



buildingSMART®  
Germany

# BIM **Basics**

## BIM und KI in Wissenschaft & Unternehmenspraxis

Klaus Teizer und Patrick Koska  
(Hrsg.)

< bSD Verlag >

BIM Basics  
BIM und KI in Wissenschaft &  
Unternehmerpraxis

Klaus Teizer und Patrick Koska  
(Hrsg.)

— Leseprobe —



# Über buildingSMART Deutschland

buildingSMART Deutschland ist das Kompetenznetzwerk für digitales Planen, Bauen und Betreiben von Bauwerken. Als Teil der internationalen buildingSMART-Community agieren wir interdisziplinär, anwender- und praxisorientiert. Mehr als 600 Unternehmen, Forschungs- und Hochschuleinrichtungen, Behörden und Institutionen der öffentlichen Hand sowie Privatpersonen aus allen Bereichen der Bau- und Immobilienwirtschaft sind Mitglied bei buildingSMART Deutschland. Sie eint das Bestreben, Digitalisierung erfolgreich mitzugestalten. Dazu engagieren sich buildingSMART-Mitglieder ehrenamtlich an der Entwicklung von offenen und herstellerneutralen Standards für digitale Methoden und Werkzeuge und bringen über buildingSMART International diese Arbeiten auf die globale Ebene. Auf regionaler Ebene sind buildingSMART-Mitglieder in Regionalgruppen organisiert und treiben über lokale und regionale Netzwerke den Wissens- und Erfahrungsaustausch in der Breite voran. So wirkt buildingSMART global, national und regional aktiv daran mit, verlässliche und anwendergerechte Rahmenbedingungen und Standards für eine erfolgreiche Digitalisierung der Bau- und Immobilienwirtschaft in Deutschland zu entwickeln. [www.buildingsmart.de](http://www.buildingsmart.de)



# Vorwort

Digitalisierung, Industrie 4.0, Machine Learning, Internet of Things, Smart Home, digitale Geschäftsmodelle und Künstliche Intelligenz – das sind Schlagworte, welche die Wirtschaft weltweit umtreiben.

Die Rahmenbedingungen verändern sich im Zeichen des Wandels und der stetig notwendigen Erneuerung für Mensch, Gesellschaft und Unternehmen gleichermaßen rasant. Die Digitalisierung berührt alle Lebensbereiche und ist zugleich Verheißung, Fluch und letztendlich unumkehrbar. In Zeiten der Corona-Pandemie wurden digitale Lösungsangebote in Aus- und Weiterbildung und Homeoffice von heute auf morgen benötigt und offenbaren zugleich deren Mehrwerte und Hemmnisse. Was früher im Denken und Handeln der Beteiligten unerreichbar schien, wird technologisch in Gesellschaft, Behörden und Unternehmen in wenigen Wochen als alternativlos akzeptiert und implementiert. Der Onlinehandel mit Waren und digitalen Dienstleistungen erlebt deutliche Umsatzsteigerungen. Dabei ist das gesamte Wirtschaftsleben bei der Generierung zukunftsfähiger Geschäftsmodelle gefordert.

Mit der zunehmenden Digitalisierung spielen Informationen und Daten sowie deren Vernetzung untereinander eine immer wichtigere Rolle. Mit KI-basierten Lösungen können Daten mittels Algorithmen weiterverarbeitet und somit neue Möglichkeiten und Ansätze erschlossen werden. Die Grundvoraussetzung und zugleich die Herausforderung zum Einsatz von KI besteht dabei in der Aufbereitung und Strukturierung von maschinenlesbaren Daten.

Die fortschreitende Digitalisierung unseres Arbeitslebens beschränkt sich jedoch nicht nur auf technologische Belange und Fertigkeiten,

sondern fordert in ihrer Notwendigkeit allgemein etablierte Unternehmens- und Führungsstrukturen fundamental heraus. Mit dem Wechsel der Rahmenbedingungen vollzieht sich eine Haltungs- und Kulturveränderung.

Auch die gesamte Wertschöpfungskette „Bau“ befasst sich mit dem globalen Megatrend der Digitalisierung, in der Nachhaltigkeit bei gleichzeitiger Reduzierung von Verschwendung gefragt sind.

Mit Building Information Modeling (BIM) liegen im digitalen Bauwerksmodell einheitlich strukturierte Informationen zu vielen praktischen Anwendungsfällen vor. Die Königsdisziplin ist es jetzt aufbauend auf schlanken und verschwendungsarmen Arbeitsschritten das digitale Planen, Bauen und Betreiben mit BIM und KI-basierten Algorithmen hin zu digitalen Geschäftsmodellen zu erweitern.

