

Roboter auf dem Vormarsch

Robotik und 3D-Druck haben längst in der Baubranche Einzug gehalten. Doch noch immer sind sie selten anzutreffen, die altbewährten handwerklichen Tätigkeiten haben weiterhin Oberhand. In Zukunft könnte die Robotik nicht zuletzt dazu beitragen, den Arbeitskräftemangel auf den Baustellen zu kompensieren.

Von Claudia Bertoldi

Roboter arbeiten in vielen Bereichen der Industrie bereits autonom und ersetzen die menschliche Arbeitskraft. Vor allem körperlich schwere, gefährliche und monotone Arbeiten werden von digital gesteuerten Maschinen übernommen, die diese Tätigkeiten schneller, sicherer und nicht zuletzt auch billiger bewältigen können. Vor allem in China, den USA und Japan hat die Robotik längst neben der Arbeitswelt auch in vielen Bereichen des privaten Lebens Einzug gehalten.

In grösseren Unternehmen der metall- und holzverarbeitenden oder Automobilindustrie, im Maschinenbau oder der Elektroindustrie gehören Roboter inzwischen

zum Standard. Viele mittelständische Unternehmen sind angesichts der hohen Investitionskosten auf dem Gebiet noch im Verzug. In vielen Fällen rentiert sich der Einsatz der Robotertechnik bisher aufgrund geringer Mengen und oft wechselnder Modelle nicht.

Das Baugewerbe hinkt den anderen Branchen indes noch weit hinterher, obwohl sich gerade hier wegen der körperlich schweren Arbeit und dem zunehmenden Nachwuchsmangel der Einsatz von Robotern geradezu anbietet. Viele der noch heute von Arbeitern ausgeführten Tätigkeiten könnten in Zukunft von den Maschinen übernommen werden.

Dies bedeutet nicht, dass der Bauarbeiter zukünftig auf der Baustelle überflüssig sein wird. Aber sein Aufgabengebiet wird sich in Zukunft verändern. Der Mensch wird zunehmend vom ausführenden Part in die Position des Auftragserteilenden wechseln, vor allem, wenn standardisierte, gefährliche und monotone Arbeiten anstehen. Doch für qualifizierte Arbeiten werden auch weiterhin Arbeiter mit Erfahrung und Geschick nötig sein.

Robotik ist keine Bedrohung

«Robotik ist ein Meilenstein der digitalen Transformation. Heutzutage können Roboter bereits mehr Tätigkeiten als Menschen



«DFAB House» auf dem Nest-Gebäude in Dübendorf: Für den Einbau der Bewehrung war ein stationärer Armierungsroboter im Einsatz.

verrichten», sagte Zafer Bakir, Leiter Digitalisierung des Schweizer Baumeisterverbands (SBV). Er ermöglichte an der Schweizer Bautagung «Robotik am Bau» am Campus Sursee einen Einblick in die Geschichte der Robotik.

Der heute gebräuchliche Begriff Roboter entstammt ursprünglich dem 1920 veröffentlichten Theaterstück «R.U.R.» des Tschechen Karel Čapek. Auch später wurden Roboter in der Literatur und im Film zumeist als menschenähnliche Maschinen dargestellt, die dem Menschen als Helfer zur Seite gestellt, oft aber auch zur Bedrohung wurden.

Ein Blick in die Zukunft mit Szenarien und Prognosen zeigt hingegen, dass die Roboter auf einem breiteren Gebiet zum Einsatz kommen werden als in der heutigen Zeit, in der sie in der Produktion und beim Transport von Material und Werkstücken oder als Service-Roboter für Dienstleistungen anzutreffen sind. Im Bauwesen ist es inzwischen möglich, Gebäude zu einem grossen Teil digital erstellen zu lassen.

Ein bekanntes Beispiel ist das «DFAB House» auf dem Nest-Gelände in Dübendorf, das weltweit erste Wohnhaus, das nach digitalen Verfahren entworfen, geplant und gebaut wurde. Was hier vor allem zu Forschungszwecken entwickelt wurde, ist zukunftsweisend. Das Modul wurde überwiegend mithilfe von Robotern und 3D-Druckern gebaut.

