

Intelligenteres Bauen nimmt Fahrt auf

Dieser Artikel gibt den Stand zum Zeitpunkt seiner Veröffentlichung wieder. Der Inhalt kann inzwischen veraltet sein.

17/09/2020 Der Bau von Wohnraum kann mit dem steigenden Bedarf nicht Schritt halten. Hauptursache ist mangelnde Effizienz auf den Baustellen. Neue Technologien und Geschäftsmodelle könnten den gordischen Knoten lösen.

Kein Zweifel, in den nächsten Jahrzehnten wird es in vielen Metropolen der Welt eng werden. Bis 2050 sollen nach Schätzungen der UN sieben von zehn Milliarden Menschen in Städten leben. Neue Ballungszentren nie gekannten Ausmaßes entstehen. Derzeit gibt es schon mehr als 30 Megacitys mit über zehn Millionen Einwohnern. Wohnraum wird immer mehr ein knappes Gut. Nach einer Analyse des Weltwirtschaftsforums besteht allein in den nächsten 30 Jahren ein Bedarf von 1,6 Milliarden zusätzlichen Häusern weltweit. In vielen urbanen Zentren ist zudem eine Zeitenwende angebrochen: Die Stadtplaner wollen weg vom Konzept der autogerechten Stadt, dafür grüner und nachhaltiger werden. Zugleich steigen unsere Ansprüche an die Gebäude: Smarter, energieeffizienter und barrierefreier sollen

sie sein. All das ist direkt mit der Frage verknüpft: Wie werden wir in Zukunft bauen?

Die Baustelle von übermorgen kennt kaum Lärm und Abgase, dafür mehr Ordnung und Sicherheit. Vor allem ist sie schneller und effizienter: elektrifizierte Bagger, die per Kamera ferngesteuert werden und vernetzt sind mit Baumaschinen, die über ausgefeilte Sensorik proaktiv technische Probleme an den Hersteller melden; Drohnen, die den Baufortschritt im Überflug erfassen, während von autonom fahrenden Lkw just in time ganze vorgefertigte Gebäudemodule geliefert und von Montagerobotern innerhalb kürzester Zeit zusammengesetzt werden. Ein Großteil der Arbeit findet bereits vor dem ersten Spatenstich in Fabrikhallen statt. Fachkräfte auf der Baustelle übernehmen vor Ort hauptsächlich koordinierende Aufgaben oder arbeiten „Hand in Hand" mit Robotern. Und sie können jederzeit den Baufortschritt in Echtzeit auf einem virtuellen Dashboard verfolgen und steuern.

Bauen nach dem Lego-Prinzip

Vieles davon ist Zukunftsmusik. „Auf der Baustelle hat sich in den vergangenen Jahrzehnten nicht viel verändert. Dabei geht immer noch häufig der Überblick verloren", sagt Uwe Brühl, Leiter Digitales Bauen der Sto-Gruppe, einem internationalen Marktführer für innovative Baustoffe mit Sitz in Stühlingen im Schwarzwald. „Baumaschinen werden zwar effizienter und neue Verfahren setzen sich durch, aber noch immer entstehen die meisten Gebäude auf handwerkliche Weise." Die termingerechte Fertigstellung hängt vom Wetter und oft auch vom Zufall ab, Baumängel sägen am Image. Stieg die preisbereinigte Produktivität je Erwerbstätigenstunde im Durchschnitt aller Wirtschaftssektoren von 1991 bis 2018 bezogen auf das Arbeitsvolumen um 44 Prozent, stagnierte im selben Zeitraum die Bauindustrie quasi bei vier Prozent. Nach Meinung von Brühl bremst die historisch gewachsene Tradition der Gewerke den Fortschritt aus. „Für ein einfaches Einfamilienhaus braucht man jemanden für den Aushub, den Rohbau, Fliesenleger, Profis für die Sanitäranlagen, Fenster, das Dach – so kommen mal eben 30 bis 40 Fachleute zusammen, jeder mit eigenen Plänen und Ansichten. Dabei ergeben sich für jedes neue Projekt neue Konstellationen – effiziente Abläufe sind unter diesen Voraussetzungen oft unmöglich."

