

# Potentiale der KI im Baubetrieb

## Über neuronale Netze, kleine KI-Tools als Killer-Apps und die Selbstverständlichkeit von KI in zehn Jahren

**Unsere Branche kann sehr kleinteilig daherkommen – etwa, wenn die vielen verschiedenen, an einem Bauvorhaben beteiligten Akteure fast nichts miteinander zu tun haben. Es gibt aber auch Betriebe, die die gesamte Prozesskette vom Entwurf über den Materialeinkauf bis zur Herstellung fast komplett im eigenen Haus abbilden – teilweise in Verbindung mit einem eigenem Fertigteilwerk oder einer anderweitigen stationären Vorfertigung. Und selbst wenn nicht alles im eigenen Haus stattfindet, dann zumindest unter der vollständigen Kontrolle und der Datenhoheit des Unternehmens. Auf dieser Basis können Unternehmen komplett zielgerichtet agieren.**

Befasst man sich genauer mit der Struktur der Bauwirtschaft, so fällt auf, dass der Anteil der kleineren und kleinsten Betriebe an der Gesamtproduktion aufgrund ihrer schiereren Anzahl außerordentlich groß ist.

Gleiches gilt auch für die Planer – wenige große Büros, eine Vielzahl von kleinen. Weiterhin fällt auf, dass die Kombination von Planung und Ausführung recht selten

Planungsbüros, die auch die Ausführung anbieten, sind die Ausnahme. Umgekehrt haben nur wenige Baufirmen die komplette Planungsleistung im Portfolio. In der Konsequenz verwundert es nicht, dass auch die bauwirtschaftliche Softwarelandschaft sich als Sammelsurium aus sehr vielen Einzel- und Nischenlösungen präsentiert.

nicht, dass auch die bauwirtschaftliche Softwarelandschaft sich als Sammelsurium aus sehr vielen Einzel- und Nischenlösungen präsentiert.

vorkommt. D. h.: Planungsbüros, die auch die Ausführung anbieten, sind die Ausnahme. Umgekehrt haben nur wenige Baufirmen die komplette Planungsleistung im Portfolio. In der Konsequenz verwundert es

– i –

### Zentrales Problem der Digitalisierung im Baubetrieb

Das zentrale Problem der Digitalisierung im Baubetrieb liegt vor allem in der oben angesprochenen Kleinteiligkeit der Bauwirtschaft begründet. Für eine konsequente, durchgängige Digitalisierung der Prozesse im Bauwesen wäre ein CDE erforderlich.

Bei einzelnen Betrieben gibt es hierzu – teils sehr ausgefeilte – Ansätze bis hin zum kompletten Data Warehouse. Alle – zumindest alle dem Verfasser bekannten – Ansätze sind hochgradig individuell auf den jeweiligen Betrieb hin zugeschnitten. Sie sind über Jahre bzw. Jahrzehnte hinweg entstanden und fortgeschrieben worden. Es existiert kein System, das „out of the box“ die datentechnischen Bedürfnisse des Bauwesens umfassend befriedigen würde. Es gibt lediglich Insellösungen, z. B. für BIM, für die Kalkulation, für das Projektmanagement etc. Das bedeutet: Es bleiben hierbei sehr viele Schnittstellen offen, die es über die nächsten Jahre zu schließen gilt. Mindestens genauso viele Schnittstellen sind zwischen der baubetrieblichen Datenwelt und der realen Welt der Baustelle und des realen Baubetriebs und generell des Betriebs von Bauwerken offen. Genau hier kann KI ansetzen.

Alle – zumindest alle dem Verfasser bekannten – Ansätze sind hochgradig individuell auf den jeweiligen Betrieb hin zugeschnitten. Sie sind über Jahre bzw. Jahrzehnte hinweg entstanden und fortgeschrieben worden. Es existiert kein System, das „out of the box“ die datentechnischen Bedürfnisse des Bauwesens umfassend befriedigen würde. Es gibt lediglich Insellösungen, z. B. für BIM, für die Kalkulation, für das Projektmanagement etc.



