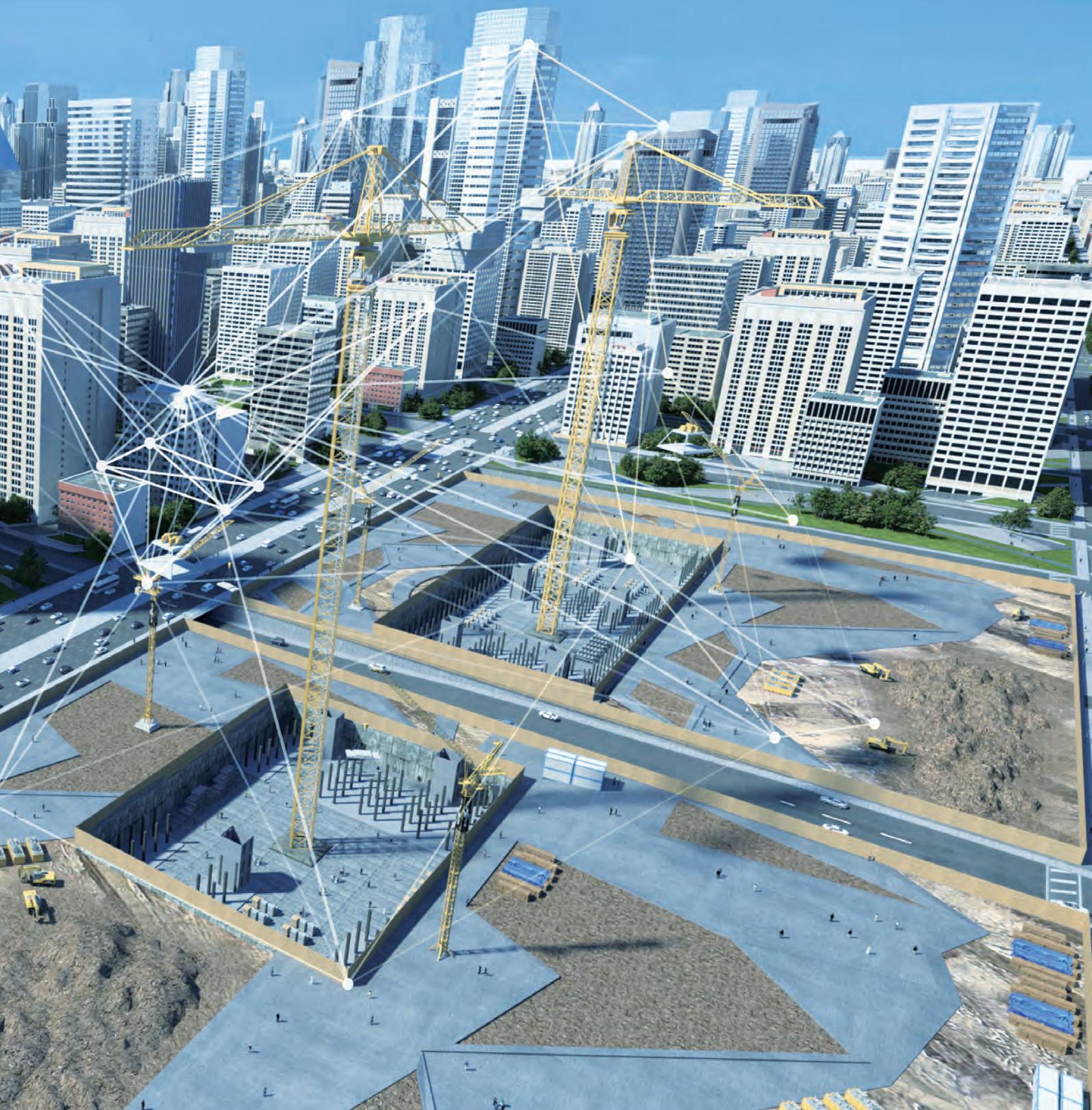


DIE DIGITALISIERUNG DER BAUINDUSTRIE





Vorwort

Herzlich willkommen! Wir freuen uns, Ihnen das Autodesk-Manifest zur Digitalisierung der Bauindustrie vorstellen zu dürfen. Wir wollen Ihnen mit diesem Bericht einen Ausblick geben, welche Veränderungen die Digitalisierung auf die gesamte Wertschöpfungskette der Bauindustrie haben wird und wie sich dadurch das Bauen selbst verändert.

Die Zukunft vorherzusagen ist nie einfach – ganz besonders dann nicht, wenn die Schnelllebigkeit der technologischen Entwicklung auf einen konservativen Industriezweig trifft. Bewährte Strukturen und seit Jahrzehnten eingespielte Abläufe werden nur sehr zögerlich aufgegeben. Für die Baubranche ist jetzt der Zeitpunkt gekommen, sich mit ihrer Zukunft auseinanderzusetzen und sich einen Überblick zu verschaffen, was uns diese neuen digitalen Technologien bringen werden. Daraus aber eine Digitalisierungsstrategie zu entwickeln und ein Unternehmen danach auszurichten wird zukünftig ebenso entscheidend über den Erfolg sein wie gute Bilanzen zu erzielen, eine gesellschaftliche Positionierung des Unternehmens zu definieren oder qualifizierte Mitarbeiter zu finden.

Neue Technologien sind immer disruptiv. Sie zerstören alte Geschäftsmodelle und schaffen neue Märkte. Es entstehen nicht nur neue Wettbewerbsformen, sondern auch ganz neue Konkurrenten. Die große Anzahl und Vielfalt dieser neuen digitalen Technologien ist beeindruckend: 3D-Druck, nahezu unbegrenzte Rechenleistung, Crowdsourcing, Robotertechnik, lernfähige Maschinen, Drohnen, Big Data, das Internet der Dinge (IoT), Predictive Analytics, Augmented und Virtual Reality, generatives Entwerfen, Game-Engines und Reality Capture, um nur einige zu nennen. Diese Entwicklungen haben entscheidende Auswirkungen darauf, wie wir zukünftig Gebäude und Infrastruktur planen, bauen und betreiben werden.

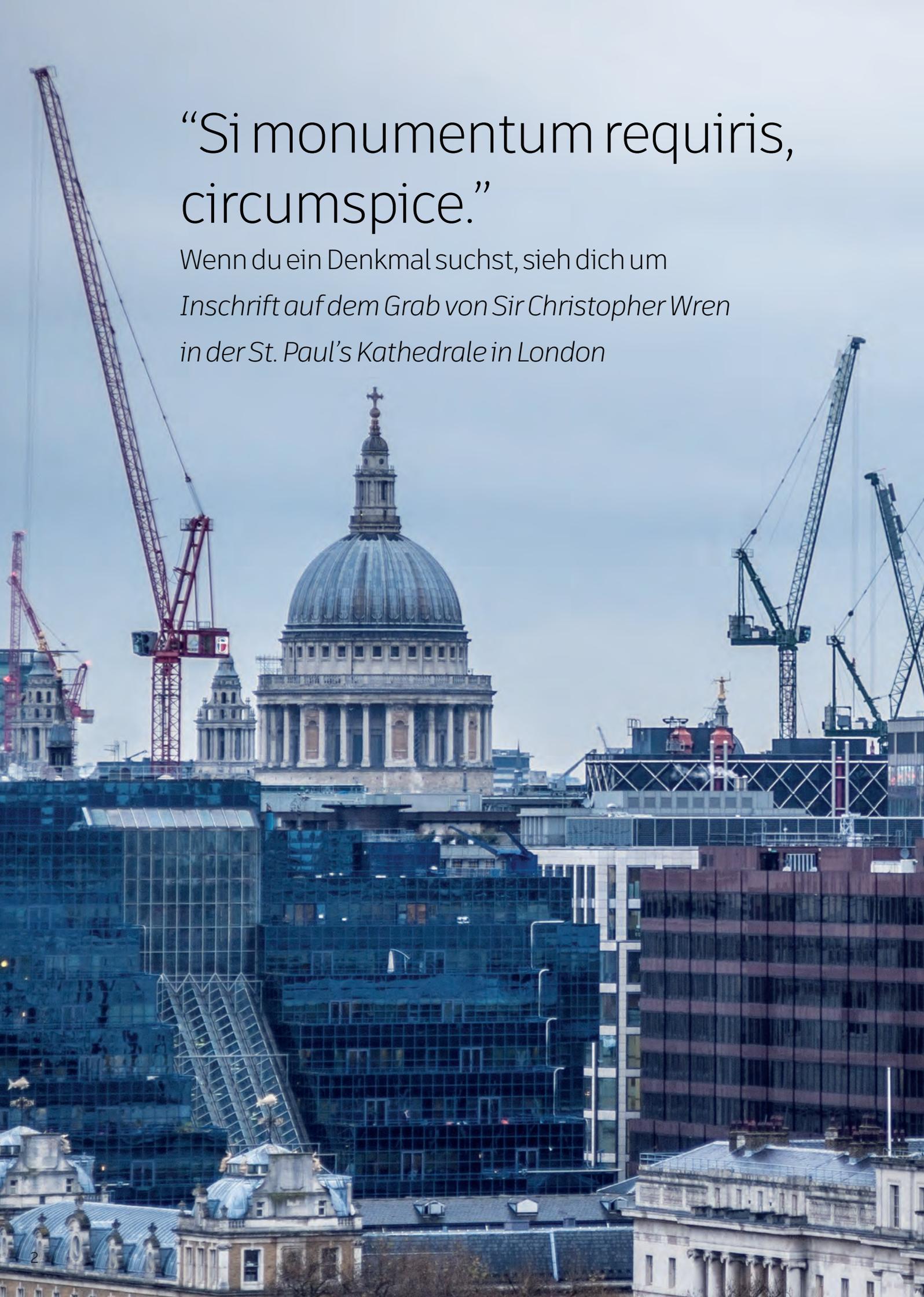
Von sensorgesteuerten Arbeitsabläufen bis zu von lernfähigen Algorithmen verfassten Mengen- und Kostenermittlungen, von 3D-gedruckten Gebäuden bis zur Big-Data gesteuerten Ablaufplanung, von Projektfinanzierung durch Crowdfunding bis hin zu neuen Arten von digital erstellten Bauwerksformen – kein Bereich der Branche bleibt von diesen tiefgreifenden Änderungen verschont. Es gibt ein enormes Potenzial für

Innovationen in der Bauindustrie. Dieses Potenzial zu erkennen und zu nutzen wird die große Herausforderung der nächsten Jahre für alle Architekten, Planer und Bauunternehmer sein. Gelingt dieser Wandel, ergibt sich eine Menge positiver Effekte: mehr Produktivität, weniger Risiken, flexiblere Leistungsangebote und größere Gewinne. Dies wird auch notwendig sein, denn der Wettbewerb wird auch aufgrund dieses Wandels zunehmen. Der einfache Zugang zu disruptiven Technologien für jeden verändert den Markt radikal und insbesondere sehr schnell: Somit haben kleine Start-Up Firmen die gleiche Möglichkeit innovativ zu sein wie Großunternehmen. Viele der traditionellen Einstiegshürden wie der Zugang zu Kapital und Wissen oder die Leistungsfähigkeit einer Firma und unternehmerische Netzwerke von Konzernen haben nicht mehr dieselbe Bedeutung wie früher.