Durch Bauroboter wurden die einzelnen Elemente auf der Baustelle fabriziert, zugeschnitten und verschweisst. Die Geschossdecke mit der komplexen Ornamentstruktur wurde in Schalteilen ausgossen, die im 3D-Sanddruckverfahren gefertigt wurden. Auch die Stahlbetonpfosten wurden mit einem digital gesteuerten Verfahren fabriziert. Die Holzmodule für die Obergeschosse fertigten und positionierten ebenfalls Roboter. Dennoch kam auch dieser Bau nicht ohne Bauarbeiter aus.

Roboter auf dem Bau

Oft ist es nicht zu erkennen, aber auf vielen Baustellen sind bereits Roboter oder ihre Produkte im Einsatz. Abbruch- und Rückbaubagger gehören zur niedrigsten Form der Roboter. Sie müssen für ihren Einsatz programmiert und gesteuert werden. Totalstationen zum raschen Auf- und Einmessen von Punkten sorgen für Präzision am Bau und können mit automatischer Zielerfassung oder -verfolgung ausgestattet werden. Doch auch sie müssen von Personen programmiert werden. Industrie-



Das «DFAB House» der Empa und Eawag wurde grösstenteils von Robotern gebaut.

roboter sorgen für die massgenaue Produktion von Fertigteilen – sie sind ebenso programmiert.

«Die Intelligenz dieser Maschinen ist gering. Sie führen nur die Arbeiten aus, die vom Mensch vorprogrammiert werden», so Zafer Bakir. Doch bereits jetzt existieren Maschinen auf dem Markt, die in die Zukunft weisen: So würden beispielsweise autonom agierende Walzen von Hamm mittels eines HCQ-Navigators die Einhaltung der Vorgaben für die Verdichtung erkennen. Ein Modul ermöglicht, den Verdichtungsfortschritt in Echtzeit auch aus der

« Robotik ist ein Meilenstein der digitalen Transformation. »

Zafer Bakir, Leiter Digitalisierung des Schweizer Baumeisterverbandes

Ferne zu verfolgen. Bauleiter können sich so jederzeit umfassend über den Baufortschritt informieren und wenn nötig die Prozesse aus dem Büro Prozesse steuern. In einem deutschen Steinbruch ist bereits seit drei Jahren ein ferngesteuerter Walzenzug im Einsatz.

Beim Bau des «DFAB House» auf dem Nest-Gebäude der Empa und Eawag in Dübendorf kam ein stationärer Armierungsroboter zum Einsatz. «Diese Roboter wurden bisher nur in geschützten Bereichen bei der Erstellung besonderer Formen erprobt», erklärt Bakir. Der Gedanke, dass in Zukunft Roboter das zeitaufwendige,

monotone Zusammensetzen von Bewehrungsmatten übernehmen, würde sicher viele Bauarbeiter begeistern.

Ferngesteuert arbeiten

Auch bei der Qualitätskontrolle ist Robotik im Einsatz. Totalstationen erleichtern den Übergang von herkömmlichen analogen Vermessungsverfahren zu modernen digitalen Techniken, die für die BIM-Prozesse notwendig sind. Die Entwürfe können schnell abgesteckt werden. Roboter sammeln die Bestandsdaten im Feld, ermöglichen gleichzeitig eine hohe Genauigkeit und helfen, Fehler zu vermeiden.

Und wer hat ihn nicht schon in einer Reportage im Einsatz gesehen, den Guardian GT Robot von Sarcos? Der Raupen-Roboter scheint einem Science-Fiction-Film zu entstammen. Doch seine langen ferngesteuerten Greifarme kommen zum Einsatz, wenn es für den Menschen zu gefährlich wird. Mit der Fernbedienung steuert der Operator auch aus weiter Distanz die Arme, die wie ein Mensch praktisch alle Maschinen bedienen, gleichzeitig aber enorme Gewichte von bis zu einer halben Tonne heben können. Der Roboter kann montieren, abbauen, aufräumen und vieles mehr. Sein Bediener wird über die Kameras des Systems informiert, deren Bilder auf eine VR-Brille übertragen werden.

«Nicht alle Entwicklungen sind relevant, doch viele haben grosses Potenzial, in Zukunft die Arbeit auf den Baustellen zu erleichtern. Dennoch bin ich überzeugt, dass der Baumeister selbst auch in Zukunft noch lange im Mittelpunkt der Bautätigkeiten stehen wird», betont Digitalisierungsexperte Bakir.

