next floor

2 | 2021 Das Magazin für die Kundinnen und Kunden der Schindler Aufzüge AG



Die Zukunft ist Gegenwart

Roboter-Revolution auf der Baustelle

Das erste digital gebaute Wohnhaus der Welt in Dübendorf Effiziente Heinzelmännchen im Betrieb von Gebäuden Fünf aussergewöhnliche Roboter im Porträt



04

Roboter-Revolution auf der Baustelle

07

Roboter als Klimaschützer

08

Schindler R.I.S.E: Bohren rund um die Uhr

12

Roboter im Betrieb von Gebäuden: Effiziente Heinzelmännchen

16

Das erste digital gebaute Wohnhaus der Welt in Dübendorf

19

Interview mit Konrad Graser, Projektleiter des DFAB House

22

Fünf aussergewöhnliche Roboter im Porträt

26

Zu Wasser, zu Lande und in der Luft: Roboter erobern neue Gebiete

28

Warum es den Menschen auch in Zukunft braucht

30

next news

32

Mit Robotern in eine schöne neue Welt? Fünf globale Best-Practice-Beispiele

35

Facts & Figures





Roboter

Liebe Leserinnen und Leser



Mit seinen 170 Zentimetern Grösse, knapp 60 Kilogramm Gewicht und einer maximalen Geschwindigkeit von 8 Stundenkilometern stelle er keine echte Gefahr für den Menschen dar, meinte Elon Musk bei der Präsentation seines Tesla Bots im vergangenen August. Sollte dieser ausrasten, könne man ihn locker überwältigen – oder einfach vor ihm weglaufen.

Elon Musk hatte die Lacher auf seiner Seite. Dass die künstliche Intelligenz von Robotern die unsrige übertrifft, davon sind wir zwar noch weit entfernt. Doch die Entwicklung verläuft rasant. Roboter gehören mittlerweile so sehr zum Alltag, dass wir sie schon gar nicht mehr wahrnehmen – und sie werden auch in der Baubranche immer wichtiger: In unterschiedlichsten Formen sind sie die Heinzelmännchen im Gebäudebetrieb (Seite 12) und auch auf Baustellen werden wir ihnen künftig immer öfter begegnen (Seite 4).

Roboter waren auch beteiligt am DFAB House in Dübendorf, dem weltweit ersten bewohnten Bauwerk, das rein digital gebaut und geplant wurde (Seite 16). Ein besonders freundlicher künstlicher Kollege ist Pepper, der als erster zu Emotionen fähige Roboter gilt und deshalb gerne in Altersheimen, Schulen und Geschäften – zum Beispiel im Zürcher Glattzentrum – eingesetzt wird. Ihn sowie andere aussergewöhnliche Roboter porträtieren wir ab Seite 22.

Mit Schindler R.I.S.E hat 2018 auch bei uns das Robotikzeitalter am Bau Einzug gehalten. Unsere Roboter entlasten die Monteurinnen und Monteure von anstrengenden, monotonen und gefährlichen Arbeiten im Schacht. Aufzüge wachsen so noch schneller in die Höhe (Seite 8). So dient Schindler R.I.S.E als gutes Beispiel dafür, wie Roboter ihre menschlichen Kolleginnen und Kollegen unterstützen und ergänzen können.

Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre

Petia M

Patrick Hess

CEO Schindler Schweiz

Impressum

Herausgeber

Schindler Aufzüge AG Marketing & Kommunikation CH-6030 Ebikon

Redaktionsleitung

Thomas Langenegger Redaktionsadresse

next floor

Zugerstrasse 13 CH-6030 Ebikon/Luzern nextfloor.ch@schindler.com

Adressverwaltung

address.ch@schindler.com

aformat.ch

Layout

Bildrecherche

Monika Reize Litho

click it AG Druck

Multicolor Print AG

Auflage

32 000 Ex. Ausgaben

zweimal jährlich in deutscher,

französischer und italienischer Sprache

Copyright

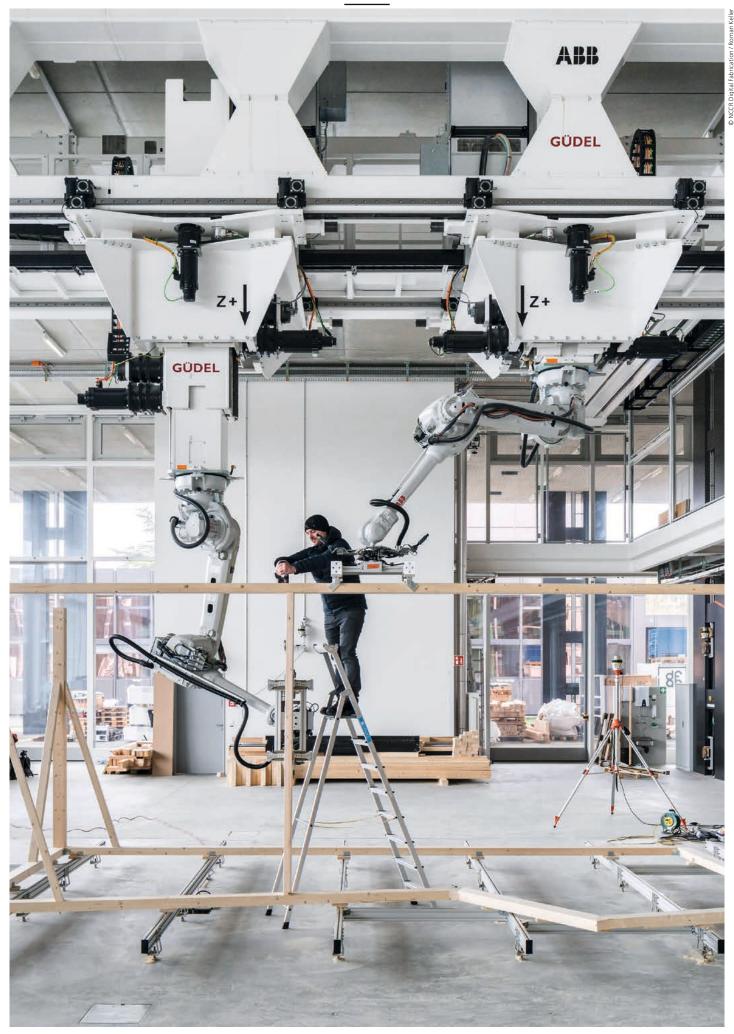
Schindler Aufzüge AG Nachdruck auf Anfrage

und mit Quellenangabe www.schindler.ch

next floor wird klimaneutral auf FSC-zertifiziertem Papier gedruckt. Die für den Versand verwendete Plastikfolie besteht aus Polyethylen ohne Weichmacher und ist umweltfreundlich abbaubar. Im Vergleich zu Papierhüllen ist bei der verwendeten Folie ein viermal geringerer Rohstoffeinsatz notwendig. Laut Empa-Studie handelt es sich aktuell um die umweltschonendste Verpackungsart.







Tanz der Roboter: Bei der Vorfertigung von Modulen spielen die Maschinen bereits ihr Potenzial aus. Forscher arbeiten derzeit an einer neuen Generation Roboter, die direkt auf der Baustelle zum Einsatz kommt.

Eine neue Generation von Robotern bewegt sich Richtung Baustelle. Die Helfer sind klein wie Hunde und stark wie Herkules und entlasten den Menschen bei repetitiven, schwierigen oder gefährlichen Arbeiten. In Zukunft könnten sie noch intelligenter werden, Probleme und Schäden melden und Lösungsvorschläge machen.

Roboter-Revolution am Bau

TEXT $Christian\ Schreiber$

Baubranche boomt. Unter Hochruck entsteht neuer Wohnraum in Städten, während die Industrie grossen Bedarf an Hallen, Fabriken und Büros hat. Auf der anderen Seite herrscht Fachkräftemangel. Jobs am Bau, wo man Wind und Wetter ausgesetzt ist, haben an Attraktivität verloren. EU-weit waren im zweiten Quartal 2020 mehr als 200000 Stellen für Arbeitskräfte im Bausektor nicht besetzt. Die Branche muss sich verändern und steht tatsächlich vor einer Revolution: Roboter sind auf dem Weg zur Baustelle.

Bei ihrem Einsatz geht es nicht in erster Linie um Einsparungen und Kostenreduktion. Im Vordergrund stehen Zeitersparnisse, Sicherheitsaspekte und Arbeitserleichterungen. Roboter bewegen grosse und schwere Lasten und erhöhen damit die Sicherheit für den Menschen. Sie arbeiten in gefährlichen, unzugänglichen Bereichen und ermöglichen neue, sichere Bauverfahren. Dank roboterbasiertem 3-D-Druck entstehen massgeschneiderte Bauelemente oder ganze Häuser quasi im Handumdrehen. Roboter übernehmen belastende und gefährliche Aufgaben, die Menschen nur ungern ausführen.

Schon das erste kleine Beispiel zeigt das Potenzial, das Roboter mit auf die Baustelle bringen. Jaibot, der erst kürzlich in Liechtenstein vorgestellt wurde, bohrt Löcher in die Decke und beendet damit das zermürbende Arbeiten über Kopf, wenngleich er nur halbautomatisch agiert und stets einen Operator in unmittelbarer Nähe braucht. Neben gesundheitlichen Aspekten spielt das Thema Gefahrenminimierung eine grosse Rolle. Schliesslich ist die Wahrscheinlichkeit, am Bau in einen tödlichen Unfall verwickelt zu werden, mit weltweit geschätzt mehr als 100000 Todesfällen pro Jahr viermal höher als in anderen Branchen.

«Die fleissigen Vierbeiner liefern dann nicht mehr nur Bilder und Daten von der Baustelle, sondern erkennen auch gleich Probleme, Schäden oder Zeitverzögerungen und schlagen Lösungen vor.»

Vor allem, wenn es um repetitive Arbeiten geht, sind Roboter im Vorteil. Einmal richtig programmiert streichen, fräsen, polieren oder schweissen sie, was das Zeug hält. Für die Baustelle stehen erste mobile Roboter mit Rädern oder Raupenketten in den Startlöchern, die nicht nur schwerste Güter transportieren und dabei sogar Treppen steigen, sondern zugleich über Werkzeug-

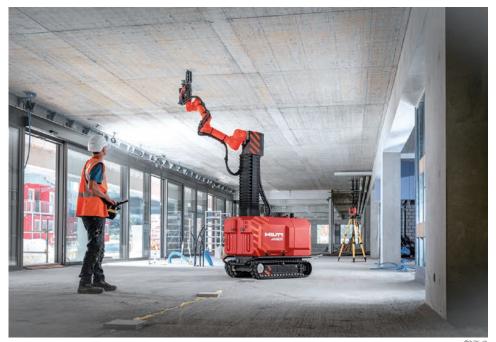
arme verfügen, an denen man – bildlich gesprochen – Bohrmaschine, Sprühdose oder Schweissgerät befestigen kann.

Chaoswelt Baustelle:

schwieriges Terrain für Roboter

Weil sie sich fortlaufend verändern, sind Baustellen ein schwieriges Terrain für Roboter. Ein Fahrzeug steht im Weg, der Kabelschacht ist überraschend gesperrt oder der Aufzug steht still. Bei halbautomatisierten Robotern spielt das nur eine untergeordnete Rolle, denn die Operatoren müssen sie ohnehin an ihren Standort bringen und im Raum einmessen. Es gibt auch Roboter, die dem Menschen mithilfe der sogenannten «Follow-me»-Technologie auf Schritt und Tritt über die Baustelle folgen und zum Beispiel Werkzeugtaschen mitschleppen.

Weil aber auch autonome Roboter neue, überraschende Hindernisse nicht ohne Weiteres umgehen können, stehen Forschende und Entwickler vor besonderen Herausforderungen. Der Roboter benötigt einen Kanal, über den er ständig mit neuen Informationen gefüttert wird, damit er seine Hinderniskarte erweitern kann. Dazu braucht es unter anderem eine Software-Schnittstelle, wie sie etwa das Fraunhofer Italia Innovation Engineering Center in Bozen entwickelt. Dabei gehört es zu



Was Arbeitern meist Schwierigkeiten bereitet, erledigt der Jaibot von Hilti mit links. Er bohrt Löcher in die Decke, ohne müde zu werden.



ANYmal ist gemacht, um Treppen und Hindernisse zu überwinden. Er inspiziert Baustellen, liest Armaturen und Bildschirme ab.

▶ den weiteren Zielen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, das Building Information Modeling (BIM) zu optimieren, also auch die Roboter und deren Arbeiten in die softwaregestützte Planung und den Bau von Gebäuden einzubeziehen.