Zu allen oben benannten Themengebieten liegen zahlreiche Fachaufsätze und Expertenmeinungen vor. Die in dieser Publikation beschriebenen Impulse, Ideen und praktischen Ansätze erheben bewusst keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sollen keine allgemeingültige Patentlösung bieten. Zumal der ethische Dialog zur Wechselbeziehung von Menschen und intelligenten Maschinen in Vereinbarkeit zu gesellschaftlichen Normen und Werten durch den Einsatz von KI-Anwendungen erst beginnt.

Diese Publikation soll elementare Grundlagen im Verständnis der Begriffe und technologischen Zusammenhänge sowie erste Einsatzmöglichkeiten anschaulich aufzeigen. Anhand der Beiträge aus Wissenschaft und Unternehmenspraxis soll sie beim Leser darüber hinaus den unternehmerischen Mut bekräftigen, zur notwendigen Veränderung und Entscheidungsfindung beitragen oder eine Bestätigung des eigenen Handelns bewirken. Mit den hier aufgezeigten Beispielen, dem Erkennen der Möglichkeiten, derzeitigen Hemmnissen und Mehrwerten soll diese Publikation getreu dem Motto „Einfach machen“ den Perspektivenwechsel ermöglichen.

Dass BIM und KI und die daraus neu entstehenden Möglichkeiten bis hin zu digitalen Geschäftsmodellen nach Meinung der Autoren die Zukunft gehört, sei hier schon vorweggenommen.

Wir möchten uns ganz besonders bei allen mitwirkenden Autoren als Experten in ihrem Fachgebiet sowie für das großartige Engagement und die tatkräftige Unterstützung herzlich bedanken. Ohne ihr Engagement wäre diese Publikation nicht möglich gewesen. Die spürbare Begeisterung und die Bereitschaft zur Offenheit resultierend aus den eigenen Erfahrungen haben diese Publikation signifikant mitgeprägt.

Ebenso gilt unser Dank für die Möglichkeit und Unterstützung Gunther Wölfle und Wilma Marx in der Geschäftsstelle von buildingSMART Deutschland. Ohne ihren Impuls und Zuspruch wäre diese Publikation nicht entstanden.

Karlsruhe, Juli 2021

**KLAUS TEIZER**

Führung Technik + Innovation, Vollack Gruppe,  
und Vorstand buildingSMART Deutschland e. V.

**PATRICK KOSKA**

BIM-Manager, Vollack Gruppe

# Inhalt

- 1 Ausgangslage und Motivation 9  
KLAUS TEIZER UND PATRICK KOSKA
- 2 Was ist BIM? 16  
VALENTIN SCHMIDT
- 3 Was ist KI? 23  
PATRICK KOSKA
- 4 Warum BIM und KI? 37  
KLAUS TEIZER UND PATRICK KOSKA
- 5 Beispiele aus Wissenschaft und Unternehmenspraxis 45
  - 5.1 KI im Kontext zu Ethik, gesellschaftlichen Werten und Grundsätzen 46  
BIANCA WEBER-LEWERENZ
  - 5.2 Chancen von KI-Algorithmen im Architekturentwurf mit Big Open BIM 50  
INGO HÖFFLE UND FLORIAN KEIM
  - 5.3 Künstliche Intelligenz und menschliche Kreativität 58  
MANUEL MÜHLBAUER
  - 5.4 Automatisierte Grundrisserzeugung in der Entwurfsphase 64  
ANDREAS GEIGER UND YINGCONG ZHONG
  - 5.5 KI und Virtual Reality im digitalen BIM-Planungsprozess 71  
JOCHEN KNECHT, ROBERT KNOLMAR UND KLAUS TEIZER

