Arbeit: Für eine bessere Zukunft arbeiten. ILO Publications, Genf, 2019
- 50 ILO International Labour Organization: Work for a brighter future – Global Commission on the Future of Work, Executive Summary. ILO Publications, Genf, 2019
- 51 ILO International Labour Organization: Work for a brighter future – Global Commission on the Future of Work, Report. ILO Publications, Genf, 2019
- 52 ITUC International Trade Union Confederation: The Future of Work. URL: <https://www.ituc-csi.org/future-of-work?lang=en>, abgerufen am 26.02.2019

- 53 ITUC International Trade Union Confederation: The Future of Work: A Global Deal. A new contract for the global workforce. URL: <https://www.ituc-csi.org/future-of-work?lang=en>, abgerufen am 27.02.2019
- 54 S. G. Jánosky, L. Abicht: So arbeiten wir in der Zukunft, Goldegg Verlag, Berlin, Mai 2013
- 55 J. Klatzer: Debatte über Homeoffice-Gesetz. Orf.at am 26.02.2019, URL: <https://orf.at/stories/3113016/>, abgerufen am 27.02.2019
- 56 L. Kuo: Chinese School under fire for buying tracking bracelets for students. TheGuardian, 08.03.2019, URL: <https://www.theguardian.com/world/2019/mar/08/chinese-school-under-fire-for-buying-tracking-bracelets-for-students> abgerufen am 12.03.2019
- 57 Leitfaden Bauvergaben Gemeinden: Best- statt Billigstbieter. Faire Vergaben, 16.01.2017, URL: <http://www.faire-vergaben.at/>, abgerufen am 12.02.2019
- 58 J. Moutafis: Wie das Arbeitsministerium sich auf die Folgen der Digitalisierung vorbereitet. 25.03.2019, URL: <https://business-user.de/arbeitswelt/wie-das-arbeitsministerium-sich-auf-die-folgen-der-digitalisierung-vorbereitet/>, abgerufen am 26.03.2019
- 59 J. Muchitsch: Gewerbeordnung passiert Ministerrat – Giftzähne gezogen. Auch bei der Novelle der Gewerbeordnung geht etwas weiter – Zielgerade erreicht. Faire Vergaben, 01.02.2017, URL: <http://www.faire-vergaben.at/>, abgerufen am 12.02.2019
- 60 J. Muchitsch: Bauarbeiter Quo Vadis. Presentation. BHI, 21.02.2019
- 61 W. Nagl, G. Titlbach, K. Valkova: Digitalisierung der Arbeit: Substituierbarkeit von Berufen im Zuge der Automatisierung durch Industrie 4.0. Institut für Höhere Studien IHS Wien, Studie im Auftrag des Sozialministeriums, Endbericht im Jänner 2017
- 62 M. Niehaus: The Future of Work: Experiences from Germany. Presentation, Conference On Digital Economy and its Implications for Employment, Jakarta, 26. April 2017
- 63 NTV.DE: Zukunftssichere Jobs: das sind die Trendberufe 2019, NTV.de. URL: <https://www.n-tv.de/ratgeber/Das-sind-die-Trendberufe-2019-article20778972.html>, abgerufen am 02.01.2019
- 64 ORF-Artikel zu Studie: Automatisierung kostet vor allem Frauen Jobs. Orf.at am 15.03.2019, URL: <https://orf.at/stories/3115195/>, abgerufen am 18.03.2019
- 65 ORF: OECD ruft zu Maßnahmen gegen Jobschwund auf. Orf.at am 25.04.2019.2019, URL: <https://orf.at/stories/3119970/>, abgerufen am 26.04.2019
- 66 M. Peneder, DerStandard/Wirtschaft: Wifo: Digitalisierung führt zu Verlagerung statt Verlust an Arbeitsplätzen, 21.01.2019, URL <https://derstandard.at/2000096751399/Wifo-Digitalisierung-fuehrt-zu-Verlagerung-statt-Verlust-an-Arbeitsplaetzen>, abgerufen am 14.03.2019
- 67 R.D. Precht: ÖVP wird Grundeinkommen einführen. ORF Talk am 27.01.2019. URL: <https://kurier.at/kultur/medien/precht-bei-orf-talk-im-zentrum-oevp-wird-grundeinkommen-einfuehren/400390349>, abgerufen am 05.02.2019
- 68 J. Rattenberger, C. Schranz, H. Urban: BIM auf die Baustelle – Forschungsprojekt mit AR. Präsentation am BIM Symposium 2019 in Wien, am 21.03.2019
- 69 F. Rötzer: Japan will mit Robotern Arbeitskräftemangel auf Baustellen ausgleichen. 19.03.2017. URL: <https://www.heise.de/tp/features/Japan-will-mit-Robotern-Arbeitskraeftemangel-auf-Baustellen-ausgleichen-3657162.html>, abgerufen am 29.05.2019
- 70 D. Rühl: Machine Learning – welche Vorteile hat maschinelles Lernen? 17.03.2017, URL: <https://digitaler-mittelstand.de/technologie/ratgeber/machine-learning-welche-vorteile-hat-maschinelles-lernen-33362>, abgerufen am 29.05.2019