Ein weiteres Problem: der Mangel an Fachkräften und Nachwuchs. Die Knappheit zieht sich durch alle Bereiche. Ohne ausländische Bautrupps sind Großprojekte in den Industrieländern gar nicht mehr zu stemmen. Wanderarbeiter folgen jedoch in bestimmten Regionen nur den Boommärkten. Junge Hochqualifizierte wie Ingenieure und Architekten wechseln nach ein paar Jahren gerne in andere Branchen. Und die Baukosten sind weltweit stark gestiegen. Das alles lässt Investoren nach Alternativen suchen. Eine Abkehr vom reinen Projektdenken hin zu einem Massenproduktionsverfahren mit mehr Standardisierung und Modularisierung könnte die erhoffte Produktivität am Bau bringen. Der Vorteil der Methode liegt darin, dass sich Gebäude wie Lego-Steine zusammenfügen lassen. Wie das Prinzip funktioniert, konnte die Welt Anfang 2020 im chinesischen Wuhan, dem Zentrum der Corona-Epidemie, bestaunen. Dort wurden in zehn beziehungsweise zwölf Tagen zwei komplett ausgestattete Krankenhäuser modular errichtet. Seit Anfang des 20. Jahrhunderts ist die industrielle Fertigung von Häusern aber ein Thema, das die Fachwelt spaltet. Kritiker befürchten eine McDonaldisierung der Architektur.

Dank moderner Technologie ist die Modulbauweise auf einem neuen Level angelangt. Wir können individueller und auf einem weitaus höheren Niveau produzieren als je zuvor. So reduzieren wir die Komplexität um den Faktor 10 und überwinden zum Teil die klassische Arbeitsteilung der Gewerke – und gehen stattdessen feste Wertschöpfungspartnerschaften ein", sagt Uwe Brühl. Die Sto-Gruppe fertigt bereits seit 2013 in den USA und Kanada mit einem Partnernetzwerk modulare Innenwände und Fassadenbauteile, die mit Dämmmaterial, Putz, Farbe, Klinker, Naturstein oder Stuckelementen beschichtet für die Montage ausgeliefert werden. Was das für die Gesamtbauzeit bedeutet? Brühl: „Bei einem Hotelprojekt beispielsweise verkürzt sich die Bauzeit von anderthalb Jahren auf sechs Monate."

Inspiration aus Schiffsbau und Automobilindustrie

Geht es nach Mikael Hedberg, CEO des Start-ups Admares, soll die Baustelle bis auf die Tätigkeiten für das Fundament und die Untergeschosse nur noch zum Montieren angefahren werden. „Wir holen die Baustelle in die Fabrik. Denn die automatisierte Produktion von modularisierten Gebäudekomplexen ist der einzige Weg, die Qualität signifikant zu verbessern und die Baukosten im Immobiliensektor zu senken." Mit seiner Methode will Hedberg Kostenvorteile von bis zu 30 Prozent gegenüber der konventionellen Bauweise erzielen. 80 bis 95 Prozent der gesamten Wertschöpfung am Bau wandern auf diese Weise in die industrielle Fertigung in der Fabrik, das klassische Baugeschäft würde sich massiv verändern.

Das Projekt mit Porsche Consulting

Admares: Gebäude wie Autos bauen

Subline: Kann modulare Bauweise helfen, Gebäude günstiger, schneller und mit einer höheren Qualität herzustellen? Der Gründer des finnischen Unternehmens Admares ist davon überzeugt: Mikael Hedberg will künftig Gebäude bauen, wie man heute Autos in Fabriken herstellt. Im Jahr 2021 wird im New Yorker Stadtteil Brooklyn das erste Pilotprojekt realisiert: ein dreigeschossiger Gewerbebau inklusive Dachterrasse auf Basis einer volldigitalisierten Planung. Die Modulbauweise von Admares erlaubt die Fertigung von 95 Prozent der 16 Gebäudemodule in der Fabrik. Der Zusammenbau soll nur 48 Stunden dauern. Berater von Porsche Consulting unterstützten die 2016 gegründete Firma bei der Ausgestaltung von Produkt, Prozessen, Organisation und bei der Planung der Smart Factory.