Gleichzeitig wächst aber auch der weltweite Bedarf an Bauleistungen für Gebäude und Infrastruktur. Bis 2030 soll die globale Nachfrage nach Bauleistungen aufgrund des Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums sowie der zunehmenden Urbanisierung um 85 % zunehmen¹. Allerdings heißt das nicht, dass wir so weiterbauen können wie bisher – nur eben deutlich mehr. Immer wichtiger werden Aspekte der Nachhaltigkeit, knapper werdende Budgets, zunehmend komplexere urbane Lebensräume, mangelnde Fachkräfte sowie neue Anforderungen, die Eigentümer, Nutzer und die Öffentlichkeit an Gebäude und Infrastruktur stellen. Dies wird die Bauindustrie zu neuen Denkweisen und Methoden der Planung und Ausführung zwingen. Vielleicht können diese neuen digitalen Technologien dafür sorgen, dass ein Zukunftsbild einer wirtschaftlichen, sozial verträglichen und nachhaltigen Bauweise wahr werden kann und die Bauindustrie und die Gesellschaft in gleichem Maße davon profitieren.

Dominic Thasarathar

Branchenexperte und Vordenker
Bauwesen, Energie und natürliche Ressourcen
Autodesk

A photograph of St. Paul's Cathedral in London, showing its iconic dome and classical architecture. The cathedral is surrounded by modern glass skyscrapers and several large construction cranes, indicating ongoing renovation work. The sky is overcast and grey.

“Si monumentum requiris,
circumspice.”

Wenn du ein Denkmal suchst, sieh dich um
*Inscript auf dem Grab von Sir Christopher Wren
in der St. Paul's Kathedrale in London*



Zeit für Veränderung

Die Bauwirtschaft ist sehr bedeutend: Sie trägt mit 6 % zum globalen BIP bei, erwirtschaftet weltweit einen Jahresumsatz von knapp 10 Billionen US\$² und ist ein sehr bedeutender Wachstumsfaktor. In vielen Regionen, darunter Großbritannien, generiert jedes am Bau investierte Pfund Sterling fast das Dreifache an wirtschaftlicher Leistung³. Noch wichtiger aber ist, dass die Bauwirtschaft praktisch zur Leistung jedes anderen Wirtschaftszweiges beiträgt, denn sie schafft die Wohn-, Sozial- und Wirtschaftsinfrastruktur, in der sich unser tägliches Leben abspielt.

Und deren Bedeutung wird in Zukunft noch signifikant zunehmen. Bis 2030 wird die weltweite Bauleistung geschätzte 17,5 Billionen US\$ (Wechselkurs 2014) erreichen, also 85 % mehr als 2014⁴. Das Baugewerbe steht also vor enormen Aufgaben. Bis 2020 will China 50.000 km Bahnstrecke für Hochgeschwindigkeitsverbindungen gebaut haben⁵, bis 2030 muss Indien Wohnungen für 165 Millionen neue Bewohner seiner Megastädte bauen⁶ und bis 2040 braucht die Welt eine Infrastruktur zur Erzeugung von 4.400 zusätzlichen Gigawatt⁷, um den entstehenden Strombedarf zu decken. Das ist nur ein kleiner Auszug aus den Statistiken, die zeigen, was auf die Baubranche innerhalb der nächsten Generation zukommt.

Für den Erfolg auf den Märkten von morgen reicht es nicht, einfach nur mehr von dem zu erwirtschaften, was wir bisher gemacht haben. Angesichts steigender Komplexität, höherer Risiken, Unsicherheiten bei der Finanzierung, Fachkräftemangel, wachsender Globalisierung der Bauleistungsanbieter und vieler anderer Faktoren wird der Erfolg eines Unternehmens zunehmend von seiner Innovationsfähigkeit abhängen.

Die Probleme der Bauindustrie sind nach wie vor geprägt durch das große Risiko in der Abwicklung von Bauprojekten und dem damit verbundenen Kostendruck. Diese Rahmenbedingungen hemmen die Produktivität, reduzieren die Gewinnspannen, haben Zeit- und Kostenüberschreitungen zur Folge und erschweren es einen nachhaltigen Mehrwert zu schaffen. Das hat viele, bereits häufig diskutierte Ursachen, wie zum Beispiel gegensätzliche unternehmerische Ziele der Projektbeteiligten, unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Vergabe von Projekten, fragmentierte Lieferketten,

nur minimal positive Bilanzen, die hohe Individualität einzelner Projekte oder auch die Variabilität in den Kosten für Unternehmer. Da die zyklische Natur der Bauwirtschaft nur wenige Gelegenheiten bietet, diese Probleme anzugehen, scheinen tiefgreifende Veränderungen sehr schwer zu erreichen.

Wenn neue Technologien hier Abhilfe schaffen sollen, müssen wir dafür sorgen, dass sie weit mehr beitragen können als nur vereinzelt Prozesse zu verbessern oder eine leichte Produktivitätssteigerung zu erwirken. Mit diesem Manifest möchte Autodesk die Rolle der digitalen Technologie so positionieren, dass sie einen echten Beitrag zu folgenden Aspekten leisten kann:

- Wirtschaftlich nachhaltige und planbare **Gewinnspannen**, die sowohl das branchenspezifische Fachwissen und die Projekterfahrung der beteiligten Firmen als auch das Risiko, das diese übernehmen, adäquat widerspiegeln
- Höhere **Widerstandskraft** zur Absicherung gegen extreme Konjunkturschwankungen, gegen die Ineffizienz und Unsicherheiten von Nachunternehmerbeauftragung und Beschaffungsprozessen, oder die wachsenden Risiken und die zunehmende Komplexität von Bauprojekten
- Flexibilität für **Wachstum und Veränderungen**, um Zugang zu neuen Märkten erhalten, neue Geschäftsbeziehungen zu knüpfen, Chancen für neue Geschäftsfelder zu nutzen und durch starke Positionierung neuen Wettbewerbern entgegenzutreten
- Förderung von **Partnerschaften und Zusammenarbeit** zwischen allen Projektbeteiligten zur ganzheitlichen Optimierung der durchgeführten Bauprojekte



Das Baugewerbe erwirtschaftet

6%
des globalen BIP.

Quellen: World Economic Forum²

In Großbritannien erzeugen auf jedes in den Bau investierte Pfund Sterling fast das Dreifache an wirtschaftlicher Leistung



Quellen: LEK Consulting³



Bis 2030 wird die weltweite Bauleistung geschätzte 17,5 Billionen US\$ (Wechselkurs 2014) erreichen, also 85% mehr als 2014.

Quellen: Global Construction 2030⁴

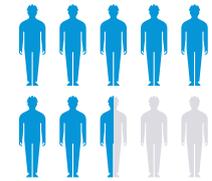
Es gibt weltweit an die

180 Millionen

Bauarbeiter,



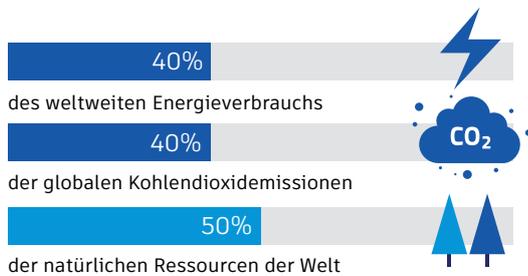
75%



davon in Entwicklungsländern

Quellen: Building and Woodworkers International, Zugriff unter <http://www.bwint.org/pdfs/WCProcurementFiona.pdf>

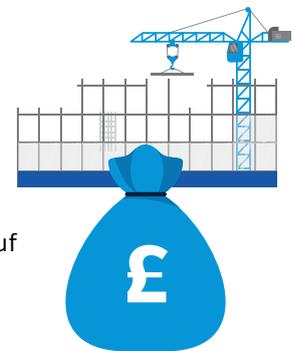
Auf Gebäude und Infrastrukturbauten entfallen:



Quellen: Global Construction 2030⁴

Die durchschnittlichen Gewinnspannen bei Bauprojekten fielen zwischen 2015 und 2016 von bereits niedrigen 6,3 % noch weiter auf

6,1%

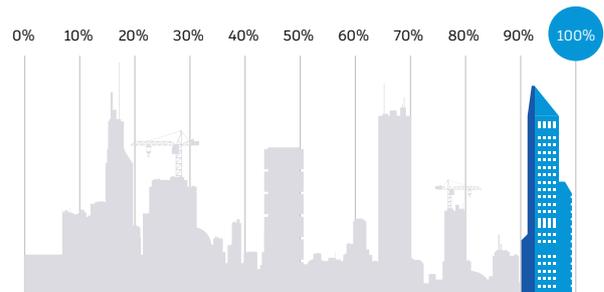


Quellen: Turner and Townsend International Construction Market Survey 2016



Der Fachkräftemangel ist in den meisten Regionen der Welt ein Problem; in lediglich vier herrscht aufgrund einer Konjunkturabschwächung ein Arbeitskräfteüberschuss

Quellen: Turner and Townsend International Construction Market Survey 2016



Bei lediglich einem Viertel aller Bauprojekte in den letzten drei Jahren wurde der Fertigstellungstermin nicht um mehr als 10 % überschritten.

Quellen: KPMG, Climbing the Curve, 2015 Global Construction Project Owner's Survey

Technologie: aus der Vergangenheit in die Zukunft

Für viele Menschen kann der Ausblick auf zukünftige Technologien frustrierend sein. Wenn wir den Schlagzeilen glauben, stehen wir alle in ein paar Jahren ohne Arbeit da – ersetzt durch Algorithmen, die schneller und präziser denken als wir, oder durch Roboter, die mehr und billiger arbeiten als wir.

Natürlich kommen diese Schlagzeilen nicht von ungefähr, denn neue Technologien werden unsere Arbeitsweisen tatsächlich umfassend verändern. Nur: Das haben sie immer schon getan. Und niemand weiß das besser als die Bauwirtschaft, denn gerade dieses Gewerbe fördert und übernimmt schon seit Jahrtausenden ständig neue Techniken.

