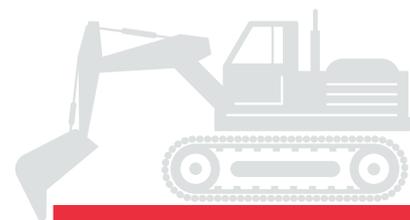


Digital Landscape für die Bauwirtschaft

Digital Landscape für die Bauwirtschaft

Einleitung



Die Digital Landscape für die Bauwirtschaft gibt einen Überblick über relevante digitale Technologien mit Fokus auf die Lebenszyklusphase Errichtung. Adressiert werden das Baugewerbe und die Gebäudetechnik.

Digitalisierung kann niemals Selbstzweck sein. Sie muss einen konkreten Mehrwert liefern – sei es, einen Innovationsvorsprung zu verschaffen, für Effizienzsteigerungen zu sorgen oder Potenziale für Gebäudequalitäten wie z.B. Nachhaltigkeit zu heben.

Die Digital Landscape richtet sich vor allem an EntscheidungsträgerInnen in KMU. Ihr Anspruch ist es, diesen als Orientierung und Anstoß zu dienen bei den Fragen:

- Welche Technologien haben Potenzial für das eigene Unternehmen?
- Mit welcher Technologie lohnt sich, in einem nächsten Schritt, eine vertiefende Auseinandersetzung?

Im Bauwesen wird Digitalisierung häufig mit dem Thema Building Information Modelling gleichgesetzt. Dass die Digitalisierung der Bauwirtschaft weit mehr umfasst, zeigt die Breite des vorliegenden Technologie-Überblicks.

Impressum

Diese Publikation wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort geförderten Strategischen ACR-Projekts KMU 4.0 erstellt.

Herausgeber, Medieninhaber:

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie
Alserbachstraße 5/8, 1090 Wien
www.ibo.at

In Kooperation mit:

KMU Forschung Austria (KMFA)
Güssing Energy Technologies (GET)
Österreichisches Institut für angewandte Telekommunikation (ÖIAT)

Design, Satz:

studioback - B.A.C.K. Grafik & Multimedia GmbH
(www.studioback.at)

Kontakt:

Mag. Veronika Huemer-Kals
veronika.huemer-kals@ibo.at

Wien, März 2020

Disclaimer:

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen wurden sorgfältig recherchiert. Für unrichtige oder nicht mehr aktuelle Informationen kann dennoch keine Haftung übernommen werden. Im Abschnitt „Lexikon“ werden zu Informationszwecken Projektbeispiele, Anbieter und Infoquellen genannt. Die Nennung stellt keine (Produkt-)Empfehlung oder Werbung dar und wurde in keiner Weise vergütet oder gefördert.

Digital Landscape

Völlige Digitalisierungsverweigerer sind die wenigsten Unternehmen¹. Praktisch alle arbeiten mit Computern und Smartphones, tauschen online Daten aus oder verwenden Projektmanagement-Softwares.

Digitale Technologien, welche in der Baubranche Anwendung finden, lassen sich nach deren Fortschrittslevel – und damit auch Verbreitungsgrad - clustern.

Level 1: Basics

Dieser Level beinhaltet Technologien, welche bereits in einer Vielzahl von Anwendungen am Markt verfügbar sind und daher auch im KMU Segment relativ einfach verwendet werden können.

Bei den Technologien dieses Levels geht es in erster Linie darum, auch bisher übliche Tätigkeiten mittels digitaler Hilfsmittel effizienter zu gestalten.

Level 2: Advanced

In diesem Level finden sich jene Technologien, welche in der Baubranche zwar schon angeboten werden, aber aufgrund ihrer Komplexität und Kosten derzeit noch nicht so weit verbreitet sind.

Es ist zu erwarten, dass diese Technologien nach und nach und in zunehmendem Maße auch für KMU interessant bzw. notwendig werden, um konkurrenzfähig zu bleiben.

Level 3: Innovative

Technologien, welche zwar schon verfügbar sind, aber in der Baubranche aktuell fast ausschließlich in Forschungsprojekten Anwendung finden, sind in diesem Level zusammengefasst.

Dieser Level ist gekennzeichnet durch einen hohen Innovationsgrad, durch welchen neue Geschäftsfelder und –modelle für das Unternehmen entstehen können.

¹ Nur eine verschwindende Minderheit der österreichischen UnternehmerInnen (1 %) sieht sich als digitalen Asketen, siehe [Goger 2018], nach: Julius Raab Stiftung: Innovation und digitaler Wandel; Das Meinungsbild der österreichischen Unternehmer, November 2015.



Level 1: Basics

Level 2: Advanced

Level 3: Innovative



BIM 3D-Modell



BIM 4/5/6D-Modell



BIM 7D-Modell



Projektplattformen und Baustellen-Apps



VR/AR
(Bauprojektmanagement)



Künstliche Intelligenz



VR/AR
(Architekturvisualisierung)



Drohnen



Roboter am Bau



Digitale Ausschreibung



Internet of Things
(Predictive Maintenance)



Blockchain



Product Information Management



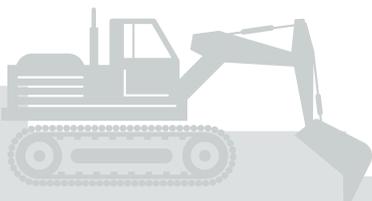
3D-Druck
(Bauteile)



3D-Druck
(Gebäude)



Internet of Things
(Tracking von Bauprodukten und Baumaschinen)



Level 1: Basics

Lösung



BIM 3D-Modell

Ein mit Building Information Modelling (BIM) geplantes Gebäude basiert auf einem digitalen 3D-Modell, das mit weiteren Daten und Informationen angereichert werden kann.



Projektplattformen und Baustellen-Apps

Die Projektbeteiligten tauschen auf einer einzigen Plattform Daten, Erfahrungen und Projektwissen aus. Die Cloud unterstützt ortsunabhängiges Zusammenarbeiten, eine Reihe von Apps für die Baustelle unterstützt beim Bauprojektmanagement (Baudokumentation, Logistik oder Mängelmanagement).



VR/AR (Architekturvisualisierung)

Ein BIM-Modell kann die Basis für eine Virtual Reality-Architekturvisualisierung sein.



Digitale Ausschreibung

In der ÖNORM A2063-2 werden Vorgaben für die digitale Ausschreibung festgelegt. Damit wird eine automatisierte Verarbeitung der Anforderungen mittels entsprechender Software möglich.



Product Information Management

An zentraler Stelle werden alle für das Produkt relevanten Informationen zur Verfügung gestellt.



Internet of Things (Tracking von Bauprodukten und Baumaschinen)

Vernetzte Bauprodukte, -geräte und -maschinen sind jederzeit auffindbar, der Lieferstatus immer abrufbar. Die Lagerhaltung auf der Baustelle lässt sich so optimieren.

Potenzial

- **Kooperation:** Gemeinsame Datenbasis für alle Projektbeteiligten
- **Digitale Dokumentation:** Basis für ein As-Built-Modell für Gebäudebetrieb und Rückbau
- **Kosten- und Zeitersparnis:**
 - digitale Kollisionskontrolle
 - Mehrarbeit und Fehler werden vermieden

- **Marketingvorteile durch eine VR-Architekturvisualisierung**

- **Transparentere und vereinfachte Vergabeprozesse**

- **Kosten- und Zeitersparnis durch**
 - Digitalisierung und Automatisierung (Dokumentation, Lieferscheine, Rechnungen, ...)
 - Entfall der Suche von Arbeitsmitteln und Produkten
 - „Just in time“-Lieferungen, Aufwand für Lagerung wird minimiert, Stillstände von Geräten vermieden

Level 2: Advanced

Lösung



BIM 4/5/6D-Modell

Das BIM-Modell wird mit Daten zu Terminen (4D), Kosten (5D) und Nachhaltigkeit (6D) angereichert. Damit sind der Betrieb der Baustelle und die Baustellenlogistik (Vorfertigungsgrade, ...) im BIM-Modell integrierbar. Auf Basis der vorhandenen Daten können Optimierungen zu Energiebedarf und Ökologie des Gebäudes durchgeführt werden.

Potenzial

- **Verbesserung der Gebäude- und Planungsqualität:**
 - Simulationen und Analysen zur Optimierung und Effizienzsteigerung (Energie, Ökologie, Bauablauf)
 - Termin- und Kostenplanungen sowie Abrechnung auf Basis des BIM-Modells



VR/AR (Bauprojektmanagement)

Virtual und Augmented Reality unterstützt im Projektmanagement, zum Beispiel im Rahmen von virtuellen Objektbegehungen, virtuellen Baubesprechungen oder in der Schulung und Wartung.

