



FOTO: PERI

Das Wohnhaus aus dem 3D-Drucker

Kleckern und klotzen

Interessenten konnten im vergangenen Jahr die Entstehung des hierzulande ersten Wohnhauses im 3-D-Betondruck-Verfahren live verfolgen. Heute noch Modellprojekt, morgen vielleicht schon ein Selbstläufer. Die Digitalisierung macht's möglich und ist zugleich Voraussetzung – nicht die einzige.

Komm, wir drucken uns ein Haus.“ Das könnte zum geflügelten Wort werden, seitdem im vergangenen Jahr das erste Haus im 3-D-Betondruck im westfälischen Beckum bezugsfertig wurde. Entworfen am Computer und von dort ohne Umwege mit dem Roboter dreidimensional „gedruckt“. Ein weiteres Haus in dieser Bautechnologie entstand fast zeitgleich in Bayern. „Wir waren etwas schneller und damit bundesweit als Erste am Start, weil wir eher wussten, wie man eine Ausnahme-Baugenehmigung für ein Haus aus dem Drucker bekommt“, sagt Architekt Waldemar Korte vom Büro Mense + Korte Ingenieure + Architekten. „Dafür können die Bayern in diesem kleinen Wettlauf für sich

in Anspruch nehmen, das größere Haus gedruckt zu haben.“ Im Rahmen von Einzelfallentscheidungen der obersten Bauaufsicht mussten insbesondere Kennwerte zur Bestimmung der Standsicherheit definiert wer-



Rundungen oder geschwungene Stützen lassen sich ohne Schalung drucken.

WALDEMAR KORTE
Architekt



FOTO: MENSE/KORTE

Wandaufbau mit dem Betondrucker: Genau genommen ist es kein Druckverfahren, vielmehr spritzt eine Betondüse Schicht auf Schicht.

den, informiert das NRW-Bauministerium über das Modellprojekt in Beckum. Dazu fanden in der TU München zahlreiche Materialprüfungen statt. Besonders herausfordernd: Es muss immer „Nass-in-Nass“ gedruckt werden.

Schicht auf Schicht

Die Animation auf der Website des Architekturbüros von Waldemar Korte veranschaulicht den Druckprozess. Für Laien verbindet sich das bildlich vielleicht mit ihrer Sandkastenzeit oder dem Kleckerburgenbau am Meer Schicht um Schicht. „Genau so ist es im Grunde, nichts anderes“, bestätigt der Architekt. „Das Verfahren basiert darauf, dass man einzelne



Schichten aufeinander ablegt. Das geht natürlich nur mit einem Spezialmörtel. Denn die Schichten müssen relativ schnell formstabil sein, damit die untere Schicht nicht unter der folgenden zusammensackt.“ Vereinfacht gesagt, brauchte man dickflüssiges Material – das hier verwendete „i.tech 3D“ wurde von der Heidelberg Cement AG speziell für den 3D-Druck entwickelt.

Der Spezialmörtel wird in sogenannten Druckspuren von sechs Zentimeter Breite abgelegt, samt Aussparungen für Steckdosen und Leitungen. Das übernimmt ein Roboter auf Schienen, aus dessen Düse der Mörtel kommt – vergleichbar einem Drucker. Auf diese Weise entstehen mehrschichtige Wandaufbauten, die untereinander mit Edelstahlankern verbunden werden. „So sind wir in der Lage, sehr schlank zu bauen, in unserem Falle sechs Zentimeter massiv in der Fassade“, erläutert Korte. „Herkömmlicherweise – wenn wir mit Verblendern wie zum Beispiel Klinkerstein arbeiten – sind es 11,5 Zentimeter. Der normale Massivbau hätte zwölf Zentimeter. Die tragenden Innenwände beziehungsweise die tragende Struktur der Außenwände sind bei unserem Verfahren teilweise zwölf Zentimeter stark, bei herkömmlichen Bauweisen nicht unter 17,5 Zentimeter.“ Was, wie er betont, nicht nur Kosten spare, sondern unterm Strich auch den Kohlendioxidausstoß bei der Baustoffherstellung reduziere.