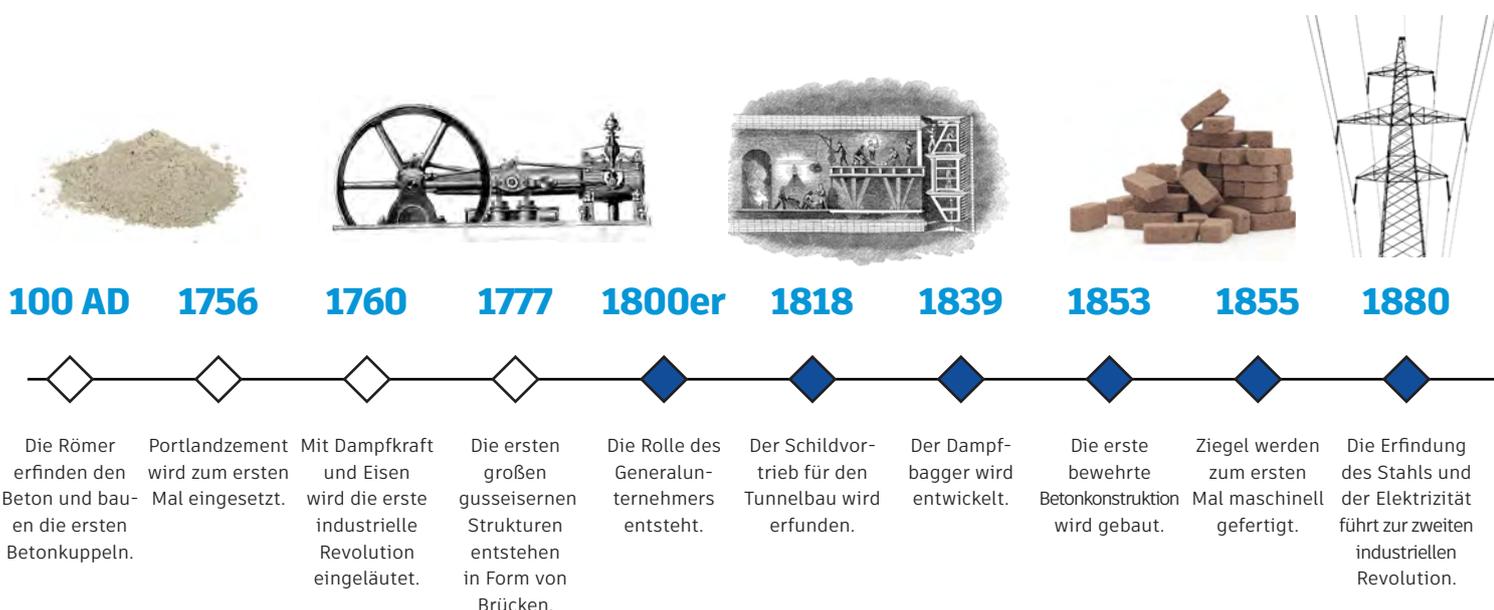
Denken Sie nur zweitausend Jahre zurück, an das Pantheon in Rom. Fertiggestellt um 126 n. Chr. hat es immer noch die größte nichtbewehrte Betonkuppel der Welt: über 4500 Tonnen schwer, über 43 Meter im Durchmesser, ohne auch nur einen Stab Bewehrungsstahl. Ermöglicht hat dies die Innovationskraft eines römischen Baumeisters, der mithilfe von Vulkanasche eine neue Form eines sehr leichten Betons entwickelte und damit in der Lage war, solche Spannweiten zu erzielen.

Der technologische Wandel hat sich allerdings beschleunigt. Nehmen Sie als Beispiel Building Information Modeling (BIM). Die Vorteile, die BIM mit sich bringt, sind nicht mehr zu ignorieren: Allein in Großbritannien hatte BIM in den Jahren 2013/2014 einen maßgeblichen Anteil an erzielten Baukosteneinsparungen in der Höhe von 800 Mio. GBP⁸. Das ist ein wunderbares Beispiel dafür, welche massiven Auswirkungen eine technologische Veränderung auf das Baugewerbe haben kann und wie sehr diejenigen davon profitieren, die diese als Erste übernehmen.

Aber nicht nur BIM, sondern auch viele andere Technologien und technologisch bedingte Neuerungen erwecken unsere Aufmerksamkeit:



Jede einzelne dieser Technologien hat bereits für sich das Potenzial zu großen Veränderungen in bestimmten Bereichen des Baugewerbes. Zusammengenommen aber schaffen sie Synergien, aus denen etwas viel Größeres entsteht, nämlich ein disruptiver Wandel in der Art und Weise, wie wir Gebäude und Infrastruktur planen, bauen und betreiben. Und dieser disruptive Wandel betrifft alle Aspekte unserer Branche.



Allein in Großbritannien hatte BIM in den Jahren 2013/2014 einen maßgeblichen Anteil an erzielten Baukosteneinsparungen in der Höhe von

800 Mio.

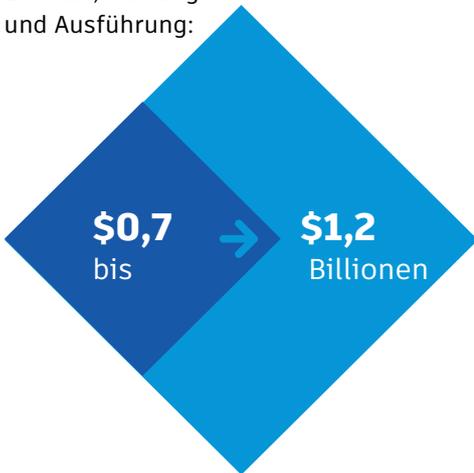
GBP

Quellen: G Paterson, J Harty and T Kouider, 2015*

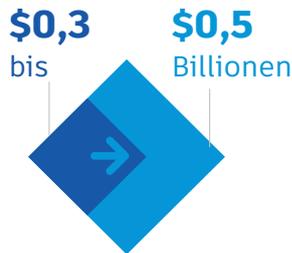


Innerhalb von zehn Jahren wird die allumfassende Digitalisierung der Bauwirtschaft weltweit massive jährliche Einsparungen bewirken. Bei gewerblichen Bauprojekten setzen diese sich wie folgt zusammen:

Entwurf, Planung und Ausführung:



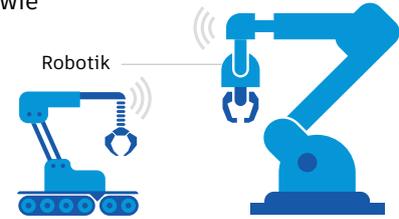
Betrieb:



Quellen: World Economic Forum*

Technologien

wie



Mobillösungen



Cloud



IoT



Big data

sind hauptverantwortlich für den Arbeitsplatzwechsel zwischen 2015 und 2020:

2,02%

gegenüber eine Gesamtquote von 1,73 %.

Quellen: World Economic Forum, Future of Jobs 2016



1895 **1900er** **1905** **1960er** **1985** **1993** **1997** **2000er** **2010er** **2013**

Solide Bauverfahren für Hochhäuser entstehen.

Vorgefertigte Bauteile werden immer zahlreicher eingesetzt.

Die Projektplanung entsteht.

Die CAD-Technologie wird entwickelt.

Erste Konzepte für automatisierte Fertigung und Robotik auf der Baustelle.

Ingenieure arbeiten zum ersten Mal mit Laserscannern.

Das erste BIM-Tool wird entwickelt.

Cloud-Computing verbreitet sich immer weiter.

Drohnen, AR/VR, KI halten Einzug in das Bauwesen.

Zum ersten Mal wird ein Gebäudeteil mit 3D-Druck gefertigt.



Neue Arten des Entwerfens



Neue digitale Technologien verändern die Art und Weise unserer gestalterischen Arbeit. Und zwar nicht nur, wie wir physische Objekte wie Häuser entwerfen, sondern auch wie wir neue Geschäftsmodelle und Arbeitsmethoden entwickeln.

Das Entwerfen ist ein iterativer Prozess geworden. Wir haben die Möglichkeit, verschiedene Varianten zu testen und jede einzelne davon zu analysieren – wie viele Varianten und wie detailliert die Analysen, hängt aber von unseren Ressourcen ab: Zeit, Geld, Rechenleistung, Information und Fachwissen. Weil viele davon nur eingeschränkt verfügbar sind, geben wir uns oft mit einer pragmatischen Lösung zu zufrieden: Eine Lösung, die auf Erfahrungen und Intuition basiert und zu der wir auf dem schnellsten Weg gelangen. Dass dies nicht immer zu optimalen Ergebnissen führen wird, liegt auf der Hand. Bauunternehmer kennen dies nur allzu gut: Angebote werden optimistisch kalkuliert, und sobald etwas schiefgeht – etwa ein Lieferant ausfällt, die Bedingungen an der Baustelle doch nicht so ideal sind wie erhofft oder Materialpreise plötzlich in die Höhe schnellen – ist der kalkulierte Gewinn weg. So ergab beispielsweise eine Analyse von über 200 Infrastrukturprojekten in 20 Ländern auf allen fünf Kontinenten, dass die tatsächlichen Planungskosten durchschnittlich 28 % über den anfänglichen Schätzungen lagen⁹.

Sehr häufig leidet die Vorplanung bei großen Projekten auch unter der Zielsetzung, die Kosten für den Projektverantwortlichen möglichst gering zu halten. Wenn bei der Planung gespart wird, was sind die Folgen für die Ausführung? Wie viele Bauprojekte werden viel teurer als vorgesehen, sind erst viel später fertig als geplant und entsprechen nicht den ursprünglichen Anforderungen? Laut einer jüngeren Studie wurden 70 % aller Bauvorhaben der letzten fünf Jahre in der Öl- und Gasindustrie weder budget- noch zeitgerecht fertiggestellt¹⁰.

Auch die Komplexität der Projekte nimmt zu, nicht nur auf baulicher Ebene. Es entstehen Fragenstellungen in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit, die Umweltverträglichkeit oder den gesellschaftlichen Nutzen, auf die traditionelle Entwurfsverfahren immer öfter keine ausreichende Antwort geben können.

Deshalb möchten wir sechs Technologietrends herausgreifen, die gemeinsam das größte Hemmnis bei modernen Bauprojekten beseitigen können: den Ressourcenmangel. Damit gelangen wir von einer praktikablen zu einer bestmöglichen Lösung mit deutlich reduzierten Kosten, schnellerer Abwicklung und besseren Endergebnissen.

1. Die nahezu unbegrenzte Rechenleistung der Cloud

Die Cloud ist uns mittlerweile wohlbekannt. Wir nutzen sie für E-Mails, für verschiedenste Aufgaben im Büro und für unsere sozialen Netzwerke. Aber die Cloud hat auch das Potenzial zur Transformation unserer Entwurfsprozesse, weil uns für komplexe Analyseaufgaben zu jedem Zeitpunkt eine praktisch unbegrenzte Anzahl von Rechenressourcen zur Verfügung steht.

Für Bauprojekte heißt das unter anderem, dass der Entwurfsprozess auf den Kopf gestellt wird und mit dem gewünschten Lösung ein Projekt begonnen werden kann. Nehmen Sie als Beispiel einen Unternehmer, der mit einem Bauträger für Gewerbeimmobilien zusammenarbeitet und einen Standort in einem besonders attraktiven Stadtteil ermittelt hat, wo er 10.000 m² exklusiver Bürofläche errichten möchte. Wie sieht eine geeignete Lösung für dieses Bauvorhaben aus? Um dies zu beantworten, mussten früher Tausende von wechselseitig abhängigen Parametern, darunter Abmessungen, Materialien, Finanzierungs- und Beschaffungswege, berücksichtigt werden, um zu einem Entwurf mit höchstmöglichem Profit und möglichst niedrigen Gesamtbetriebskosten zu gelangen. Das ist in der heutigen Welt einfach nicht mehr mit ausschließlich traditionellen Abreitsmethoden machbar.

2. Generatives Entwerfen

Menschen sind kreativ. Sie können unglaubliche Mengen unterschiedlichster Informationen verarbeiten und Probleme durch komplexes und abstraktes Denken lösen. Aber jeder von uns geht mit eigener Voreingenommenheit an die Problemlösung heran. Computer machen das nicht.

Bei generativem Entwerfen empfinden Algorithmen die Bauweise der Natur nach – vollkommen frei von Einschränkungen durch vorgefertigte Ideen, was „gutes“ Design sein soll. Stellen Sie sich vor, was das für das Ausschreibungs- und Angebotsverfahren bedeuten kann. Angenommen, ein Unternehmer hat sechs Wochen Zeit, um auf eine Ausschreibung für ein kombiniertes Planungs- und Ausführungsprojekt mit einem Angebot zu reagieren. Er könnte nun einfach die Kundenspezifikationen, den gewünschten Gewinn und die Zuliefererprofile eingeben und sich zurücklehnen, während der Algorithmus die besten Optionen für sein Angebot errechnet. Das Potenzial zur Kostensenkung und Effizienzsteigerung bei Angeboten ist enorm.