**Bild 1.** Baustelle Hildegardis – Die Stadt-oase in Mainz. Die Großbaustelle, auf der ca. 445 Wohnungen entstehen, ist Experimentierfeld für die KI.

– ii –

**Was kann KI und was zeichnet sie aus?**

Betrachtet man vor allem neuronale Netze, zeichnet sich KI primär durch die Fähigkeit zur Mustererkennung aus. Neuronale Netze haben das Potential, in nach gewissen Schemen generierten Datensätzen Muster zu identifizieren

**Im Großen und Ganzen kann man sagen: Überall da, wo es darum geht, die Realität in Datensätze zu überführen, kann die KI eine Rolle spielen.**

und diese Muster vor allem auch selbstständig zu erkennen. Die Erkennung der Muster funktioniert umso besser, je größer und vor

allem je präziser und auch je fehlerfreier die Ausgangsdatsätze sind, die der KI zum Lernen zur Verfügung stehen. Im Großen und Ganzen kann man sagen: Überall da, wo es darum geht, die Realität in Datensätze zu überführen, kann die KI eine Rolle spielen.

**Konkrete Anwendungsbeispiele**

Im Folgenden sollen einige Ansätze aus der Baupraxis bzw. aus dem Gebäudebereich herausgegriffen und näher beleuchtet werden. Diese Ansätze befinden sich in unterschiedlichen Stadien der Realisation. Teils sind sie schon kommerziell verfügbar, teils handelt es sich um noch laufende Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

– *Datenablage Conbot.ai*

Jeder Baubetrieb erhält täglich eine Menge an Kommunikation von außen, mit der er umgehen muss. Ein Großteil der Kommunikation, die früher als klassischer Schriftverkehr – zunächst als Brief und dann später als Fax – einging, kommt heute per E-Mail und geht somit direkt an den Adressaten.

Jeder Betrieb muss dafür Sorge tragen, dass diese gesamte Kommunikation, sei sie per E-Mail, per Brief oder ggf. auch noch per Fax, nicht nur den oder die richtigen Adressaten erreicht, sondern diese Kommunikation muss in der Regel auch noch GDPdU-konform irgendwo abgelegt werden.

So ist es nach wie vor keine Seltenheit, dass E-Mails nur an den direkten Adressaten gehen und wenn dieser

nicht erreicht wird, gehen diese Daten dann entweder gar nicht oder aber mit Verzögerung an den jeweiligen Vertreter. Häufig muss auch der Adressat selbst für die GDPdU-konforme Ablage sorgen – oder es gibt gar keine konforme Archivierung von E-Mails und die Archivierung wird dem Exchange-Server überlassen.

An diesem Zustand kann die KI ansetzen, denn jedes Bauunternehmen verfügt über eine mehr oder weniger ausgefeilte Aktenordnung, die in der Regel auch mit den jeweiligen Sachbearbeitern korrespondiert. Häufig ist auch die Verknüpfung von Baustelle, zuständigem Sachbearbeiter bzw. Projektteam etc. auch in einem wie auch immer gearteten Projektmanagementsystem abgelegt.

Dies bedeutet, dass es möglich ist, ein KI-System mit Daten aus dem Projektmanagementsystem und der Aktenordnung zu füttern und die KI kann mit diesen spezialisierten Informationen selbstständig eine Art Ablagevorschlag berechnen.

Genau dieses macht das kommerziell verfügbare Tool conbot.ai. Das Tool klinkt sich z. B. in den E-Mail-Schriftverkehr ein und gleicht diesen mit Informationen aus dem Projektmanagementsystem ab. D. h. conbot.ai macht dann den mit Ablage und Weiterleitung betrauten Sachbearbeitern einen bzw. mehrere konkrete Vorschläge, z. B. welche Baustelle und welchen Unterpunkt in der Aktenablage diese bestimmte E-Mail jetzt betreffen könnte. Dabei zeigt conbot.ai den Sachbearbeitern – nach Konfidenz sortiert – eine Auswahlliste von z. B. drei möglichen Baustellen bzw. Orten in der Aktenordnung, an denen eben jene E-Mail abzulegen sei. Hieraus ergibt sich dann auch ein Abgleich zwischen den vom Versender gewählten Adressaten und den nach Ansicht der KI erforderlichen Adressaten.