5.6 Laboreinrichtungen der Zukunft mit BIM und KI 78

CHRISTIAN KOLB

5.7 Digitale Lösungen mit KI im Gebäudebetrieb 91

CHRISTIAN ZIEGLER UND CHRISTOF LEISS

5.8 Bauwesen 4.0 und KI in Lehre und Ausbildung 102

BIANCA WEBER-LEWERENZ

6 Fazit und Ausblick 107

KLAUS TEIZER UND PATRICK KOSKA

Anhang 114

Autorenverzeichnis 114

Literaturverzeichnis 120

Abbildungsverzeichnis 123

Glossar 124

Abkürzungsverzeichnis 128

Impressum 130

# 1 Ausgangslage und Motivation

KLAUS TEIZER UND PATRICK KOSKA

## Ein Blick zurück

Die industrielle Revolution hat ihre Ursprünge in der Gründung der ersten frühindustriellen Fabriken zum Ende des 18. Jahrhunderts. Hier wurde auch der Grundstein für den Übergang von manufaktur-geprägter Heimarbeit zur industriellen Massenproduktion in Fabriken mittels Maschinen im 19. Jahrhundert gelegt. Den Beginn markierte Thomas Newcomen 1712 mit der ersten einsetzbaren, atmosphärischen Dampfmaschine zur Entwässerung von Stollen im Bergbau. Bereits 1720 wurde durch Jacob Leupold in Preußen und Sachsen eine Hochdruckdampfmaschine entwickelt. James Watt, dem fälschlicherweise die Erfindung der Dampfmaschine zugeschrieben wird, erhöhte 1769 mit seiner patentierten Dampfmaschine signifikant den Wirkungsgrad auf Basis der Ideen von Newcomen und dessen Maschine.

Von nun an war die Herstellung von Waren nicht mehr an vorgegebene Standorte mit natürlichen Energiequellen wie Wind- und Wassermühlen gebunden. Der Einsatz von Dampfmaschinen und die Mechanisierung der Produktion wurden zunächst maßgeblich durch das Textilgewerbe beeinflusst. Neben ersten Maschinenfabriken zur Herstellung von Dampfmaschinen wurden mittels neuartiger Werkzeugmaschinen Spinn- und Webmaschinen für die damals hohe Nachfrage an Web- und Leinenstoffen hergestellt.



① Grundsanierte ehemalige Fabrikgebäude der Spinnerei und Weberei im Ettlinger Albtl und Transformation zur High-Tech-„Ideenspinnerei“

Dies führte in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zur Hochindustrialisierung, in der Kraftmaschinen wie Dampfmaschinen und Arbeitsmaschinen eingesetzt wurden. Der Wandel vom Agrar- zum Industriestaat in Deutschland vollzog sich hin zur Massenproduktion ebenso in der Stahlherstellung wie auch in vielen weiteren Wirtschaftsbereichen mittels Automatisierungs- und Rationalisierungsbestrebungen.

Die ehemals handwerklich hoch qualifizierten Heimarbeiter wurden zu Maschinisten und Fabrikarbeitern und ihre Qualifikation orientierte sich entsprechend den produktionstechnischen Anforderungen.

## Technischer Fortschritt und sozial-gesellschaftlicher Strukturwandel

In dieser Zeit entstanden beispielsweise im Ettlinger Albtl, südlich von Karlsruhe, große Textil-, Spinnerei- und Webereibetriebe. Die dort neu gegründete und heute noch existierende Fabrik avancierte ab den



1830er Jahren mit über 1.700 Beschäftigten zu einem der größten Arbeitgeber im damaligen Großherzogtum Baden.

Allerdings war die industrielle Revolution und die Technisierung des Wirtschaftslebens nicht für alle zugleich ein Segen und somit eine Erfolgsgeschichte. Die sozial-kulturelle Erforschung des gesellschaftlichen Wandels dieser Jahrzehnte berichtet auch vom Phänomen des „Maschinensturms“ im Widerstand gegen die Industrialisierung.

Als vereinzelter Protest pro Handarbeit gegen die mechanisierte Massenproduktion wurden Maschinen attackiert und zerstört. Hierzu gibt es zahlreiche historische Beispiele aus Thüringen, Preußen, Böhmen und vielen anderen Regionen in Mitteleuropa. Nach neuesten Forschungen hatten die ausgelösten Existenzängste unterschiedliche Ursachen. Ungeachtet aller zwischenzeitlich erfolgten historischen Deutungen sind für diese ersten frühindustriellen Unruhen die Weberaufstände in Schlesien in den 1840er Jahren zu nennen. Hierbei stand nicht der direkte Protest gegen die Maschinen und Technikfeindlichkeit im Vordergrund, sondern die sich daraus ergebenden regional bedingten neuen Lebens- und Arbeitsumstände.

Um der wirtschaftlich-sozialen Sprengkraft der Industrialisierung entgegenzuwirken, wurden Ende des 19. Jahrhunderts die in Deutschland bis heute existierenden staatlichen Sozialsysteme aufgebaut.

## Industrie 4.0 als Vorbild für die Baubranche

Nach Darstellung der Ursprünge frühindustrieller Entwicklungen denkt auch der Begriff „Industrie 4.0“ die Produktionsprozesse revolutionär neu. Dabei wird die Industrie 4.0 oftmals als das Vorbild für das digitale Planen, Bauen und Betreiben gesehen.