Mikael Hedberg sieht darin zahlreiche Vorteile: „Die Beeinträchtigungen durch Lärm, Verkehr und Dreck nehmen für die Anwohner ab. Und wir reduzieren die Bauabfälle um 60 bis 70 Prozent." Auch für die Bauarbeiter und Handwerker hat es laut Hedberg positive Folgen. Mitarbeiter ohne Fachkenntnisse könnten schnell angelernt werden. Und sie würden in witterungsgeschützten Werkhallen arbeiten, wo unter industriellen Bedingungen und in hohen Stückzahlen Bauteile entstehen, die von Architekten und Ingenieuren nach einer eigenen Systemlogik entwickelt wurden. Bis spätestens 2022 will er die weltweit erste Fabrik anlaufen lassen, in der ganze Wohngebäude, Hotels und Krankenhäuser

schlüsselfertig entstehen. Alle Gebäudeteile entstehen in der Fabrik und auch Kernelemente wie fest verbaute Ausstattung, Fenster, Türen und Badezimmermodule. Alle vorgefertigten Teile werden auf einer finalen Montagelinie zusammengebaut und anschließend auf die Baustelle gebracht. Dort werden nur noch die letzten kleinen Schritte ausgeführt, etwa die Verbindung von Raummodulen und Gebäudekernelementen. Das sind zwei bis maximal zehn Prozent des gesamten Bauprozesses.

Inspiration holte sich Hedberg vom modernen Schiffsbau: Dort werden vorgefertigte Kabinen per Kran in den Schiffsrumpf von Luxuslinern gehievt – Deck für Deck, bis sämtliche Sektionen zu einem Ganzen verbunden sind. Ein weiteres Vorbild: die Automobilindustrie. „Bei der Bestellung eines Porsche-Sportwagens kann der Kunde etliche Konfigurationsmöglichkeiten wählen. Kein identischer 911er läuft vom Band. Auch unsere Kunden sollen sich künftig am Konfigurator ihr Gebäude individuell zusammenstellen und sehen, wie sich Preis und Zeitplan je nach gewählter Variante verändern", so der Finne.

BIM: Zwilling mit Mehrwert

Ob in Handarbeit oder industriell gefertigt, die Digitalisierung revolutioniert den Planungsprozess im Baugewerbe. „Die Art, wie wir künftig planen und gestalten, wird sich fundamental ändern, dabei profitieren wir von digitalen Technologien anderer Branchen", sagt Uwe Brühl. Als Leiter für digitales Bauen bei Sto ist der Experte selbst mit der Transformation konfrontiert. Er moniert: „Nach wie vor sind auf dem Gros der Baustellen 2D-gestützte Planunterlagen die Grundlage." Ein moderner Ansatz ist der „digitale Zwilling" eines Gebäudes, auch als Building Information Modeling – kurz BIM – bekannt. Das Herzstück von BIM ist ein digitales, dreidimensionales Gebäudemodell, das über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks hinweg alle Details enthält und sämtliche Vorgänge wie den Baufortschritt und spätere Modernisierungen dokumentiert. Schnittstellen zu allen Gewerken und Stakeholdern sorgen für den konzertierten Einsatz. Ebenso lassen sich Baumaschinen in naher Zukunft mit ihren Daten andocken. Solche Techniken eröffnen enorme Möglichkeiten. So könnten etwa von Deutschland aus ohne eine Präsenz vor Ort Baustellen in China geführt werden.

Kurz erklärt

Building Information Modeling: der „digitale Zwilling"

Rohrsysteme, Türen, Steckdosen, Kabel, die Energieeffizienz, Wärmedämmung oder die Fahrgeschwindigkeit des Lifts – jedes Gebäudeteil wird beim Building Information Modeling (BIM), zu deutsch Bauwerksdatenmodellierung, erfasst und dient zur Simulation. Es bezieht im Idealfall alle Beteiligten wie ausführende Gewerke, Lieferanten und Behörden in die Planung ein. Für den Bauherrn wird das Modell zum virtuellen Erlebnis: Mit einer VR-Brille kann er sämtliche Räume erleben, als stünde er mittendrin, er kann die Einrichtung von allen Seiten betrachten und Details heranzoomen. So bekommt er ein besseres Gefühl für die Planung. BIM ist in Skandinavien, Großbritannien und den USA schon weit verbreitet. In Deutschland ist die Methode seit 2020 bei neuen öffentlichen

Infrastrukturprojekten verpflichtend.