Nach dem Training mit einer ausreichend großen Datenmenge hat die KI die erforderliche Treffsicherheit für den nächsten Schritt erreicht. Nun kann man einstellen, ab welcher Konfidenz E-Mails gar nicht mehr von Hand abgelegt werden sollen, sondern direkt automatisiert abgelegt werden können. Bei conbot.ai handelt es sich um eine Entwicklung, die kommerziell vermarktet wird.

– *TGA-Steuerung*

Ein weiteres Potential der KI liegt in der TGA-Steuerung von größeren Immobilienkomplexen. Hintergrund dieser Entwicklung ist die Tatsache, dass die Steuerung von z. B. Heizung, Kühlung und Lüftung nicht nur von den Nutzerbedürfnissen abhängt. Weitere Einflussfaktoren spielen hier eine wesentliche Rolle: so etwa die Gebäudeeigenschaften (z. B. die Wärmespeicherfähigkeit) sowie das Wetter außerhalb des Gebäudes (Temperatur, Wind und Sonneneinstrahlung).

**Im Unternehmen des Verfassers ist es Usus, fertig erstellte Gebäude mit umfangreicher Sensorik zur Erfassung von Betriebszuständen, Temperaturen etc. auszurüsten. Das hierzu verwendete System nennt sich SmartTom und spiegelt alle Daten der TGA in ein Cloud-System.**

Im Unternehmen des Verfassers ist es Usus, fertig erstellte Gebäude mit umfangreicher Sensorik zur Erfassung von Betriebszuständen, Temperaturen etc. auszurüsten.

Das hierzu verwendete System nennt sich SmartTom und spiegelt alle Daten der TGA in ein Cloud-System. Dort werden diese dann über einen langen Zeitraum hinweg



**Bild 2.** Erzeugung von 360-Grad-Daten zum Trainieren der KI mit Helmkamera



**Bild 3.** KI-Anwendungsfeld Logistik: Füllstand von Containern

gespeichert und ausgewertet. Die Daten dienen dann zum energieoptimierten und störungsarmen Betrieb des jeweiligen Gebäudes.

Nun ist es so, dass sich Gebäude je nach Orientierung (z. B. Anzahl und Fläche von Verglasungen mit direktem Sonneneinfall), Nutzerverhalten (z. B. Verwendung des außenliegenden Sonnenschutzes) und Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes vor allem im Zusammenhang mit Niedrigtemperatur-Heiz- und Kühlsystemen wie z. B. Betonkernaktivierung doch recht individuell verhalten. Hinzu kommt, dass es dem einen Nutzer bei 24 °C Raumtemperatur zu kalt und dem anderen Nutzer bei 20 °C Raumtemperatur zu warm ist.

Hieraus ergeben sich Muster, die eine KI erkennen kann. Dies kann wiederum besonders in Verbindung mit Wettervorhersagen zu einer besseren und energiesparenderen Betriebsweise des Gebäudes führen.

Die KI kann somit durch die erkannten Muster in Verbindung mit den Wetterdaten die Heizung bzw. Kühlung schon im Vorgriff auf das zu erwartende Wetter und Nutzerverhalten steuern, so dass zum einen bei Bedarf Heizwärme bzw. Kälte schon bereitgestellt werden können, bevor der Nutzer merkt, dass er sie braucht.

#### – Sensorentwicklung

Für die Überwachung und das Monitoring von Gebäuden werden eine ganze Reihe von Sensoren gebraucht und eingebaut. Viele dieser Sensoren sind in den letzten Jahren

erheblich günstiger geworden. Es gibt jedoch Sensortypen, die nach wie vor sehr kostspielig sind. Auch die dazugehörige Verkabelung ist immer mit erheblichem Aufwand verbunden.