Ein Mittelsmann für die Praxis

Weil Wissenschaft und Praxis oftmals zwei Paar Stiefel sind, gibt es Experten wie Dr. René Jähne. Er arbeitet am Forschungsinstitut NCCR Digital Fabrication, das sich mit den Themen Bau und Architektur befasst und an dem verschiedene Schweizer Hochschulen beteiligt sind. Jähne ist eine Art Mittelsmann, er verbindet Forschungsgruppen, lädt Wissenschaftler zu Innovations-Workshops ein und tauscht sich mit Architektinnen und Bauingenieuren aus. Wie seine Arbeit funktioniert, zeigt das Beispiel des vierbeinigen Laufroboters ANYmal, der ein wenig an einen Hund erinnert. Eigentlich soll er Ölplattformen inspizieren und Inspektionsrundgänge machen, wo er Armaturen abliest, Bildschirme checkt, Leuchtdioden prüft und im Fall der Fälle Fehler-Reports sendet. René Jähne: «Ich habe den Roboter mehrmals gesehen, seine Fähigkeiten kennengelernt und daraus abgeleitet, was man

mit ihm auf der Baustelle machen könnte.» Jähne organisierte einen ersten Workshop, um die Anwendungsmöglichkeiten zu besprechen. Das Pilotprojekt wurde dann auf einer Baustelle in Schlieren (ZH) umgesetzt.

ANYmal kann die Bauleitung massiv entlasten, indem er unter anderem Dokumentationsaufgaben ausführt. Anhand der Bilder, die er mithilfe von Lasertechnik erstellt, sieht man, wo Steckdosen schon gesetzt oder welche Stützen neu hinzugekommen sind.

«Bis eine Entwicklung reif für die Baustelle ist, vergeht viel Zeit. Bei ANYmal hat es sieben Jahre von der Grundlagenforschung bis zum ersten Pilot-Einsatz gedauert.»

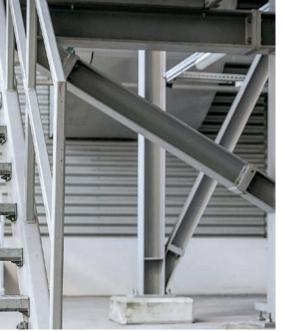
Bis eine Entwicklung reif für die Baustelle ist, vergeht viel Zeit. Bei ANYmal hat es sieben Jahre von der Grundlagenforschung bis zum ersten Piloteinsatz gedauert. Neben technischen und praktischen sind auch rechtliche Aspekte zu klären. Und die Konkurrenz schläft nicht: Mit Spot, den die Firma Boston Dynamics herstellt, ist ein

anderer vierbeiniger Roboter am Markt, der kleine Lasten trägt, Werkzeuge aufnimmt und Inspektions- sowie Dokumentationsaufgaben übernimmt (siehe auch Seite 22, Roboter-Porträts).

Der nächste Schritt: künstliche Intelligenz

Die Weiterentwicklung der Roboter mithilfe von künstlicher Intelligenz ist der nächste Schritt. Die fleissigen Vierbeiner liefern dann nicht mehr nur Bilder und Daten von der Baustelle, sondern erkennen auch gleich Probleme, Schäden oder Zeitverzögerungen und schlagen Lösungen vor. Sie würden 3-D-Modelle in Echtzeit produzieren und der Bauleitung bei der Neuberechnung der Arbeitsgeschwindigkeit, der Produktivität und der Kosten helfen. Vorstellbar sind auch intelligente Drohnen, die die Arbeit auf der Baustelle überwachen und die einzelnen Akteurinnen und Akteure vor potenziellen Gefahren warnen.

Auch der 3-D-Druck, bei dem ein Roboter Schicht für Schicht Wände und Häuser hochzieht, steckt in der Weiterentwicklungsphase. Er könnte vermehrt bei Reparaturen oder Restaurationen zum Einsatz kommen. Ausserdem befinden sich neue Konzepte für eine weitreichende Vorfertigung in der Pipeline: Roboter stellen Bäder



© Business Wire



© Gramazio Kohler Research, ETH Zuricl

Roboter als Klimaschützer

Weniger Energie, Material und Abfall

oder Küchen in einem Werk her und montieren und installieren diese anschliessend auf der Baustelle. Es existieren sogar Ansätze, Roboter im Rudel einzusetzen. Sie sollen nicht mehr alleine an einzelnen Bauteilen arbeiten, sondern im Schwarm ganze Aufgabenkomplexe auf der Baustelle erledigen.

In den Augen von Jähne müssen sich Roboter am Bau allerdings verändern, um den Ansprüchen der Zukunft gerecht zu werden. «Sie sind zu starr und zu schwer. Um ein Kilo zu heben, braucht man acht Kilo Roboter hinten dran.» Das Verhältnis von Nutzlast zu Eigengewicht liege bei eins zu acht. Im Prinzip seien nur die Gelenke beweglich. «Wir bräuchten Maschinen mit nachgiebigen Aktuatoren, zum Beispiel einer Drehfeder zwischen Elektromotor und starrem Roboterarm», so Jähne. Dadurch würden schnell auftretende und wechselnde Kräfte abgefedert, ohne dass Schäden entstehen. «Zudem könnten sich die Roboter dynamischer bewegen und auf die Umgebung besser reagieren.» Das klingt schon ein wenig nach der nächsten Revolution auf der Baustelle.





Im Bausektor können Roboter helfen, die CO₂-Bilanz zu verbessern. Sie arbeiten energieeffizient, sind präziser und produzieren weniger Ausschuss und Abfall. «Mit Robotertechnik brauchen wir weniger Material für die Struktur», erklärt Guillaume Habert, Professor für nachhaltiges Bauen an der ETH Zürich. Und es sei relativ einfach, multifunktionale Elemente zu bauen. Während bei der konventionellen Herangehensweise jedes Material nur eine Funktion habe, schaffe es der roboterbasierte 3-D-Drucker beispielsweise, die Dämmung gleich mit in die Wand zu integrieren. «Er lässt auch Löcher frei, wo später die Strombuchse reinkommt. Wieder was gespart.»

Mehr Effizienz, weniger Flexibilität

Allerdings muss man sich laut Professor Habert dabei im Klaren sein, dass die Flexibilität ein Stück weit verloren geht. «Ein Gebäude hat unter Umständen eine kürzere Lebensdauer.» Wie Habert erklärt, lässt sich ein neuer, mithilfe von Robotertechnik erstellter Bürokomplex in ein paar Jahren nicht einfach in ein Wohngebäude verwandeln, denn die multifunktionalen Bauteile sind kaum veränderbar. «Die Akustik ist in die Decke

integriert und auf das Büro ausgerichtet.» Auf der anderen Seite folgen Gebäude, die mithilfe von Robotern entstanden sind, bei Bedarf den Prinzipien der Circular Economy: Sie werden so gestaltet, dass man ihre einzelnen Komponenten in der Zukunft weiterverwenden kann.

Natürlich darf man bei der Gesamtbetrachtung nicht ausser Acht lassen, dass bei der Herstellung von Robotern Energie und Ressourcen verbraucht werden und CO2 entsteht. Die wenigen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die sich bis dato mit dem Thema befasst haben, kommen laut Habert zu folgender Erkenntnis: Nur wenn der Roboter mit Ökostrom aus Sonne oder Wind produziert wird, geht die Rechnung aus Nachhaltigkeitssicht auf. Immerhin bieten namhafte Hersteller Recycling-Modelle an, indem sie ihre Roboter zurückkaufen, wenn sie ausgedient haben. «Eine sinnvolle Sache, denn in der Elektronik und in den Batterien stecken kritische Ressourcen.»



Mit Schindler R.I.S.E wachsen die Aufzüge von Schindler noch schneller in die Höhe. Das Robotersystem entlastet die Aufzugsmonteurinnen und -monteure von anstrengenden Bohrarbeiten im Schacht. Gerade bei Grossprojekten können so die Sicherheit und Effizienz weiter gesteigert werden.



Mit Ausdauer und Präzision übernimmt R.I.S.E. das Setzen der Ankerbolzen (links). Dank eines Windensystems kann sich das System im Aufzugsschacht selber fortbeweaen (links unten).

Bohren rund um die Uhr

TEXT $Michael\ Staub$ BILD Schindler

amit ein Aufzug sanft und sicher fahren kann, wird er von seitlichen Führungsschienen gehalten. Deren Montage ist eine sehr aufwendige und extrem repetitive Tätigkeit: In regelmässigen Abständen werden Löcher in die Schachtwand gebohrt, Ankerbolzen darin versenkt und auf diesen Bolzen zunächst die Schienenbügel und an diesen dann die Schienen montiert. Bei einer Anlage mit zehn Haltestellen kommen so einige Hundert Bohrlöcher zusammen - bei grossen Anlagen sind es gar Tausende oder Zehntausende. Die Toleranzen für die Bohrungen sind klein, denn die Führungsschienen müssen lotrecht montiert werden.

Genau und unermüdlich

Solche körperlich anstrengenden Arbeiten mit konstanter Genauigkeit auszuführen, ist für Menschen sehr ermüdend. Maschinen hingegen haben damit kein Problem. Deshalb stellte Schindler 2018 das Konzept Schindler R.I.S.E vor, das «Robotics Installation System for Elevators». Das System beruht auf einem modifizierten Industrieroboter, der selbständig die Position der Bohrlöcher bestimmt, die Bohrung ausführt und anschliessend die Ankerbolzen setzt. An der Entwicklung von Schindler R.I.S.E waren mit ABB und der ETH Zürich namhafte Partner aus Industrie und Forschung beteiligt. Um das 900 Kilogramm schwere Gerät schnell und sicher an den Einsatzort zu bringen, hat Schindler einen speziellen Trolley entwickelt. Auf diesem Fahrzeug wird der Roboter bis zum Aufzugsschacht gebracht. Mit einem speziellen Schlitten, der im Trolley integriert ist, wird das System gerüstlos in den Schacht eingebracht. Im Schachtkopf wird eine elektrische Winde mittels Haken installiert. Der Roboter steuert diese Winde und kann sich so selbständig im Schacht aufund abwärts bewegen. Das ermöglicht die perfekte vertikale Positionierung des Systems für die Bohrarbeiten.

Dank Stahlbeton sind die Aufzugsschächte in Neubauten sehr stabil. Doch genau diese Stabilität kann beim Bohren zu Problemen führen. «Wenn just am geplanten Ort der Bohrung ein Armierungseisen verläuft, muss man den Bohrer anderswo ansetzen», sagt Urs Püntener,

«Der Roboter ist ein Hilfsmittel für unsere Liftmonteurinnen und -monteure und wertet ihren Beruf auf.»

Head Global Fulfilment bei Schindler. Ein sogenannter Rebar-Sensor, also ein Sensor für Armierungseisen, zeigt dem Roboter deshalb die vorhandene Bewehrung. So kann entweder ober- oder unterhalb des Eisens gebohrt werden. Nur in wenigen Fällen sitzen die Armierungseisen so dicht beieinander, dass vom System keine ideale Bohrposition gefunden wird. In diesem Fall wird nach wie vor manuell gebohrt. Das Gros der Arbeit aber läuft vollständig automatisch ab.

Automatische Entlastung

2018 fand der erfolgreiche sogenannte Proof of Concept statt, bei dem ein erstes Projekt mithilfe des Schindler R.I.S.E-Prototypen bewältigt wurde. Ende 2019 folgten die ersten Einsätze im Hochhausbau mit dem MVP (Minimum Viable Product). In diesem Rahmen bewährte sich das System zum Beispiel beim Projekt TrIIIple in Wien, das drei Hochhäuser mit jeweils 30 Geschossen umfasst. Auch beim Varso Tower in Warschau, der mit 310 Metern Gebäudehöhe und 57 Aufzügen glänzt, war der Roboter eine wertvolle Hilfe. In der Schweiz hatte er seinen ersten Auftritt beim Neubau The Circle am Flughafen Zürich. Dieser Gebäudekomplex wurde mit insgesamt 97 Aufzügen von Schindler ausgerüstet, darunter auch einige Schindler 5500, die als Serviceaufzüge dienen. Bei zwei dieser Anlagen, die jeweils zwölf Haltestellen umfassen, kam ein Vorserienmodell von Schindler R.I.S.E zum Einsatz. Der Roboter Heidi setzte bei einer Anlage ungefähr 80 Prozent aller Bohrlöcher und Dübel, bei der zweiten bereits 95 Prozent. Laut Mirko Apel, dem für den The Circle zuständigen Grossprojektleiter von Schindler, waren die Mitarbeitenden aufgrund des höheren Einrichtungsaufwands zunächst wenig begeistert vom System. «Als sie dann gemerkt haben, wie schnell und präzise sie die Schienenbügel montieren können, weil die Dübel derart genau gesetzt wurden, haben sie immer wieder gefragt, wann der Roboter wieder eingesetzt wird.»