Bagger ohne Brummen

Wenn es auf der Baustelle endlich zur Sache geht, dann kommen sie zum Einsatz: die Bagger, Radlader, Planierraupe, Kräne, Kipper und Spezialbaugeräte. Sauberere, leisere und effizientere Maschinen mit innovativen Antriebskonzepten: Das sehen viele Hersteller als künftiges Geschäftsfeld. Längst haben alle namhaften Hersteller erste Prototypen präsentiert. „Elektromobilität und alternative Antriebe sind nicht nur bei Autos und Transportern ein immer wichtigeres Thema, auch die Hersteller von Baumaschinen und -fahrzeugen treiben die Elektrifizierung ihrer Produkte voran“, so Patrick Scherr, Senior Vice President der Business Unit Offroad Europe bei Schaeffler. „Vor allem bei kleineren Baumaschinen im unteren Leistungsbereich rüsten Hersteller mit elektrischen Antrieben auf. Auch hybride Antriebe werden zunehmend interessant. So sind Systeme gefragt, die leichte Tätigkeiten unterstützen und bei geforderter Höchstleistung wiederum den Sekundärantrieb zuschalten, beispielsweise bei Baggern oder mittelgroßen Radladern“, erläutert Scherr. Schaeffler bietet hier reibungsoptimierte und robuste Wälzlagerlösungen für herausfordernde Betriebsbedingungen an.

Als Taktgeber für emissionsfreie Baumaschinen sieht Dr. Rüdiger Kaub staatliche Akteure und Verordnungen. Der Vorsitzende der Geschäftsführung von Bauer Maschinen jettet im Alltag von Baustelle zu Baustelle. Sein Kundenstamm ist das Who's Who der Baukonzerne, die sich für die Spezialtiefbaugeräte des bayerischen Weltmarktführers interessieren. „Bei unseren Nachbarn in den Niederlanden oder im fernöstlichen Singapur wird zum Beispiel bei Ausschreibungen von Bauprojekten verlangt, dass die Maschinen einen minimalen CO2-Footprint haben und besonders wenig Lärm emittieren“, so Kaub. Immerhin würden sie mancherorts nahezu rund um die Uhr laufen. Doch die Elektrifizierung kommt nicht für alle Maschinen infrage. „Bei schweren Tiefbaugeräten mit knapp 1.000 PS liefert die Energie der Diesel – und das wird sich so rasch nicht ändern“, sagt Prof. Sebastian Bauer, Geschäftsführer für Forschung und Entwicklung von Bauer Maschinen. „Für mittelgroße Geräte im Tiefbau könnten aber kabelgebundene Lösungen kommen, dafür brauchen sie allerdings gesonderte Stromleitungen, sonst gehen auf der Baustelle alle Lichter aus.“ Daneben ist ein Downsizing-Trend zu verzeichnen: „Jahrzehntelang wurde unser Fuhrpark größer, leistungsstärker, schwerer – zukünftig sind kompaktere, leichter transportierbare Maschinen im beengten, urbanen Umfeld gefragt. Da können wir über den Maschinenbau deutlich die Lärmemissionen reduzieren“, erläutert Kaub. Darüber hinaus forscht das Unternehmen an dem Einsatz von Brennstoffzellen und dem Wasserstoffantrieb.

Zahlen, Daten, Fakten

Der Bauboom in Zahlen

- Das globale Bauvolumen wird für 2020 auf 9 Billionen US-Dollar geschätzt und soll bis 2025 auf 15

Billionen US-Dollar anwachsen.

- Am meisten wird in China, Indien und den USA gebaut.
- Von 2014 bis 2019 stieg der Umfang der Bauaktivitäten in der EU um 15 Prozent.
- Mit 430 Milliarden Euro an nominalem Bauvolumen im Jahr 2019 ist Deutschland der größte europäische Markt.
- Die 100 größten Baufirmen weltweit erwirtschafteten 2019 Gesamteinnahmen von mehr als 1,462 Billionen US-Dollar.
- Chinesische Konzerne machen 44 Prozent des Umsatzes der Top 100 aus, sechs chinesische Unternehmen gehören den Top 10 an.