Von der manufakturgeprägten Handarbeit im 19. Jahrhundert mittels Wasser- und später Dampfkraft (Industrie 1.0) kommend, entwickelte sich in Fabriken ab Anfang des 20. Jahrhunderts unter dem Einsatz von elektroangetriebenen Einzweckmaschinen (Industrie 2.0) in starren Produktionslinien die fließbandorientierte Massenproduktion. Die Produktivität konnte ab Mitte des 20. Jahrhunderts durch den Einsatz von Elektronik und IT (Industrie 3.0) nochmals signifikant gesteigert werden. In diese Zeit fällt auch die Entwicklung des Toyota-Produktions-

Systems (TPS) durch Taiichi Ohno. In der Studie „International Motor Vehicle Program“ des Massachusetts Institute of Technology (MIT) durch Womack, Jones und Roos wurde erstmals unter dem Titel „The Machine That Changed the World“ der Begriff „Lean Production“ geprägt.

Nach dem kriegsbedingten Wiederaufbau, der Marktsättigung in den 1970er Jahren und dem Einsetzen des globalen Wettbewerbs steht seit Beginn der 2010er Jahre die Industrie vor neuen Herausforderungen: Prozessoptimierte und starr angeordnete Maschinen erlauben keine Fertigung unterschiedlicher Produkte und kurzfristige Anpassung an den Bedarf eines volatilen Marktes. Zumal das Potenzial dieser starren Fertigungsprinzipien ausgeschöpft ist. Dies führt zur Industrie 4.0, in der eine personalisierte Massenproduktion auf einer Basis von vernetzten sowie modular-rekonfigurierbaren Fertigungssystemen beruht.

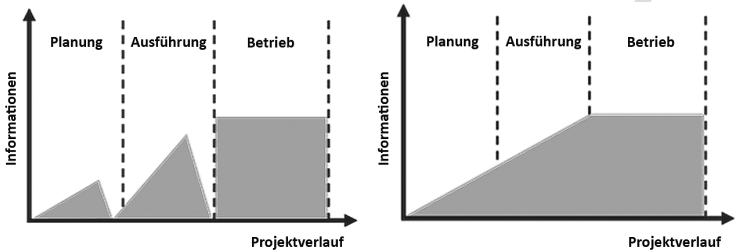
Der Begriff „Industrie 4.0“ wurde, resultierend aus Umsetzungsempfehlungen eines gleichnamigen Arbeitskreises auf der Hannover-Messe, in den Jahren 2011/13 geprägt.

Als Beispiel für die Industrie 4.0 dient der Mensch, welcher komplexe Aufgabenstellungen nicht durch spezifische Anpassung – sondern durch Flexibilität – resultierend aus der Fähigkeit sich zu vernetzen und zu kooperieren erreicht. Durch die Integration digitaler Werkzeuge mit der Interaktion des Menschen in der gesamten Wertschöpfungskette vom Produktdesign, -planung und -engineering, über die Produktion bis hin in den Servicebereich ergibt sich die Möglichkeit zur „Losgröße 1“-Produktion. Mittels Einbindung bislang ungenutzter Daten, der Vernetzung von Planungs- und Produktionskapazitäten wie auch dem Einsatz von KI beispielsweise in der Vorhersage von Kundenbedarfen wird der Industrie 4.0 ein hohes Nutzenpotenzial bescheinigt.

## Die Baubranche im Wandel

Gleiches wird BIM in Kombination und Einsatz mit Künstlicher Intelligenz zugesprochen. Mit dem Aufkommen von CAD-Systemen Ende der 1980er Jahre und dem Einsatz von BIM mit Beginn des 21. Jahrhunderts wurde das digitale Zeitalter auch im Planen und Bauen eingeläutet. Abgesehen von eingesetzten Baumaschinen und der Haustechnik unterscheiden sich Bauprojekte in ihren Abläufen und Prozessen zu

früheren Jahrzehnten nicht wesentlich. Gleiches gilt nicht nur für die Bauausführung, sondern auch für die Planung. Bisher waren Wissens- und Arbeitsverluste mit Doppel- oder gar Dreifacharbeit in Bauprojekten aufgrund eines sequenziellen Abarbeitens von Leistungs- und Beauftragungsphasen toleriert bzw. nicht erkannt worden.



② Integrierte, flussorientierte Verzahnung von Planung, Ausführung und Betrieb mit Fokussierung auf den Kundenwert durch gelebte Kollaboration und transparentes Informationsmanagement

Jetzt setzt auf der Datenautobahn in Richtung Zukunft die digitale Arbeit in Echtzeit „zum Überholen“ an. Wissen und Arbeit werden transparent geteilt und die beste Variante wird schrankenfrei mit allen Planungs- und Baubeteiligten gemeinsam erarbeitet. Ganz im Sinne des Projekterfolgs.