- **Kooperation:** Ortsunabhängige Abstimmung zwischen den Projektbeteiligten, globale Kooperation
- **Kosten- und Zeitersparnis**
 - Vermeidung von Missverständnissen und Fehlern
 - Beschleunigte Planungsprozesse, effizientere Zusammenarbeit



Drohnen

Bei Sanierungsprojekten werden die geometrischen Daten des Baubestands digital erfasst und in ein Gebäudemodell umgewandelt. Vermessungsbüros setzen dafür unter anderem Laserscans oder Drohnen ein und bieten die Erstellung von BIM-fähigen 3D-Modellen an.²

Der Baufortschritt kann mittels Drohnen dokumentiert werden. Baubegleitende Vermessung dient zur Beweissicherung, aber auch um frühzeitig Abweichungen vom Plan festzustellen.³

- **Verringerter Aufwand bei Dokumentation und Messdatenerhebung**

² Z.B. <http://www.spatial-services.com/3d-laserscanning/>, <http://neu.ekg-baukultur.com/architekturvermessung/>, <http://die-bim-vermesser.at/alle> abgerufen am 17.05.2019

³ Siehe Interview mit Hanns Schubert und Martin Oberzaucher („Die BIM-Vermesser“), <https://a3bau.at/der-digitale-zwilling-ist-die-zukunft>, abgerufen am 27.05.2019

Lösung



Internet of Things

(Predictive Maintenance)

Durch Vernetzung der Baumaschinen wird laufend der Zustand überprüft, im Bedarfsfall eine Wartung/Reparatur angestoßen und die Auslastung optimiert. Mit der Erfassung von Materialeigenschaften können Einbauprozesse kontrolliert und weiter optimiert werden (z.B. Aushärtungsprozess Beton).

Potenzial

- Predictive Maintenance für Baumaschinen: Echt-Zeit-Information über den Maschinenzustand, automatische Service-Erinnerung, verlängerte Lebensdauer⁴



3D-Druck

(Bauteile)

Individuelle Bauteile können mittels 3D-Druck direkt auf der Baustelle oder „off site“ gefertigt werden.

- Hohe Gestaltungsfreiheit bei der individuellen Fertigung von Bauteilen



⁴ <https://a3bau.at/trends-bei-baumaschinen>, abgerufen am 17.05.2019

Level 3: Innovative

Lösung



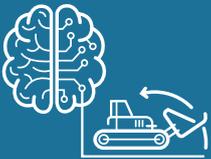
BIM 7D-Modell

Das BIM-Modell aus der Planungs- und Errichtungsphase dient im Gebäudebetrieb als digitales „As built“ Gebäudemodell. Im BIM 7D-Modell sind alle für den Betrieb relevanten Informationen enthalten (eingesetzte Baumaterialien, Wartungsinformationen, Betriebsbedingungen, ...). Zusätzlich liefern Sensoren während des Betriebs Daten zum Energieverbrauch, Verschleiß etc.

NutzerInnen können sich die gewünschten Informationen (Benutzermanuals, Raumtemperatur etc.) in einem „Viewer“ anzeigen lassen.

Potenzial

- Daten strukturiert und vollständig im BIM-Modell abgelegt
- Kosten- und energieeffizienter Gebäudebetrieb durch vollständige elektronische Dokumentation des Gebäudes
- Predictive Maintenance für Gebäudeinstallationen, Wartungen werden automatisch initiiert, Ausfälle vermieden
- Erleichterte Planung von Sanierungs- bzw. Rückbaumaßnahmen
- Identifikation und Lokalisation von Schad- und Gefahrstoffen



Künstliche Intelligenz

In der Baustellenabwicklung nehmen die Datenmengen mit jedem neuen Auftrag zu. Maschinelle Lernsysteme ermitteln daraus qualitäts- und sicherheitsrelevante Trends sowie eventuell damit verbundene Risiken.

Assistenzsysteme für Baumaschinen ermöglichen, mittels autonomer Steuerung wiederkehrende Maschinenbewegungen zu automatisieren und zu optimieren. Ebenso lassen sich logistische Prozesse automatisieren.

- Produktivitätssteigerung und Prozessoptimierung: Künstliche Intelligenz liest auch aus großen Datenmengen die relevanten Informationen, um Bauprozesse besser zu gestalten
- Automatisierung von Aufgaben, Entlastung der Bediener, sicheres Arbeiten durch Autonome Steuerung und Assistenz-Systeme⁵



Roboter am Bau

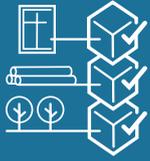
Anwendungsmöglichkeiten für Robotik sind das Mauern von Wänden, das Bohren Überkopf oder im Trockenbau.



⁵ <https://a3bau.at/trends-bei-baumaschinen>, abgerufen am 17.05.2019



Lösung



Blockchain

Smart Contracts sind digital geschlossene und ausgeführte Verträge. Mit Blockchain-Technologie verifiziert, sind sie fälschungssicher und ersetzen papierbasierte Verträge.

Im Supply Chain Management kann durch die Blockchaintechologie bereits die Ware vom Anfang an bis zum Letztverbraucher lückenlos nachverfolgt werden. Die Herkunft und Qualität von Produkten kann gesichert nachgewiesen werden.



Potenzial

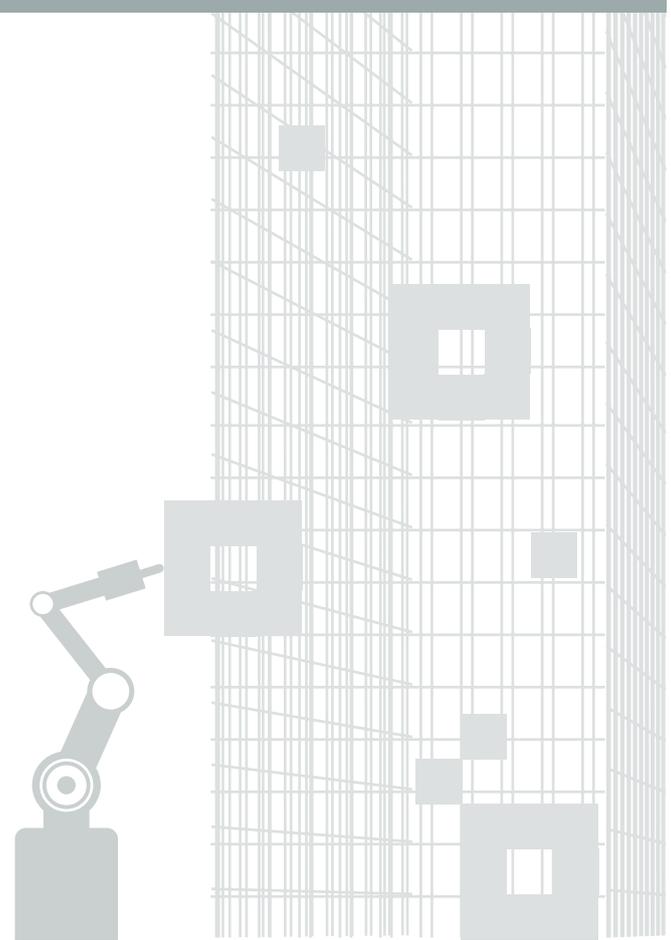
- **Sicherheit der mittels Blockchain verifizierten Verträge**
- **Transparente Lieferkette und Planbarkeit:** Die Einhaltung vorgegebener Qualitätsstandards kann so gewährleistet werden.



3D-Druck (Gebäude)

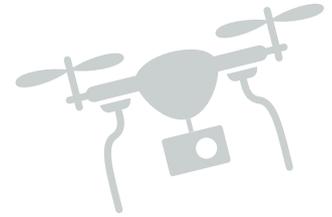
Innerhalb weniger Tage kann ein ganzes Gebäude aus dem 3D-Drucker errichtet werden.

- **3D-Druck ermöglicht langfristig massive Bauzeit- und -kostenreduktionen.** Verringerter Materialbedarf und Wegfall von Transportwegen bedeuten erhöhte Ressourceneffizienz, CO2-Einsparung sowie geringere Lärm- und Feinstaubbelastung.



Herausforderungen

Die folgende Abbildung basiert auf Interviews mit Unternehmen aus einem Großteil der gesamten Wertschöpfungskette des Baubereichs, die zum Status der eigenen Digitalisierung befragt wurden. Dabei wurde auch die Frage erörtert, welche digitalen Technologien bereits eingesetzt werden, ob die Anwendung dieser Technologien außerhalb von Pilotvorhaben stattfindet und welchen Herausforderungen sich die Unternehmen bei den entsprechenden Digitalisierungsanstrengungen gegenübersehen.