FORTSETZUNG AUF SEITE 28



Der Swisscom-Schacht der Creabéton Matériaux AG entsteht im 3D-Beton-Drucker.

Form frei wählbar

Seit 2015 beschäftigt sich das Unternehmen Creabéton Matériaux AG in Lyss BE intensiv mit dem 3D-Druck. Nach der Studie der verschiedenen Technologien und der Klärung der Ziele und Finanzierung wurde 2017 mit der Entwicklung eines Sechs-Achsen-Roboters begonnen. Bereits ein Jahr später starteten Pilotprojekte. Doch bis es soweit war, mussten viele Fragen, vor allem bezüglich des Materials, geklärt werden. «Beton in konventioneller Mischung ist kein besonderes Material. Doch um ihn für den 3D-Druck nutzbar zu machen, muss er grundlegenden Ansprü-

chen entsprechen», erklärt David Maier, Spezialist Betontechnologie bei Créabéton Matériaux.

Da Beton kein Material sei, das sich gerne in eine freie Form bringen lässt, müssten die Eigenschaften dementsprechend angepasst werden, unter anderem die Pumpbarkeit, die Standfestigkeit des Materials bei Austritt aus der Düse, die homogene Qualität sowie die gleichbleibende Materialbeschaffenheit. Die gleichbleibende Materialqualität ist wiederum von der Qualität der Rohstoffe, deren Feuchtegehalt, der Druckgeschwindigkeit beim Pumpen und den Umgebungsbedingungen sowie der

Form und Grösse des zu fertigenden Elements abhängig. Mittels Sensorik können diese Parameter überwacht werden.

In einem ersten Feldversuch entstanden 2018 Bauteile mit einer Seitenlänge von 130 Zentimetern und einem Meter Höhe. Sie können innerhalb von 45 Minuten gedruckt und direkt in die Baugrube versetzt werden. Im Anschluss wurde die Fertigung verlorener Schalungen für Stützelemente erfolgreich erprobt, danach der 3D-Druck konischer Schachtabdeckungselemente mit einem Durchmesser von bis zu 1,40 Metern. Sie können innerhalb von rund 50 Minuten gefertigt werden. Inzwischen ist die Herstellung grossformatiger Bauteile bis zu 3,5 Tonnen Gewicht innerhalb von fünf Stunden möglich.

Freie Gestaltung und Individualität

«Anwendungsspezifisch optimierte Roboter werden dem 3D-Druck im Bau die Türen zur industriellen Produktion öffnen», betont Walter Zulauf von der Güdel Group AG in Langenthal BE. Das Unternehmen ist Hersteller von hochpräzisen Maschinenkomponenten und Anbieter anspruchsvoller Automatisierungslösungen und fertigt auch Robotik-Komponenten für den 3D-Druck. Die Gestaltungsfreiheit und «form follows function» seien die Zukunft des Bauens. Der 3D-Druck ermögliche dabei die materialsparende und kosteneffiziente Herstellung der Bauteile. Weltweit laufen Projekte, bei denen die Roboter zum Einsatz kommen, unter anderem für die modulare Vorfertigung im Haus- und Verkehrsbau. Beim Print seien bereits Fertigungsgenauigkeiten von bis zu einem Millimeter möglich.

Doch neben den Vorteilen wie gestalterische Freiheit und Individualität, günstigere Herstellungskosten und geringerer zeitlicher Aufwand für die Schalung sei heute die Herstellungsweise der Bewehrung der 3D-gedruckten Bauteile im industriellen Massstab noch nicht geklärt. Der umfassende Markterfolg dieser Technik werde sich erst dann einstellen, wenn die Bewehrungstechniken gelöst seien. «Zukünftige Roboter für den 3D-Druck in der Bauindustrie werden mit hybrider Prozesstechnologie ausgerüstet sein. Stahlbewehrung und Beton werden im Wechsel schichtweise aufgebaut werden.

Technologien, die für die Bewehrungsarbeiten zum Einsatz kommen könnten, sind bereits heute im Einsatz wie das «Wire Arc Additive Manufacturing». Das Fertigungsverfahren nutzt Lichtbogenschwei-

ssen zum schichtweisen Aufbau des Bauteils. Ein Metalldraht wird mithilfe eines Schweißbrenners punktgenau verschmolzen. Damit können komplexe Strukturen oder Hohlräume gefertigt werden, die im Anschluss durch Fräsen bearbeitet werden.