Der Roboter als Gefährder oder sogar Zerstörer von Arbeitsplätzen ist ein häufiges Schreckgespenst. Im Fall von Schindler R.I.S.E geht es aber klar um die Entlastung und nicht um das Ersetzen von Arbeitskräften. Darauf weist auch Mirko Apel hin: «Der Roboter ist ein Hilfsmittel für unsere Liftmonteurinnen und Liftmonteure und



Fertig oder in Arbeit

Inselspital Bern 67 m 8 Roboter S5500 Start Quartal 1/2021

Marriott Genf 60 m 5 Roboter S5500 Start Quartal 1/2021

The Stream Berlin 100 m 6 Roboter S7000 und 1 Roboter S5500 Quartal 1+3/2021

Varso Tower Warschau 205 m 15 Roboter S7000 Start August 2020

Uptown Dubai 340 m 14 Roboter S7000 Start Februar 2021

Wird ausgeführt

Triliple Wien 118 m 10 Roboter S5500 Start Juli 2021

Donaustadt Wien 100 m 3 Roboter S5500 Start Quartal 3/2021

Projekt «Go east»

Pilotprojekt Shanghai 310 m 20 Roboter S7000 Start Quartal 4/2021/Quartal 1/2022

Pilotprojekt Hongkong Start 2022

Pilotprojekt Singapur Start 2022

Pilotprojekt Australien Start 2022 wertet ihren Beruf auf. Unsere Spezialistinnen und Spezialisten sind hoch qualifiziert und auf dem Markt sehr gesucht. Sie eine Woche lang mit der Bohrmaschine in einen lauten und staubigen Liftschacht zu schicken, ist nicht effizient.» Zu bedenken seien auch die Arbeitssicherheit respektive der Gesundheitsschutz: «Die Gefahr von Gehör- und Augenschäden, aber auch Schäden an Gelenken oder Bändern durch sich verkantende Maschinen sind bei einem Roboter nicht zu befürchten.»

Effizient und begehrt

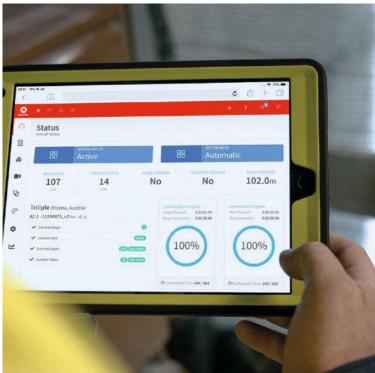
Anders als ein Mensch kann die Maschine im Prinzip 24 Stunden am Tag arbeiten. Aus der Ferne wird sie von einem Menschen überwacht, damit auch der Nachschub (Bohrer, Dübel oder Bolzen) rechtzeitig bereitgestellt werden kann. Bei allfälligen Problemen wird dieser menschliche Operator via SMS verständigt. Eingeschränkte Betriebszeiten gibt es selten aus technischen, sondern meistens infolge der organisatorischen Bedingungen vor Ort. Beim Einsatz im Berner Inselspital etwa war das Bohren nur innerhalb genau definierter Zeitfenster erlaubt, damit die Patientinnen sowie die Anwohner nicht zu sehr gestört wurden. Auf manchen Grossbaustellen, etwa im Nahen Osten, sind hingegen viel längere Betriebszeiten am Stück möglich. Die Einsatzbedingungen variieren von Projekt zu Projekt. Konstant sind hingegen die Entlastung der Monteurinnen und Monteure und der Zeitgewinn bei der Schienenmontage.

Bis jetzt wird Schindler R.I.S.E hauptsächlich für Grossprojekte eingesetzt. Denn je höher die Zahl der Aufzüge ist und je grösser die Förderhöhen dieser Anlagen sind, desto mehr Ankerbolzen müssen gesetzt werden. Damit greifen auch die Skalierungseffekte des Roboters: Einmal installiert

In Zukunft kann der Roboter mit BIM-Informationen gespeist werden und so anhand des digitalen Modells des Aufzugschachts arbeiten.

arbeitet er ungerührt sein Pensum ab und kann so die Installation der Anlagen deutlich beschleunigen. Deshalb erhält das Schindler R.I.S.E-Team unzählige Anfragen von Kundenseite. «Schindler ist derzeit der einzige Aufzugshersteller mit einem solchen Installationsroboter. Wir stehen damit an der Spitze der Innovation. Die qualitativ hochwertige und sehr schnelle Montage überzeugt unsere Kundinnen und

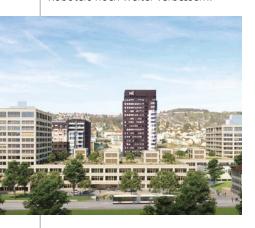




Jedes R.I.S.E.-System wird von einem Operator betreut. Die wichtigen Kennzahlen sind jederzeit auf einem Tablet ersichtlich.

Kantonsspital St. Gallen

Marie, einer unserer fünf Schindler R.I.S.E-Roboter, hat im August 2021 das Bohren und das Setzen von Ankerbolzen für drei Schindler 5500-Aufzüge im Kantonsspital St. Gallen erfolgreich abgeschlossen. Das Projektteam und die Kundschaft waren von der Effizienz und Qualität von Marie begeistert. Gleichzeitig konnte das Team von Schindler R.I.S.E die neusten Verbesserungen erfolgreich validieren und so die Zuverlässigkeit und Selbständigkeit des Roboters noch weiter verbessern.



Kunden ebenso wie der grosse Zuwachs bezüglich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz für die Aufzugsmonteurinnen und-monteure», sagt Urs Püntener.

Digitale Zukunft

Eine Vorreiterrolle kann Schindler R.I.S.E beim digitalen Bauen übernehmen. Bekanntlich sind die Innovationszyklen der Baubranche sehr lange - rund zehn Jahre kann es dauern, bis sich eine auf dem Markt erhältliche Lösung vollständig durchgesetzt hat. Auch deshalb ist das Bauwesen mit wenigen Ausnahmen eine Manufaktur: Gebäude für Gebäude wird als Einzelstück geplant, gebaut und betrieben. Die Vorteile der Industrie-Massenfertigung, darunter identische Qualität und attraktive Preise, können so kaum erreicht werden. Das Building Information Modeling (BIM) will das ändern. Mit dem «digitalen Zwilling», also dem digitalen Abbild eines Gebäudes, sollen Planung, Bau und Betrieb schneller und reibungsloser funktionieren.

Während Elektro-, Heizungs- oder Lüftungsplanung seit einigen Jahren auch BIMtauglich sind, blieb der Aufzugsschacht lange ein weisser Fleck. Das soll Schindler R.I.S.E nun ändern. In Zukunft kann der Roboter mit BIM-Informationen gespeist werden und so anhand des digitalen Modells

des Aufzugschachts arbeiten. Natürlich braucht es ein bisschen Übersetzungsarbeit zwischen der digitalen und der realen Welt: Nicht jedes Armierungseisen ist auf dem Plan eingezeichnet und nicht jedes Bohrloch fix vorgegeben. Diesen Abgleich kann Schindler R.I.S.E automatisch vornehmen und so auch Informationen ins BIM-Modell des Gebäudes zurückspeisen. In diesem Modell wird man in Zukunft also nicht nur sehen, wo die Wasser- oder Stromleitungen verlaufen, sondern auch die genauen Daten zur Aufzugsanlage eruieren können. Ein wertvoller Beitrag zum Unterhalt der Anlage und für spätere Modernisierungen.

Interessante Perspektiven

Wie Urs Püntener berichtet, lernt das Schindler R.I.S.E-Team mit jedem Projekt etwas dazu: «Wir haben bereits konkrete Ideen für die Erweiterung des Anwendungsgebiets. Dazu gehören etwa die Montage der Schienenbügel durch den Roboter, der Einbau einer Bohrstaub-Absaugung oder gar das Malen der Liftschächte durch das System.»









Der Minibar-Roboter «Jeeves» bewegt sich selbstständig und unter Einbezug des Aufzugs durch das Zürcher Flughafenhotel Radisson Blu (oben). Bar-Roboter «Barney Bar» serviert einen frisch zubereiteten Drink (unten).

Roboter im Betrieb von Gebäuden: Effiziente Heinzelmännchen

In Hotels, Spitälern oder Bürogebäuden stehen unterschiedlichste Arten von Robotern als effiziente Heinzelmännchen im Einsatz: Die intelligenten Butler, Logistiker oder Raumpfleger benutzen selbstständig Aufzugsanlagen. Einige Roboter interagieren direkt mit Menschen, die meisten verrichten ihren Dienst aber im rückwärtigen Bereich ohne Publikumskontakt.

TEXT Roland Eggspühler BILD Beat Brechbühl

m Gesundheitswesen übernehmen Roboter immer mehr funktionale Aufgaben und entlasten das Spitalpersonal, das sich somit mehr auf die Arbeit an den Patientinnen und Patienten ausrichten kann. So etwa bringt der Roboter Verbrauchsmaterial aus dem typischerweise eher peripher gelegenen Lager auf die jeweilige Station – das erspart den Pflegefachkräften weite Wegstrecken. Auch rund um den Einsatz teurer Spezialgeräte kann eine intelli-

gente Logistiklösung für ein Spital lukrativ sein: Statt auf jeder Station ein gleiches, aber selten gebrauchtes Gerät herumstehen zu haben, liefert ein Roboter dieses aus dem zentralisierten Gerätepark per gewünschtem Zeitpunkt an den gewünschten Einsatzort – ähnlich wie die Servierroboter, die im asiatischen Raum in Restaurants sehr verbreitet sind und das Essen an den Tisch bringen. In Asien haben übrigens fast alle Roboter eine Art «Gesicht» und einen vermenschlichten Ausdruck – in Europa spielen diese Aspekte eine eher untergeordnete Rolle.

Im Galliker-Logistikcenter in Altishofen (Kanton Luzern) nimmt eine Robotergruppe seit elf Jahren die Umverpackung von Lebensmitteln vor – drei Industrieroboter platzieren Lage um Lage der sechs sortenrein aus dem Hero-Werk angelieferten Konfitüre-Portionen auf einem Förderband, je ein weiterer Roboter nimmt die ihm zugeteilte Sorte von dort und stapelt sie lagerichtig in der assortierten Versandschachtel. Die Zusammensetzung der Sorten pro Versandeinheit variiert von Tag zu Tag, je nach Wunsch des Auftraggebers. Ein Anlagenführer überwacht den Prozess, der

ca. 50-mal schneller abläuft, als er ihn von Hand erledigen könnte. Den letzten Arbeitsschritt macht ein Wickelroboter, der eine Plastikfolie um das fertig befüllte Palett zurrt und es für die Einbuchung in die Versandlogistik bereitmacht.

In jedem noch so unterschiedlichen Anwendungsfall drehen sich die Prozesslogiken immer um Abläufe, die in öffentlichen, internen oder geschützten Zonen stattfinden. Zudem werden auch

unerwünschte oder zulässige Kontakte zu bestimmten Menschengruppen definiert. Zum Beispiel kann es in Ordnung sein, dass der Roboter gleichzeitig mit Mitarbeitenden im Lift ist, die per Badge eine fürs Publikum nicht zugängliche Etage ansteuern. Wenn hingegen Gäste den Rufknopf drücken, lässt der Roboter ihnen den Vortritt und wartet, wenn er sein Ziel auf einer «internen» Etage hat (weil sich der Gast nur im öffentlichen Gebäudebereich bewegen darf). Hinter einer Priorisierung können aber auch grundsätzliche Überlegungen zur Gastfreundschaft oder zum

zonierten Nebeneinander bzw. seriellen Nacheinander von Abläufen stehen. So treten Putzroboter in Bürogebäuden üblicherweise erst dann in Aktion, wenn die letzten Mitarbeitenden den Raum verlassen haben.

«Im Gesundheitswesen übernehmen Roboter immer mehr funktionale Aufgaben und entlasten das Spitalpersonal, das sich somit mehr auf die Arbeit an den Patientinnen und Patienten ausrichten kann.»

Bidirektionaler Dialog

Die vorgesehenen Fahrwege bzw. Geschosspläne der einzelnen Etagen sind in der Robotersteuerung hinterlegt. Zusätzlich können spezifische Punkte für eine bestimmte Aktion definiert ▶





Ospedale Civico: wenn der Spital-Roboter den Aufzug nimmt.



▶ werden. Beispielsweise für jenen Ort im Liftvorbereich, von dem aus der Roboter den Lift ruft. Sehr intelligente Roboter wissen selbständig, auf welcher Gebäudeetage sie gerade sind – die vertikale Orientierung gelingt ihnen dank sensiblen Beschleunigungssensoren und hochpräziser Fahrzeitenmessung. So können sie sogar einen allfälligen Zwischenhalt für einen Drittzustieg einordnen. Oder sie erhalten die Informationen zur vertikalen Position als direkten Rückfluss aus der Liftsteuerung. So oder so sind die

Schnittstellen oder eben der bidirektionale Dialog zwischen zwei an einem Ablauf beteiligten Systemen das A und O, auch für Berechtigungsfragen.