In der Animation ist das Gebäude aus dem Drucker ruckzuck fertig. „In Echtzeit fahren wir vor Ort mit einer Geschwindigkeit von 40 Zentimeter pro Sekunde“, so Korte. Das sei schon relativ flott und ein komplettes Geschoss einschließlich Fassade und aller

Zwischenwände so tatsächlich in 50 Druckstunden beziehungsweise in sechs Tagen zu schaffen. In herkömmlicher Bauweise bräuhete man bei einer vergleichbaren Gebäudegeometrie etwa doppelt so lange. Bei Maximalgeschwindigkeit ist der Drucker nach seinen Angaben in der Lage, einen Quadratmeter Wand in fünf Minuten herzustellen. Die Betondruckmaschine fährt dabei ähnlich wie ein Portalkran an einer Schiene über die Baustelle. „Im Unterschied zu diesem kann sie das aber auch in der Z-Richtung, das heißt hoch- und runterfahren“, erläutert Korte.

Noch eine Schippe drauf

Mit dem Zweigeschoss von rd. 160 Quadratmetern in Beckum habe man auch im internationalen Vergleich noch eine Schippe drauflegen können. „Das gibt es in dieser Technologie auf der Welt noch nicht so häufig“, zeigt sich der Architekt zufrieden. Meist seien es eingeschossige Bungalows um die 60 qm, die in diesem Verfahren entstehen. „Wir können damit ebenso gut Mehrfamilienhäuser bauen.“ Der modular erweiterbare Drucker könne beliebig lang drucken sowie bis 15 Meter breit. „In der Höhe können wir momentan auf drei Geschosse gehen. Das ist ein Großteil dessen, was wir aus der Baubranche kennen.“



Autorin

Carla Fritz,

freie Journalistin



FOTO: MENSE+KORTE

Architekt Waldemar Korte vom Büro Mense + Korte Ingenieure + Architekten in Beckum hat sein eigenes Haus noch Stein auf Stein gebaut, nunmehr mit Partnern das erste Wohnhaus 3-D-Betondruck-Verfahren.

„Weder Blumentopf noch Effekthascherei“

Interview

Architekt Waldemar Korte über ein mit Druckbeton „gegossenes“ Haus, das alle Genehmigungen besitzt, alle wichtigen Normen einhält und in dem sich wirklich wohnen lässt.

Wie sind Sie darauf gekommen, ein solches Projekt zu entwickeln?

Die Idee stammt nicht von uns. Bis vor zwei Jahren kannte ich diese Technologie noch gar nicht. Aber dann waren wir Feuer und Flamme. Darauf gebracht hat uns ein Trockenbauunternehmer aus dem Bekanntenkreis. Er schaut sich regelmäßig um: Welche neuen Technologien gibt es auf der Welt? In China und auch einigen Ländern Europas hatte man mit dem Betondruckverfahren schon experimentiert. Damit kann man

tatsächlich ein Gebäude bauen, davon war ich dann auch nach eigenen Recherchen relativ schnell überzeugt. Relativ schnell stand auch unser Projektteam – mit dem Materiallieferanten Heidelberger Cement, dem Druckerlieferanten Peri und uns als Tragwerks- und Gebäudeplaner und jetzt Mitbauherr die Firma Hous3Druck.

Für anderthalb Jahre soll das gedruckte Haus in Beckum ein Musterhaus bleiben und anschließend als Wohnhaus genutzt werden. Kein Prototyp also,

sondern tatsächlich auch bautechnisch genehmigt. Auf diesen Punkt sollten Sie noch einmal eingehen.

Richtig. Es ist kein „Blumentopf“. Denn Blumentöpfe, wie wir Architekten gedruckte Prototypen auch gern nennen, kann man schon seit fast zehn Jahren herstellen. Sie sehen toll aus, sind vielleicht sogar in großem Format gedruckt worden. Aber mehr ist da nicht. Solche Schauobjekte aus Druckbeton herzustellen oder eben ein genehmigtes Gebäude – dazwischen liegen Welten. Das Gebäude in Beckum ist als Wohnhaus komplett durchgenehmigt. Wir halten die Energie-



Schöner Wohnen in Druckbeton: schick, klassisch, ruhig und trotzdem stark in der Wirkung.

einsparverordnung ein, sind konform zu allen Regularien, was etwa Statik und Materialeigenschaften betrifft, und lehnen uns an das Regelwerk im europäischen Raum an.

Sie haben sich bei dem Haus für eine Trapezform entschieden. Warum gerade für diesen Grundriss?