- 71 A. Scheiblauser: Entsendungen. Arbeitsrechtliche Darstellung von Entsendungen nach Österreich mit Schwerpunkt Bauwirtschaft. ÖGB Verlag, Wien, November 2018
- 72 M. Schindler: Wie viele Jobs kostet die Digitalisierung wirklich? 05.10.2018, URL: <https://business-user.de/arbeitswelt/wie-viele-jobs-kostet-die-digitalisierung-wirklich/>, abgerufen am 14.03.2019
- 73 S. Sill: Die Vorteile der Viertagewoche. Orf.at am 04.03.2019, URL: <https://orf.at/stories/3112228/>, abgerufen am 04.03.2019
- 74 SOLID: So menschenleer wird die Baustelle 2050. SOLID 03/2018. URL: <https://solidbau.at/a/so-menschenleer-wird-die-baustelle>, abgerufen am 05.02.2019
- 75 G. Spöttl, L. Windelband: Diffusion von Technologien in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel des „Internet der Dinge“ in: Faßhauer, Uwe Hrsg.; Fürstenau, Bärbel Hrsg.; Wuttke, Eveline Hrsg.: Berufs- und wirtschaftspädagogische Analysen – aktuelle Forschungen zur beruflichen Bildung. Opladen u.a. : Verlag Barbara Budrich, 2012, S. 205-219
- 76 T. Trabi: Bausozialpartner appellieren: Neues Vergabegesetz nutzen. GBH Presse, APA, 13.11.2018, 13:47h, URL: <https://www.ots.at/>, abgerufen am 12.02.2019
- 77 TUAC Trade Union Advisory Committee to the OECD: OECD Focus on the Future of Work – TUAC Policy Recommendations (Ensuring regulation remains fit for purpose, collective bargaining, worker-centred approach to innovation etc.). Paris, Oktober 2018
- 78 TUAC Trade Union Advisory Committee to the OECD: OECD Focus on the Future of Work – TUAC Policy Recommendations (Overview, Expected key messages, recommendations on policy solutions). Paris, Oktober 2018
- 79 Universität Bremen: Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. bayme vbm Studie, erstellt von Universität Bremen, April 2016
- 80 K.-I. Voigt: Automatisierung, Definition. Gabler Wirtschaftslexikon, URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/automatisierung-27138> , abgerufen am 29.05.2019
- 81 K. Weinersmith, Z. Weinersmith: Soonish: Ten emerging technologies that'll improve and/or ruin everything. Penguin, Oktober 2017
- 82 S. Welk: Normen schaffen Zukunft. URL: <https://www.zukunftindustrie.info/industrie4-0/normen-schaffen-zukunft/#>, abgerufen am 29.05.2019
- 83 A. Widmann, DerStandard: Bedingungsloses Grundeinkommen soll in Österreich Fahrt aufnehmen. Juli 2018, URL: <https://derstandard.at/2000084073028/Bedingungsloses-Grundeinkommen-soll-in-Oesterreich-Fahrt-aufnehmen>, abgerufen am 14.12.2018
- 84 Wikipedia: Cyber-physisches System. URL: [https://de.wikipedia.org/wiki/Cyber-physisches\\_System](https://de.wikipedia.org/wiki/Cyber-physisches_System), abgerufen am 29.05.2019
- 85 Wikipedia: Lidar. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Lidar>, abgerufen am 29.05.2019
- 86 L. Windelband: Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“. Journal of Technical Education JOTED Band 2, 2014, URL: <http://www.journal-of-technical-education.de>
- 87 WKÖ Geschäftsstelle Bau der Bundesinnung Bau und des Fachverbands der Bauindustrie: Kollektivvertrag für Angestellte des Baugewerbes und der Bauindustrie in der Fassung vom 1. Mai 2017, Wirtschaftskammer Österreich Hrsg. Wien, 2017
- 88 WKÖ Geschäftsstelle Bau der Bundesinnung Bau und des Fachverbands der Bauindustrie: Kollektivvertrag für ArbeiterInnen des Baugewerbes und der Bauindustrie in der Fassung vom 1. Mai 2017, Wirtschaftskammer Österreich Hrsg. Wien, 2017
- 89 WKÖ Geschäftsstelle Bau der Bundesinnung Bau und des Fachverbands der Bauindustrie: Kollektivvertrag für Angestellte des Baugewerbes und der Bauindustrie in der Fassung vom 1. Mai 2018, Wirtschaftskammer Österreich Hrsg. Wien, 2018