Rein prinzipiell hat der eher im rückwärtigen Dienst tätige, also für Gäste kaum sichtbare Roboter den Status eines spezifischen Mitarbeiters. Im Anwendungsfall eines Hotels wäre das vergleichbar mit einem physischen Kollegen des Reinigungsdiensts oder des Facility Managements. Die auf dem Badge hinterlegten Berechtigungsrollen jener Mitarbeitenden sind in der Regel anders als beim in der Gästebetreuung tätigen Hotelpersonal oder beim Pflegepersonal im Spital, das auch mit Patienten oder Besucherinnen im Spitallift sein darf. «Der Roboter ist immer eine eigene Benutzergruppe mit anderen

Bedürfnissen und anderer Priorität», erklärt Thomas Werren, Head IoEE Business Management bei Schindler Schweiz: «Die Details legen wir in enger Zusammenarbeit mit den Kundinnen und Kunden fest und programmieren diese Schnittstelle in Abstimmung auf die jeweilige Liftsteuerung. Bei unserer PORT-Lösung haben wir quasi freie Bahn und können praktisch jeden Kundenwunsch umsetzen.»

Jeeves, die robotische Minibar

Jene Roboter, denen eine bedienende Rolle zugedacht ist, sind in einer höheren Evolutionsebene tätig als ihre Kollegen, die rein funktionale Aufgaben erledigen: Sie haben direkten Kundenkontakt und tauschen sich mit ihrem Gegenüber aus. Das macht beispielsweise der Minibar-Roboter Jeeves im Zürcher Flughafenhotel Radisson Blu, der seit Frühling 2021 im Einsatz steht. Wer den neuen Room-Service nutzen möchte, nimmt mit Jeeves über das Zimmertelefon Kontakt auf. Sobald der robotische Radisson-Mitarbeiter vor der Türe bereit steht, meldet er sich via Zimmerte-

lefon beim Gast. Er lädt ihn ein, die gewünschten Artikel aus einer der vier (Kühl-)Schubladen zu nehmen. Durch die Sensoren weiss das System über die bezogenen Waren Bescheid und fügt diese Positionen automatisch der Zimmerrechnung hinzu. «Mit Jeeves, der von unseren Gästen übrigens meist mit einem liebevollen Schmunzeln empfangen wird, konnten wir den Minibarbetrieb coronakonform ausgestalten. Zudem ist die betriebliche Logistik für uns einiges einfacher und effizienter geworden», stellt Hotelmanagerin Susanne Petrich zufrieden fest.

Barney weibelt hinter der Theke

Während bei Jeeves die Robotik vor allem in der dreidimensionalen Fortbewegungsmobilität zum Ausdruck kommt, begeistert der stationäre Barney mit seiner enormen Beweglichkeit. Er steht als Barkeeper hinter der Theke, an der sich die Gäste von ihm bedienen lassen – die Bestellung erfolgt über ein Touch-Display

oder eine App, die Bezahlung ist in jedem Fall elektronisch. Barney Bar holt sich das korrekte Glas vom Stapel, greift hinter sich unter die gewünschte Flasche, füllt den Inhalt in der richtigen Menge ins Glas und mischt Cola, Limonade oder was auch immer dazu. Den fertigen Drink stellt er der Kundin oder dem Kunden an einen markierten Punkt auf die Theke. Die Kaffeeversion Barney Barista weilte 2020 während einigen Wochen im Verkehrshaus der Schweiz in Luzern und durfte in der Gastronomie des Museums einen besonderen Akzent setzen.

Benutzergruppe mit anderen Bedürfnissen und anderer Priorität», erklärt Thomas Werren, Head IoEE Business Management bei Schindler Schweiz: «Die Details legen wir in enger Zusammenarbeit mit den Kundinnen und Kunden fest und programmieren diese Schnittstelle in Abstimmung auf die jeweilige Liftsteuerung.»

«Der Roboter ist immer eine eigene

Die Entwicklung geht weiter

Die Barney-Herstellerin, die F&P Robotics AG aus Glattbrugg, hat Mitte September 2021 die jüngsten Entwicklungen an ihrem

Assistenzroboter Lio präsentiert: Dabei handelt es sich um einen kollaborativen Roboter, der im Unterschied zu Barney mobil ist und mit Menschen interagiert. Damit ist Lio ein Artverwandter von Pepper (siehe Beitrag Seite 23). Lio wurde vor allem als Alltagshelfer für Menschen entwickelt, die nicht mehr so mobil sind, und steht bereits in 15 Institutionen im Einsatz. Viele der für ihn in Frage kommenden Tätigkeiten resultierten aus einer interdisziplinären Feldstudie unter der Federführung der Fachhochschule Graubünden. Die letzte Stufe der Praxistests ging im Alters- und Pflegeheim Viva in Altstätten (Kanton St. Gallen) über die Bühne. Lio überzeugte dort als Bewegungsanimator, Quizmaster und Witzerzähler – bei Letzterem legte er eine interessante Mischung von Realitätssinn und Selbstironie an den Tag: «Warum sollte ein Roboter nicht gleichzeitig Cola und Bier trinken? Weil er dann colabiert!»





Beim DFAB House in Dübendorf handelt es sich um das erste bewohnte Bauwerk der Welt, das sowohl digital geplant als auch digital gebaut wurde. Der Einsatz von Robotern und 3-D-Druckern verhilft dem Bauwesen zu einem Quantensprung bezüglich Effizienz und Präzision. Zudem eröffnen sich gestalterisch völlig neue Möglichkeiten.

Das erste digital gebaute Wohnhaus der Welt

TEXT Roland Eggspühler

as dreigeschossige DFAB House thront in Dübendorf auf der obersten Plattform des 2016 eröffneten NEST, dem modularen Forschungs- und Innovationsgebäude der beiden Schweizer Forschungsinstitute Empa und Eawag. DFAB steht für Digitale Fabrikation, NEST für «Next Evolution in Sustainable Building Technologies» oder den nächsten Entwicklungsschritt von nachhaltigen Gebäudetechnologien. Das Ziel ist, die Lücke zwischen Forschungslabor und Markt zu überbrücken und nachhaltigen Lösungen im Bauwesen zu helfen, schneller Fuss zu fassen. Beim DFAB House haben Forschende der ETH Zürich in Zusammenarbeit mit Industriepartnern mehrere neuartige, digitale Technologien vom Labor in reale Anwendungen überführt. Das Konzept für dieses Bauwerk ist aus dem Nationalen Forschungsschwerpunkt (NFS) «Digitale Fabrikation» entstanden, der noch einige weitere futuristische Technologien im Köcher hat - beim DFAB House kamen jene zur Anwendung, die 2018 reif genug für einen Praxistest waren. Seit der Eröffnung Ende Februar 2019 wohnen in drei der vier Zimmer semesterweise Gäste, Doktoranden oder Forschende aus aller Welt. Ein Zimmer ist zu Demonstrationszwecken jederzeit zugänglich.

Schalungselemente aus dem 3-D-Drucker

Als Erstes zieht die Betondecke über der untersten DFAB-Etage die Blicke auf sich: Die komplexen, in drei Dimensionen gekurvten Zierstrukturen wären über eine konventionelle Schalung schlichtweg unrealisierbar. Diese Deckenelemente sind mit ultrahochfestem, faserverstärktem Beton ausgegossene Positive, deren Negativformen aus einem grossformatigen 3-D-Sanddrucker stammen. «Smart Slab» nennt sich diese neuartige Methode, was so viel wie intelligente Platte heisst. Sie bringt den Vorteil mit sich, dass die geometrische Komplexität oder individuelle Gestaltungsanpassungen keinen erwähnenswerten Einfluss auf die Produktionszeit und die Produktionskosten haben. Mit der Verwendung



Das DFAB House steht auf der obersten Plattform des Forschungs- und Innovationsgehäudes NFST



Ein Deckenelement kommt an seinen Platz im DFAB House, die Löcher in den Rippen sind für die nachträgliche Vorspannung.



Spatial Timber Assemblies ermöglicht einzigartige Geometrien im DFAB House.

von 3-D-gedruckter Schalung kann sehr viel Material eingespart bzw. wiederverwendet werden. Auch lässt sich die Plastizität des Betons in vollem Umfang nutzen – dass die Bedürfnisse von Gebäudetechnik, Beleuchtung und Akustik in diesen bis ins letzte Detail durchoptimierten Elementen bereits integriert sind, bevor der Beton eingebracht wird, versteht sich von selbst. Ebenso enthielten die in Dübendorf verwendeten 3-D-Elemente Anker für die nachträgliche Vorspannung auf der Baustelle, denn sie liegen nur einseitig auf und kragen zur nichttragenden Fassade hin aus.

Armierung und Schalung in einem

Der nächste Blickfang ist die raumdefinierende Betonwand in der Gebäudemitte, welche die gesamte Last der «Smart Slab»-Decke trägt. Sie ist – im Unterschied zu den in der Werkhalle produzierten Deckenelementen – auf der Baustelle entstanden. Geschaffen hat sie der In situ Fabricator, ein mobiler Roboter, der für die Vor-Ort-Fertigung von Bauelementen ausgelegt ist. Ein digitales Modell eines Stahldrahtgitters leitete ihn in höchster Präzision durch den Produktionsprozess. Jeweils ab einem Ankerpunkt arbeitete sich der Roboter durch einen Teilabschnitt. Er verfügt über ein integriertes Navigations- und Sensorsystem und kann sich autonom

positionieren und bewegen. Sein Industrieroboterarm, der mit verschiedenen Werkzeugen ausgerüstet werden kann, schweisste die Armierungseisen und längte sie auf das korrekte Mass ab. Die durch diesen robotischen Prozess entstehende Gitterform («Mesh Mould») ist sehr engmaschig und übernimmt damit gleichzeitig die Funktion der Betonschalung – weil bei diesem Verfahren eher dickflüssiger Beton zur Anwendung kommt, fliesst bis zum vollständigen Aushärten nichts heraus. Dieser letzte Arbeitsgang war übrigens nicht das Werk des Roboters, sondern von Menschen: Sie brachten die Betonfüllung mit Schläuchen ein und zogen die Oberfläche von Hand und mit einem guten Auge fürs Detail ab. Mit dem Mesh-Mould-Verfahren können komplexe und statisch effiziente Geometrien ohne Extrakosten produziert und die im konventionellen Bauprozess durch Sonderschalungen anfallenden Bauabfälle eliminiert werden.

Robotisches Gleitbauverfahren

Die auf die Fensterflächen des untersten DFAB-House-Geschosses wirkenden Windkräfte werden über individuell dimensionierte Betonprofile abgefangen, die auf der Bodenplatte stehen und in der auskragenden, ausschliesslich in der Grundrissmitte abgestütz-









Im DFAB House wurden erstmals sechs neuartige digitale Bauprozesse von der Forschung in eine architektonische Anwendung überführt.

Empa-Werkhalle in einem robotischen Gleitbauverfahren entstanden, das sich «Smart Dynamic Casting» nennt und variable Querschnitte ohne jeglichen Schalungsabfall erlaubt. Dabei wird eine ca. 40 Zentimeter lange Schalungsform fortlaufend mit Beton befüllt und vom Roboterarm in die Höhe gezogen, während im Schalungsinneren eine fein justierbare Platte als intelligenter Schieber die korrekte Dimensionierung des Betonprofils sicherstellt.

In der Mitte, wo die Windkräfte am kräftigsten wirken, ist der Profilquerschnitt am mächtigsten, gegen oben und unten verjüngt er sich. Beim Austritt aus dem Schalungselement ist der Beton dank spezifischen Zusätzen nur soweit abgebunden, dass er sich selbst und das Gewicht des darüber liegenden Betons trägt. In diesem Stadium bleibt eine Nachformung möglich, anschliessend härtet der Beton vollständig aus. Kurz vor dem Start der Fassadenarbeiten kamen die Profile auf den Bauplatz, wo sie zusammen mit den raumhohen Fenstern verbaut wurden.