3. Big Data und Predictive Analytics

Einige Wirtschaftszweige arbeiten bereits seit Längerem mit Big Data, vor allem Finanzprodukte und der Einzelhandel, wo anhand großer Datenmengen

die Kreditwürdigkeit von Antragstellern und das Kaufverhalten von Konsumenten ermittelt wird. Aber auch im Bauwesen werden durch BIM und andere neue Technologien mittlerweile große Mengen strukturierter Daten generiert. Dies hat den Weg für ein neues Fachgebiet eröffnet, das wir „Construction Intelligence“ nennen – *die Fähigkeit zur Prognose zukünftiger Entwicklungen durch die Analyse von Daten.*

Auf diese Weise kann die Suche nach Mustern in einem Projektportfolio in Kombination mit anderen Datenquellen verschiedenste Einblicke eröffnen, etwa die frühzeitige Erkennung von Problemen in der Lieferkette, verschiedene Strategien zur Optimierung des Cashflows oder auch die Ermittlung der Ursachen für Fehleinschätzungen bei Angeboten.

4. Zusammenarbeit in Echtzeit in der Cloud

Projektteams, die gemeinsam an einem Bauvorhaben arbeiten, setzen sich häufig aus Mitarbeitern verschiedener Unternehmen zusammen, oft auch aus unterschiedlichen Ländern. Die gleichzeitige Zusammenarbeit im Team und mit externen Projektbeteiligten ist eine stets präsente Aufgabenstellung, die immer wieder erhebliche Kosten, Verzögerungen, Überarbeitungen der Planung und weitere Risiken verursacht. Trotz dieser Schwierigkeiten gehen laut einer kürzlich veröffentlichten Studie 82 % der führenden Unternehmen in der Baubranche davon aus, dass die zeitgleiche Zusammenarbeit und Projektkoordination zwischen den beteiligten Unternehmen in den nächsten fünf Jahren noch weiter steigen wird¹¹.

Bisher war die Zusammenarbeit bei Bauprojekten ein asymmetrischer Vorgang: Jedes Mitglied in der Lieferkette arbeitet an dem ihm zugewiesenen Projektbereich, anschließend werden die einzelnen Modelle zusammengeführt und es wird überprüft und sichergestellt, dass es keine Kollisionen gibt.

5. Soziale Medien und Mobilgeräte

Keine noch so große Rechenleistung wird den kreativen Beitrag des Menschen jemals ersetzen können. Aber um Kosten nicht ausufern zu lassen, muss dafür gesorgt werden, dass der menschliche Beitrag genau zu dem Zeitpunkt erfolgt, an dem er gebraucht wird. Und damit tut sich die Branche traditionell schwer.

Wie digitale Technologien die räumliche Distanz zwischen den Menschen verschwinden lassen, so verändern sie auch das, was wir bisher als „Arbeit“ oder „Arbeitsplatz“

definiert haben. Work-Exchange-Hubs – digitale Marktplätze, an denen Dienstleistungen abgerufen werden – wie Uber oder TaskRabbit haben rasant an Präsenz gewonnen und die sogenannte „Gig Economy“ begründet. Im Baugewerbe ist dies noch nicht der Fall. Gemeinsam mit Crowdsourcing, bei dem viele Menschen gemeinsam im Internet die Lösung für ein komplexes Problem suchen, können Entwicklungen dieser Art jedoch günstige Voraussetzungen schaffen, um Firmen praktisch auf Knopfdruck einen weit größeren Pool an Fachwissen bereitzustellen als heute.

6. Verschmelzung der digitalen und der physischen Welt

Aus einem Entwurf soll letztendlich ein Bauwerk werden, das sich in seine Umwelt einpasst und physisch, sozial und wirtschaftlich mit seiner Umgebung zusammenwirkt. Mit der zunehmenden Verschmelzung der digitalen und der physischen Welt kann die Entwurfsarbeit nun im Kontext der realen Welt stattfinden.

Technologien der erweiterten Realität (englisch: Augmented Reality) ermöglichen, einen Entwurf so in die reale Welt einzubetten, dass das Zusammenspiel des fertigen Bauwerks mit seiner Umgebung bereits während der Planung objektiv beurteilt werden kann. So hat [Skanska](#) mit seiner Innovation Grant Platform¹² beispielsweise in ersten Projekten begonnen, Augmented Reality und 3D-Game-Engines in den Gestaltungsprozess integrieren.

Natürlich ist diese Vorgehensweise besonders dazu geeignet, mögliche Planungs- und Ausführungsfehler frühzeitig zu vermeiden. Von der Planung bis hin zum Betrieb und zur Instandhaltung: Die Kosten für eine Fehlerbehebung sind in der virtuellen Welt wesentlich geringer als in der Realität. Aber diese Vorgehensweise – und hier liegt vielleicht ein noch viel höherer Wert – kann dreidimensionale Datenmodelle liefern, die weit mehr bieten als nur die physische Funktion eines Bauwerks selbst. So könnte etwa beim Ausbau einer U-Bahnlinie mithilfe einer Game-Engine das Passantenaufkommen an verschiedenen Stellen rund um die geplanten Stationen vorausgesagt werden, was wiederum wertvolle Informationen für die Standortfindung des Einzelhandels liefert.

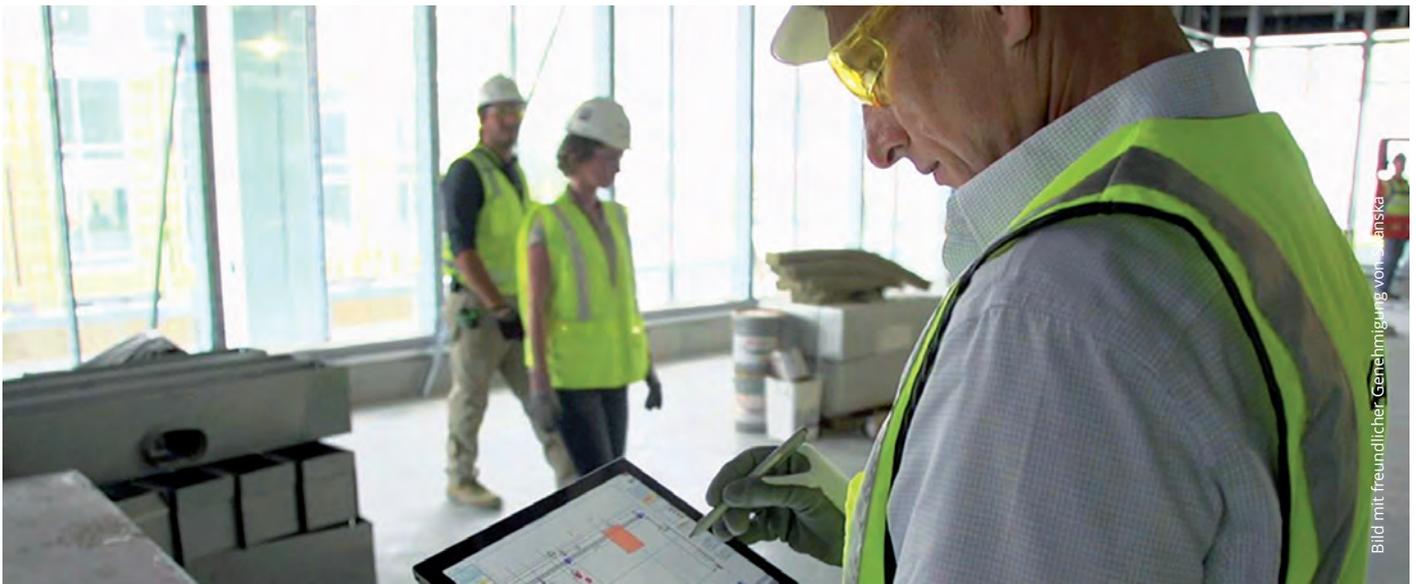


Bild mit freundlicher Genehmigung von Skanska

Das Aufkommen von Technologien für eine Zusammenarbeit in Echtzeit sollte der Bauindustrie helfen, eine gleichzeitige Projektabwicklung einzuführen, bei der alle Projektteilnehmer über die Cloud miteinander verbunden sind und in einem gemeinsamen virtuellen „Büro“ miteinander am selben Modell arbeiten. Der Baukonzern [Skanska](#) versucht beispielsweise, gemeinsam mit seinen Kunden und Architekturpartnern über die Cloud eventuelle Schwierigkeiten bereits im virtuellen Planungsprozess zu lösen, noch bevor auf der Baustelle ein Problem auftritt¹³.



Neue Arten des Bauens



Neue digitale Technologien haben auch tiefgreifende Auswirkungen auf die Bauausführung und die Art und Weise, wie Projekte *beschlossen*, *finanziert* und *umgesetzt* werden.

Eine der größten Herausforderungen der Branche ist nach wie vor die Produktivität der Arbeitskraft: Wenn die Effizienz 10% geringer ausfällt als geplant, sinken die Gewinne um mindestens 5%¹⁴. Während in anderen Bereichen der Wirtschaft in den letzten Jahrzehnten deutliche Steigerungen erzielt werden konnten, ist die Produktivität im Baugewerbe seit Langem stabil auf relativ

niedrigem Niveau¹⁵. Das muss sich ändern, und zwar nicht nur schrittweise, sondern deutlich. Da die Nachfrage nach Bauleistungen bis 2030 voraussichtlich um 85% steigen wird, werden bei gleichbleibend niedriger Produktivität auch die Kosten für die Wirtschaft und die Umwelt im selben Ausmaß steigen – ganz zu schweigen von der verpassten Gelegenheit, unsere gebauten Lebensräume wirklich nachhaltig zu verbessern. Gemeinschaftliche Beschaffung, integrierte Lieferketten und progressive Gesetzgebung sind zwar Schritte in die richtige Richtung, aber wird das genug sein?