Einig sind sich alle Bauexperten: Um die Produktivität zu steigern, müssen Baumaschinen stärker als bisher automatisiert werden und miteinander kommunizieren. Die teuren Maschinen können so effizienter und bei Bedarf rund um die Uhr eingesetzt werden. „Zahlreiche Assistenzsysteme unterstützen heute den Fahrer – damit sind die Geräte jetzt schon halbautomatisch", sagt Rüdiger Kaub. „Dank solcher digitalen Assistenten sind auch weniger erfahrene Arbeiter imstande, Baumaschinen zu bedienen." Das könnte eine Antwort auf den Fachkräftemangel am Bau sein. Ganz ohne Fahrer im Cockpit kommen inzwischen Kipplader am anderen Ende der Welt aus, wenn sie in den Minen von Australien oder Südamerika ihre Runden drehen und Rohstoffe auf fest definierten Strecken transportieren.

Bereits erprobte Schlüsseltechnologien

Automatisierte Funktionen erhöhen nicht nur die Sicherheit auf der Baustelle, sie verringern auch die Ermüdung des Fahrers und helfen vergleichsweise unerfahrenen Anwendern, noch produktiver zu sein. In diesem Zusammenhang hat Schaeffler Paravan, ein Tochterunternehmen des Konzerns, die passende Basistechnologie entwickelt: die Drive-by-Wire-Technologie „Space Drive". Die digitale Steuerungstechnik übernimmt sämtliche Fahr- und Lenkvorgänge ohne eine mechanische Verbindung. Elektronische Impulse werden in Nanosekundenschnelle verarbeitet und über einen Aktuator an die Achsen übermittelt. Gas geben, Bremsen und Steuern erfolgt über elektrische Impulse. Dafür werden weder ein klassisches Lenkrad noch Pedale oder eine Lenksäule für die mechanische Übertragung auf die Räder benötigt. Der Vorteil: Die Baufahrzeuge lassen sich mit einem Tablet, über eine App oder per Fernbedienung bedienen, während der Steuernde danebensteht oder per Remote-Zugriff aus der Ferne waltet. „Das Schaeffler ‚Space Drive'-System ist seit vielen Jahren erfolgreich im Einsatz sowohl auf der Straße als auch zum Beispiel in Minen-Trucks. Somit bieten wir eine bereits erprobte Technologie für den autonomen Betrieb von Baumaschinen an", so Patrick Scherr.

„Bis es auf typischen Baustellen vollautomatische, fahrerlose Geräte gibt, vergehen jedoch noch 15 bis

20 Jahre“, schätzt Sebastian Bauer. „Wenn es so weit ist, werden die Fahrer andere Aufgaben übernehmen – sie werden die autonomen Maschinen im Kontrollzentrum überwachen, koordinieren und jederzeit korrigierend eingreifen können.“ Als Vorsitzender des Vorstands der Forschungsvereinigung Baumaschinen und Baustoffanlagen e.V. (FVB) und Präsident der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) forscht er an der Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine. „Selbstständiges Steuern als teilautonome Stufe wird in den nächsten zehn bis 15 Jahren den Fahrer entlasten und zu einer höheren Sicherheit und Performance beitragen – dafür sorgt Hightech in Form von KI, 5G, GPS, Kameratechnik, Radar und Software.“