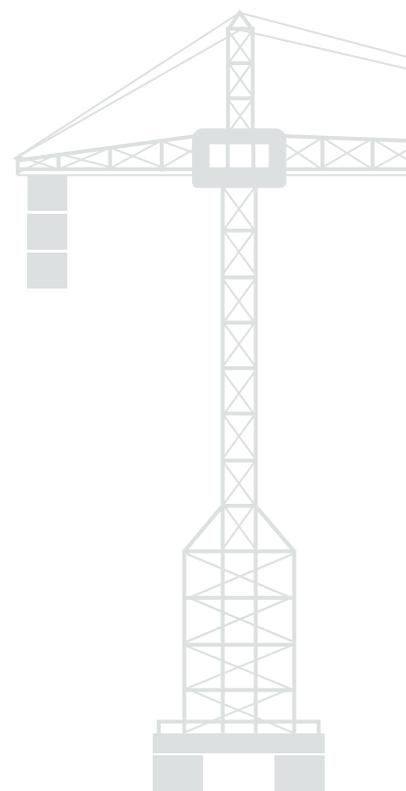


Die Abbildung ist eine Repräsentation dieser Erkenntnisse, d.h. sie verdeutlicht, welche Hürden sich im Durchschnitt der Unternehmen als wie schwierig zu überwinden erwiesen haben. Die Spalten stehen für Typen von Hemmnissen und Herausforderungen, d.h. jene, die aufgrund eines inhaltlichen Zusammenhangs zusammengefasst wurden:

- **Kosten (Anschaffung und Betrieb):** Digitale Technologien bedürfen entsprechender Investitionen, die zum Teil recht substantiell sind, zumal es sich in einigen Fällen um Hardware handelt oder dort, wo es sich um Softwarelösungen handelt, eine geringe Anzahl von Anbietern existiert.
- **Schnittstellen und Kompatibilität:** Insbesondere die für digitale Technologien so zentralen Softwarelösungen müssen für eine sinnvolle, alle (oder die meisten) Unternehmensprozesse umfassende, Digitalisierung in bestehende IKT-Systeme eingebunden werden – und diese Schnittstellen existieren teilweise (noch) nicht, verursachen zusätzliche (hohe) Kosten oder erfordern einen umfassenderen Umbau von IT-Systemen (Ersatz von älteren Systemen, Softwarelösungen etc.).
- **Hardwareanforderungen:** Viele digitale Technologien benötigen eine relativ leistungsfähige IT-Hardware, wie sie in vielen Unternehmen aus dem Baubereich bislang nicht notwendig war und also nicht existiert, und darüber hinaus steigen diese Anforderungen mit der Digitalisierung, d.h. dem Einsatz weiterer digitaler Technologien.
- **Aufwand data management:** Eine sinnvolle Digitalisierung basiert zumeist auf den Daten des eigenen Unternehmens, die auch im Baubereich oftmals gar nicht, nicht vollständig oder nicht in unmittelbar verarbeitbarer Form erfasst und gespeichert werden, d.h. es bedarf einiges an zeitlichem (und damit finanziellem) Aufwand, die für den Einsatz digitaler Technologien notwendigen Datenmengen in der erforderlichen Qualität zur Verfügung zu haben.
- **Regulation, Standards, Normen:** Insbesondere im Baubereich ist aufgrund der Dichte an gesetzlichen und anderen Regeln (etwa die Sicherheit von Baustellen und Gebäuden betreffend) auch der Einsatz digitaler Technologien entsprechend vielen Regularien unterworfen. Für Unternehmen ist oft nicht ohne weiteres festzustellen, welche daraus entstehenden Anforderungen überhaupt existieren oder anzuwenden sind sowie welche Standards oder Normen bei der Entscheidung für z.B. einen Anbieter von digitalen Lösungen hinsichtlich Kompatibilität zu beachten sind.

- **Aufwand Kompetenzaufbau:** Wie in vielen Sektoren müssen die Kompetenzen im Umgang mit digitalen Technologien erst noch aufgebaut werden.
- **Nachfrage:** Obwohl viele digitale Technologien auf die unternehmensinternen Prozesse abzielen bzw. diese digital abbilden und dabei zu optimieren helfen, sind digitale Technologien auch an der Schnittstelle zu KundInnen relevant. Jedoch treffen diese gerade im Baubereich bislang oft auf zu geringe Nachfrage, da der Zusatznutzen für die KundInnen (Zugriff auf bestimmte Informationen, intelligente Steuerung usw.) nicht vollständig erkannt bzw. kommuniziert wird oder schlichtweg die Kosten-Nutzen-Kalkulation negativ beurteilt wird.
- **Akzeptanz (organisationsintern):** Einsatz von und Umstellung auf digitale/n Technologien erfordern neben den dafür notwendigen Kompetenzen auch die Akzeptanz bei den eigenen MitarbeiterInnen, die gerade in einem vergleichsweise „analogen“ Sektor wie dem Baubereich nicht immer und überall gegeben ist und durch Management und Personalführung begleitet werden muss.
- **Datenschutz:** Der Einsatz digitaler Technologien bedingt die Erfassung und Speicherung entsprechender Datenmengen, die u.U. personenbezogener Natur sind, potenziell Geschäftsgeheimnisse beinhalten oder anderweitig sensibel sind. Deren Schutz ist aus rechtlichen und/oder wirtschaftlichen Gründen geboten und setzt entsprechende Kenntnisse auch technischer Implementierung von Datenschutz voraus.

Die Farbgebung verdeutlicht die Wahrnehmung von Hemmnissen und Herausforderungen mit Hinblick darauf, wie stark diese (ver-)hindernd auf den Einsatz der einzelnen digitalen Technologien wirken. Diese Darstellung kombiniert dabei immer objektive Beurteilungen (z.B. von tatsächlichen, bekannten Kosten) mit subjektiven Wahrnehmungen (z.B. vermutete Kosten oder subjektive Kosten-Nutzen-Abwägungen). Als von Unternehmen besonders schwerwiegend empfundene Hindernisse sind dementsprechend rot gekennzeichnet, solche, die in aller Regel nicht als Hindernis oder Herausforderung wahrgenommen werden, grün. Erstere sind allerdings nicht so zu verstehen, dass sie faktisch (vor allem für kleine und mittlere Unternehmen) unüberwindbar sind. Vielmehr ist diese Heatmap dafür gedacht, wesentliche Herausforderungen für den Einsatz digitaler Technologien nicht nur zu identifizieren, sondern ihre relative Bedeutung kenntlich zu machen. Damit sollen Unternehmen besser verstehen, welchen Aspekten des Einsatzes digitaler Technologien sie besondere Aufmerksamkeit widmen sollten und eine strategische Planung des individuellen Umgangs mit den Herausforderungen rechtzeitig angehen. Als weniger stark gekennzeichnete Herausforderungen sollten daher auch nicht ignoriert werden, sondern sind für die meisten Unternehmen nur leichter zu überwinden. Aber auch diesen müssen sich die Unternehmen stellen und Strategien zu ihrer Bewältigung entwickeln und umsetzen.





Kosten (Anschaffung und Betrieb)
 Schnittstellen und Kompatibilität
 Hardwareanforderungen
 Aufwand Data Management
 Regulation, Standards, Normen
 Aufwand, Kompetenzaufbau
 Nachfrage
 Akzeptanz (Organisationsintern)
 Datenschutz

		Kosten (Anschaffung und Betrieb)	Schnittstellen und Kompatibilität	Hardwareanforderungen	Aufwand Data Management	Regulation, Standards, Normen	Aufwand, Kompetenzaufbau	Nachfrage	Akzeptanz (Organisationsintern)	Datenschutz
Level 1 – Basics	BIM 3D-Modell	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
	Projektplattformen und Baustellen-Apps	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Orange
	VR/AR (Architekturvisualisierung)	Orange	Green	Orange	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Green	Green
	Digitale Ausschreibung	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green
	Product Information Management	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Green	Orange
	Internet of Things (Tracking)	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Orange
Level 2 – Advanced	BIM 4/5/6D-Modell	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Yellow	Orange	Orange
	VR/AR (Bauprojektmanagement)	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Green	Yellow	Orange	Yellow	Yellow
	Drohnen	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow
	Internet of Things (Predictive Maintenance)	Orange	Red	Orange	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Orange	Orange
	3D-Druck (Bauteile)	Orange	Green	Red	Yellow	Red	Yellow	Orange	Yellow	Green
Level 3 – Innovative	BIM 7D-Modell	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Orange	Orange
	Künstliche Intelligenz	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Orange	Orange	Orange
	Roboter am Bau	Red	Yellow	Red	Green	Orange	Red	Red	Yellow	Yellow
	Blockchain	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Orange	Yellow
	3D-Druck (Gebäude)	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Green

Lexikon

3D-Druck



Auf der Baustelle können vorgefertigte Teile aus dem 3D-Drucker eingesetzt werden, oder es wird direkt vor Ort gedruckt.

3D-Druck-Verfahren arbeiten unterschiedlich – aber alle fügen Material zusammen, anstatt welches abzutragen (man spricht daher von additiven Fertigungsverfahren). Bereits im Jahr 1984 entwickelte Chuck Hull den weltweit ersten 3D-Drucker.⁶ Nach dem Ablauf einiger Patente wurden 3D-Drucker vor etwa zehn Jahren populär, ein besonderer Hype war 2013 zu beobachten. Die bekannteste Form des 3D-Drucks, Fused Deposition Modelling (FDM, Schmelzschichtmodellierung), wurde günstig verfügbar und „für den Hausgebrauch“ einsetzbar.⁷

International ist eine rasante Entwicklung von 3D-Druck im Bauwesen – mit dem Schwerpunkt auf Beton-3D-Druck – zu beobachten. Mit Rekordbauzeiten von einem bis zu wenigen Tagen bietet diese Technologie das Potenzial, schnell und günstig Wohnraum zur Verfügung zu stellen und die gesamte Wohnungswirtschaft zu revolutionieren.⁸

In Europa sind die Bemühungen um die Entwicklungen des 3D-Drucks im Bauwesen durch ein starkes Engagement von Forschungseinrichtungen und Universitäten sowie Partnerschaften

zwischen Wirtschaft und Wissenschaft gekennzeichnet.⁹ Ein zu lösendes Problem ist, Beton mit Bewehrung, Installationen und diversen Anschlüssen zu verknüpfen. Der Ansatz, die Teile der Architektur klein und in transportablen Größen samt allen benötigten, technologischen Anschlusslöchern zu drucken und dann das Haus zusammzusetzen, entspricht eigentlich dem Betonfertigteiltbau.¹⁰

Trotz der Dominanz von Beton lassen sich auch Beispiele für alternative Materialien und nachwachsende Rohstoffe finden.