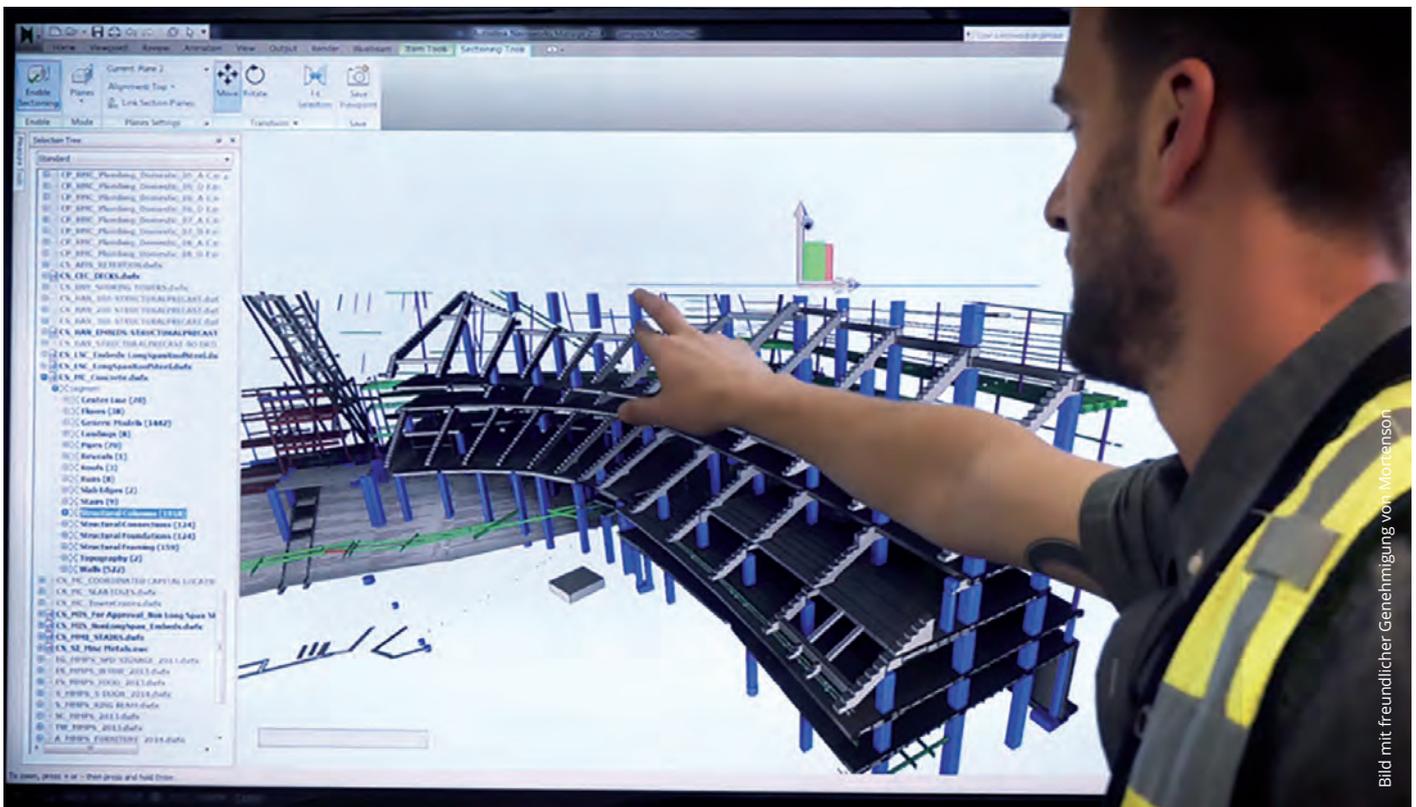


Bild mit freundlicher Genehmigung von Mortenson

Technologie verschafft uns Möglichkeiten, mit verbesserter Produktivität schneller die gesetzten Ziele zu erreichen. Die Baufirma **Mortenson** hat das erkannt und setzt seither mobile Geräte¹⁶ mit Touchscreen-Oberflächen ein. Seit die Rückmeldungen vom Baustellenpersonal in Echtzeit erfasst werden, ist die Produktivität erheblich gestiegen.

Aber nicht nur die Produktivität der Planungsprozesse, sondern auch deren Einfluss auf das gebaute Projekt muss berücksichtigt werden. Wie oft ist ein Objekt wirklich in der Lage, allen Nutzungsansprüchen zu genügen, für die es konzipiert wurde? Wirft die neue Mautstraße tatsächlich den erwarteten Gewinn ab? Hat der neue soziale Wohnbau die Lebensumstände der lokalen Bevölkerung wirklich verbessert? Ist mit der neuen Hochgeschwindigkeitsstrecke auch wirklich der Aufschwung für die Region gekommen, den man sich erhofft hat? Die Digitalisierung gibt uns Methoden und Werkzeuge an die Hand, bessere Entscheidungen zu treffen: was gebaut werden soll, wie es gebaut werden soll und in welcher Konstellation dieses Bauvorhaben realisiert werden soll.

Ein 85%iger Anstieg der Bautätigkeit erfordert einen ebenso hohen Anstieg bei der Finanzierung, aber es ist unklar, woher diese Mittel kommen sollen. Bereits jetzt gibt es bei Infrastrukturbauten weltweit eine jährliche Finanzierungslücke von 1 Billion US\$¹⁷. Aber mit der digitalen Technologie von morgen kann auch der Kapitalfluss in die Gebäude- und Infrastrukturprojekte von morgen verbessert werden.

1. Big Data gestützte Entscheidungsfindung

Im Jahr 2007 wurde die Hälfte des globalen BIP in 380 Städten in hochentwickelten Regionen erwirtschaftet. Bis 2025 werden jedoch 136 neue Städte aus Schwellen- und Entwicklungsländern in die Top-600-Städte vordringen¹⁸. Die Bauindustrie wandelt sich also dramatisch. Immer bezeichnender wird die Notwendigkeit, in komplexen urbanen Umgebungen zu bauen, und zwar vermehrt in Schwellenländern. Wie und wo sollen Kunden und Unternehmen auf diese Dynamik reagieren? Welche Projekte sollen realisiert werden, um ein gewünschtes Ergebnis zu erzielen? Welche Projekte versprechen den nötigen Gewinn, damit sich Unternehmen dafür bewerben? Die Antwort auf diese Fragen liegt immer häufiger in den Ausgangsdaten. Und diese Daten stammen aus der Cloud, wo entscheidende Trends wie Bevölkerungsentwicklung, Wirtschaftswachstum oder verfügbares Einkommen ermittelt und analysiert werden.

So entstehen neue Tools, die Gebäude- und Infrastrukturdaten auf Makroebene modellieren können

und ein Gesamtbild abgeben, das unterschiedlichste Aspekte aufzeigt und als Entscheidungsgrundlage für Unternehmer und Auftraggeber dienen kann. Aber vielleicht am allerwichtigsten ist der Wandel in der Art und Weise, wie wir unsere gebaute Umgebung wahrnehmen: die Abkehr von kosten- und betriebsmittelgesteuerten Infrastrukturleitplänen mit Schwerpunkt auf kurzfristigen punktuellen Lösungen hin zu einem Modell, das den Fokus auf das gesamte Ergebnis und den Nutzen legt und funktionelle Lösungen aus ineinander greifenden Systemen schafft.

Der Baukonzern Balfour Beatty nutzte BIM beim Umbau des Londoner Olympiastadions in die neue Heimstätte des Fußballklubs West Ham United. Mit BIM konnten die Projektteams von [Balfour Beatty](#) die Arbeiten in Echtzeit nachverfolgen, Engpässe in der Produktivität ermitteln und beseitigen und alle Projektteilhaber ständig mit aktuellen Informationen und Unterlagen versorgen¹⁹.

2. Kapital durch Crowdsourcing

Damit Bauvorhaben umgesetzt werden können, braucht es eine gesicherte Finanzierung. Die seit der Finanzkrise 2008 herrschende Unsicherheit hemmt jedoch den Fluss von Geldmitteln in der Baubranche. Neue technologische Entwicklungen erschließen allerdings einige bisher unbekannte Möglichkeiten, Kapital für Bauvorhaben freizumachen:

- **Risikoberechnungen:** Bei der Ermittlung eines Risikoprofils für ein Projekt können sich Big Data und Predictive-Analytics-Methoden als sehr nützlich erweisen. Eine umfassende Datenerhebung bei der tatsächlichen Nutzung von Bestandsobjekten, die uns das Internet der Dinge liefern kann, geben eine Basis zur Abschätzung der Effizienz geplanter Objekte und somit auch des Risikos, das Investoren mit einer Finanzierungszusage auf sich nehmen.
- **Restwertberechnungen:** Der Wert des weltweiten Baubestands beträgt Schätzungen zufolge 218 Billionen US\$²⁰. Eine gängige Praxis der Kapitalbeschaffung ist es, ein vorhandenes Objekt zu verkaufen und die daraus erwirtschafteten Mittel in neue Projekte zu investieren. Dazu sollte man aber wissen, welchen Restwert das zu veräußernde Objekt hat. Predictive Analytics, Sensorik und das Internet der Dinge stellen uns Daten bereit, die dem Verkäufer helfen, einen möglichst hohen Preis zu erzielen, und dem Käufer eine Grundlage zur besseren Abschätzung seines Risikos liefern. Wenn Sie beispielsweise wissen, welcher Instandhaltungsaufwand in eine Straße geflossen ist, und gleichzeitig eine präzise Vorhersage des zukünftigen Verkehrsaufkommens auf dieser Straße haben, werden Sie die zukünftigen Instandhaltungskosten deutlich präziser festlegen können.

- **Crowdfunding:** Mit Crowdfunding wird bereits vielerorts Kapital für die Fertigung von Produkten, für die Entwicklung von Entertainment-Angeboten und vieles andere beschafft. Im Bauwesen ist das Konzept noch nicht recht angekommen, aber es kann durchaus zur Finanzierung von privaten Bauvorhaben oder auch von sozialen Infrastrukturprojekten der öffentlichen Hand verwendet werden.

3. Industrielle Vorfertigung und digitale Produktion

Bauen mit Fertigteilen ist nichts Neues und wird immer häufiger angewandt. Hochentwickelte Modellierungstechnologien ermöglichen sowohl Bottom-up-Verfahren mit optimierten Standardkomponenten als auch Top-down-Verfahren, wobei ein vollständiger Entwurf in Bauelemente aufgeteilt wird, die extern vorgefertigt und vor Ort montiert werden.

Kannte man Fertigbauteile bisher aus überwiegend schlichten Industrieprojekten, so ermöglicht die flexible Skalierbarkeit von vorgefertigten Komponenten mittlerweile einen sehr hohen Grad an Standardisierung – eine der Grundvoraussetzungen zur Erreichung eines Produktivitätsniveaus, das in der Fertigungsindustrie schon seit Langem gang und gäbe ist. Komplette Gebäudeteile können in kostengünstigen Fertigungszentren hergestellt, in die ganze Welt geliefert und dann vor Ort zusammengebaut werden. Dies lässt dann natürlich ganz neue Wettbewerbsszenarien in der Baubranche entstehen.

Doch die Standardisierung und Vorfertigung eignet sich nicht für jedes Projekt oder jede Komponente. Die aktuelle industrielle Revolution in der Fertigungsindustrie (Industrie 4.0) verändert radikal den Ablauf vom Entwurf bis hin zum fertigen Produkt. An der Speerspitze dieser Revolution steht die digitale Fertigung, und in ganz besonderem Maße der 3D-Druck. Es ist heute möglich, direkt vom 3D-Modell zum fertigen Produkt überzugehen – mit einem einzigen Mausklick, auf einer einzigen Maschine, ohne Werkzeuge umzuspannen und mit über 80 verschiedenen Arten von Materialien, darunter Stahl, Glas, Keramik, Polymer, Beton und viele weitere mehr.

Möglicherweise endet hier eine seit über 100 Jahren geltende Weisheit: dass seriengefertigte Standardprodukte billiger sind als individuell angefertigte Einzelstücke, weil Komplexität und Einzigartigkeit die Fertigungsverfahren bisher entschieden verteuerten. Beim 3D-Druck hingegen kosten Komplexität und Individualität nicht mehr. Wenn die von Standardkomponenten vorgegebenen Einschränkungen wegfallen, kann für jedes Projekt die ideale Lösung gefertigt werden, und das praktisch ohne Ausschuss.

Der niederländische 3D-Druck-Anbieter [MX3D](#) stattet industrielle multiaxiale Roboter mit 3D-Tools aus und baut damit eine Stahlbrücke über den Oudezijds-

Achterburgwal-Kanal in Amsterdam. Wenn sie fertiggestellt ist, wird die Brücke von MX3D die erste im 3D-Drucker gefertigte Brücke der Welt sein²¹.