Holzbauelemente vom Roboter

Die obersten zwei Geschosse des DFAB House bestehen aus hochintegrierten Holzbauelementen, die zum Teil in freien Winkeln zueinander stehen. Roboter haben diese im CAD geplante und direkt auf CNC-Maschinen ausgegebene Holzständerkonstruktion zusammengebaut. Diese räumlichen Holzbaugruppen zeichnen sich durch eine hohe Steifigkeit in alle Richtungen aus – eine aussteifende Beplankung ist nicht notwendig, was viel Freiheit für die Fassadengestaltung gibt. Die Forschenden entwickelten lichtdurchlässige Hightech-Module, bei denen zwischen einer inneren und einer äusseren Membran Aerogel-Granulat für eine ausgezeichnete Wärmedämmung sorgt. Diese Module setzten sie in den Holzrahmen ein. Und zwar von Hand – weil die in alle Richtungen sehr hohe Flexibilität des Membransystems jeden Roboter ans Ende seines Lateins gebracht hätte.







nicht der gängigen Norm für Betondecken entsprechende Geometrie längerfristig zu begleiten, ist sehr interessant. ▶ «Mit dem digitalen Bauen werden Dinge möglich, die in der Welt der analogen Bauausführung undenkbar waren oder angesichts des enormen Aufwands als nicht realisierbar galten.»

Das bringt uns neue Erkenntnisse zum Schwindverhalten und zu den Langzeitverformungen des verwendeten Spezialbetons. Ein Ziel dieser Weiterbegleitung ist, die Materialoptimierung weiter voranzutreiben.

Was ist der grösste Vorteil, den das digitale Bauen mit sich bringt? Der liegt in der Integration der Prozesse. Die digitale Bauausführung steht ja nicht alleine, das fängt im Entwurf an, geht über die Planung bis zur physischen Ausführung auf der Baustelle. Weil alles digital durchläuft, können sehr viele Fehlerquellen und Ineffizienzen eliminiert werden. Zudem braucht es einzelne Schritte nicht mehr – wenn beispielsweise die Schalung durch die neue Methode nicht mehr notwendig ist, spart man Zeit und Aufwand dafür. Und zudem entsteht auch kein Abfall.

Gab es Schwierigkeiten, die bis ins letzte Detail durchdachten digitalen Baumethoden in der Praxis anzuwenden?

Die grösste Herausforderung beim DFAB House war, dass es sehr viele verschiedene, parallel laufende Teilprojekte gab. Grundsätzlich konnten wir alle Technologien vor dem Baustart auf den Stand bringen, den wir erreichen wollten. Allerdings ist der Prozess des Hochskalierens etwas, das Kompromisse braucht. Erstens war alles ganz frisch, weil es direkt aus der laufenden Forschung kam. Und zweitens wollten wir ein bewilligungsfähiges Projekt. Da brauchte es Justierungen an einzelnen Zielvorstellungen. Im «Labor» lag die Dimensionierung der geschwungenen Betonmauer bei gerademal acht Zentimetern und die Holzkonstruktion war ursprünglich ebenfalls einiges filigraner. Um die Brandschutzauflagen zu erfüllen, mussten wir diese Bauteile stärker dimensionieren als von der Statik her notwendig.

Aber ein Forschungsprojekt auf dem Areal einer eidgenössischen Forschungsanstalt braucht kaum eine kommunale Baubewilligung, oder? Doch, doch! Das NEST-Gebäude wurde von der Gemeinde bewilligt und auch jede einzelne NEST-Unit braucht eine Baubewilligung. Das ist für die Forschenden sehr instruktiv. Durch diesen Prozess durchzugehen, heisst gut erklären, gut nachweisen und verifizieren. Die genialsten Ideen sind nur so gut, wie sie den Praxistest bestehen. Und der fängt bei der Baubewilligung an. Beim DFAB House haben übrigens nicht nur wir Neuland betreten. Das musste auch die Bewilligungsbehörde in Dübendorf tun. Denn auch für sie war ja alles neu!

Wann fliessen die im DFAB House angewandten Methoden des digitalen Bauens in die breite bauliche Praxis ein?

Das braucht Zeit, da tasten wir uns an den Markt heran. Eine Erfindung und der Erfindergeist der Forschenden sind das eine, die Bedürfnisse der Bauindustrie das andere. Diese beiden Ebenen verzahnen sich nicht unbedingt auf Anhieb. Man soll wegen dem Neuen nicht alles Bisherige umwerfen. Man muss Synergien und Kompatibilität suchen und finden. Wir müssen schauen, wo die Stärke der Maschine und wo die des Menschen liegt. Auf dem Weg zur Marktreife einer neuen Methode kommen immer mehr die ökonomischen Realitäten hinzu. Dabei werden die Vorteile der Systeme realisiert und die Schwierigkeiten eliminiert. So wie ich es einschätze, sind die Fassadenstützen und das Mesh-Mould-Verfahren auf diesem Weg bereits sehr weit.

Sind die neuen Möglichkeiten des digitalen Bauens auch ein Steilpass für die Architektinnen und Architekten?

Ja, sicher! Da machen wir die Tür für die Architektur weit auf. Mit dem digitalen Bauen werden Dinge möglich, die in der Welt der analogen Bauausführung undenkbar waren oder angesichts des enormen Aufwands als nicht realisierbar galten. Die individuell variierenden Akustik-Gipskacheln im KKL Luzern aus den Neunzigerjahren wären heute geradezu prädestiniert für eine digitale Fabrikation im 3-D-Druckverfahren. In der STEP2-Unit neben dem DFAB House entwickelt ein Forscherteam gerade eine neuartige Akustiklösung aus dem 3-D-Drucker, die dezent in die Filigrandecke integriert wird und den Architektinnen und Architekten eine grosse Gestaltungsfreiheit bietet. Wir Menschen haben einen Hang zu Individualität, eine gewisse Einzigartigkeit von Räumen hat einen positiven Effekt auf uns. Das digitale Bauen kann das sehr viel einfacher möglich machen.

Wo liegt der grundlegende Unterschied vom DFAB House zur STEP2-Unit?

STEP2 wird 2022 fertiggestellt. In den drei Jahren seit der Eröffnung des DFAB House ging die Evolution von der Machbarkeitsdemo oder den Prototypen ein Stück weiter Richtung Marktreife. Der Lead hat sich bei STEP2 zu den Industriepartnern verschoben und die Bedürfnisse der Industrie und des Marktes stehen stärker im Vordergrund.

Welche Art Pfeile hat der NFS «Digitale Fabrikation» für die Zukunft im Köcher?

Zum Beispiel das Direktdrucken von Beton. Dabei trägt ein 3-D-Drucker Schicht für Schicht auf. Der reine Druckprozess ist auch im grossformatigen Bereich bereits erfreulich weit entwickelt, aber die automatisierte Integration der Armierungseisen und der Medien ist in diesen Dimensionssphären noch nicht befriedigend gelöst. Zum Vergleich: Für die Deckenelemente im DFAB House druckten wir die Schalung als Negativ und gossen diese Form mit Beton aus. Wenn es gelingt, solche Bauteile direkt als Betonpositiv zu drucken, wird das ein Quantensprung.



Sie stecken in unseren Autos, erledigen die Drecksarbeit, sind die Spezialisten im OP und leisten uns Gesellschaft: Roboter sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Ihre Einsatzbereiche sind so vielfältig wie ihre Gestalt, wie unsere fünf Beispiele zeigen.

Aber freundlich müssen sie sein

TEXT $Christoph \, Zurfluh \,$ bild zvg

Bescheidenheit war noch nie seine Stärke. Darum verspricht Tesla-Übervater Elon Musk nichts weniger als dies: Sein neuer Roboter werde die Welt ein Stück besser machen. Wie das genau geschehen soll, wurde zwar während der Präsentation seines Tesla Bots im August 2021 nicht ganz klar. Aber wer selbstfahrende Autos baut und ins Weltall fliegt, dem kann man schon etwas zutrauen.

Roboter, so viel steht fest, bestimmen zunehmend unseren Alltag. Selten haben sie jedoch das menschenähnliche Aussehen, das uns seit Jahrzehnten zugleich fasziniert und gruselt. Denn der menschliche Körper eignet sich gar nicht besonders gut für die Aufgaben, die Roboter üblicherweise übernehmen. Doch wann wird eine Maschine zum Roboter? Und wie sehen sie eigentlich aus?

PEPPER

DER FREUNDLICHE HELFER

Wer bereits heute mit einem Roboter sprechen möchte, kann dies natürlich längst tun. Ein besonders gesprächiges Exemplar ist Pepper. Die französisch-japanische Entwicklung von SoftBank Robotics feierte 2014 Geburtstag und gilt gemeinhin als der erste persönliche und zu Emotionen fähige Roboter der Welt. Pepper ist 120 Zentimeter gross, 28 Kilogramm schwer und blickt mit seinen riesigen Kulleraugen so freundlich in die Welt, dass man ihn am liebsten in die Arme nehmen würde. Kann man auch. «Da braucht jemand eine Umarmung», sagt Pepper beispielsweise, wenn seine Sensoren einen traurigen Gesichtsausdruck registriert haben, und breitet seine weissen Ärmchen aus. 20 Motoren und drei verdeckte Räder sorgen dafür, dass er mit maximal 3 km/h über ebene Flächen flitzen, wenn nötig ein Tänzchen aufs Parkett legen und ein breites Repertoire an Körperhaltungen einnehmen kann. Pepper ist ein wahrer «Jöö-Roboter», was ein wenig vergessen lässt, dass der kleine Kerl eine Menge draufhat.

Pepper spricht 20 Sprachen und ist ein hervorragender Wegweiser und Kundenberater.

Im Zürcher Glattzentrum navigiert er die
Besuchenden durch den Einkaufsdschungel,
in vielen Geschäften weltweit berät er die
Kundschaft, wobei er direkt aufs Warenbewirtschaftungssystem zurückgreifen kann,
und er macht auch als Pädagoge in Schulen,
Animator auf Events oder Motivator in Altersheimen
eine erstaunlich gute Figur. Ob er ein Männchen oder
ein Weibchen sei, wollte CNN-Moderator Samuel Burke
in seinem «ersten Interview mit einem Roboter» wissen: «Ich bin einfach ein Roboter», antwortete Pepper.







ATLAS

DAS BEWEGUNGSNATURELL

In einer vollkommen anderen Liga bewegt sich Atlas und dies im wahrsten Sinn des Wortes. Atlas ist kaum aus dem Gleichgewicht zu bringen, läuft sicher über unterschiedlichste Oberflächen, wirbelt schon mal saltomässig durch die Luft und tanzt auch deutlich besser als der kleine Pepper. Atlas ist zurzeit das Mass aller Dinge, wenn es um humanoide Roboter geht. Geschaffen wurde der autonome Laufroboter von Boston Dynamics, dem am weitesten fortgeschrittenen Robotikunternehmen der Welt. Atlas sieht ein bisschen aus wie ein Astronaut und ist von der Grösse und dem Gewicht her ein Durchschnittsamerikaner. Seine Bewegungen sind verblüffend menschlich vor allem dann, wenn er strauchelt. Seine Gleichgewichtssensorik ist revolutionär: Atlas schwankt und fängt sich wieder auf, wie wir es tun. Und dass er sich scheinbar auch völlig autonom durch die Gegend bewegt, macht ihn ein bisschen unheimlich. Müssen wir uns schon bald vor Robotern fürchten? Wohl kaum, solange der Mensch schlauer ist. Die Entwicklung einer künstlichen Superintelligenz hingegen werde dereinst eines der wichtigsten Ereignisse der Menschheitsgeschichte sein, glaubt Nick Bostrom, KI-Experte an der Universität Oxford. «Denn Maschinen, die intelligenter sind als der Mensch, könnten die Welt nach ihren Ideen entwickeln. Wir müssen deshalb eine freundliche künstliche Intelligenz entwickeln.» Atlas - so zeigen es zahlreiche Videos auf YouTube ist freundlich. Genauso wie seine Familienmitglieder. Zum Beispiel Spot, der Vierbeiner, der dort zum Rettungseinsatz kommt, wo wir nicht hinwollen: ins Feuer, in den Rauch, in die Trümmer oder in verseuchte Gebiete. Oder Stretch und Pick, die uns als Lageristen zur Hand gehen und schon deshalb weniger gruselig sind, weil sie äusserlich wenig Menschliches an sich haben. Sie sind einfach intelligente Maschinen, die zuverlässig ihren Job machen.

ston Dynamics







Genauso eine Maschine ist auch da Vinci: Mit seinen vier Armen sieht er zwar aus wie eine Krake, operiert aber wie ein Weltmeister - auch in Dutzenden von Schweizer Spitälern. Und dies, ohne zu zittern oder zu ermüden. Gesteuert wird er von einem Chirurgen, der sich theoretisch überall auf der Welt befinden könnte und der dank einem hochaufgelösten, dreidimensionalen Bild auf seinem Bildschirm jederzeit exakt sieht, wo im Körper er sich gerade befindet. Dass der Roboter die Bewegungen der operierenden Person locker auf andere Grössenordnungen umrechnen kann, macht minimalinvasive Eingriffe noch präziser: Bewegt der Mensch den Joystick beispielsweise einen Zentimeter, kann der Computer dies so umrechnen, dass da Vinci bloss einen Millimeter schneidet. Er führt also kleinste Schnitte mit höchster Präzision aus.