Beispiele

- **3D-Druck von Betonteilen als fertiges Paket für Bauunternehmer:** Seit 2018 ist der Beton-3D-Drucker „BauMinator“ auf dem Markt, den der Baustoffproduzent Baunit gemeinsam mit der Universität Innsbruck entwickelt hat. Angeboten wird ein Gesamtpaket mit Einrichtung der Soft- und Hardware, Einschulung beim Drucken, Lieferung des Spezialmörtels und laufendem Support. Damit bietet sich die Möglichkeit völlig neuer Formgebung und Oberflächengestaltung.¹¹
<https://baunit.at/bauminator>
- **Ressourcenschonung durch Betoneinsparung:** An der Technischen Universität Graz forscht ein Team bei dem Projekt COEBRO an der ressourcenschonenden Herstellung von Betonbauteilen mittels 3D-Druckroboter.¹²

6 https://de.wikipedia.org/wiki/Chuck_Hull, abgerufen am 07.03.2019

7 Steiner, Johanna (2019): Gedruckte Pralinen, Brücken und Lego-Steine. Wie dreidimensionales Drucken den Alltag erobert. Schicht für Schicht - eine Druck-Technologie und ihre vielfältigen Anwendungsbereiche. Moment am Sonntag, Ö1, 24.02.2019

8 <https://www.3d-grenzenlos.de/magazin/zukunft-visionen/wie-der-3d-druck-die-wohnungswirtschaft-revolutioniert-27421423/>, abgerufen am 08.03.2019

9 <https://www.3d-grenzenlos.de/magazin/3d-drucker/cobod-innovationszuschuss-fuer-bod2-3d-drucker-27456713/>, abgerufen am 07.03.2019

10 <https://solidbau.at/a/3d-druck-am-bau-dichtung-und-wahrheit>, abgerufen am 23.05.2019

11 <https://www.baunit.at/infos/baunit-bauminator.html>, abgerufen am 08.03.2019

12 <https://www.3d-grenzenlos.de/magazin/forschung/tu-graz-coebro-effizienz-von-3d-druck-mit-beton-27488283/>, abgerufen am 23.05.2019;

<https://www.tugraz.at/tu-graz/services/news-stories/planet-research/planet-research/einzelansicht/article/der-3d-drucker-lernt-haeuser-zu-bauen/>, abgerufen am 11.02.2020

- **Betonpflasterflächen:** Das österreichische Start-up PrintStones entwickelt neue additive Fertigungstechnologien für die automatisierte sowie baustellentaugliche Herstellung von Straßenbelägen und Betonpflasterflächen.¹³
<https://www.printstones.eu/>
- **3D-Druck mit Recyclingmaterial:** Das italienische World Advanced Saving Project (WASP) hat innerhalb von zehn Tagen ein 30 m² großes Wohnhaus gefertigt, das vollständig aus organischem Material besteht. Abfälle aus dem Reisanbau, wie Hülsen und Stroh, wurden aufgrund ihrer natürlichen Isoliereigenschaft, gemischt mit Lehm, verwendet.¹⁴ Das Unternehmen hält aber viele weitere natürliche und rezyklierte Materialien für geeignet und sieht Abfälle aus der Landwirtschaft als künftig bedeutende Ressource in der Bauwirtschaft. In Zukunft könnten weitere vor Ort verfügbare Materialien und sogar Abbruchabfälle von bestehenden Gebäuden verwendet werden.¹⁵

- **Alternative zu Beton:** Estnische Wissenschaftler haben ein betonähnliches, 3D-druckbares Material entwickelt, das aus gemahlenem Torf besteht und bei welchem Ölschieferasche als Bindemittel dient. Das Ziel war, ein kostengünstiges Baumaterial zu schaffen, das auf Abfällen und lokalen natürlichen Ressourcen basiert und den 3D-Druck direkt auf der Baustelle ermöglicht – bis zu zwei Stockwerke hoch. Beide Rohstoffe sind in Estland in hohem Maße verfügbar.¹⁶

Infoquellen

- <https://www.3d-grenzenlos.de/magazin/thema/3d-druck-hausbau/>
- <https://www.3dwasp.com/en/>

Apps für die Baustelle



Mithilfe von Apps können Abläufe auf der Baustelle schnell und effizient erfasst und dokumentiert werden.

Mit Smartphones oder Tablets werden Baustellen-daten direkt in Wort und Bild digital erfasst und zugeordnet. Eingabemasken mit strukturierten Abfragen zu Projekt, Ort, Gewerk, Auftrag, Unternehmer, Subunternehmer, Mangel, Beseitigungs-termin, Priorität etc. sowie Textbausteine beschleunigen die Erfassung und sorgen dafür, dass Wichtiges nicht vergessen wird.

Neben Dokumentationsfotos lassen sich gescannte Pläne, Planausschnitte oder Dokumente einbinden, meist auch Sprachnotizen oder Videosequenzen. Von Vorteil ist, wenn Fotos wenigstens in einfacher Form bearbeitet (Größe, Ausschnitt ändern etc.) und mit Hinweispfeilen, Maßen und Bildkommentaren ergänzt werden können. Wertet die Software GPS-Daten der mobilen Hardware aus, können die Fotos verortet werden.¹⁷

Auf diese Weise können die Abläufe auf der Baustelle schnell und effizient erfasst und dokumentiert werden – eine mobile Internet-Verbindung sollte für das Erfassen von Mängeln oder Baustellenaktivitäten übrigens keine Bedingung sein. Entscheidend ist aber, welche Funktionen und

¹³ <https://printstones.at/>, abgerufen am 11.03.2019

¹⁴ <https://www.3d-grenzenlos.de/magazin/3d-objekte/wasp-gaia-3d-druck-haus-aus-natuerlichen-materialien-27490023/>, abgerufen am 11.03.2019

¹⁵ <https://www.dezeen.com/2019/02/27/gaia-wasp-3d-printed-house-biodegradable-video/>, abgerufen am 11.03.2019

¹⁶ <https://www.3d-grenzenlos.de/magazin/zukunft-visionen/haus-drucken-aus-torf-und-oelschieferasche-27413473/>, abgerufen am 11.03.2019

¹⁷ <https://www.haustec.de/management/it/marktuebersicht-software-und-apps-fuer-die-baudokumentation>, abgerufen am 10.05.2019

Automatismen die Software für die anschließende Weiterbearbeitung, Verwaltung und Auswertung bietet.¹⁸

Die verschiedenen Apps unterstützen bei vielfältigen Aufgaben des Bauprojektmanagements:

- Fortschrittsbewertung, Dokumentation, Bautagebücher und Reporting
- Logistik und Materialverfolgung
- Personal- und Zeiterfassung
- Mängelerfassung und -management

Aus den Daten lassen sich über individuell anpassbare Vorlagen sofort Aufmaße, Bautagesberichte, Mängelprotokolle oder Mahnungen generieren und per E-Mail versenden. Fristen können an einen Terminkalender übergeben werden. Beim Programmstart erinnert eine Wiedervorlage-Funktion an fällige Termine. Die Daten können später auch für die Beweissicherung, Gewährleistungsdokumentation oder für Statistiken und zur Qualitätsverbesserung genutzt werden.¹⁹

Beispiele

Eine Marktübersicht²⁰ listet zahlreiche Apps, die üblicherweise mehrere Funktionen erfüllen (Liste adaptiert und aktualisiert):

Baustellen-Apps:

- BauMaster, www.bau-master.com
- bau-mobil, www.connect2mobile.de
- BauProCheck, www.bauprocheck.de
- Baustelle 4.0, www.datengut.de
- Bautagebuch 2019, www.weise-software.de
- Bautagebuch, www.bauskript.de
- BIM 360 Field, <https://www.autodesk.de/products/bim-360-field/overview>
- docma, www.edr-projekt.com
- Docu Tools, www.docu-tools.com
- ed Controls, www.edcontrols.com
- Insite LMS, www.insite-it.net
- Kevox, www.kevox.de
- mobiPlan, www.eyeled.de
- OLMERO, www.olmero.ch
- Open Experience, www.openexperience.de
- Pave Software, www.pavegroup.de
- Plaans, www.plaans.com
- PlanRadar, www.planradar.com
- Projektdocu, www.projectdocu.com
- SKILL BauDoc, www.skillssoftware.de

Darüber hinaus stehen zahlreiche weitere Anwendungen für spezielle Aufgabengebiete zur Verfügung²¹, z. B. Personal- und Zeiterfassung²², Fahrtenbuch oder Branchenverzeichnisse (Sachverständige, Technische Gebäudeausrüstung).

Blockchain



Mit der Blockchaintechnologie kann sowohl die Lieferkette lückenlos nachverfolgt werden als auch Verträge digital und sicher abgeschlossen werden.

Blockchains sind stetig wachsende Aufzeichnungen von Datenbündeln – sogenannten Transaktionen –, die auf einer Vielzahl von Computern in öffentlichen oder privaten Netzwerken fälschungssicher abgelegt und synchron gehalten werden. In der Blockchain werden die Informationen (über Transaktionen) nicht zentral auf einem Computer oder Server abgelegt, sondern dezent-

18 ebd.

19 ebd.

20 ebd.