Das spiegelt den Designgedanken wider. Dass man in der Form frei ist, war uns wichtig. Wir wollten das Potenzial des Druckverfahrens aufzeigen – wie spielend leicht man damit zum Beispiel vor Ort auch Rundungen oder auch gekippte, geschwungene Stützen drucken kann. In herkömmlicher Bauweise sind solche Details nur extrem aufwendig mit einer Schalung machbar. Auf der anderen Seite wollten wir nicht übertreiben. Denn was bringt ein „abgespactes“ Gebäude mit runden Innenwänden, wo man dann vielleicht nur ein Möbelstück stellen kann? Es sieht schick aus, aber am Ende kann keiner drin wohnen. Deshalb die Trapezform, die jedoch Effekthascherei nicht hinterherhechtet, sondern schick, klassisch, ruhig und trotzdem stark in der Wirkung ist.

Und letztlich auch kostengünstiger – mit lediglich zwei bis drei Bauleuten, die beim Betondruck in dieser Größenordnung Hand anlegen. Wie kommt diese Einsparung auf dem Bau an?

Das ist eine spannende Frage, bei der ich aber immer sehr entspannt bleibe. Denn wir bauen keine Stellen ab, sondern lösen eher

das Problem des fehlenden Fachpersonals. Neulich hatte ich die aktuelle Maurerklasse für eine Führung auf der Baustelle: acht Azubis für den gesamten Kreis Warendorf. Unsere Hoffnung ist auch, dass sich durch diese Art des Bauens – digital und deswegen körperlich weniger anstrengend – wieder mehr junge Leute für Bauberufe interessieren und die Baubranche attraktiver wird. Der beste Drucker nützt allerdings nichts, wenn an Ort und Stelle kein ausreichendes digitales Netz zur Verfügung steht. Das Ganze steht und fällt mit einer flächendeckenden digitalen Infrastruktur. Endlich bekommen wir jetzt auch hier im Industriegebiet Beckum, wo sich unser Firmensitz befindet, Glasfaser. Das hätte im Grunde schon vor zehn bis 15 Jahren passieren müssen.

Was hat sich für Sie als Architekt durch die neue Technologie in der Planung verändert?

Einfach einen Entwurfsatlas aufschlagen und nachsehen, wie ein solcher Wandaufbau oder die Fassadengestaltung im Detail sein muss, das ging hier nicht. Standardvorgaben dafür fehlten. Denn diese mehrschichtigen Aufbauten gibt es auf dem



Rundungen stellt der Betondrucker ohne aufwendige Schalungen her.

Markt nicht, bei keiner anderen Bauweise. Also haben wir für dieses Bauvorhaben Standarddetails komplett neu entwickelt und tun das weiter. Auch mit den Erfahrungen, die wir bei unserem ersten Projekt gesammelt haben.

Wo haben Sie inzwischen nachjustiert? Worauf konzentrieren Sie sich?

Unser Hauptaugenmerk richten wir gegenwärtig auf die Oberflächenstruktur. Die geriffelte Wandstruktur ist, wenn die Oberflächen nicht verputzt werden, eine Herausforderung für die Innenausbauwerke wie Trockenbauer oder Fußbodenleger. Das sollte sich weitestgehend entspannen, wenn wir die Flächen glatt bekommen. Bei den nächsten Projekten wird das sicher so sein. Da sind wir auf einem sehr guten Weg. Entweder braucht man dann gar keinen Putz mehr oder nur noch Dünnschichtputz. Auch sämtliche Wand- und



Die geriffelte Wandstruktur ist, wenn die Oberflächen nicht verputzt werden, eine Herausforderung für den Innenausbau.

ebenso die Fensteranschlüsse sind dann einfacher herzustellen. Das alles reduziert auch die Kosten.

Mit der neuen Betondrucktechnologie kann man Wände hochziehen, aber keine Decken respektive Böden drucken. Noch nicht?

Die Problematik: Decken enthalten Bewehrungsseisen und das kann man momentan noch nicht maschinell in den Arbeitsprozess einbinden. Aber es gibt einige Forschungsprojekte und wir sind mit Universitäten im Gespräch, die sich genau damit beschäftigen, in den Druckprozess Stahl- und Kunststofffasern einzumischen. Dann könnte man eventuell auch bewehrte Bauteile drucken.

Wie lange wird es dauern, bis der Betondruck ein Selbstläufer und folglich auch massentauglich wird?