Daten als neues Geschäft

Für autonomes und vernetztes Fahren auf der Baustelle der Zukunft spielt Predictive Maintenance eine zentrale Rolle in Sachen Sicherheit, Produktivität und Maschinenverfügbarkeit. Während die einen Sensoren am modernen Bagger, Radlader oder Tiefbaugeräten die Umgebung scannen, überwachen weitere Sensoren die inneren Bauteile der Maschine wie etwa Lager oder Ventile und registrieren jede noch so kleine Abweichung vom Normalbetrieb. Darüber hinaus werden Motordrehzahlen und -geräusche oder Temperaturen von Ölen und anderen Betriebsmitteln aufgezeichnet. Die Kombination und Analyse der Daten ermöglichen Rückschlüsse auf den Zustand einer Baumaschine. Darüber lässt sich frühzeitig ermitteln, welche Bauteile wann ermüden und ausgewechselt werden sollten, um somit Reparaturkosten oder ungeplante Stillstandszeiten zu vermeiden. Bei der vorausschauenden Wartung sind – anders als bei der vorbeugenden Instandhaltung – die Wartungsintervalle nicht schon im Vorhinein festgelegt, sondern werden anhand der Sensordaten terminiert. Schaeffler bietet mit „Optime“ bereits eine kostengünstige kabellose Plug-and-play-Lösung zur Überwachung stationärer Aggregate an. Der Sensor überwacht die Vibrationen an der Messstelle und liefert vollkommen automatisiert Analysen und Handlungsempfehlungen an den Maschinenanwender. Basierend auf dieser Erfahrung und mit digitalen Serviceleistungen ist Schaeffler bestens für die Herausforderungen im Baumaschinenbereich gerüstet.

Die Ingenieure bei Bauer können sich derzeit auf rund tausend Geräte schalten, egal wo diese gerade im Einsatz sind. Regelmäßig schicken die Maschinen Over-the-Air-Datenpakete an die Zentrale. „Mit Big-Data-Anwendungen unterstützen wir den Kunden bei der Auswertung und optimieren kontinuierlich unsere Produkte mit Upgrades und Fernwartung. So erhöhen wir Qualität, Funktionalitäten und Lebenszeit“, sagt Rüdiger Kaub. Künftig sollen zudem Live-Schaltungen ins Cockpit möglich sein, um den Fahrer zu unterstützen. Durch die hohe Datenverfügbarkeit wandelt sich das Geschäftsmodell für Unternehmen wie Bauer. Sie werden eine immer wichtigere Erlösquelle und dienen als Basis für neue, datenbasierte Dienstleistungen. Und auch Altmaschinen erhalten bei Bauer ein zweites Leben: Sie werden so weit wie möglich mit Hard- und Software digital fit gemacht. So hat ein altes Baustellen-Credo doch noch Gültigkeit: Was nicht passt, wird passend gemacht.

Auf einen Blick

Baubranche in Corona-Zeiten

Wie sich die Coronakrise auf die Branche auswirkt, ist derzeit noch nicht absehbar. Sie gilt als Spätzykliker. Die vollen Auswirkungen auf die Baukonjunktur werden erst in den kommenden Jahren spürbar sein. Mitte 2020 zehren viele Firmen noch vom hohen Auftragsbestand der Vergangenheit. Die Bauwirtschaft erlebte zudem keinen kompletten Shutdown wie andere Industrien. Es wurden lediglich regional Baustellen geschlossen, weil Lieferketten unterbrochen waren oder aufgrund von Quarantänebestimmungen, Grenzschließungen und Flugausfällen Baupersonal fehlte. In Deutschland rechnet allerdings mehr als die Hälfte der Bauunternehmen mit einer nachhaltigen Gefährdung der Auftragslage bei Gewerbeimmobilien. Es wird auch damit gerechnet, dass ein Großteil öffentlicher Bauvorhaben auf Eis gelegt wird. Der globale Markt für Baumaschinen und -fahrzeuge wird sich abkühlen und dadurch das Mietgeschäft in den Vordergrund rücken. Dagegen könnte die Covid-19-Pandemie den verstärkten Einsatz neuer industrieller bzw. digitaler Technologien wie die Modulbauweise oder das Building Information Modeling begünstigen.

Info

Text erstmalig erschienen im Porsche Consulting Magazin.

MEDIA ENQUIRIES



Jan Boris Wintzenburg

Director Communications and Marketing
Porsche Consulting GmbH
+49 (0) 152 3911 8663
jan_boris.wintzenburg@porsche-consulting.com

Linksammlung

Link zu diesem Artikel
https://newsroom.porsche.com/de/2020/unternehmen/porsche-consulting-intelligenteres-bauen-22373.html

Media Package
https://pmdb.porsche.de/newsroomzips/0fa51656-19ea-4277-9267-be66a7a92788.zip

Externe Links
https://www.porsche-consulting.com/de/home/

Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft
Porscheplatz 1
70435 Stuttgart