Dass diese veränderte Herangehensweise an seit Jahrzehnten gültigen Standards rüttelt, ist unabdingbar. Die strikte Trennung von Planung und Bau ist ein Beispiel. Die zur Verfügung stehende Software und Technologie kann den kollaborativen Erfolg mittels offener BIM-Standards und Lean Construction schon heute abbilden. Die gewünschte und erhoffte Effizienz ist allerdings nicht ohne Anpassung und Modernisierung der Organisations-, Unternehmens- und Führungsstrukturen möglich. Auch die Unternehmensführung muss im Zuge der Digitalisierung durch BIM und Lean Construction ein neues Zeitalter einläuten.

Viele Organisationen und Unternehmen beschäftigen sich zunehmend mit der Gestaltung der digitalen Bauprojekte durch schlanke Prozesse, in der durch Lean Construction die Effizienz des gesamten Wertschöpfungsprozesses zunehmend in den Fokus rückt.

Der Vorteil für den Kunden: Bauprojekte können in punkto Zeit, Qualität und Kosten noch verlässlicher und klarer projektiert und umgesetzt werden.

## Zukunftsweisende Geschäftsmodelle mit BIM und KI

Ähnlich wie bei der Industrie 4.0 nimmt die BIM-Methode unter Beachtung von Lean Construction Einfluss auf die gesamte Wertschöpfungskette Bau: vom Entwurf über Kosten, Planung, Ausführung und die sich anschließende wichtige Betriebsphase.

So gibt es beispielsweise erste KI-basierte Anwendungen in der Entwurfs- und Planungsphase von Bauwerken. Hier werden Algorithmen zur Generierung von sinnvoll-machbaren Varianten als Beschleuniger mit Optimierung der vorliegenden Projektinformationen eingesetzt. Dabei werden auch der Bauherr und spätere Nutzer zur bestmöglichen Variantenfindung aktiv eingebunden.

```
(defn flood-neighbors*
  [source-node neighbors g]
  (let [source-weight (pdg-weight g source-node)
        add-weight (fn [g n] (- (pdg-weight g n) source-weight))]
    (reduce (fn [g n]
              (let [w (add-weight g n)
                    w (if (> w 1) w 1)]
                (println-dynamic "Flooding from " source-node "→" n " | Weight:" w)
                (uber/add-attrs g n {pdg-weight w})))
            g neighbors)))

(defn flood-neighbors!
  "Take the weight of source-node and pass it along to it's direct neighbors."
  [source-node neighbors]
  (swap! ptp-state #(flood-neighbors* source-node neighbors %)))

(defn safe-nodes-to-remove
  "If the left boundary is distinct, returns a collection of nodes without
  right boundary nodes. Otherwise, just returns the input."
  [boundary nodes-to-remove]
  (let [rb-nodes (pu/flatten-boundary boundary :right)]
    (if (lb=rb? boundary)
        nodes-to-remove
        (filter #(not-contains? rb-nodes %) nodes-to-remove))))
```

③ KI-Algorithmus zur Optimierung einer Entwurfs- und Gebäudeplanung

Die Grundvoraussetzung für den Einsatz dieser ersten KI-Werkzeuge sind digitale Daten und Informationen, welche zunächst ihren Ursprung aus Erfahrungen der Anwender mit manuell eingegeben Beziehungen zueinander haben. Mit weiteren und neuen Anwendungen sowie dem Dazulernen der Beteiligten und des Algorithmus werden sich weitere Erfolge und Mehrwerte einstellen.

Als bekanntes Beispiel für das Potenzial ist der Schachcomputer „Deep Blue“ von IBM zu nennen. Anfangs seiner fast 10-jährigen Optimierung von Schachexperten belächelt, hat sich der KI-Algorithmus spätestens ab Mitte der 1990er Jahre unter regulären Turnierbedingungen als menschlich fast unschlagbar weiterentwickelt.

Wir sind mit BIM und KI im Denken und Handeln der gesamten Wertschöpfungstiefe, mit der Verknüpfung von bis dato ungenutzten Informationen und Daten, der aktiven Beteiligung und Kollaboration aller Beteiligten, den zukünftigen Möglichkeiten durch das Internet der Dinge (IoT) sowie E-Commerce-Lösungen an der Schwelle zu digitalen, zukunftsfähigen Geschäftsmodellen.

In der digitalen Transformation herkömmlicher zu digitalen Geschäftsmodellen besteht für alle Organisationen und Unternehmen zugleich Handlungsbedarf. Die Planungs- und Bauwirtschaft steht wie andere Branchen auch an der Schwelle zum Übergang.