Schneller und sehr genau bauen

Auf Vorfertigung mit Hilfe der Robotik setzt die Saredi AG aus Küsnacht SZ. Das Bauunternehmen nutzt für seine schnelle und präzise Baustellenabwicklung vorgefertigte, geklebte Backsteinelemente der Tripema AG.

2017 wurde die moderne Produktionsstätte der Tripema AG in Reichenburg SZ in Betrieb genommen. Die Wandelemente mit einer Stärke von 12,5 bis 20 Zentimetern werden in vollautomatisierter Fertigung hergestellt. Das garantiert eine gleichbleibende, geprüfte Qualität und ermöglicht gleichzeitig eine hohe Quantität. Bis zu 250 Quadratmeter Backsteinwände können pro Schicht mit einem patentierten Trockenkleber zusammengestellt werden. Der kontinuierliche Materialnachschub ist so abgesichert.

«Vor allem in Österreich sind die Backsteinelemente erfolgreich im Einsatz. Europaweit wurden bisher zirka 1,2 Millionen Quadratmeter verbaut», berichtet Sergio Minelli, Leiter Produktion der Saredi AG. Das Unternehmen nutzte die Elemente unter anderem für die Projekte Bellevue & Hotel Apartment Chedi Andermatt und Zentrum Cereneo Hertenstein Weggis sowie beim Umbau des Park Hotels Viznau. Die vorgefertigten, von der Empa geprüften Elemente eignen sich besonders dort, wo es schnell gehen muss. Sie werden wie im Holzbau fertig palettiert auf die Baustelle geliefert und können innerhalb kürzester Zeit mit dem Kran gestellt werden.

«Das Versetzen ist sehr einfach und schnell zu handhaben. Der genaue Standort wird eingezeichnet, das Wandelement ins vorbereitete Mörtelbett eingepasst und befestigt, alles kontrolliert und danach die Fugen mit Spezialkleber geschlossen. Das alles dauert nur wenige Minuten», erklärt Minelli. Weitere Pluspunkte des Verfahrens: flexibel, gut koordinierbar sowie sauber. Die Backsteine sind aufgrund des maschinellen Fertigungsprozesses exakt

aufeinander platziert. Der Trockenkleber verhindert Unebenheiten, somit ist weniger Aufwand beim Verputz nötig. Durch die robotergesteuerte Vorfertigung sind zudem massgenaue Schrägschnitte für Giebel oder spezielle Fensterformen möglich.

Höherer Planungsaufwand

Um die Produktion mit Robotern durchzuführen, müssen vor dem ersten Zuschnitt alle Masse und Details exakt festgelegt sein. «Dies erfordert einen zeitlich wesentlich grösseren Planungsvorlauf. Denn bereits bei der Planung werden die Masse der Fenster- und Türöffnungen festgelegt und Detailpläne angefertigt, die nach einem Abgleich für die Produktion freigegeben werden», so Minelli.

Über 50 000 Quadratmeter vorgefertigte Elemente hat das Unternehmen inzwischen gesetzt. Auf dem Schweizer Markt sei der Anteil der Gebäude, die in Backstein-Fertigteilbauweise erstellt werden, noch sehr gering. Doch Minelli sieht ein grosses Potenzial in dieser Technologie: «Unsere Erfahrungen haben uns überzeugt. Das Bauen mit vorgefertigten Elementen hat Zukunft.» ■



In der Pilotphase wurden erste Bauteile im 3D-Druck gefertigt. Die quadratischen Schachtelemente sind in gut 45 Minuten fertiggestellt.

INSERAT



Robert Aebi AG
Riedthofstrasse 100, 8105 Regensdorf
Tel.: 044 842 53 58
bagger@robert-aebi.com
volvoce.ch

Sie möchten auf einfache Art und Weise ein perfektes Planierergebnis erzielen? Sowohl in der Ebene als auch an Böschungen? Dies macht der Volvo Co-Pilot ganz bequem möglich: Ausgestattet mit Volvo Dig Assist und Volvo Active Control kann der Aushub abgesteckt und die Ausleger- und Löffelbewegungen automatisiert werden. So können Sie Ihre Arbeit genauer, effizienter und sicherer erledigen und dabei Ihre Produktivität bis zu 50% steigern. Wir beraten Sie gern.

Volvo Construction Equipment
Building Tomorrow