Dass der fast zwei Millionen Franken teure Roboter auch Kritikerinnen und Kritiker hat, ist nur verständlich. Denn wichtiger als jede noch so ausgeklügelte Technik ist der erfahrene Chirurg, der sie bedient. Dennoch: da Vinci habe die Urologie revolutioniert, ist Dr. Hubert John vom Kantonsspital Winterthur überzeugt. Grösste urologische Eingriffe könnten heute routinemässig mit minimal-invasiver Technologie durchgeführt werden – zum Wohl der Patientinnen und Patienten.



«Da Vinci», das roboterassistierte Chirurgiesystem in der Privatklinik Bethanien am Zürichberg.





FFSTO

DIE VERSPIELTEN

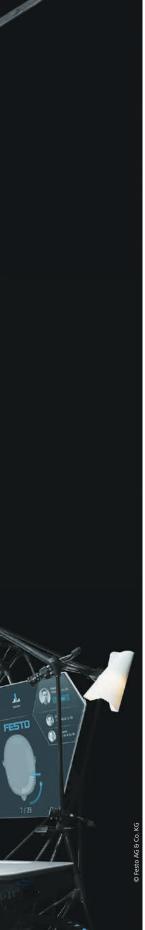
Deutlich weniger blutig als in den Spitälern, wo da Vinci zum Einsatz kommt, geht es bei Festo zu.

Das deutsche Hightech Unternehmen ist führend im Bereich «Bionic Roboters», also bei jenen Robotern, die Biologie und Technik am eindrücklichsten vereinen.

Dazu hat Festo das Bionic Learning Network ins Leben gerufen, wo es zusammen mit Hochschulen, Instituten, Firmen und Erfinderinnen und Erfindern an Automati sationslösungen arbeitet, die von der Natur inspiriert sind.

Die «tierischen Roboter» von Festo mögen zwar wie smarte Spielzeuge aussehen, sind aber hochkomplexe Entwicklungen, über die neue Technologien erprobt werden. Abgesehen davon, dass sie die Kompetenz von Festo zeigen, sollen sie junge Menschen für Technik begeistern. Was zweifellos gelingt: Wenn Festos Robo terameisen wie ihre natürlichen Vorbilder zu Werke gehen, ihre SmartBirds und eMotionButterflies durch die Lüfte segeln oder das BionicKangoroo zum Sprung ansetzt, dann bleibt einem schlicht die Spucke weg.





TESLA BOT DER LIFESTYLE-ROBOTER

Mit seinem humanoiden Aussehen entspricht der Tesla Bot perfekt den Vorstellungen, die wir von einem Roboter haben. Nur seien seine Möglichkeiten eher beschränkt, so der Tenor in Fachkreisen. Weshalb die Menschheit einen Roboter brauche, der nichts könne, fragte ein Kommentator anlässlich der Präsentation denn auch ketzerisch.

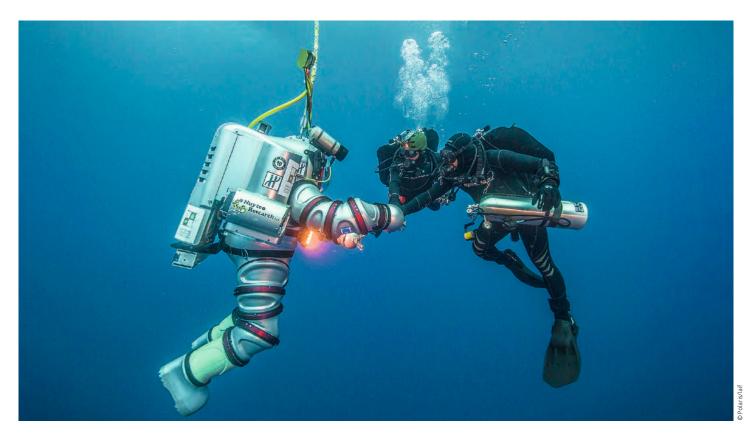
Dass Elon Musk da ganz anderer Meinung ist, liegt auf der Hand. Der Tesla Bot werde in absehbarer Zukunft zum Begleiter, der ganz natürlich und unfallfrei durch die Welt navigiere, die für Menschenbedürfnisse gebaut wurde. Und weil er ein freundlicher Roboter sein soll, werde von ihm keinerlei Gefahr ausgehen, weswegen er auch bloss gut 170 Zentimeter gross, keine 60 Kilogramm schwer und lediglich 8 km/h langsam sei. Falls er ausraste, so Musk lächelnd, könne man ihn locker überwältigen. Sein grosser Nutzen liege darin, dass er Aufgaben übernehmen werde, die repetitiv, langweilig oder gefährlich seien. Mit anderen Worten: Der Roboter macht die Drecksarbeit, während wir entspannt zurücklehnen.

Nach Drecksarbeit sieht er allerdings nicht aus: Der Tesla Bot kommt derart stylisch daher, dass sich sogar die Schweizer Illustrierte kritisch mit ihm beschäftigte. Sein «aerodynamisches, unrealistisches Körperbild» erinnere an eine Barbie-Puppe, wie sie Mattel «zu seinen dünnsten Zeiten» produziert habe, und es sei «ein wenig ermüdend», dass hier an einem «idealen Weggefährten» gearbeitet werde, der diesem ungesunden Schönheitsideal entspreche. Solche Kritik wird an Elon Musk abprallen. Er sieht sich vielmehr bereits mit seinem Roboter sprechen. Man werde ihm einmal Dinge sagen können wie: «Bitte nimm diese Schraube und befestige sie mit einem Schraubenschlüssel am Auto.» Und er werde das auch tun. Vorläufig tut er allerdings noch gar nichts - und man darf gespannt sein, ob sich dies jemals ändern wird.





Roboter sind stark in lebensfeindlichen Umgebungen. Sie brauchen keinen Sauerstoff, ertragen Hitze und Kälte, Rauch und giftige Dämpfe. Deswegen sind sie in der Lage, neues Terrain für uns Menschen zu erschliessen, zum Beispiel unter Wasser oder im Weltraum. Schöner Nebeneffekt: Auch andere Branchen wie das Rettungswesen oder der Bausektor profitieren von dieser Forschung.



Zu Wasser, zu Lande und in der Luft: Roboter erobern neue Gebiete

 $\textit{TEXT} \ \textbf{\textit{Christian Schreiber}}$

r. Sirko Straube arbeitet auf einer Aussenstelle des Mondes in Bremen. Das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) hat dort einen Krater nachgebaut, den es so tatsächlich auf dem Mond gibt. Er ist das Trainingsgelände für Roboter, die Erkundungsgänge üben und die schwierigen Steigungen hinauf- und hinuntersteigen. Manche sehen mit ihren sechs Beinen aus wie Skorpione, andere haben Räder. «Wir probieren Laufmuster aus und optimieren sie», sagt Straube. Es geht um die Frage, wie sich Roboter am besten in schwierigem Gelände zurechtfinden. Schliesslich ist das grosse Ziel, dass die Stahlaustronauten aus Bremen eines Tages auf den Mond oder einen entfernten Planeten fliegen, um möglichst selbständig die Umgebung zu kartieren oder Gesteinsproben zu nehmen. Das ist noch Zukunftsmusik. Aber von der Weltraumforschung wie in Bremen könnten schon bald andere Sektoren wie der Bau profitieren.

«Ein Problem ist ja, dass man nie den exakten Zustand der Baustelle kennt, weil so viel gleichzeitig passiert», sagt Straube. Er ist mit einem grossen, europäischen Konzern in Kontakt, der Interesse an einem Zustands-Monitoring hat. Es besteht der Wunsch, einen Roboter auf die Baustelle zu schicken, der sich dort gut bewegen kann und stets ein aktuelles Bild liefert. Auch ein automatischer Bagger ist nach Angaben von Straube denkbar. Daneben gäbe es vielversprechende Projekte rund um Roboter, die in kontaminierten Gebieten oder auf Sondermülldeponien aktiv sind, wo für den Menschen hohe Gesundheitsgefahr besteht.

Softe Roboter suchen am Meeresboden

Straube und seine Kolleginnen und Kollegen haben auch einen Unterwasser-Roboter entworfen, der auf dem Meeresgrund stationiert werden soll und auf Aufträge wartet. Er inspiziert dann Leitungen und Offshore-Windkraftanlagen in tiefer See. In diesem Segment liegt erhebliches Potenzial, denn die Wissenschaft bekommt kräftig Unterstützung aus der Wirtschaft. Grosse Unternehmen pumpen viel Geld in die Forschung, weil es gefährlich und kostspielig ist, diese Unterwasseraufgaben dem Menschen zu überlassen. So arbeiten auch verschiedene Fraunhofer-Institute an einem ähnlichen Roboter. Erste Tests starteten im Oktober. Auf lange Sicht soll dieser Roboter auch Reparaturarbeiten durchführen.

«Bei einem Unfall, einem Brand oder einer (Natur-)Katastrophe steigen, sofort nachdem der Alarm ausgelöst wurde, Flugroboter auf.»

In den Weltmeeren und in tiefer See können Roboter in ganz neue Dimensionen vordringen: Ein chinesischer Roboter ist bei seiner Jungfernfahrt kürzlich in den Marianengraben in knapp 11000 Meter Tiefe vorgestossen. Diese Meeresregion ist bis dato kaum erkundet, es warten unbekannte Geschöpfe, Ökosysteme und Rohstoff-Lagerstätten. Der neuartige Tauchroboter entstammt der Sparte «soft robotics» und besteht aus weichen Materialien wie ionisch leitendem Hydrogel und Silikon. Er soll die vorherrschenden, komplexen mechatronischen Systeme ablösen, die schwer und sperrig sind, für die man grosse Schiffe und viel Manpower benötigt.

Erst ins Meer, dann in den Weltraum

Es existieren auch erste Unterwasser-Roboter, die Meerestiere begleiten und das Leben in den Untiefen erforschen sollen. Daneben gibt es Projekte, bei denen Roboter lernen, Wracks zu finden oder Munition im Wasser zu bergen. Selbst für Aquakulturen sind Unterwasser-Roboter vorgesehen, um die Gesundheit und Nahrungszufuhr der Fische zu überwachen. Häufig ist, wie bei dem Projekt Triple-Modo, eine enge Verknüpfung zwischen Meeres- und Weltraumforschung festzustellen: In einem ersten Schritt geht es darum, dass die Roboter autonom die Tiefsee unter dicken Eisschichten erkunden können, ehe sie in Zukunft in extraterrestrischen Ozeanen auf anderen Planeten nach Leben suchen.

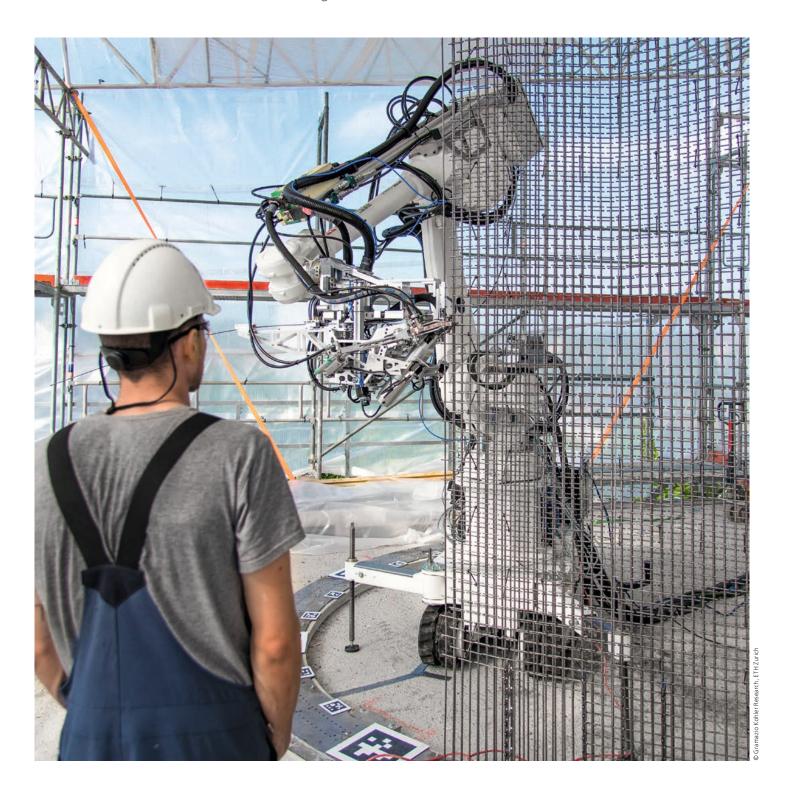
Roboter sollen aber nicht nur neues Leben entdecken, sondern auch Menschen retten. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der «Plattform Lernende Systeme», einem Expertennetzwerk zum Thema künstliche Intelligenz, gehen davon aus, dass in vier bis sechs Jahren folgendes Szenario möglich ist: Bei einem Unfall, einem Brand oder einer (Natur-)Katastrophe steigen, sofort nachdem der Alarm ausgelöst wurde, Flugroboter auf. Sie liefern erste Luftbilder, messen die Schadstoffbelastung, kommunizieren miteinander und mit anderen Systemen und übermitteln ihre Erkenntnisse an die Einsatzleitung. Roboter am Boden überwachen den Zustand von Rettungskräften, Opfern und Objekten wie einsturzgefährdeten Häusern. Bei Bedarf fordern sie Hilf- und Wartungsroboter oder menschliche Rettungskräfte an. Nach dem Einsatz übertragen die intelligenten Roboter ihre gesammelten Informationen in Datenbanken. Sie analysieren, was gut lief, was man beim nächsten Mal besser machen könnte und lernen selbst daraus. Am Ende ist es ein bisschen wie bei den Robotern in Bremen, die den Mondkrater bezwingen wollen und sich dafür ständig verbessern müssen.