**Es gibt Sensortypen, die nach wie vor sehr kostspielig sind. Auch die dazugehörige Verkabelung ist immer mit erheblichem Aufwand verbunden. Hier liefert die KI eine Lösung, in dem sie die besonders kostspieligen Sensoren simuliert.**

Hier liefert die KI eine Lösung, in dem sie die besonders kostspieligen Sensoren simuliert. Das geschieht durch das Zusammenspiel von günstigen Sensoren, die Parameter messen, die mit den durch die kostspieligen Sensoren zu messenden Parametern in mehr oder weniger direkter Beziehung stehen.

D. h. man sieht sich die, durch den kostspieligen Sensor zu messenden, Parameter an. Man schaut sich an, was es für kostengünstige Sensoren gibt und wie die Parameter, die die günstigen Sensoren messen können, mit den Para-

metern, die von den teuren Sensoren produziert werden, in Beziehung stehen und misst diese. Es ist also eine indirekte Messung und die KI dient nur dazu, die Einflussparameter dieses Beziehungsgeflechts zu prognostizieren.

#### – Bilderkennung ESKIMO Soll-Ist-Vergleich

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt ESKIMO verfolgt das Ziel, die Überwachung von Baustellenprozessen mittels Künstlicher Intelligenz (KI) zu optimieren. In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung / Projektträger DLR geförderten Projekt arbeiten Bauunternehmen, IT-Entwickler und Forschungseinrichtungen gemeinsam an der Baustelle der Zukunft. Unter dem Namen „ESKIMO“ befassen sich die insgesamt 12 Projektpartner mit der „Entwicklung von Systembausteinen der Künstlichen Intelligenz für eine digitale mobile Wertschöpfungskette für die Bauausführung“. Im Zentrum steht dabei eine intelligente Interpretation der Ist-Situation auf der Baustelle.

**Die von der KI gewonnenen Erkenntnisse werden umgehend erprobt: Sie werden in ein bereits vorhandenes Tool zur Erfassung und Verfolgung von Mängeln integriert und dann direkt auf der Baustelle verfeinert.**

Ziel des Projektes ist es, herauszufinden, an welchen Stellen KI die Bauleitung in ihrer täglichen Arbeit unterstützen kann. Bei der Auswahl der Anwendungsbeispiele wurde der Fokus zunächst auf Hochbauprojekte gelegt.

Hierbei werden verschiedene Bereiche untersucht, wie etwa die Bilderkennung zur Identifizierung von „Mängeln“. Konkret werden Abweichungen vom Bau-Soll zum Bau-Ist ermittelt, wobei die Soll-Stellung über BIM-Modelle generiert wird. Außerdem wird die KI zur Orientierung im Bauwerk verwendet oder auch einfach nur zur Bestimmung von Bautenständen oder zur Erkennung von direkten Handlungsbedarfen (z. B. Müllcontainer ist voll, muss also geleert werden).

Die von der KI gewonnenen Erkenntnisse werden umgehend erprobt: Sie werden in ein bereits vorhandenes Tool zur Erfassung und Verfolgung von Mängeln integriert und dann direkt auf der Baustelle verfeinert.

D. h. die eigentliche Mängelbegehung und Mängelerfassung erfolgt nach wie vor mit einem handelsüblichen, kommerziell verfügbaren Tool zur Mängelerfassung und -verwaltung.

Besonderheit dabei ist es, dass dieses Tool durch ein mit dem Bauhelm verbundenes 360-Grad-Kamerasystem unterstützt wird, welches wiederum auf die KI zugreifen kann. Dabei wird während des Durchgangs durch ein Bauwerk permanent die Position bestimmt. Im Idealfall bekommt der Bauleiter, wenn er per Foto einen Mangel aufnimmt, den genauen Standort (Stockwerk, Wohnungsnummer, Raum) bereits in seinem Tool angezeigt. Dieses Foto wiederum geht auch über die KI, die in der Bilderkennung trainiert wurde, typische Mängel und Restleistungen zu erkennen. Konkretes Beispiel: Wird ein Foto von einer Steckdose gemacht, an der die Steckdosenabdeckung fehlt, erkennt die KI den Mangel. Hierbei gilt es zunächst, die Soll-Stellung zu beachten (Ist. BIM-Modell sollte an dieser Stelle eine Steckdose sein), dann die Tatsache, dass es sich um eine Steckdose handelt und sodann um die Feinheit, dass an dieser Stelle die Abdeckung noch fehlt. Dies alles kann die KI dem erfassenden Bauleiter direkt auf sein Mo-