Aus der Geschichte lernend, sollte der proaktive Dialog in der Gesellschaft einhergehen. Dabei sind unter Beachtung unserer eigens geschaffenen, allgemein anerkannten Normen, Werte und Grundsätze die Veränderungen bedingt durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz auf sozialen, kulturellen und ethischen Aspekten des Zusammenlebens zu erörtern.

# 6 Fazit und Ausblick

KLAUS TEIZER UND PATRICK KOSKA

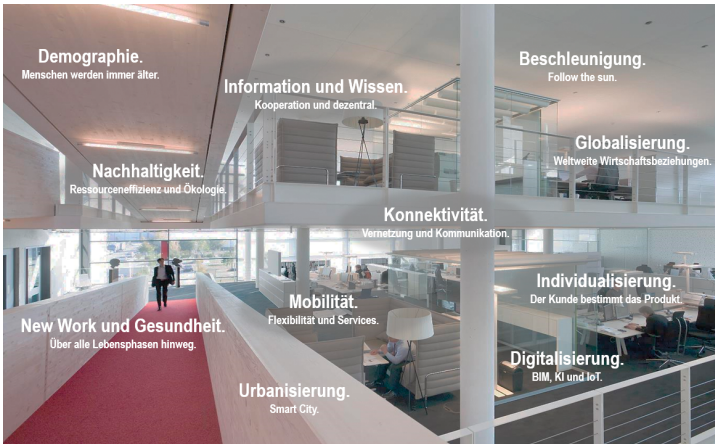
## BIM und KI sind Teil des weltweiten Megatrends der Digitalisierung

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Sammelbegriff zur Automatisierung menschlicher Intelligenz durch Maschinen. Allerdings ist der Begriff „Intelligenz“ bis heute nur schwer zu definieren. Daher wird in Wissenschaft und Unternehmenspraxis mit dem Begriff KI durch den Einsatz digitaler Werkzeuge, Technologien und Algorithmen der Versuch beschrieben, menschliches Verhalten, Lernen und Entscheiden nachzuahmen.

Als Teil des weltweiten Megatrends der Digitalisierung teilt sich der Begriff KI in viele Teilgebiete, Methoden und Anwendungsfälle auf.

Zu diesen Teilgebieten gehören beispielsweise Wissen, Erkennen mit Analyse und Vorhersage, Robotik und künstliches Leben.

Innerhalb der KI gibt es zur Ergebniserreichung vier grundsätzliche Methoden. Hierbei sind zunächst die symbolische und neuronale KI zu nennen. Bei der symbolischen KI steht der Top-down-Ansatz im Vordergrund, während bei der neuronalen KI die Bottom-up-Perspektive eingenommen wird. Die Simulationsmethode versucht sich an den menschlichen Fähigkeiten durch Wahrnehmen, Verstehen und Handeln zu orientieren. Bei der phänomenologischen Methode zählt nur das ermittelte Ergebnis. Innerhalb der Methoden gibt es verschiedene Technologien, welche sich hauptsächlich mit dem Suchen von Wissen, der Ziel- und Problemformulierung sowie der Ergebnisoptimierung befassen.



③⑦ Auswahl von globalen Megatrends als Lawinen in Zeitlupe in deren Auswirkung ganze Branchen auf den Kopf gestellt werden und welche eine Wirkdauer von mehreren Jahrzehnten haben

In der Baubranche werden bereits zahlreiche KI-Anwendungsfälle diskutiert. In Form von ersten Assistenzsystemen werden Lösungen in Entwurf und Planung, der Verknüpfung von Wissen, Bauprodukten und Dienstleistungen sowie das effiziente Zusammenbringen der fachplanenden Disziplinen mit der Baustelle diskutiert. Wie in den zuvor beschriebenen Beispielen aus Wissenschaft und Unternehmenspraxis erkenntlich, steht ebenso eine Risiko- und Problemanalyse einschließlich deren proaktiver Vermeidung wie auch die Optimierung der haustechnischen Gewerke mit eingesetzten Geräten in der Betriebsphase im Fokus der Entwicklung.

Auf dem Weg zur einer einwandfrei funktionierenden Künstlichen Intelligenz gibt es zahlreiche Entwicklungsstufen und Untergruppen wie beispielsweise maschinelles Lernen. Unabhängig von den Methoden und Technologien spielen jedoch die dafür zur Verfügung stehenden Daten in ihrer Quantität und Qualität eine entscheidende Rolle.