Warum es den Menschen auch in Zukunft braucht

Die Angst geht um, dass uns Maschinen den Arbeitsplatz wegnehmen. ETH-Professorin Gudela Grote sieht das anders: Die Welt verändert sich, neue Berufe entstehen – auch in der Baubranche. Der Roboter wird zum Kollegen, aber nicht zum Jobkiller.



TEXT Christian Schreiber

Die Fachwelt streitet, ob die Automatisierungswelle und der wachsende Einsatz von Robotern zu einem dauerhaften Verlust von Arbeitsplätzen auf breiter Front führen. Vielleicht hilft der Blick in die Geschichte, um die Dinge entspannter zu sehen: Bisher hat jede technische Revolution nicht nur Jobs vernichtet, sondern auch neue Stellen geschaffen. Es entstanden Berufe, die sich bis dato niemand vorstellen konnte. Mit der Erfindung des Autos verloren die Kutscher ihre Jobs. Dafür brauchte es bald Tankwarte und Taxifahrer, Kfz-Ingenieure und -Mechaniker. Und wer konnte sich Ende des letzten Jahrtausends vorstellen, dass heutzutage Millionen von Menschen als Programmierer, Suchmaschinenoptimierer oder Webdesignerinnen arbeiten? Mit dem aktuellen Wandel hat sich eine Studie des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung befasst. Demnach soll die Automatisierung in den Jahren 2016 bis 2021 mehr als eine halbe Million neuer Stellen geschaffen haben.

Ähnlich sieht es auch Gudela Grote, ETH-Professorin für Arbeitsund Organisationspsychologie. Sie glaubt nicht, dass Berufe am Bau völlig wegfallen. Aber: «Sie könnten stärker integriert werden, wie in der metallverarbeitenden Produktion das Beispiel Polymechaniker/in zeigt.» Grote erinnert an die Schwarzmaler, die vor einigen

Jahren prognostizierten, die Automatisierung würde innerhalb einer Dekade 50 Prozent aller Arbeitsplätze kosten. «Diese Autorinnen und Autoren haben inzwischen ihre Vorhersagen nach unten korrigiert.»

Am Bau wird es in den Augen der ETH-Professorin mehr und mehr Menschen brauchen, die übergeordnete Funktionen wahrnehmen: programmieren, beaufsichtigen, koordinieren. Man müsse mobile Roboter platzieren, im Raum einmessen, die Arbeiten mit Handwerkerinnen, Kollegen und Ingenieuren abstimmen. Aufgabe und Chance auch für Hochqualifizierte, schliesslich sind auch sie von der aktuellen

Automatisierungswelle betroffen, da die Maschinen zunehmend intelligenter werden. Grote geht auch nicht davon aus, dass künftig kein Platz mehr für einfache Jobs und Hilfsarbeitende ist. Sicher seien Roboter besser, wenn es um Multitasking geht, den Transport von schweren Lasten oder darum, ermüdende, eintönige Aufgaben auszuführen.

«Es bleiben immer Tätigkeiten für den Menschen in Bereichen, wo Automation nicht möglich oder zu teuer ist. Dies sind oftmals einfache Aufgaben, wie die Bereitstellung von Material für die automatische Bearbeitung, aber gleichzeitig auch nicht besonders interessante und motivierende Aufgaben.»

Maschine ergänzt Mensch

Roboter stossen schnell an ihre Grenzen, wenn sie vor komplexen Situationen stehen, wenn sie mit Änderungen oder unvorhersehbaren Ereignissen konfrontiert sind. Es gibt zahlreiche menschliche Eigenschaften wie Kreativität, Spontaneität oder Mut zu ungewöhnlichen Entscheidungen, die sie bestenfalls im Ansatz beherrschen. «Was den Menschen in Zukunft von Maschinen unterscheidet, ist das, was uns Menschen ausmacht: soziale und emotionale Intelligenz, Kreativität und die Fähigkeit, Konflikte zu lösen», sagt Olav Strand vom Technologieunternehmen IPsoft. Laut dem Informatiker Wolfgang Wahlster verfolge niemand das Ziel, Supermenschen zu erschaffen, sondern Maschinen, die den Menschen ergänzen.

Gudela Grote hat gleich ein Beispiel für den Bau parat, wo neue Teams zusammen mit dem Roboter agieren könnten, der dank fixer Datenanalyse und Rechenfähigkeit bei Entscheidungsfindungen helfen kann, die sonst Zeit und Manpower kosten würden. «Neue Technologie könnte auch dafür eingesetzt werden, zügig Antworten auf komplexere Fragen zu geben, wie jene, ob anders platzierte Aussparungen für die Haustechnik das Tragwerk gefährden. So könnte weitergearbeitet werden, ohne eine externe

Prüferin oder einen Bauingenieur zu Rate zu ziehen.» Am Ende sei sogar denkbar, dass der einzelne Arbeiter am Bau in der Lage ist, komplexere Dinge auszuführen, weil er einen helfenden Roboter an seiner Seite hat. Eine Studie des Massachusetts Institute of Technology bestätigt dies: Demnach sind gemischte Gruppen aus Robotern und Menschen rund 85 Prozent produktiver als reine Roboter- oder reine Menschen-Teams.

Mensch und Maschine verschmelzen

In einem weiteren Bereich verschmelzen Mensch und Maschine geradezu, um das Opti-

male herauszuholen. Die Rede ist von sogenannten Exoskeletten, die erfunden wurden, um zum Beispiel Reha-Patientinnen und -Patienten zu unterstützen. Diese erhalten eine Stützstruktur, die sie sich an den Körper schnallen, um besser laufen oder sich besser bücken zu können. Solche Konstruktionen kann man auch am Bau einsetzen. Der Arbeiter ist dann in der Lage, schwere Gegenstände zu heben oder höher und besser zu greifen, weil er eben einen Kraftzuwachs erfährt. «Die menschlichen Fähigkeiten werden direkt erweitert», sagt Gudela Grote. Das hört sich, alles in allem, doch nach einer guten Zukunft der Arbeit an.

Institute of Technology bestätigt: Gemischte Gruppen aus Robotern und Menschen sind rund 85 Prozent produktiver als reine Roboteroder reine Menschen-Teams.»

«Eine Studie des Massachusetts





SCHINDLER SCHWEIZ MIT 100 PROZENT GRÜNEM STROM

Die Schindler Aufzüge AG Schweiz hat sich strenge Umweltziele auf die Fahne geschrieben. Deshalb bezieht das Unternehmen seit diesem Jahr ausschliesslich Strom aus erneuerbaren Quellen. So kann der CO₂-Ausstoss weiter gesenkt und die Umstellung der Fahrzeugflotte vorangetrieben werden.

Bereits seit 2017 nutzt Schindler Aufzüge AG Schweiz auf dem Campus Ebikon ausschliesslich Strom mit zertifiziertem Herkunftsnachweis «Schweizer Wasserkraft». Ebenso wurden zahlreiche energetische Verbesserungen umgesetzt. Dazu gehören etwa die Nutzung

SCHINDLER GEWINNT GROSS-AUFTRAG FÜR U-BAHN-PROJEKT IN BANGALORE

2

Schindler wurde mit der Lieferung und Installation von 180 Fahrtreppen für zwei neue Strecken des Phase-2-Projekts der Bangalore Metro Rail Corporation Ltd. beauftragt. Hierbei wird das U-Bahn-Netz in das bereits existierende städtische Nahverkehrssystem integriert und später der IT-Industriepark der Stadt mit dem Bangalore International Airport verbunden. Bangalore, die drittgrösste Stadt Indiens, ist als globales Technologiezentrum bekannt. Das Phase-2-Projekt soll bis 2026 abgeschlossen sein, den IT-Distrikt an den öffentlichen Nah-

verkehr anbinden und so das Strassennetz ent-





© Manju Mandavya/Shutterstock

von Abwärme und Fernwärme für die Heizung der Räumlichkeiten, die Stromproduktion mittels eigener Photovoltaikanlagen oder die konsequente Umsetzung von Effizienzmassnahmen im Gebäudemanagement. Schindler Aufzüge AG Schweiz hat ihre langjährigen Anstrengungen im Umweltmanagement nach ISO 14001 zertifizieren lassen. «Ressourcen zu schonen, ständig nach Verbesserungen zu suchen und die Umwelt möglichst wenig zu belasten, gehört seit Jahr und Tag zu unserer Firmenkultur. Diesen Einsatz haben wir mit dem ISO-Zertifikat gewissermassen offiziell gemacht», sagt Frankie Schmid, Leiter Field Quality & Excellence und Mitglied der Geschäftsleitung von Schindler Schweiz.

Im Zug der intensiven Auseinandersetzung mit den Umweltzielen rückte auch der Strombezug in den Fokus. Deshalb beziehen seit Jahresbeginn auch sämtliche Geschäftsstellen von Schindler Schweiz ausschliesslich Strom aus erneuerbaren Quellen.

lasten. Die Umsetzung wurde in verschiedene Hoch- und U-Bahn-Abschnitte unterteilt. Schindler wird 140 Fahrtreppen für die neue Yellow Line, die Bangalore mit der Electronic City – einem der grössten IT-Industrieparks Indiens – verbindet, liefern und installieren. Hinzu kommen weitere 40 Fahrtreppen für die Pink Line, die neue Nord-Süd-Strecke durch die Stadt. Über die neuen Bahnhöfe können zusätzlich 370 000 Passagierinnen und Passagiere pro Tag befördert werden. «Wir sind stolz darauf, ein Projekt dieser Grössenordnung zu unterstützen, das die Lebensqualität in Bangalore verbessern wird. Dank unserer Technologie wird sich die Bevölkerung von Bangalore im weitläufigen öffentlichen Verkehrsnetz der Stadt sicher, effizient und komfortabel bewegen können», sagte Jujudhan Jena, Mitglied der Konzernleitung von Schindler und zuständig für Asien-Pazifik. «Ein leistungsstarkes U-Bahn-Netz für Bangalore mit aufzubauen, ist eine grossartige Aufgabe.»

DER AUFZUG ALS KRAFTWERK

3

Mittels Rekuperation können Aufzüge Strom zurückgewinnen. Die Stiftung Umwelt Arena Schweiz, bekannt für besonders energieeffiziente Bauten, setzt deshalb seit Jahren auf Schindler-Anlagen. So auch bei ihren jüngst prämierten Mehrfamilienhäusern in Männedorf.

Beim Abbremsen von Aufzügen entsteht elektrische Energie. Oft wird diese in Wärme verwandelt und damit regelrecht verheizt. Der Strom kann jedoch auch zurückgewonnen und in das Gebäudenetz eingespeist werden. Zu den ersten Kunden von Schindler, die



eine solche Rekuperation der Bremsenergie verlangten, gehört die Stiftung Umwelt Arena Schweiz. Diese baut seit Jahren besonders energieeffiziente Gebäude. Ihr jüngstes Bauprojekt, zwei Mehrfamilienhäuser in Männedorf ZH, wurde 2021 mit dem Watt d'Or ausgezeichnet. Mit dieser Auszeichnung würdigt das Bundesamt für Energie vorbildliche Energieeffizienzprojekte.

Seit über fünf Jahren stattet die Umwelt Arena Schweiz ihre Bauten ausschliesslich mit Aufzügen von Schindler aus. So auch in Männedorf, wo zwei Personenaufzüge des Typs 3300 verbaut wurden. Der ungefähre Jahresverbrauch der beiden Aufzüge wird in Männedorf mit dachmontierten Windturbinen gedeckt.

Mit den 2020 eingeführten Produkten ist die Rekuperation serienmässig und ohne Mehrpreis in allen Personenaufzügen von Schindler eingebaut. So wird der Aufzug in allen Bauten zum Mini-Kraftwerk.