- 90 WKO Geschäftsstelle Bau der Bundesinnung Bau und des Fachverbands der Bauindustrie: Kollektivvertrag für Bauindustrie und Baugewerbe in der Fassung vom 1. Mai 2018, Wirtschaftskammer Österreich Hrsg. Wien, 2018
- 91 WKO Geschäftsstelle Bau: Motivenbericht Lehrberufe Betonbau und Lehrberuf Betonbauspezialist/in, Entwurf. Wien, Dezember 2018
- 92 WKO Geschäftsstelle Bau: Motivenbericht Lehrberufe Hochbau und Lehrberuf Hochbauspezialist/in, Entwurf. Wien, Dezember 2018
- 93 WKO Geschäftsstelle Bau: Motivenbericht Lehrberufe Tiefbau und Lehrberuf Tiefbauspezialist/in, Entwurf. Wien, Dezember 2018
- 94 World Economic Forum in collaboration with The Boston Consulting Group: Towards a Reskilling Revolution. A Future of Jobs for All. World Economic Forum, Genf, Jänner 2018

## Bildquellen

- [B.1] Robotergesteuerter Manipulationsarm. URL: <https://www.roboticstomorrow.com/>
- [B.2] Humanoide Roboter. URL: <https://newatlas.com/aist-construction-robot-humanoid-hrp-5p/56585/>
- [B.3] Schultereinheit trägt die Last und erlaubt dem Arbeiter sich auf das Werkzeug zu konzentrieren. URL: <https://www.suitx.com/shoulderx>,
- [B.4] Roboter beim Aufbau einer Ziegelwand in komplexer Geometrie. URL: <http://gramaziokohler.arch.ethz.ch/>



# Nationale und internationale Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeitnehmer\_innen auf Baustellen

Wissenschaftliche Studie | Genf, Schweiz | Juni 2019

## Bau- und Holzarbeiter Internationale

Route des Acacias 54  
CH-1227 Carouge GE  
Schweiz

Tel.: +41 22 827 37 77  
Fax: +41 22 827 37 70  
Email: [info@bwint.org](mailto:info@bwint.org)  
[www.bwint.org](http://www.bwint.org)



BHI  
Bau- und Holzarbeiter  
Internationale  
[www.bwint.org](http://www.bwint.org)



JUST  
TRANSITION  
CENTRE