# Anhang

## Autorenverzeichnis

GEIGER, Andreas



hat Bauingenieurwesen an der Fachhochschule Karlsruhe studiert. Seit 2002 arbeitet er am Institut für Automatisierung und angewandte Informatik des Karlsruher Instituts für Technologie in der Arbeitsgruppe „Semantische Datenmodelle“. Sein Fachgebiet ist die Modellierung von Datenmodellen in den Bereichen BIM (Building Information Model) und GIS (Geographische Informationssysteme).

Er ist Mitglied bei buildingSMART International und dort aktiv an der Entwicklung und Pflege von buildingSMART-Datenmodell-Standards beteiligt. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf dem ISO Standard 16739 (IFC) und mvdXML.

Darüber hinaus ist er seit 2013 Lehrbeauftragter an der Fakultät für Informationsmanagement und Medien der Hochschule Karlsruhe mit einem Lehrauftrag über GIS-Programmierung.

HÖFFLE, Ingo



war nach dem Architekturstudium in Großbritannien und Kaiserslautern viele Jahre in Mannheim als Architekt tätig und plant und baut seit über 15 Jahren Passivhäuser. Heute ist er in der Vollack Gruppe für Architektur und Energie in der Region SÜD verantwortlich. Er ist außerdem als Lehrbeauftragter an der Hochschule Karlsruhe tätig und gefragter Referent für Energieeffizienz, Arbeitswelten und integrale Planung.



## KEIM, Florian



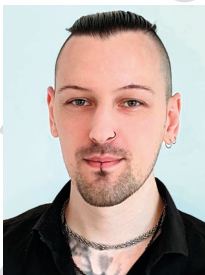
hat sich während der Bauzeichner-Lehre in Konstanz und dem anschließenden Architekturstudium auf BIM und Bausoftware spezialisiert. Er ist im BIM-Kernteam und der Region SÜD der Vollack Gruppe als BIM-Manager tätig und verantwortet dort den Bereich Modellersoftware. Neben seiner Tätigkeit für Vollack, ist er als Lehrbeauftragter für Darstellungsmethodik an der Hochschule Karlsruhe tätig.

## KNECHT, Jochen



ist geschäftsführender Gesellschafter und Mitgründer der kreatiVRaum GmbH. Als Digital Evangelist und BIM-Enthusiast treibt der studierte Bauingenieur und -manager mit seinem Unternehmen die Digitalisierung der Bau- und Maschinenbaubranche voran. Mit innovativen KI- und Virtual-Reality-Lösungen bietet er den Branchenakteuren neue Wege der Planung, Kommunikation und Kollaboration im Rahmen der Abwicklung komplexer Projekte. Er ist zudem Lehrbeauftragter im BIM-Zertifikatsstudium an der Hochschule Karlsruhe und ehrenamtlicher Sprecher der buildingSMART-Regionalgruppe Oberrhein.

## KNOLMAR, Robert



ist passionierter Programmierer und KI-Visionär. Mit seinen beruflichen Erfahrungen in den Bereichen der Automatisierungstechnik und Gebäudeautomation konnte er bereits früh sein Interesse an Architektur und dem Bestreben die Baubranche zu digitalisieren verknüpfen. Bis 2020 entwickelte er zudem komplexe Webanwendungen und Distributed Systems für die Automobilindustrie und staatliche Sicherheitsinstitutionen. Heute leitet er die Entwicklung innovativer KI- und VR-Lösungen für die Baubranche im Hause der kreatiVRaum GmbH.

## KOLB, Christian



Als eingetragener Architekt in der Bayerischen Architektenkammer hat er sich im Jahr 2017 an der Ruhr-Universität Bochum zum BIM-Professional zertifiziert, ehe er die klassische Architektur verließ und zu einem international tätigen Bauunternehmen mit Sitz in Sengenthal wechselte. Dort unterstützte er im Rahmen von BIM-Koordination und BIM-Management die Implementierung von Building Information Modeling im

Unternehmen. Seit Mai 2020 stellt er sich als Leiter für Digitales Bauen bei einem Hersteller von Laboreinrichtungen in Wangen im Allgäu neuen Herausforderungen. Eine seiner aktuellen Hauptaufgaben ist die dortige Einführung der BIM-Methodik und das damit in Verbindung stehende Entwickeln, Setzen und Optimieren neuer Prozesse und Standards sowie modellbasierter Arbeitsweisen.

## KOSKA, Patrick



studierte Architektur am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Nach seinem Abschluss 2017 ist er als BIM-Manager mitverantwortlich für die Implementierung und Weiterentwicklung von BIM innerhalb der Vollack Gruppe. Seine Schwerpunkte liegen hier insbesondere in den Bereichen Mengen, Controlling und der digitalen Kollaboration. Er ist Dozent beim BIM-Zertifikatsstudium an der Hochschule Karlsruhe und enga-

giert sich ehrenamtlich in der Arbeitsgruppe BCF bei buildingSMART der Regionalgruppe Stuttgart.