Wird es auch dazu kommen, dass Bauteile direkt auf der Baustelle im 3D-Drucker gefertigt werden? Vielleicht. Aber vielleicht kommt es auch zu etwas ganz anderem. Bereits jetzt entstehen infolge der Demokratisierung von Fertigungstechnologien zahlreiche Mikro-Fabriken, die in den Hinterhöfen unserer Stadtviertel selbst komplexeste Komponenten digital fertigen. Haben diese neuen Fertigungsmethoden das Potenzial, die traditionelle Lieferkette zu durchbrechen, die dank abgeschaffter Zölle und immer geringer werdender Transportkosten in den letzten 30 Jahren zu einem komplexen globalen Netzwerk angewachsen ist, aus dem alle Produkte und Komponenten für den Bau weltweit bezogen werden? Wenn ja, dann bauen vielleicht immer mehr Privatleute selbst ihre Gebäude, und die digitale Fabrik nebenan wird zum zentralen Element der Lieferkette – mit direktem Standortbezug und praktisch ohne Transportkosten.

4. Automatisierung auf der Baustelle

Drohnen sind sehr gut dazu geeignet, Standorte aus der Luft zu vermessen, zu scannen und zu inspizieren. Die von Drohnen aufgenommenen Bilder können in eine Reality-Capture-Software eingespeist werden, die daraus ein

3D-Modell erstellt und die reale Welt im entsprechend großen Maßstab digital darstellt. Mit Kameras bestückte Drohnen werden bereits vielfältig eingesetzt, etwa bei der Inspektion hoher Gebäude und großen Infrastrukturbauwerken, die Menschen nur mit sehr hohen Kosten und großem Risiko untersuchen könnten. Ebenso bei extrem großenflächigen Infrastrukturen wie Pipelines oder Eisenbahnstrecken.

Mit sogenannten Wearables werden Technologiekomponenten oder Sensoren auch direkt am Körper getragen, etwa um die Sicherheit auf der Baustelle zu verbessern. Die Firma [Human Condition Safety](#) entwickelt beispielsweise Lösungen wie intelligente Westen, mit denen Bauarbeiter ihre Arbeit besser, schneller und sicherer verrichten können und der Baustellenleitung in Echtzeit anzeigen, wie viele Arbeiter sich gerade in Abschnitten mit erhöhtem Risiko befinden²².

Auch die Robotertechnik drängt in zunehmendem Maße in das Bauwesen vor. Der ursprüngliche Aufgabenbereich für Roboter bestand aus einer beschränkten Anzahl von Routineaktivitäten, hauptsächlich bei der Handhabung von Materialien und Komponenten. So sind Roboter fester Bestandteil großer Fertigungsstrecken geworden, aber mittlerweile können sie weit mehr. Vor allem können Roboter mit vielfältigsten Sensoren verbunden werden, sodass sie Daten über die Teile erfassen, mit denen sie zu tun haben. Diese Daten fließen in ein Steuerungssystem, das die Funktionsweise der Roboter anpasst und so während des laufenden Betriebs eine verbesserte Effizienz und Genauigkeit erzielen kann.

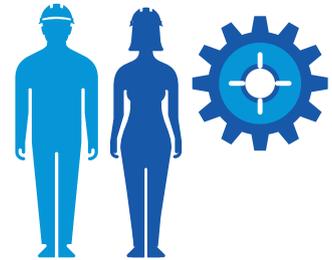


Das Projekt „I Make Rotterdam“ in den Niederlanden ist ein eindrucksvolles Beispiel für die Finanzierung von Baumaßnahmen durch Crowdfunding. Aber was ist das Revolutionäre am Crowdfunding? Es ermöglicht eine ganz neue Art der lokalen Fokussierung, in dem in jeder Hinsicht – bei Finanzierung, Planung, Bau und laufender Instandhaltung – eine wesentlich stärkere Beziehung zwischen dem Bauträger und der ortsansässigen Bevölkerung besteht und in dem die Digitaltechnologie das Bindeglied ist.

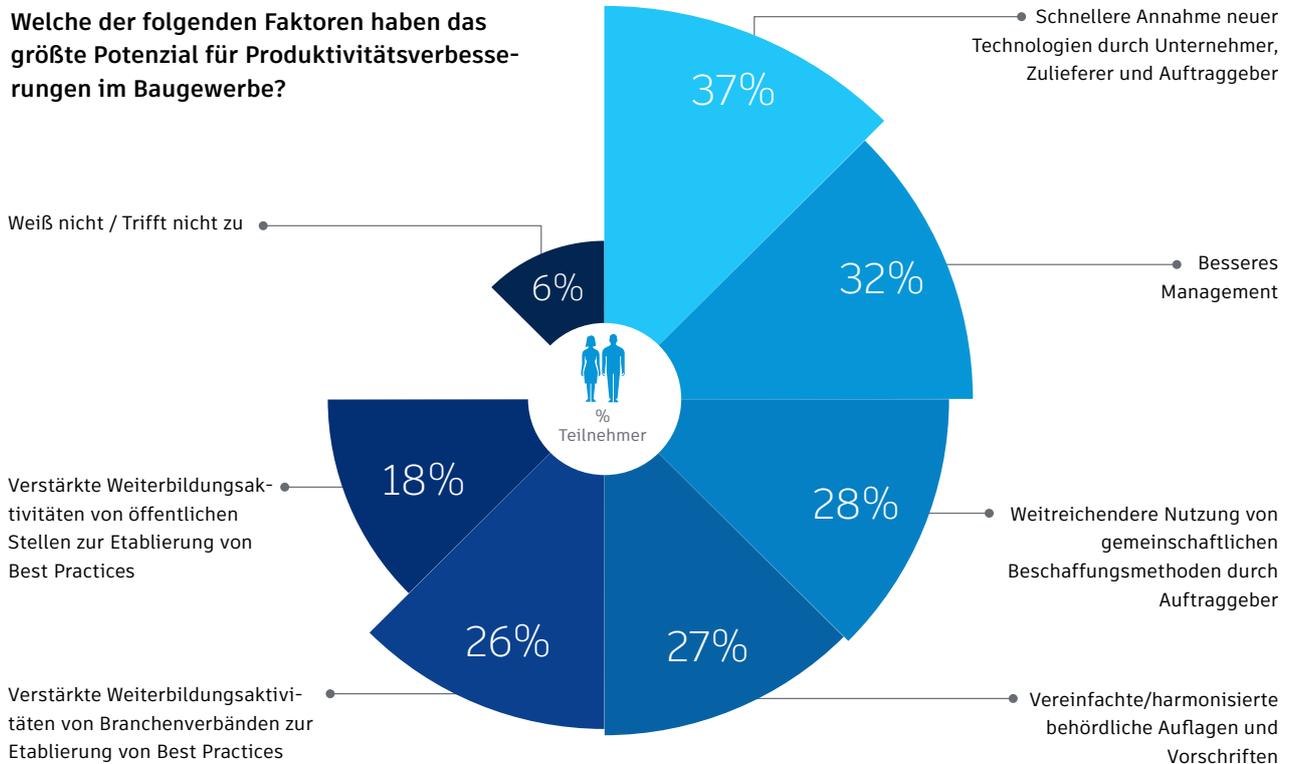
Bild mit freundlicher Genehmigung von Zones Urbaines Sensibles

Eine der größten Herausforderungen der Branche ist nach wie vor die Produktivität der Arbeitskraft. Wenn die Effizienz 10 % geringer ausfällt als geplant, sinken die Gewinne um mindestens 5 %

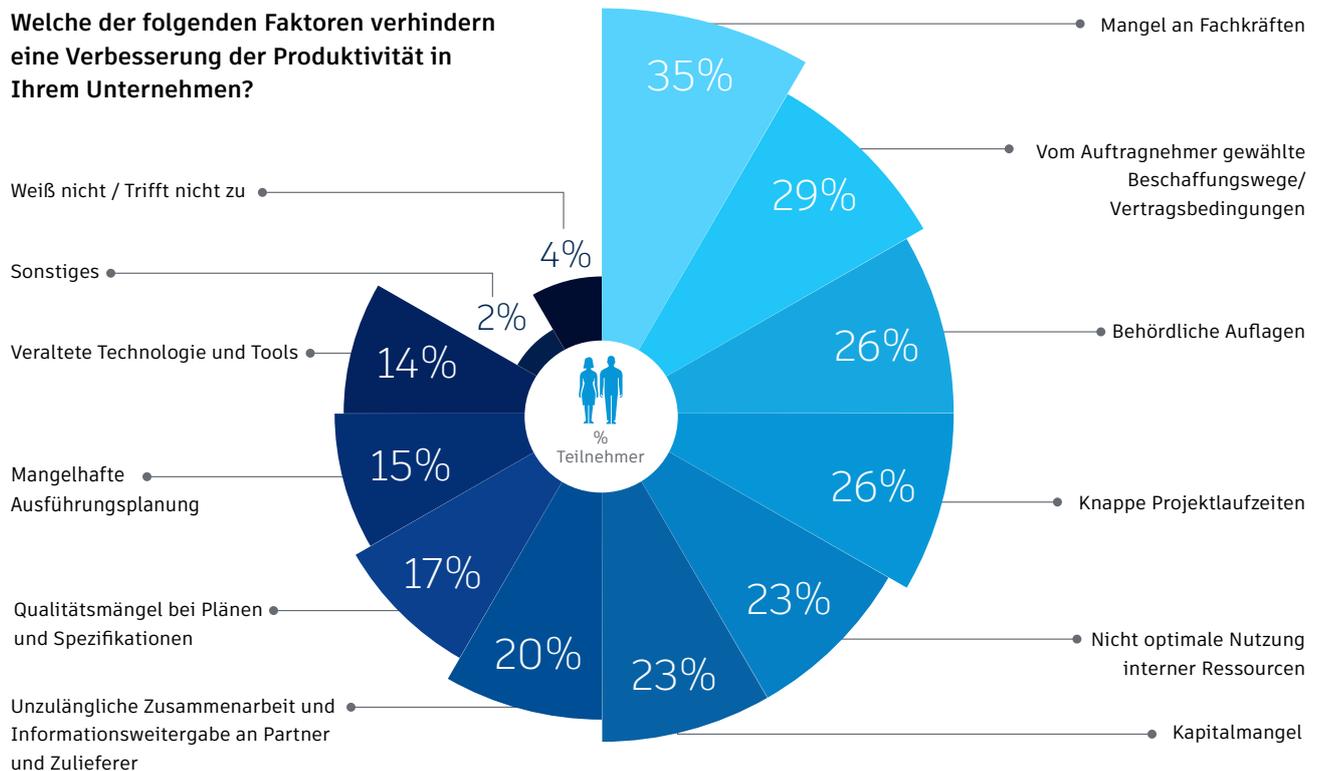
Quellen: Training4Contractors¹⁴



Welche der folgenden Faktoren haben das größte Potenzial für Produktivitätsverbesserungen im Baugewerbe?



Welche der folgenden Faktoren verhindern eine Verbesserung der Produktivität in Ihrem Unternehmen?



Quellen: The Economist Intelligence Unit, Rethinking productivity across the construction industry, 2015



Neue Arten des Betriebens



Die digitale Technologie verändert sowohl die Art und Weise, wie wir Gebäude und Infrastruktur betreiben, als auch die Nutzungsarten und Ausstattungsqualitäten der Objekte.