SCHINDLER MIT GROSSAUFTRAG FÜR ÄGYPTENS NEUE HAUPTSTADT

4

Schindler hat den Zuschlag erhalten, insgesamt 129 Aufzüge für sechs Bürotürme zu liefern und zu installieren, die derzeit in der neuen ägyptischen Verwaltungshauptstadt gebaut werden – dem Hightech-Modell für Ägyptens Zukunft.

Die Gebäude werden ausserdem mit der Schindler PORT-Technologie ausgerüstet, die Besuchende und Büroangestellte schnell und sicher zu den einzelnen Etagen bringt und gleichzeitig den Verkehrsfluss in den Gebäuden optimiert. «Die richtungsweisende neue Hauptstadt Ägyptens wird dank



©Reuters – stock.adobe.co

modernster Technologie zu einem der wichtigsten nachhaltigen und intelligenten Stadtprojekte im Nahen Osten», sagte Chang Weicai, General Manager of China State Construction Engineering Corporate Egypt (CSCEC Egypt), der Generalunternehmer für dieses Projekt. «Die Schindler-Produkte einschliesslich der Schindler PORT-Technologie werden für intelligente und menschenzentrierte urbane Mobilität in der neuen Hauptstadt sorgen.» Die Stadt, die bislang nur «Neue Verwaltungshauptstadt» genannt wird, ist Ägyptens erste Smart City. Sie erstreckt sich über 700 Quadratkilometer in der Wüste östlich von Kairo und ist damit so gross wie Singapur. Konzipiert als das neue Verwaltungszentrum des Landes, soll sie 6,5 Millionen Menschen beherbergen. Die offizielle Eröffnung ist für Ende 2021 geplant.

In immer mehr Lebensbereichen erleichtern uns Roboter den Alltag. An manche Einsatzgebiete der Zukunft tasten sich visionäre Entwicklerinnen und Entwickler gerade erst heran. Dabei stösst der Robotereinsatz aber auch an Grenzen und wirft ethische Fragen auf.

Mit Robotern in eine schöne neue Welt?

TEXT Stefan Doppmann



HUNTINGTON PARK, USA

Wo der Robocop für Ruhe und Ordnung sorgt

Als Auge des Gesetzes sorgt der Roboter K5 in der kalifornischen Stadt Huntington Park für Ruhe und Sicherheit. Rund um die Uhr rollt der blecherne Mitarbeiter der örtlichen Polizei über die Wege des Salt Lake Parks, beobachtet das Geschehen, markiert Präsenz und zeichnet auf, was er observiert. Ausgestattet mit einer 360°-Kamera nimmt er Vandalen, Fahrraddieben und Autoknackerinnen die Lust, verbotene Dinge zu tun. Und dies mit grossem Erfolg: Gemäss den Stadtvätern ging die Zahl der Meldungen über Delikte und polizeirelevante Zwischenfälle binnen eines Jahres um fast die Hälfte zurück, während die Zahl der Missetäterinnen und Missetäter, die dank der Beweissicherung durch K5 festgenommen werden konnten, um ein Drittel stieg. Kein Wunder, verlängerte man den Vertrag des

ungewöhnlichen Hilfssheriffs unlängst um zwei Jahre. Das Sicherheitsgefühl der Bürgerinnen und Bürger sei dank der Präventivarbeit des Roboters deutlich gestiegen, betonen die Behörden. Dies liegt bestimmt auch am Alarmknopf von K5, den man in bedrohlichen Situationen betätigen und so reale Polizeikräfte herbeirufen kann. Gemäss Aussagen des Herstellers unterstützt K5 übrigens nicht nur die Polizei, sondern auch die Feuerwehr. Dank seiner Wärmebildkamera habe er auch schon durch die Wände eines Coiffeursalons hindurch ein überhitztes Gerät erfasst und gemeldet und so einen Brand verhindert. Darüber hinaus stossen die Fähigkeiten und Kompetenzen von K5 jedoch an ihre Grenzen. Handschellen anlegen kann er nämlich nicht. Noch nicht.

NAGASAKI, JAPAN

Das Roboterhotel: an der Komplexität gescheitert

Gross war die Euphorie, als die technikbegeisterten Japanerinnen und Japaner 2015 das erste Hotel weltweit eröffneten, das allein durch Roboter geführt wurde. 243 Maschinen standen bereit, um vom Empfang bis zum Zimmerservice die Bedürfnisse der Gäste zu erkennen und zu befriedigen und dabei ein einzigartiges Erlebnis zu kreieren. Denn wo sonst begrüsst ein Concierge in Gestalt eines zähnefletschenden Dinosauriers den Hotelgast? Allerdings zeigte sich bald, dass die originelle Idee nicht ganz einfach umzusetzen war. So sprachen die Roboter am Empfang nur jeweils eine Sprache und bekundeten mit abweichenden Dialekten der Gäste etwelche Mühe. Der putzige Assistent im Zimmer konnte wohl einwandfrei die Sonnenstoren hoch- und runterlassen oder die Temperatur regulieren bei der etwas komplexeren Beratung zur Wahl des passenden Restaurants musste er jedoch kapitulieren. Nach einigen



Monaten stieg zudem der Aufwand für die Wartung der Roboter stetig. Das Hotel Henn na, was übersetzt merkwürdig oder seltsam bedeutet, wurde nach wenigen Jahren stillgelegt und der Traum beerdigt, eine ganze Hotelkette dieser Art zu gründen. Das bedeutet indes nicht, dass Roboter im Hotelgewerbe keine Zukunft hätten. Die Zahl der Maschinen, die klar definierte Aufgaben wie Reinigung, Koffertransport oder einfache Handreichungen wie das Holen frischer Handtücher übernehmen, nimmt zu. Für soziale Interaktionen ziehen viele Menschen jedoch ein lebendiges Gegenüber vor.





Ist es sinnvoll, dass Roboter Betagte pflegen?



Können und sollen Roboter in der Pflege betagter Menschen eine wichtige Rolle spielen? Dieser Frage geht die Selwyn Foundation, die in Neuseeland mehrere Pflegeeinrichtungen betreibt, seit einigen Jahren schon auf den Grund. Gute Erfahrungen hat man etwa mit PARO gemacht, einer Plüschrobbe mit schwarzen Knopfaugen, die auf Berührung und andere Reize mit Kopfbewegungen und Geräuschen reagiert. Unabhängig von ihrem Demenzgrad fühlen sich Betagte offenbar weniger einsam und öffnen sich verstärkt gegenüber dem Pflegepersonal, wenn sie mit PARO Zeit verbringen, wurde beobachtet. Auch ein Versuch mit dem eher menschenähnlichen Roboter Bomy in Zusammenarbeit mit der Universität Auckland verlief positiv. Bomy erinnert die Seniorinnen und Senioren daran, ihre Medikamente einzunehmen oder Therapieübungen zu absolvieren. Auch unterhält sich Bomy mit ihnen und bietet Spiele zur Stärkung

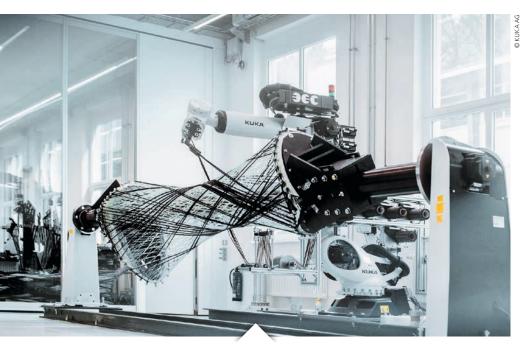
des Denkvermögens und des Gedächtnisses an. Darauf reagierten die Testpersonen sehr positiv. Als sinnvolle Ergänzung und Unterstützung der Pflege anerkennen die Befürwortenden denn auch einen solchen Robotereinsatz. Kritikerinnen und Kritiker sehen dagegen ethische Probleme, gerade wenn Demenzpatientinnen und -patienten vorgegaukelt werde, dass ihnen ein Roboter Zuneigung schenke. Eher wertfrei sieht es eine dritte Gruppe von Fachleuten. Sie stellt fest, dass künftige Generationen älterer Menschen mit der Robotertechnik im Alltag so vertraut sein werden, dass sie diese auch im Pflegeheim erwarten. Daher müsse man sich schon heute damit befassen, wo ihr Einsatz sinnvoll sei.

SHENZHEN, CHINA

So steigern wir das Einkaufserlebnis

In Zeiten, da der Handel im Internet den realen Einkaufszentren den Rang abzulaufen droht, schlagen manche ausgerechnet mit den Waffen der Digitalisierung zurück: In der chinesischen Metropole Shenzhen werden Roboter als Einkaufsassistenten eingesetzt. Der Roboter führt die Kundin durch die riesige Mall zu den von ihr bevorzugten Geschäften. Auf dem Weg dahin zeigt er ihr auf einem Display Sonderangebote von Geschäften an, die man gerade passiert, und versucht, sie mit Gutscheinen in eines der ansässigen Restaurants zu locken. So soll das Einkaufserlebnis deutlich gesteigert werden, hoffen zumindest die Initiantinnen und Initianten. Das System kombiniert moderne Technologien zur Stimm- und Gesichtserkennung mit einem Inhouse-Navigationssystem. Natürlich gleicht der im Roboter mitrollende lernfähige Computer die Informationen, die er während der Shoppingtour über die Kundin sammelt, laufend mit allgemeiner demografischen Daten sowie mit eventuel früher bereits über die Kundin gewonnenen Informationen ab. So kann die Werbung individualisiert und laufend verfeinert werden. Da sich die Geschichte in China abspielt, wird alles eine Nummer grösser gedacht: Über Shenzhen hinaus sollen 10000 Roboter in mehr als 1000 Einkaufszentren in 40 Städten zum Einsatz kommen.





HEILBRONN, DEUTSCHLAND

Der Natur nachempfunden und von Robotern gebaut

Von Computern geplant und durch Roboter gebaut, hat ein Pavillon an der Bundesgartenschau in Heilbronn 2019 gezeigt, wie die Zukunft des Bauens aussehen könnte. Die automatisierten Berechnungsschritte erlauben eine kühne und ausgesprochen filigrane Konstruktion: Ohne Stützen überspannen die tragenden Holz-

schalen 30 Meter und benötigen dazu rekordwenig Material. Als Vorbild für das kühne ressourcenschonende Bauwerk diente das Plattenskelett eines Seeigels. Dank der automatisierten Berechnungsund Fertigungsprozesse konnten die Vorteile des biologischen Vorbilds exakt auf den Pavillon übertragen werden. Für die komplexe Montage, die in erstaunlich kurzer Zeit umgesetzt war, wurde eigens eine transportable, 14-achsige Roboter-Holzfertigungsplattform entwickelt. Diese integrierte zahlreiche Arbeitsschritte, fräste unter anderem 17000 unterschiedliche Keilzinkverbindungen mit einer unvorstellbar geringen Toleranz, fügte die Elemente atemberaubend sicher zusammen und gewährleistete gleich auch noch eine sensor- und bildgestützte Prozess- und Qualitätskontrolle. Oder anders gesagt: Der Roboter beaufsichtigte sich sozusagen auch noch selber. Begleitet wurden die Roboter einzig durch zwei Handwerker.

facts & figures





Der erste Roboter

1961

Das US-Unternehmen Unimation gilt als erste Roboterfirma der Welt. 1961 stellte sie Unimate vor, den ersten Industrieroboter überhaupt. Er verrichtete unter anderem Schweissarbeiten bei Ford. **Bauen mit Robotern**

8 10

Acht von zehn Bauunternehmen in Europa, den USA und China wollen in den kommenden zehn Jahren Roboter einführen.

Roboterdichte

1,13%

Auf 10 000 Mitarbeitende im produzierenden Gewerbe kommen weltweit durchschnittlich 113 Industrieroboter. Westeuropa hat mit 225 Einheiten die Nase vorn.

Absatzentwicklung

1′000′000

Pro Jahr werden weltweit eine Million neue Industrieroboter installiert. Damit hat sich der Absatz in den vergangenen fünf Jahren verdoppelt. Mensch / Maschine

Seit 2017 besitzt Sophia einen saudi-arabischen Pass. Damit ist Sophia der weltweit erste Roboter mit einer Staatsbürgerschaft.





EXTRA ist der neue Standard

Mit dem Ahead SmartMirror von Schindler wird jede Fahrt zum multimedialen Erlebnis. Streamen Sie Ihre Angebote, Gebäudeinformationen und News oder profitieren Sie sogar von Zusatzeinnahmen durch Werbung. Verwandeln Sie Ihren Aufzug in eine beeindruckende Kommunikationsplattform. schindler.ch/extra-de

We Elevate