21 <https://www.capmo.de/app-baustelle/baustellen-app-vergleich/>, <https://www.planradar.com/de/app-fuer-bauleiter-welche-bauleiter-app/>, abgerufen am 16.05.2019

22 Siehe <https://www.haustec.de/management/it/marktuebersicht-7-apps-fuer-die-digitale-zeiterfassung>, abgerufen am 08.01.2020

ral bei allen Netzwerkteilnehmern (Servern, Computern). Für jeden Datensatz wird dabei ein Hashwert (ein digitaler Fingerabdruck) angelegt, der den Datensatz eindeutig und unveränderbar kennzeichnet. Da jede neue Transaktion mit den vorhergehenden durch die Kennung eindeutig verbunden ist, würde eine Änderung an einem Block im Netzwerk auch alle nachfolgenden Blöcke verändern. Um Änderungen durchzuführen, müsste nicht nur ein Server oder Computer gehackt werden, sondern alle an der Blockchain teilnehmenden. Je mehr Teilnehmer die Blockchain hat, desto fälschungssicherer wird damit der einzelne Datensatz im Netzwerk.²³

Anwendungen abseits von Kryptowährungen sind beispielsweise Smart Contracts, das sind als Code aufgeschriebene vertragliche Regelungen: Werden bestimmte Bedingungen erfüllt, treten automatisch bestimmte Vertragsklauseln in Kraft, ähnlich einem „Wenn-Dann“-Muster.^{24 25} Laufen Smart Contracts über eine Blockchain, so liegt der Vertragsinhalt lokal auf den zwei Rechnern der unterzeichnenden Parteien. In der Blockchain wird lediglich die Transaktion der beiden Partner gespeichert und somit abgesichert.²⁶

Derzeit sind in der Baubranche keine auf der Blockchaintechnologie basierenden Prozesse etabliert. Potenziale werden vor allem in der Logistik und bei Verträgen gesehen.

Im Supply Chain Management können die Baumaterialien bereits vom Anfang an bis zum Letztverbraucher nachverfolgt werden. Die sich daraus ergebende Verbesserung beim Tracking von Aufträgen und von Transportwegen erleichtert die

Abläufe auf Baustellen. Die Anforderungen an Herkunft und Qualität von Produkten oder Materialien können so gesichert nachgewiesen werden. Beispielsweise könnte so die Holzherkunft lückenlos dokumentiert werden.²⁷

Beispiele

Mit dieser Technologie lassen sich viele analoge Prozesse automatisieren. Die mittels Blockchain verifizierten Smart Contracts und die durchgeführten Transaktionen sind fälschungssicher und ersetzen papierbasierte Verträge.²⁸

- **Blockchain und BIM:** Das Forschungsprojekt BIMCHAIN – „Automatisiertes Zahlungs- und Vertragsmanagement im Bauwesen mittels Blockchain-Technologie und BIM 5D“ des Instituts für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement der TU Wien beschäftigt sich seit Dezember 2019 mit der Konnektivität zwischen Blockchain und Prozessen im Bauwesen. Die Projektlaufzeit beträgt 2 Jahre.²⁹
- **Blockchain in der Energiewirtschaft, Beispiel 1:** Wien Energie hat mit internationalen Energieunternehmen ein Blockchain-Pilotprojekt für den Gashandel durchgeführt. Durch die automatische Abwicklung konnten die Transaktionskosten drastisch reduziert werden.^{30 31 32}
- **Blockchain in der Energiewirtschaft, Beispiel 2:** Im gemeinsamen Innovationsprojekt von Wien Energie und dem VIERTEL ZWEI wird unter anderem untersucht, wie neue Stromtarif-Modelle mit Hilfe der Blockchain-Technologie und auf Basis von Smart Meter auf Kundenseite funktionieren.³³

23 <https://derstandard.at/2000088136740/Blockchain-vor-den-Toren-der-Immobilienbranche>, abgerufen am 3.4.2019

24 <https://blockchainwelt.de/smart-contracts-vertrag-blockchain/>, abgerufen am 17.3.2020

25 <https://futurezone.at/digital-life/blockchain-was-sind-eigentlich-smart-contracts/293.031.908>, abgerufen am 17.3.2020

26 <https://www.derbrutkasten.com/krypto-basics-die-blockchain-einfach-erklart/>, abgerufen am 3.4.2019

27 <https://solidbau.at/a/blockchain-am-bau-das-sagen-birtel-strauss-co-dazu>, abgerufen am 4.4.2019

28 <https://derstandard.at/2000088136740/Blockchain-vor-den-Toren-der-Immobilienbranche>, abgerufen am 4.4.2019

29 <https://www.industriebau.tuwien.ac.at/forschung/forschungsprojekte-i-p/bimchain/>, abgerufen am 23.1.2020

30 <https://www.wienenergie.at/eportal3/ep/contentView.do?pageTypeld/67831/programld/74495/contentTypeld/1001/channelld/-53365/contentld/1801137>, abgerufen am 24.3.2019

31 <https://futurezone.at/b2b/wien-energie-fuehrt-ersten-gashandel-mit-blockchain-durch/292.835.890>, abgerufen am 24.3.2019

32 <https://positionen.wienenergie.at/beitraege/blockchain/>, abgerufen am 19.02.2020

33 https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20171203_OTS0014/blockchain-mitten-in-wien, abgerufen am 4.4.2019

- **Blockchain in der Energiewirtschaft,**
Beispiel 3: In der Schweiz gibt es dazu unter dem Namen „Quartierstrom“ bereits Versuche. Über das vom lokalen Netzbetreiber und Stromversorger zur Verfügung gestellte Verteilernetz speisen private Erzeuger Energie ins Netz und beziehen sie daraus, zu jeweils individuell einstellbaren Bedingungen, was Einspeise- und Bezugstarife betrifft. Überschüsse bzw. Engpässe werden durch den Netzbetreiber ausgeglichen.^{34 35}

Infoquellen

Austrian Blockchain Center:

<https://www.abc-research.at/>

enliteAI: <https://www.enlite.ai/works/blockchain-landscape-austria>

WKO: <https://www.wko.at/service/netzwerke/blockchain.html>

Building Information Modelling (BIM)



Alle relevanten Informationen zu Planung, Errichtung und Betrieb eines Gebäudes werden im BIM-Modell gesammelt. Das fertige BIM-Modell ist der digitale Zwilling des realen Gebäudes.

Unter Building Information Modelling ist eine innovative Arbeitsmethode für Planung, Errichtung und Betrieb von Gebäuden zu verstehen. Basierend auf einem digitalen 3D-Modell des Gebäudes können zusätzlich alphanumerische Daten zu Terminen (4D), Kosten (5D) und Nachhaltigkeit (6D) ins Modell integriert werden. Dadurch entsteht eine Datenbank, in der alle relevanten Daten zum Gebäudemodell abgelegt sind. Die Erstellung eines BIM-Modells erfordert neue Arbeitsmethoden und Prozessabläufe, in die alle Beteiligten, also PlanerInnen, Ausführende und die BetreiberInnen, möglichst früh einzubinden sind. Alle Beteiligten arbeiten dabei am

selben Modell (meist in Teilmodellen, die später zusammengefügt werden können).

Arbeiten alle Beteiligten in Programmen des gleichen Software-Anbieters, so spricht man von closed BIM³⁶. Dadurch wird die standardisierte Übergabe der Daten an andere Mitarbeitende erleichtert; AnwenderInnen, die nicht über das entsprechende Software-Paket verfügen, sind jedoch von der Teilnahme ausgeschlossen. Sind keine Software-Vorgaben gemacht, so können alle BieterInnen, unabhängig von ihren Software-Paketen, am Prozess teilnehmen, man spricht dann von openBIM³⁷. Zum Austausch der Daten benötigt es ein offenes Austauschformat, das IFC³⁸ (Industry Foundation Classes)³⁹.

Zu Koordinationszwecken (Kommentare zu Kollisionsprüfungen, ...) wird das Format BCF⁴⁰ (BIM Collaboration Format) verwendet. Vereinfacht kann dieses Format als elektronische Post-It verstanden werden.

³⁴ <https://www.btc-echo.de/schweiz-lokaler-strommarkt-setzt-auf-blockchain-technologie-das-projekt-quartierstrom/>, abgerufen am 4.4.2019

³⁵ <https://positionen.wienenergie.at/beitraege/viertel-zwei/>, abgerufen am 19.02.2020

³⁶ <https://blog.nupis.de/einstieg-open-bim-closed-bim/>, abgerufen am 19.3.2019

³⁷ <https://www.bimpedia.eu/node/1002>, abgerufen am 19.3.2019

³⁸ <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview>, abgerufen am 19.3.2019

³⁹ https://de.wikipedia.org/wiki/Industry_Foundation_Classes, abgerufen am 19.3.2019

⁴⁰ <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/bcf-releases>, abgerufen am 19.3.2019

Beispiele

Nachstehend sind einige Beispiele für BIM-fähige Softwareanwendungen angeführt:

- **Allplan**, <https://www.allplan.com/at/>
- **Graphisoft**, <https://www.graphisoft.de/>
- **BBSOft**, https://www.bbsoft.de/cont/cont_software.php, Tiefbau
- **Autodesk**
<https://www.autodesk.de/products>
- **Autodesk Navisworks**,
<https://www.autodesk.de/products/navisworks/overview>, Kollisionsprüfung
- **Trimble Tekla Structures**,
<https://www.tekla.com/de/produkte/tekla-structures>, CAD Hochbau
- **Vectorworks**
<https://www.vectorworks.net/en-US>
CAD Hochbau
- **Graphisoft Solibri**
<https://www.graphisoft.de/solibri/>
Kollisionsprüfung, Modellviewer
- **Venturis**, <https://venturisit.de/en/3d-cad-software>
- **BIM4you**, <https://bim4u.de/>
Bauablaufplanung, Kostenplanung, mobiles Projektmanagement
- **Sidoun Globe**, <https://sidoun.de/>
AVA-Software mit direkter REVIT Anbindung
- **ABK**, <https://www.abk.at/>, AVA Software