Alles um uns wird „intelligenter“ und vernetzter, von Gebäudesensoren zur Überwachung des Energieverbrauchs und der Umgebungsbedingungen bis hin zu intelligenten Versorgungsnetzen, die den Energieverbrauch reduzieren und die Skalierbarkeit verbessern. Es kommt zu einer tieferen Verflechtung zwischen der digitalen und der physischen Welt.

Gleichzeitig verändern die sozialen Medien und die Mobilgeräte unsere Lebens- und Arbeitsgewohnheiten. Auch das stellt neue Anforderungen an unsere bauliche Umgebung: von der Ausstattung und Belegung von Büroflächen über das Passagiervolumen und die Nutzungsmuster im öffentlichen Verkehr bis hin zur erforderlichen Telekommunikationsinfrastruktur. Im Einzelhandel ist diese Veränderung bereits spürbar geworden. Da der Onlinehandel die Läden in unseren Einkaufsstraßen immer mehr ersetzt, verschiebt sich auch der Schwerpunkt von Verkaufsflächen hin zu Warenlagern und Logistikzentren.

Der Wandel beschleunigt sich. Während früher ein Gebäude vielleicht zehn Jahre nach seiner Errichtung umgebaut oder neu ausgestattet werden musste, werden das bald schon sehr viel kürzere Zeiträume sein. Und nicht nur das: Gebäude werden bereits von vornherein auf Multifunktionalität ausgerichtet.

Und sogar noch neuere technologische Entwicklungen werfen ihren Schatten bereits voraus. Weil Waren vielleicht schon sehr bald von Drohnen zugestellt werden, reduziert sich möglicherweise die Anzahl der Fahrzeuge auf unseren Straßen, was sich auf den zukünftigen Bedarf an Straßeninfrastruktur auswirken könnte. Distributed Manufacturing, ein weiterer Aspekt der neuen Revolution in der Fertigungsindustrie, könnte ähnliche Auswirkungen auf den Frachtverkehr haben.

Wie kann die Branche auf diese Entwicklungen reagieren?

1. Intelligente Bauwerke dank intelligenter Sensoren

Die Ausstattung mit immer komplexeren und durch intelligente Sensoren vernetzten Komponenten, Ausstattungen und Systemen versetzt Bauwerke in die Lage, auf die Bedürfnisse des Eigentümers und der Nutzer einzugehen. So ändert sich unsere bisherige Erfahrung, dass Gebäude und Infrastrukturbauten statische Gebilde sind, die ausschließlich einen im Voraus, d.h. beim Zusammenbau ihrer Komponenten, definierten Zweck erfüllen.

Das „Nutzererlebnis“ in einem Bauwerk wird zunehmend personalisiert, beispielsweise durch Optimierung der Temperatur, Belüftung und Beleuchtung eines Arbeitsplatzes. Aber in einer vernetzten Stadt von morgen sind nicht nur die einzelnen Bauwerke personalisiert, sondern auch das Zusammenspiel zwischen verschiedenen baulichen Strukturen: Denken Sie etwa an eine U-Bahn, die den Nutzer in Echtzeit über eventuelle Verzögerungen benachrichtigt und Ausweichrouten vorschlägt.

Bis zu 40 % des Stromverbrauchs eines Gebäudes entfällt auf die Beleuchtung. Zudem belegen viele Studien seit Langem, dass die richtige Art und Menge von Licht in einem Raum die Wachsamkeit, die Konzentrationsfähigkeit und das allgemeine Wohlbefinden der Menschen deutlich verbessern kann. Mit Lösungen wie einer BIM-gestützten, IoT-fähigen Steuerungssoftware, wie sie die Firma Panoramic Power anbietet, kann sichergestellt werden, dass bereits frühzeitig im Entwurfsprozess optimale Lichtverhältnisse geplant und im weiteren Verlauf auch umgesetzt werden.

In Hongkong wird bereits in der [Regierungsabteilung EMSD](#)²³ (Electrical and Mechanical Services Department) eine BIM-fähige Objektverwaltung von Immobilien genutzt. Sie verbindet BIM mit dem Gebäudeverwaltungssystem und der Videoüberwachungsanlage und liefert auf diese Weise ein präzises Bild der aktuellen Situation (Services und Objekte). Dieses digitale Informationsmodell für den Gebäudebetrieb kann mit zusätzlichen Daten verknüpft werden, die über Desktopcomputer oder von unterwegs über Tablets abgerufen werden können.

Sobald ein Zwischenfall gemeldet wird, können Benutzer auf die Betriebs- und Instandhaltungsinformationen zur betroffenen Komponente sowie auf deren historische und aktuelle Leistungsdaten aus dem Gebäudeverwaltungssystem zugreifen. Dies vereinfacht die Suche nach Ursachen und Lösungen für das Problem. Dank Videoüberwachung kann dies auch vor der Begehung erfolgen, um eventuelle Sicherheitsrisiken auszuschließen.

Auch für Objekteigentümer ändert sich einiges. Die unglaubliche Vielfalt von verfügbaren Daten, von Belegungszahlen und Nutzungsmustern über die Energieleistung oder den Wasserverbrauch bis hin zu den Passagierwegen usw., eröffnet viele neue Möglichkeiten. Sie bilden die Grundlage, auf der Eigentümer und Projektpartner bessere und fundiertere Entscheidungen bezüglich des Gebäudes und seiner Umgebung treffen können: um Kosten zu senken, um die bestehende Kapazität ohne Beeinträchtigung der Nutzungsqualität zu verbessern oder um es mit neuen Funktionen auszustatten und so seinen Wert zu steigern.

Wenn intelligente, vernetzte Produkte mit einer Cloud-Lösung kombiniert werden, können Unternehmen die von Produkten gesendeten Daten erfassen, auswerten, steuern und verwalten. Die Firma [Panoramic Power](#), ein Hersteller von Energiemanagementsoftware, kombiniert beispielsweise ihre Energieanalyseplattform für Geräte mit dem Cloud-Portfolio von Autodesk. Mit den Daten, die Kunden auf diese Weise erhalten, können sie Ineffizienzen an ihren Standorten und in ihren Immobilien ermitteln, die Bestandsnutzung verbessern und die Betriebskosten senken²⁴.

2. Von Baudienstleistungen zu Assets-as-a-Service

Ein immer größerer Anteil unserer Gebäude ist über das Internet der Dinge digital vernetzt. Wenn die generierten Daten sinnvoll genutzt werden, können Trends in der zukünftigen Nachfrage auf Detailebene besser vorausgesagt werden. Ebenso wird die bessere Planung des Gebäudebetriebs in zukünftigen Bauvorhaben möglich, da die Nutzungsdaten des aktuellen Objektbestands in die Planungsarbeit für neue Projekte einfließen können.

Durch diesen geschlossenen Kreislauf ergeben sich für Unternehmen aus dem Baugewerbe auch neue Geschäftsmöglichkeiten. Aus der Kombination von Objektdaten mit anderen großen Datensätzen, etwa Bevölkerungsentwicklung, Wirtschaftswachstum und Einkommensniveau, lassen sich tiefgreifende Erkenntnisse bezüglich des zukünftigen Bedarfs an Gebäuden und Infrastrukturbauten ablesen. So könnte ein geschäftskritisches Problem der Bauindustrie, nämlich die Unsicherheit über die zukünftige Auftragslage, zumindest abgeschwächt werden, da Firmen sich auf spezifische Ausschreibungen konzentrieren und mit höheren Erfolgsaussichten in diese investieren können. Doch die Vorteile beschränken sich nicht auf einzelne Objekte. Dank der Daten des IoT haben Unternehmen

heute die Möglichkeit, neue Beziehungen mit Kunden aufzubauen, die auf umfassenden Nutzungsdaten basieren, nicht ausschließlich auf den Kosten oder dem Wert der Immobilie. Mit zunehmender Komplexität der baulichen Umgebung und steigenden Risiken muss immer öfter die Frage gestellt werden, wie ein gewünschtes Ergebnis erzielt werden kann, ohne dass ein Projekt unfinanzierbar oder für Investoren unattraktiv wird. Kein Bauobjekt besteht für sich allein. Es ist daher essentiell zu verstehen, wie sich ein Objekt in andere – physische oder nicht physische – Systeme einfügt. Hier spielen die Daten aus dem Internet der Dinge eine wesentliche Rolle, denn

sie können Antworten auf Fragen geben wie „Was soll gebaut werden?“, „Warum soll gebaut werden?“ oder sogar „Soll überhaupt gebaut werden?“.

Da digitale Technologien immer mehr Wissenslücken bezüglich der Objektnutzung, der Objektleistung im gesamten Lebenszyklus oder auch der Gesamtkosten des Lebenszyklus schließen können, eröffnen sich für Unternehmen aus der Baubranche zusätzliche Geschäftsfelder, wie zum Beispiel Real-Estate-as-a-Service.



Willkommen im Zeitalter der Vernetzung

Die Bauwirtschaft muss sich ändern. Die heutigen Beschaffungsmethoden, gewerblichen Standards, Geschäftsstrategien und Produktivitätsniveaus können mit dem zukünftigen Bedarf an Gebäuden und Infrastrukturbauten nicht mehr mithalten. Wenn die Leistungsdefizite in den Bauprojekten und den gebauten Objekten selbst nicht behoben werden, wird es in einer immer komplexeren baulichen Umgebung schwieriger werden, den wachsenden Ansprüchen an die Lebensqualität und die wirtschaftlichen Chancen der globalen Bevölkerung zu genügen. Ebenso schwierig wird es werden, das für Bauvorhaben notwendige Kapital zu beschaffen. Auf dem Markt der Zukunft wird es darum gehen, Baurisiken zu minimieren, Unsicherheiten in der zukünftigen Auftragslage zu vermeiden, die Projektabwicklung und die finanziellen Ergebnisse von Unternehmen zu verbessern, Projekte für Investoren attraktiver zu machen, die Lücke zwischen geplantem und tatsächlichem Gebäudebetrieb zu schließen und strategisches Denken und Handeln in der Branche zu fördern. Dies wird nur mit technologischen Lösungen zu erreichen sein.

Die vorgestellten und von digitalen Technologien beeinflussten Innovationen – wie wir Gebäude und Infrastruktur planen, bauen und betreiben – läuten ein neues Zeitalter für die Bauindustrie ein. Ein Zeitalter, in dem jedes Unternehmen unabhängig von Größe, Standort, Sektor oder Finanzkraft den gleichen Zugang zu umfassenden Aspekten der Vernetzung hat:

- **Vernetzte Teams:**

Menschen aus der ganzen Welt und aus unterschiedlichsten Disziplinen arbeiten dynamisch in Echtzeit zusammen. Dies ersetzt den bisher bestimmenden asynchronen Ansatz bei der Zusammenarbeit und reduziert durch die Nutzung von Work-Exchange-Hubs und Crowdsourcing-Plattformen den bisherigen Aufwand zur Suche und Erweiterung des Mitarbeiterstabs.

- **Vernetzte Informationen:**

Hochkomplexe Entwurfsprobleme werden gelöst, indem die nahezu unbegrenzte Rechenleistung der Cloud genutzt und mit Big Data und intelligenten Algorithmen verknüpft wird. So steht eine solide Grundlage für die bestmöglichen

Entscheidungen in allen Aspekten bereit, vom Gebäudeentwurf bis hin zu kommerziellen Strategien.