## LEISS, Christof



nach seiner handwerklichen Ausbildung und dem Abschluss als Zimmerermeister studierte er am

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Bauingenieurwesen. In seiner Masterarbeit widmete er sich der Thematik „Künstliche Intelligenz in der Technischen Gebäudeausrüstung“ wo er Chancen und Potenziale ausgelotet und praktische Konzepte mitentwickelt hat. Aktuell arbeitet er bei der Vollack Gruppe an der Implementierung und Umsetzung dieser Ideen.

## MÜHLBAUER, Manuel



Nach seinem abgeschlossenen Architekturstudium an der Technischen Universität München und mehrjähriger Tätigkeit als Architekt, begann Manuel Mühlbauer sich intensiv mit Computer-Aided Design (CAD) zu befassen. In internationalen Forschungsprojekten mit dem Spatial Information Architecture Laboratory (SIAL, RMIT Melbourne), wie Breathing Skin (Visualisierung von Windphänomenen) und Smart Nodes (Topologieoptimierung von Fassadenknoten) arbeitete er an innovativen Optimierungsprozessen für die Baubranche. Seine eigene Idee zur Anwendung von Künstlicher Intelligenz in frühen Entwurfsphasen setzt er mit Partnern im Start-up „Futureimmersion“ um. Hier arbeitet er an innovativen Entwurfsprozessen, um Architekten bei ihrer kreativen Tätigkeit zu unterstützen.

## SCHMIDT, Valentin



ist geboren und aufgewachsen in Würzburg. Er hat in Dresden Architektur und in Karlsruhe Baumanagement studiert. Seit 2014 beschäftigt er sich intensiv mit der BIM-Methodik. Heute ist er bei der Vollack Gruppe in Leipzig als BIM-Manager tätig und Dozent an der Hochschule Karlsruhe.

## TEIZER, Klaus



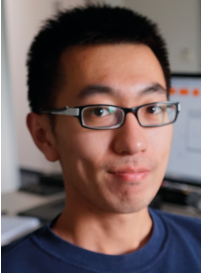
war nach dem Bauingenieurstudium in Karlsruhe und Wien viele Jahre im Bau- und Projektmanagement tätig. Heute ist er bei der Vollack Gruppe für Technik und Innovation verantwortlich. Er ist außerdem als Lehrbeauftragter am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und der Hochschule Karlsruhe tätig und engagiert sich ehrenamtlich als Vorstand bei buildingSMART Deutschland e.V. sowie als Sprecher bei der buildingSMART-Regionalgruppe Oberrhein.

## WEBER-LEWERENZ, Bianca



studierte Bauingenieurwesen in Konstanz und Mainz. Seit 2007 ist sie im In- und Ausland selbständig tätig. Sie engagiert sich ehrenamtlich als Autorin, beim VDI MINT-Mentoring und wirkt bei den Spitzenfrauen Baden-Württemberg mit. Nach ihrem Abitur schloss sie in Baden-Württemberg als erste Frau eine Ausbildung zur Maurerin ab. Seit 2019 forscht sie zu unternehmerisch verantwortungsvoller Digitalisierung im Bauwesen und gestaltet diese aktiv mit. Sie ist Vertreterin für eine sinnvolle, menschengerechte KI in der Bauindustrie.

## ZHONG, Yingcong



hat Maschinenbau mit den Schwerpunkten Mechatronik und Informationstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) studiert. Seine Masterarbeit mit dem Titel „Extraktion primitiver geometrischer Merkmale zur Identifizierung und Wiederverwendung von Objekten in Roboteranwendungen“ hat er bei der Firma KUKA geschrieben. Dabei hat er sich mit der Verarbeitung von Punktwolken für Roboteranwendungen beschäftigt.

Seit Juni 2020 arbeitet er im Forschungsprojekt Smart Design and Construction (SDaC) am Institut für Automatisierung und angewandte Informatik (IAI) des KIT. Sein Fachgebiet ist die Entwicklung von KI-Anwendungen für das Bauwesen.

## ZIEGLER, Christian



studierte Energiesystemtechnik in Offenburg und Wirtschaftsingenieurwesen mit Schwerpunkt Bau und Immobilien in Karlsruhe. In der Vollack Gruppe bringt er seine mehrjährige Erfahrung in den Bereichen Energiemanagement und der technischen Projektentwicklung mit ein. Als Lehrbeauftragter an der Hochschule Karlsruhe gibt er sein Praxiswissen im Modul „Intelligent Building Design“ an die nächste Ingenieurgeneration weiter.