- **3D BIM Modell**: Bei einem der am besten dokumentierten BIM-Projekte in Österreich, dem ÖAMTC Mobilitätszentrum, wurden die Potentiale der BIM-Technologie deutlich. Durch die gleichzeitige durchgängige Arbeit an einem einzigen Gebäudemodell vom Vorentwurf bis zur Ausführungsplanung konnte eine Übereinstimmung der Planungs-

grundlagen zu jedem Zeitpunkt gewährleistet werden. Damit konnte ein integrativer Planungsablauf zwischen allen Fachdisziplinen erfolgen und der herkömmliche Plan- und Informationsaustausch ohne jegliche Zeit- und Reibungsverluste erfolgen. Das 3D-Modell war somit nicht nur Plandarstellungs-, sondern auch Planungsinstrument. ⁴¹

- **4D, 5D BIM**: Beim closedBIM Pilotprojekt Neubau der Autobahnmeisterei Bruck/Leitha wurde das digitale Gebäudemodell in den Ausschreibungsprozess integriert. Als größte Herausforderung wurde die Produktneutralität festgemacht. In der Errichtungsphase wurden freigegebene Änderungen im Modell nachgezogen, sodass am Ende ein digitales, dem realen Gebäude entsprechendes, „as built“-Gebäudemodell entstanden ist. Die Abrechnung wurde zu 40 % im BIM-Modell durchgeführt. ⁴²
- **6D BIM Open-Source-Tool**: In einer Kooperation von ACR-Instituten und Softwarehäusern wurde das 6D BIM Terminal entwickelt. 3D-Elemente aus BIM-Modellen können über eine open source Plattform mit Informationen zu Kosten, Leistungspositionen und Nachhaltigkeitseigenschaften angereichert und einfache Berechnungen durchgeführt werden. <https://bimterminal.com/>

Infoquellen

- <https://www.bimpedia.eu/>
- <https://www.buildingsmart.co.at/>
- https://www.allplan.com/ch_de/bim/bim-glossary/
- <https://www.baumitbim.de/was-ist-bim/>

41 <https://www.fcp.at/de/projekte/details/oeamtc-mobilitaetszentrum>, abgerufen am 19.3.2020

42 <https://www.ecoplus.at/newsroom/erkursion-bim-on-site>, abgerufen am 19.3.2019

Drohnen



Drohnen lassen sich auf der Baustelle zur Vermessung, Inspektion und Baufortschrittskontrolle einsetzen.

In der deutschen Sprache werden unbemannte Luftfahrzeuge (unmanned aerial vehicle, UAV) umgangssprachlich oft auch als Drohnen bezeichnet. Die zunehmende gewerbliche Nutzung von Drohnen sowie von aufzeichnungsfähigen Modellflugzeugen durch Privatpersonen wirft neue juristische Fragen im Zusammenhang mit der Nutzung des Luftraumes sowie dem Schutz und der Wahrung der Privatsphäre auf.⁴³

Im Baubereich bieten insbesondere die mit Kamera bestückten Drohnen schon jetzt vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Ferngesteuerte Drohnen

- erfassen Daten für 3D-Modellierungen von Bauten, Oberflächen und Industrieanlagen⁴⁴
- liefern Aufmaße für Fassaden oder Dachflächen
- inszenieren Bestandsgebäude oder Grundstücke für Exposés
- helfen bei der Bauschadensanalyse in der Altbausanierung⁴⁵
- dienen der Baufortschrittsüberwachung⁴⁶
- Selbst schwer zugängliche Gebäudebereiche können mit vergleichsweise wenig Aufwand begutachtet und fotografisch festgehalten werden.
- Mit einer Wärmebildkamera ausgestattet lokalisieren UAVs Energieverluste.⁴⁷

Im Bereich des Bau- und Dachdeckerhandwerkes sowie dem Sachverständigenwesen ist es vielfach von Interesse, neben den Fotos auch Messdaten zu erheben. Dafür gibt es einige Softwareprodukte, die aus den Luftbildern heraus Aufmaße erstellen lassen. Beispielsweise können Risslängen bestimmt werden oder die Dachfläche zum Zwecke der Angebotserstellung bzw. Abrechnung bestimmt werden. Die meisten dieser Softwareprodukte lassen auch verschiedene Formen der Visualisierung zu. Dazu gehören die Planung einer Solaranlage, neue Dachfenster, Gauben etc. sowie die Visualisierung eines neuen Anstriches der Fassade.⁴⁸

Während des Baustellenbetriebs bieten Foto-Drohnen die Möglichkeit, Bauarbeiten ohne großen Aufwand zu begleiten und objektiv zu dokumentieren. Der aktuelle Stand des Baufortschritts wird dabei aus allen Perspektiven chronologisch festgehalten.⁴⁹

Beispiele

Anbieter von Dienstleistungen mit Drohnen:

- <https://www.meixner.com/>
- <http://die-bim-vermesser.at/>
- <https://www.geospector.de/>

Infoquellen

- <https://blog.allplan.com/de/drohnen-auf-der-baustelle>
- <https://u-rob.com/wissen/>

43 https://de.wikipedia.org/wiki/Unbemanntes_Luftfahrzeug, abgerufen am 23.05.2019

44 <https://spectair.com/dokumentation/>, abgerufen am 07.05.2019

45 <https://blog.allplan.com/de/drohnen-auf-der-baustelle>, abgerufen am 07.05.2019

46 <https://www.meixner.com/de/photogrammetrie/drohnen-uav/>, abgerufen am 07.05.2019

47 <https://blog.allplan.com/de/drohnen-auf-der-baustelle>, abgerufen am 07.05.2019

48 <http://u-rob.com/wissensartikel/dach-aufmass-mit-drohnen-uebersicht/>, abgerufen am 07.05.2019

49 <https://www.meixner.com/de/photogrammetrie/drohnen-uav/>, abgerufen am 07.05.2019

Internet of Things (IoT)



Durch die Vernetzung von physischen Komponenten mit digitalen Informationen können Materialbewegungen besser verfolgt und Maschinenzustände überwacht werden.

Der Begriff "Internet of Things" bezeichnet die zunehmende Vernetzung zwischen "intelligenten" Gegenständen sowohl untereinander als auch nach außen hin mit dem Internet. Verschiedene Objekte, Alltagsgegenstände oder Maschinen werden dabei mit Prozessoren und eingebetteten Sensoren ausgestattet, sodass sie in der Lage sind, via IP-Netz miteinander zu kommunizieren.⁵⁰

IoT ist das Schlagwort für eine komplette Vernetzung aller Maschinen und Personen auf der Baustelle. Jedes Baufahrzeug, jede Maschine und jedes Smartphone eines Arbeiters liefert in Echtzeit Daten über den Zustand, Prozess und aktuellen Ort, sodass sich Ressourcen auf einer Baustelle besser verteilen und organisieren lassen.

Baustellenlogistik/-management: Die Auslastung von Maschinen kann mit Hilfe von IoT und Methoden aus dem Bereich Big Data Analytics überprüft und verbessert werden und der Einsatz der Ressourcen (Kraftstoffe, Personal) besser koordiniert erfolgen.^{51 52} Diese Optimierungen können auch zwischen unterschiedlichen, vernetzten Baustellen umgesetzt werden.⁵³

Es werden beispielsweise bereits Apps zur Anmietung freier Baumaschinen angeboten.⁵⁴ Die Baubetriebsmittel können mittels Trackingsystemen (RFID, GPS) jederzeit aufgefunden oder ein Geräteservice angefordert bzw. durchgeführt werden.^{55 56}

Supply Chain: Mithilfe von eindeutigen Kennungen können Baustoffe und -elemente von der Produktion bis zum Einbau auf der Baustelle, analog der Lieferstatusverfolgung bei Paketzustellungen, nachverfolgt werden. Die Daten über Produktion und Lieferung sowie Einbaubedingungen können hier digital weiterverarbeitet werden. Die Verfügbarkeit kann bei bidirektionalen Systemen ebenso abgefragt und damit die Bestellvorgänge optimiert werden.