**Bild 4.** 360-Grad-Bild, Erzeugen von Trainingsdaten für die KI (Fotos/Abb.: 1 Michael Luftschitz, 2–4 Gemünden)

bilgerät einblenden und somit den Standardprozess, also die Kommunikation mit dem für die Montage der Abdeckung zuständigen Handwerker, einleiten.

Weiteres Potential ergibt sich durch die neue Generation von Mobilgeräten, die mit LIDAR-Sensorik ausgestattet ist. Hierbei können noch Entfernungswerte mit herangezogen werden.

Diese Vorgehensweise ergibt eine deutliche Erleichterung bei der täglichen Kontrolle von Baufortschritten und der Abarbeitung von Restleistungen bzw. Bearbeitung von Mängeln.

– iii –

**Welche Bereiche wird KI verändern?  
Was sind die Potentiale? Ausblick**

KI kann überall dort zum Einsatz kommen, wo es darum geht, Muster zu erkennen und die jeweiligen Bearbeiter mit diesen Erkenntnissen zu unterstützen. Noch gibt es in der Baubranche keine Softwarelösung, die den „großen Wurf“ darstellt, d. h. die die gesamte Prozesskette sinnvoll abdeckt. Daher werden wir künftig eine ganze Anzahl von kleinen „Tools“ beobachten können, die sich einzelne Teilbereiche der Branche vornehmen. Eine entscheidende Be-

deutung kommt dabei den jeweiligen APIs der diversen Hersteller zu, denn nur wenn ich Daten aus der Software heraus und wieder zurück hineinbekomme, kann ich durch externe Tools einen Prozess unterstützen.

Insofern ist es durchaus denkbar, dass die ein oder andere Software, die sich ohne ausreichend verfügbare und dokumentierte

APIs „durchzumogeln“ versucht, vom offenen Wettbewerb mittelfristig verdrängt wird. Schließlich ist das Potential der kleinen KI-Tools im täglichen Betrieb so dermaßen groß,

dass eine derartige Anwendung durchaus zur „Killer-App“ im jeweiligen Bereich werden kann. Auch wird viel davon abhängen, inwieweit Teile von Daten an Clouds transferiert werden können. Der Grund: Ein Großteil der KI-Anwendungen wird auch in der Cloud laufen. Andererseits werden dank der stetig steigenden Rechenleistung der Mobilgeräte signifikante Anwendungen auch auf eben jenen laufen müssen, damit sie selbst in der typischen Stahlbeton-Tiefgarage ohne Mobilfunkempfang funktionieren.

Die Qualität der KI hängt bekanntermaßen signifikant von der Qualität der Trainingsdaten ab. Mit der Marktreife der ersten Produkte werden wir eine massive inhaltliche Verbesserung eben jener Produkte beobachten können. Denn selbst wenn die Erkennungsraten z. B. im ESKIMO-Projekt mit Trainingsdaten schon beachtlich sind, wird sich durch flächendeckend zur Verfügung stehende Trainingsdaten die Qualität und damit das Potential in jedem Falle noch einmal deutlich steigern. So ist davon auszugehen, dass in zehn Jahren die KI im Bauwesen so selbstverständlich ist wie heute das Mobiltelefon.

**Noch gibt es in der Baubranche keine Softwarelösung, die den „großen Wurf“ darstellt, d. h. die die gesamte Prozesskette sinnvoll abdeckt. Daher werden wir künftig eine ganze Anzahl von kleinen „Tools“ beobachten können, die sich einzelne Teilbereiche der Branche vornehmen.**

*Dipl.-Ing. Tim Gemünden*

[www.gemuenden-bau.de](http://www.gemuenden-bau.de)