- **Vernetzte Ergebnisse:**

Projekte können von Anfang an auf das Endergebnis ausgerichtet werden, indem die digitale und die physische Welt durch Realitätserfassung, Game-Engines und erweiterte bzw. virtuelle Realität nahtlos miteinander verknüpft werden. Entwurfsvarianten können dann im realen Kontext untersucht und angepasst werden, um sie auf physischer, wirtschaftlicher, sozialer und umwelttechnischer Ebene perfekt in ihre Umgebung einzugliedern.

- **Vernetzte Abwicklung:**

Digitale Fertigung, digitale Vorfertigung und Mikro-Fabriken ermöglichen den Übergang vom digitalen Entwurf zum fertigen Gebäude oder Bauwerk mit möglichst wenig manueller Interaktion, Ausschuss und Kosten sowie optimierten Zulieferketten.

- **Vernetzte Objekte:**

Gebäude und Infrastrukturbauten werden digital vernetzt und liefern so Daten, die uns ein besseres Verständnis über ihre Leistung, Nutzung und ihre Interaktion mit der Umgebung vermitteln. Diese Daten können für zukünftige Bauprojekte herangezogen werden und geben uns dabei wichtige Hinweise zur Verbesserung unseres Umfelds.

- **Vernetztes Kapital:**

Projektvorhaben können schnell und ohne Umwege mit einer gesicherten Finanzierung begonnen werden, da bauliche Risiken durch die digitale Projektabwicklung und die datengesteuerten Einblicke in die Leistung der geplanten Objekte während ihres gesamten Lebenszyklus abgeschwächt werden. Zudem werden über Crowdfunding neue Finanzierungsquellen erschlossen, und auch der Restwert von Bestandsobjekten kann dann digital ermittelt werden.

Was sollten Unternehmen in der Baubranche tun, um für das bevorstehende Zeitalter der Vernetzung gerüstet zu sein? Erstens: verstehen, was auf uns zukommt, insbesondere dass dies ist nicht nur eine Verbesserung bestehender Methoden und Prozesse ist. Zweitens: BIM (Building Information Modeling) einführen, falls noch nicht geschehen – BIM ist der Einstieg in dieses neue Zeitalter. Und schließlich: strategische Investitionen in digitale Technologie tätigen, denn die Wettbewerbslandschaft wird sich grundlegend und sehr schnell verändern.





Referenzen

1 Global Construction 2030, Zugriff unter <http://www.globalconstruction2030.com/>

2 (2016) World Economic Forum, Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology, Zugriff unter http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report_..pdf

3 (2009) LEK Consulting, Construction in the UK economy: The Benefits of Investment, Zugriff unter <http://www.lek.com/press-releases/construction-investment-provides-significant-benefit-uk-economy-reveals-new-report>

4 Global Construction 2030, Zugriff unter <http://www.globalconstruction2030.com/>

5 Nguyen, Christine (2015) This bridge will connect 90% of the Chinese population, Zugriff unter <http://www.techinsider.io/china-beipan-river-bridge-high-speed-railway-2015-11>

6 Global Construction 2030, Zugriff unter <http://www.globalconstruction2030.com/>

7 (2015) IEA sees global energy transition, Zugriff unter <http://www.world-nuclear-news.org/EE-IEA-sees-global-energy-transition-1011154.html>

8 Paterson, G., Harty, J. and Kouider, T. (2015) Getting to Grips with BIM: A Guide for Small and Medium-Sized Architecture, Engineering and Construction Firms, Zugriff unter <https://www.routledge.com/Getting-to-Grips-with-BIM-A-Guide-for-Small-and-Medium-Sized-Architecture/Harty-Kouider-Paterson/p/book/9781138843974>

9 Flyvbjerg, B., Bruzelius, N. and Rothengatter, W. (2003) Mega Projects and Risk: An Anatomy of Ambition, Zugriff unter <http://www.cambridge.org/us/academic/subjects/sociology/political-sociology/megaprojects-and-risk-anatomy-ambition?format=PB>

10 (2008) Front End Loading Provides Foundation for Smarter Project Execution, Zugriff unter <http://www.ogfj.com/articles/print/volume-5/issue-7/special-report/front-end-loading-provides-foundation-for-smarter-project-execution.html>

11 (2015) Collaboration can help avoid construction project failures, says expert, Zugriff unter <http://www.out-law.com/en/articles/2015/april/collaboration-can-help-avoid-construction-project-failures-says-expert/>

12 Colonna, Tony (2014) Four ways to enable innovation in construction, Zugriff unter <http://blog.usa.skanska.com/four-ways-to-enable-innovation-in-construction/>

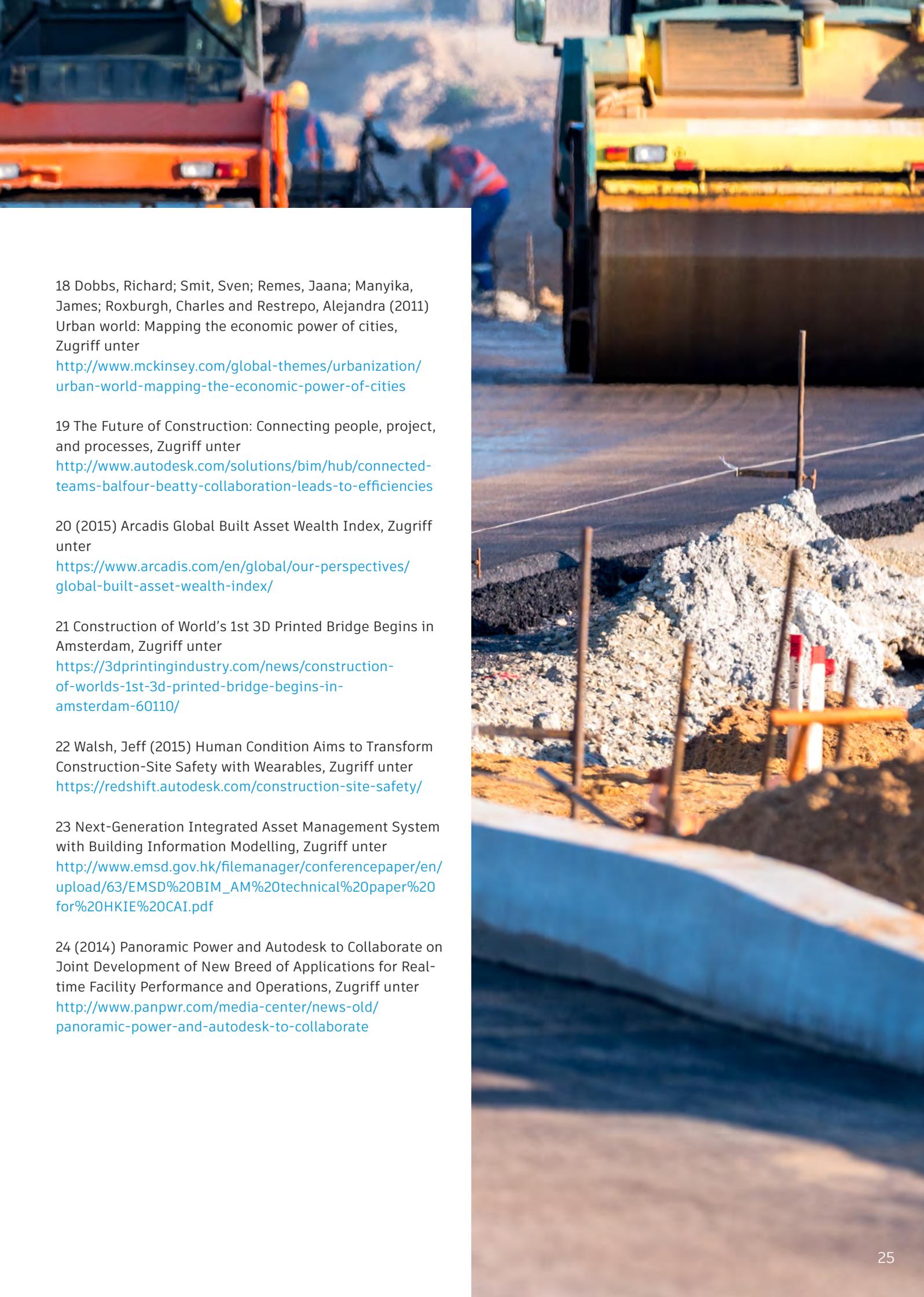
13 Song, Soo (2016) Virtuality Check: 3 Ways Cloud Technology in Construction Can Solve the Skilled-Labor Shortage, Zugriff unter <https://redshift.autodesk.com/cloud-technology-in-construction/>

14 (2016) Are Your Profit Margins Being Affected by Low Productivity on Construction Projects?, Zugriff unter <http://training4contractors.org/2016/04/profit-margins/>

15 Changali, Sriram; Mohammad, Azam and van Nieuwland, Mark (2015) The Construction Productivity Imperative, Zugriff unter <http://www.mckinsey.com/industries/infrastructure/our-insights/the-construction-productivity-imperative>

16 Song, Soo (2016) Virtuality Check: 3 Ways Cloud Technology in Construction Can Solve the Skilled-Labor Shortage, Zugriff unter <https://redshift.autodesk.com/cloud-technology-in-construction/>

17 Fuerer, Guido (2015) How can we bridge the \$1 trillion infrastructure gap?, Zugriff unter <https://www.weforum.org/agenda/2015/10/how-can-we-bridge-the-1-trillion-infrastructure-gap/>

A large-scale construction site with heavy machinery and workers. In the foreground, a large concrete structure is being prepared, with several vertical rebar rods protruding from a pile of aggregate. In the background, a yellow and black excavator is visible, and workers in high-visibility vests are working on the site. The scene is brightly lit, suggesting a sunny day.

18 Dobbs, Richard; Smit, Sven; Remes, Jaana; Manyika, James; Roxburgh, Charles and Restrepo, Alejandra (2011) Urban world: Mapping the economic power of cities, Zugriff unter

<http://www.mckinsey.com/global-themes/urbanization/urban-world-mapping-the-economic-power-of-cities>

19 The Future of Construction: Connecting people, project, and processes, Zugriff unter

<http://www.autodesk.com/solutions/bim/hub/connected-teams-balfour-beatty-collaboration-leads-to-efficiencies>

20 (2015) Arcadis Global Built Asset Wealth Index, Zugriff unter

<https://www.arcadis.com/en/global/our-perspectives/global-built-asset-wealth-index/>

21 Construction of World's 1st 3D Printed Bridge Begins in Amsterdam, Zugriff unter

<https://3dprintingindustry.com/news/construction-of-worlds-1st-3d-printed-bridge-begins-in-amsterdam-60110/>

22 Walsh, Jeff (2015) Human Condition Aims to Transform Construction-Site Safety with Wearables, Zugriff unter

<https://redshift.autodesk.com/construction-site-safety/>

23 Next-Generation Integrated Asset Management System with Building Information Modelling, Zugriff unter

http://www.emsd.gov.hk/filemanager/conferencepaper/en/upload/63/EMSD%20BIM_AM%20technical%20paper%20for%20HKIE%20CAI.pdf

24 (2014) Panoramic Power and Autodesk to Collaborate on Joint Development of New Breed of Applications for Real-time Facility Performance and Operations, Zugriff unter

<http://www.panpwr.com/media-center/news-old/panoramic-power-and-autodesk-to-collaborate>

ROAD NETWORK REPORT

ANALYZING CITY [SPRINGFIELD // ZONE S-324]



ACTION REQUIRED!

www.autodesk.com/the-power-of-digital-for-construction

www.autodesk.com/bim

@AutodeskAEC