Predictive Maintenance: Wartungsaufträge können, basierend auf Informationen von IoT-Sensoren, automatisiert ausgelöst werden. Das können abweichende Motordrehzahlen, Temperaturschwankungen oder übermäßige Vibrationen sein, die bei Baumaschinen oder aber auch beispielsweise bei Aufzügen auftreten.^{57 58}

Energiesysteme: Verbrauchs-Monitoring im Gebäudebetrieb, intelligente Zählpunkte & Rechnungslegung (Smart contracting, Einbindung dezentraler Energieerzeuger ins kommunale Netz), Steuerung von Gebäudeanlagen, ...⁵⁹

End-of-Life: Am Ende der Nutzungsdauer können Informationen über die eingesetzten Baustoffe einfach ermittelt, diese sortenrein getrennt und gebrauchte Geräte einer fachgerechten

50 <https://www.gruenderszene.de/lexikon/begriffe/internet-of-things?interstitial>, abgerufen am 10.03.2020

51 Solid Bau Nr. 06/2018, Domagoj Dolinsek

52 <https://www.capmo.de/bim/bauindustrie-2020-die-3-wichtigsten-trends-und-technologien-im-bau/>, abgerufen am 21.3.2019

53 <https://www.zepelin-streif-baulogistik.com/baulogistik>, abgerufen am 21.3.2019

54 <https://www.liebherr.com/de/aut/aktuelles/news-pressemitteilungen/detail/mit-neuer-mietpartner-app-baumaschinen-direkt-%C3%BCber-smartphones-oder-tablets-anmieten-news.html>, abgerufen am 21.3.2019

55 <https://www.hilti.at/content/hilti/E3/AT/de/services/tool-services/ontrack.html>, abgerufen am 21.3.2019

56 <https://www.hilti.at/content/hilti/E3/AT/de/services/tool-services/internet-of-things.html>, abgerufen am 28.3.2019

57 <https://www.scnsoft.de/blog/predictive-maintenance-im-kontext-von-industrie-4.0>, abgerufen am 21.3.2019

58 <https://www.hilti.at/content/hilti/E3/AT/de/services/tool-services/internet-of-things.html>, abgerufen am 28.3.2019

59 <https://www.scnsoft.de/blog/iot-smart-city-beispiele>, abgerufen am 21.3.2019

Aufbereitung oder Entsorgung zugeführt werden. Die Trennbarkeit des Baustoffes von der eingesetzten Informationstechnologie ist dabei eine Voraussetzung.

Beispiele

- **Betriebsmittelüberwachung mittels IoT:** Die Firma Hilti bietet dazu verschiedene Lösungen an.⁶⁰ <https://www.hilti.at/content/hilti/E3/AT/de/services/tool-services/internet-of-things.html>
- **Aushärtungsprozess steuern:** Die Umdasch Group-Tochter Doka testet mittels neu entwickelter Sensoren, die auf der Baustelle direkt auf die meist gelben Schalungstafeln montiert werden, wie der Aushärtungsprozess des Betons kontrolliert und besser gesteuert werden kann. Die kleinen Sensoren messen dabei nicht nur die Luftfeuchtigkeit, sondern auch die Temperatur des Betons, die wichtige

Informationen über den Fortschritt des Trocknungsprozesses liefert. Zudem sind die Sensoren mit GPS-Trackern ausgestattet. Mit den evaluierten Daten bezüglich Einsatzort und Position – vertikal montierte Schalungstafeln sind in Verwendung, horizontal platzierte Tafeln werden gerade zwischengelagert und behindern womöglich den Baubetrieb – können für die Zukunft wichtige Aussagen über die Baustellenlogistik getroffen und die Effizienz gesteigert werden.⁶¹

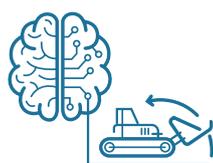
<https://www.doka.com/at/news/press/bauen-4-0-digital-concremote>

Infoquellen

ScienceSoft: <https://www.scnsoft.de/blog/mit-iot-baukosten-reduzieren>

Infsoft: <https://www.infsoft.com/de/use-cases/prozessoptimierung-auf-einer-baustelle>

Künstliche Intelligenz (KI) und Maschinelles Lernen



Künstliche Intelligenz hilft dabei, in großen Datenmengen die relevanten Informationen zu erkennen und zu analysieren. Anhand von erkannten Mustern lassen sich Abläufe während der Errichtung oder im Betrieb optimieren.

Künstliche Intelligenz ist ein Teilgebiet der Informatik, welches sich mit der Automatisierung intelligenten Verhaltens und dem Maschinellen Lernen befasst.⁶² Ein in diesem Zusammenhang

wichtiger Begriff ist Big Data, dieser bezeichnet Datenmengen, welche beispielsweise zu groß, zu komplex, zu schnelllebig oder zu schwach strukturiert sind, um sie mit manuellen und herkömmlichen Methoden der Datenverarbeitung auszuwerten.⁶³ Unter Data-Mining versteht man die systematische Anwendung statistischer Methoden auf große Datenbestände mit dem Ziel, neue Querverbindungen und Trends zu erkennen.⁶⁴ Es existieren aber verschiedenste Definitionen für Data-Mining, zudem gibt es verschiedene Begriffe – wie Machine Learning – die (fast) als Synonym zu „Datamining“ verstanden werden können. Jedoch ist bei Data-Mining der Fokus auf

⁶⁰ <https://www.hilti.at/content/hilti/E3/AT/de/services/tool-services/internet-of-things.html>, abgerufen am 28.3.2019

⁶¹ <https://derstandard.at/2000100448745/Disruption-am-Zementkuebel-An-der-Zukunft-bauen>, abgerufen am 1.04.2019

⁶² [https://de.wikipedia.org/wiki/Künstliche_Intelligenz](https://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCnstliche_Intelligenz), abgerufen am 25.02.2019

⁶³ https://de.wikipedia.org/wiki/Big_Data, abgerufen am 25.02.2019, nach: Christl, W.: Kommerzielle digitale Überwachung im Alltag. PDF, auf: crackedlabs.org, November 2014, S. 12.

⁶⁴ <https://de.wikipedia.org/wiki/Data-Mining>, abgerufen am 25.02.2019

dem Finden neuer Muster, während im maschinellen Lernen primär bekannte Muster vom Computer automatisch in neuen Daten wiedererkannt werden sollen. Eine einfache Trennung ist nicht immer möglich.⁶⁵

So schwer das Thema zu fassen und zu definieren ist, so vielfältig sind die möglichen Anwendungsgebiete innerhalb der Baubranche. Bei der Herstellung von Baustoffen oder Baumaschinen kann KI wie generell in der Industrie für die Automatisierung von Produktionsprozessen (Industrie 4.0, Internet der Dinge) genutzt werden. Baumaschinenhersteller statten ihre Produkte mit Assistenzsystemen aus, um wiederkehrende Maschinenbewegungen zu automatisieren und optimieren.^{66 67}

In der Baustellenabwicklung können Prozesse des Projektmanagements, der Beschaffung, Logistik, Baustellendokumentation und des Baumängelmanagements mit der Erfassung und Verarbeitung großer Datenmengen verbessert werden. Maschinelle Lernsysteme sind in der Lage, anhand von Projektdaten qualitäts- und sicherheitsrelevante Trends sowie eventuell damit verbunde-

ne Risiken zu ermitteln.⁶⁸ In einigen Bau-Apps sind Funktionen künstlicher Intelligenz implementiert. So können Aufgaben wie Dokumenten- und Bildbeschriftung/Verschlagwortung, bildbasierte Identifikation von Baumängeln oder Terminkoordination aus Emails automatisiert werden.⁶⁹

Während des Gebäudebetriebs werden im Rahmen von Smart Home-Systemen „Big Data“ generiert und können etwa für eine intelligente Energieverbrauchssteuerung und vorausschauende Wartungsmaßnahmen dienen.

Beispiele

- **Assistenzsysteme für Baumaschinen:** Baumaschinenhersteller können ihre Produkte mit Assistenzsystemen wie „Vemcon CoPilot“, bestehend aus einem Hardware-System, selbstlernender Software und Cloud-Konnektivität, ausstatten. Damit werden wiederkehrende Maschinenbewegungen automatisiert und optimiert.^{70 71}

 <https://www.vemcon.de>

Produktinformationsmanagement (PIM)



Alle Daten eines Produktes werden zentral an einer Stelle des Herstellers zusammengeführt und maschinenlesbar abgelegt.

Unter PIM ist die Bereitstellung von Produktinformationen für den Einsatz in verschiedenen Ausgabemedien beziehungsweise Vertriebska-

nälen sowie für unterschiedliche Standorte zu verstehen. Voraussetzung dafür ist die medienneutrale Verwaltung, Pflege und Modifikation der Produktinformationen in einem zentralen System, um jeden Kanal ohne großen Ressourcenaufwand mit konsistenten akkuraten Informationen beliefern zu können.

In Bereichen, in denen Informationen nicht zentral (unterschiedliche Abteilungen, Standorte) und einheitlich vorliegen (Datenformate, digital/

65 <https://de.wikipedia.org/wiki/Data-Mining>, abgerufen am 25.02.2019

66 Vemcon GmbH: Vemcon CoPilot. Künstliche Intelligenz im Zusammenspiel von Mensch, Maschine und Material. 8. Kongress der IG Lebenszyklus Bau, Wien, 14.11.2018

67 <https://www.vemcon.de/>, abgerufen am 26.04.2019

68 <https://www.autodesk.de/redshift/big-data-im-bauwesen/>, abgerufen am 25.02.2019

69 <https://www.pavegroup.de/bim/bauindustrie-2020-die-3-wichtigsten-trends-und-technologien-im-bau/>, abgerufen am 25.02.2019

70 Vemcon GmbH: Vemcon CoPilot. Künstliche Intelligenz im Zusammenspiel von Mensch, Maschine und Material. 8. Kongress der IG Lebenszyklus Bau, Wien, 14.11.2018

71 <https://www.vemcon.de/>, abgerufen am 26.04.2019

analog), kann PIM einen Mehrwert generieren. Zusätzlich können die Daten unterschiedlichsten Verwendungszwecken (Logistik, Produktkataloge, Onlineshops, ...) zugeführt werden. Daraus leiten sich auch verschiedene Anforderungen an die vorhandenen Daten und deren Format ab, nicht alle Daten müssen dabei immer Verwendung finden. PIM bietet eine Lösung zur zentralen, medienneutralen Datenhaltung und Nutzung, unabhängig von IT-Systemen, der (techn.) Sprache, Ausgabemedien oder Publikationen.⁷²

Das so entstandene digitale Produktabbild kann beliebig um technische Angaben wie Verfügbarkeit, Zulassungen, Prüfprotokolle, bauphysikalische, bautechnische oder Logistik relevante Angaben ergänzt werden. Weiters besteht die Möglichkeit der Einbindung in das digitale Gebäudemodell. Die Verarbeitung von Produktdaten reicht von der allgemeinen Datenhaltung in Produktdatenbanken über die Bereitstellung von Daten zur Verarbeitung in Online-Shops mit oder ohne Warenkorb, Online- und Offline-Verkaufskatalogen, bis zur Vorhaltung von Daten für Logistikzwecke mit Angaben zu Größe und Gewicht, 3D-Daten für die Integration von Produkten in CAD-Anwendungen oder auch Produktdaten zur Vertriebs- oder Supportunterstützung im Innendienst.⁷³

Potential für einen Einsatz von PIM-Lösungen bietet sich vor allem für mittlere und große Unternehmen im Baustoffhandel, bei Baustoff- und Herstellern von Bauelementen an.



Beispiele

- **PIM-Anbieter:** IBM und SAP sind international breit aufgestellte Anbieter. Die Auswahl von Cloud basierten PIM-Lösungen am Markt reicht von in der Grundausstattung kostenfreien open-Source-Produkten (Akeneo, PIMcore) bis hin zu Produkten mit teils erheblichen Lizenzgebühren. Die Kosten für die Implementierung individueller PIM-Lösungen werden mit mindestens 150.000 € zzgl. Lizenzgebühren und Wartung beziffert.⁷⁴
- **PIM am Bau:** Bereits speziell auf die Baubranche ausgerichtete Lösungen, sowohl für Hersteller als auch Bauunternehmen, bietet cobuilder an. An zentraler Stelle werden alle Daten gesammelt und aktuell gehalten, mittels Filter können diese nach unterschiedlichen Anforderungen gefiltert werden. Dazu gehören zum Beispiel gesetzliche Anforderungen oder auch Anforderungen von Zertifizierungsprogrammen wie LEED oder BREEAM, für die die entsprechenden Daten aufbereitet und geprüft werden.^{75 76}

<https://cobuilder.com/en/>



Infoquellen

<https://www.pim-verzeichnis.de/>

<https://pim-auswahl.de/pim-systeme>

⁷² <https://de.wikipedia.org/wiki/Produktinformationsmanagement>, abgerufen am 27.3.2019

⁷³ <https://www.gfe-media.de/blog/pim-produkt-informations-management/>, abgerufen am 27.3.2019

⁷⁴ <https://www.kassenzone.de/2015/09/02/die-lange-geschichte-von-der-auswahl-eines-pim-systems/>, abgerufen am 27.03.2019

⁷⁵ <https://cobuilder.com/de/gobim>, abgerufen am 28.3.2019

⁷⁶ <http://productxchange.com/>, abgerufen am 28.03.2019

Robotik



Robotik ist die Entwicklung und Steuerung einer ortsfesten oder mobilen Maschine. Sie umfasst Teilgebiete der Informatik (insbesondere von Künstlicher Intelligenz), der Elektrotechnik und des Maschinenbaus.^{77 78}

Während in der Fertigung anderer Branchen (Bsp.: Automobilindustrie) Roboter Alltag sind, gibt es im Bauwesen keine marktreifen Anwendungen. Allerdings ist eine Reihe von Anwendungsmöglichkeiten zurzeit Gegenstand von Projekten und Untersuchungen:

Beispiele

- **Errichtung von Gebäuden oder -teilen:** Hadrian X ist ein Robotik System, dass vollautomatisiert Ziegelwände errichtet. In Kooperation mit Wienerberger werden hierfür geeignete Ziegel entwickelt, die mit einem speziellen Kleber verklebt werden. Durch diese Technik sollen Zeit und Ressourcen gespart sowie die Genauigkeit erhöht werden. Die automatisierte Baufortschrittsdokumentation wird ebenfalls ermöglicht.^{79 80}
- **Bohrroboter:** Anhand von Daten aus dem BIM-Modell können präzise und durchgehend Bohrungen durchgeführt und dokumentiert werden. Das BIM-Modell wird auf aktuellem Stand gehalten. Dadurch kann die Arbeitssicherheit erhöht und die Gesundheit der Mitarbeiter länger erhalten werden.^{81 82}

<https://www.nlink.no/>

Infoquellen

<http://www.hephaestus-project.eu>

Virtual, Augmented und Mixed Reality



Neben der visuellen Darstellung zu Marketingzwecken kann VR/AR in der Projektzusammenarbeit eingesetzt werden.

Als virtuelle Realität, kurz VR, wird die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten, interaktiven virtuellen Umgebung bezeichnet. Eine Vermischung der virtuellen Realität und der physischen Realität wird gemischte Realität (engl. Mixed Reality, auch Augmented Reality) genannt.⁸³

77 <https://de.wikipedia.org/wiki/Robotik>, abgerufen am 23.01.2020

78 <https://de.wikipedia.org/wiki/Roboter>, abgerufen am 30.01.2020

79 Solid Bau Nr. 10/2018, S. 34

80 <https://solidbau.at/a/ziegelroboter-eine-zukunft-namens-hadrian>, abgerufen am 9.4.2019

81 <https://www.nlink.no/>, abgerufen am 10.4.2019

82 <http://www.hephaestus-project.eu>, abgerufen am 10.4.2019

83 https://de.wikipedia.org/wiki/Virtuelle_Realität, abgerufen am 18.02.2019

Am Markt sind verschiedene Anwendungen im Baubereich verfügbar, die vor allem die Visualisierung von Architektur zum Ziel haben. Auch einige österreichische Anbieter haben sich darauf spezialisiert.⁸⁴ Grundlage jeder VR-Präsentation ist ein konsistentes 3D-CAD-Modell. Durch den Schwerpunkt der VR-Hersteller auf die Gaming-Industrie fehlen VR-Lösungen, die speziell auf den Architekturbereich abgestimmt sind. Einige Firmen wandeln BIM-Daten bereits in VR um, wobei sie Plattformen wie Autodesk LIVE und Stingray nutzen, sodass wichtige Gebäudedaten erhalten bleiben, die von anderen (Gaming-) Systemen nicht erfasst werden.⁸⁵ Während der VR-Präsentation mit dem Kunden besprochene Änderungen werden nicht automatisch von der CAD-Software übernommen.⁸⁶

Eingesetzt wird die AR auch bei großen Projekten, um sich etwa an einem virtuellen Modell zwischen allen Projektbeteiligten (Architektur, Tragwerk, Haustechnik etc.) abzustimmen, die an verschiedenen Standorten sitzen. Das soll Planungsprozesse beschleunigen und die globale Kooperation mit Projektbeteiligten vereinfachen.⁸⁷ Verschiedene Softwarehersteller betonen den Aspekt der Verbesserung der internen Prozesse und effizienteren Zusammenarbeit.⁸⁸

Schon länger im Einsatz ist Augmented Reality bei international tätigen Liftherstellern. Dank Videobrillen und Augmented Reality können die Servicemitarbeiter mit der Firmenzentrale direkt in Kontakt treten, bekommen Einblick in die digitalen Plansätze und erhalten Kommandos und Spezifikationen zu den einzelnen Bauteilen, die in Echtzeit in die Brille und somit in die räumliche Vor-Ort-Situation eingeblendet werden.⁸⁹

Infoquellen

- <https://www.vdc-fellbach.de/wissen/vrar-nach-branchen/bauwesen-architektur/>
- https://www.allvr.net/dokumente/ALLVR_Whitepaper.pdf
- <https://www.virtual-reality-magazin.de/thema/architektur-bau/>
- <https://www.enlite.ai/works/ar-vr-landscape-austria>

84 Z.B. <https://www.b3d.at/>, <https://www.squarebytes.at/>

85 <https://www.autodesk.de/redshift/virtual-reality-in-architecture/>, abgerufen am 18.02.2019

86 <http://www.architektur-online.com/kolumnen/edv/vr-praesentation-kunde-im-cad>, abgerufen am 18.02.2019

87 ebd.

88 <https://gbuilder.com/de/features/>, abgerufen am 21.02.2019; <https://www.ariot.io/>, abgerufen am 21.02.2019

89 <https://derstandard.at/2000100448745/Disruption-am-Zementkuebel-An-der-Zukunft-bauen>, abgerufen am 23.05.2019



Literatur

Goger, G.; Piskernik, M.; Urban, H. (2018): Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen.
Herausgeber: BMVIT, WKO, Schriftenreihe 2/2018

Roland Berger (2016): Digitalisierung der Bauwirtschaft. Der europäische Weg zu „Construction 4.0“,
Roland Berger GmbH (Hrsg.), München 2016

Specht, Ph. (2019): Die 50 wichtigsten Themen der Digitalisierung. Redline Verlag, München,
4. Auflage 2019