Anfragen gab es schon viele, teils mit dem Tenor: Im Grunde kann ich mir kein Haus leisten, aber jetzt mit Betondrucktechnik wird die Welt besser. So einfach ist es jedoch nicht. Wir haben zwar schon sehr viel geschafft, sind jedoch immer noch am Anfang. In Bezug auf Wirtschaftlichkeit werden wir sicherlich in ein bis zwei Jahren mit anderen Bauweisen konkurrieren können und in drei bis vier Jahren günstiger sein. Aber wir brauchen natürlich auch Enthusiasten, die bereit sind, die nächsten Projekte mitzutragen. Es ist noch sehr viel Entwicklungsarbeit in viele Richtungen zu leisten.

Wohnungsbauunternehmen haben noch nicht bei Ihnen angeklopft?

Besichtigungstermine hatten wir schon eine Reihe. Unter anderem war Vonovia mehrmals auf unserer Baustelle. Aber richtig Farbe bekannt hat bisher noch keiner. Man wartet ab. Anfragen für Mehrfamilienhausbau mit fünf bis sechs Wohneinheiten kommen derzeit eher von kleineren privaten Investoren. Aber auch ein Schulbau und die Erweiterung eines Krankenhauses sind im Gespräch.

Das berührt noch einmal die Frage: Inwiefern ist diese Technologie tatsächlich schon ausgereift?



Mittlerweile reden wir bei der Betondruck-Technologie über zehn bis 15 Prozent Mehrkosten. Das würde ich schon als ausgereift bezeichnen. Aber wir sehen ein Optimierungspotenzial von 20 Prozent. Projektbezogen könnte sich Wirtschaftlichkeit schon jetzt ab einer gewissen Größenordnung einstellen. Ab zehn bis 15 Gebäuden könnte es sich etwa für einen Projektentwickler durchaus schon rentieren, einen Drucker zu kaufen, statt zu mieten.

Das Interesse an der 3D-Drucktechnologie und insbesondere auch an dem Projekt in Beckum ist weltweit groß, hört man. Sind Sie mit Ihrer Entwicklung auch im Ausland unterwegs?

Es gibt erste Kontakte und auch Gespräche mit Wohnungsbauunternehmen in den USA, die solche Projekte aufziehen wollen. Inwieweit dies weiter vorangetrieben wird, muss man sehen. Im Grunde sind die Wohnungsbauunternehmen dort auf Holz ‚geimpft‘. Holzbau hat dort seit Jahrhunderten Tradition. Aber wenn es wirtschaftlich funktioniert, dann sagt sich der eine oder andere: Ich kann genauso gut massiv bauen und zudem die Vorteile dieser Bauweise verbuchen: Massivbauten sind deutlich beständiger gegen Witterungseinflüsse, gegen Hurrikans oder auch gegen Schädlingsbefall.

In drei bis vier Jahren können wir günstiger sein als herkömmliche Bauweisen.

WALDEMAR KORTE
Architekt

Und gegen Feuer...

Das ist ein großes Problem in den USA. Auch von daher gibt es etliche, die umdenken. Holz ist natürlich ökologisch bei der Ersterrichtung. Aber wenn ein Gebäude nach einem Feuer oder auch einem Tornado dreimal neu aufgebaut werden muss, stellt sich das schon wieder anders dar. Oder über den Lebenszyklus gesehen – weil das Haus nach 40 oder 50 Jahren den Geist aufgibt, Beton aber erst nach 80 oder 90 Jahren. Die Lebensdauer von Holz ist nun einmal geringer als die von Beton. Auch das muss man ins Kalkül ziehen. Das geschieht aber nicht oder viel zu selten.

Sie wollen eine Lanze für den „Klimakiller“ Beton brechen?

Was mich nervt: Es wird immer über Beton, über Zement geschimpft. Aber dass diese Betonbauwerke hundert Jahre stehen und danach noch vernünftig recycelt und für andere Einsatzzwecke benutzt werden können – darüber kaum ein Wort. Wirtschaftlichkeit, Dauerhaftigkeit und vor allem auch der Lebenszyklus, das heißt auch die Recycelbarkeit dieser Baustoffe, das alles gehört doch genauso dazu.

Nach Abbruch Sondermüll, das ist heutzutage immer noch ein häufiges Problem. Könnte man ein gedrucktes Haus wie in Beckum problemlos entsorgen?

Sicher. Das ist ein herkömmlicher Betonmörtel. Er ist komplett recycelbar und für den Straßenbau ohnehin im Nachgang geeignet, wenn man das Material brechen würde. Aber die Überlegungen gehen natürlich dahin: Könnte dieses Material, wenn es nur fein genug gemahlen ist, nicht auch wieder verdruckt werden?

Die Fragen stellte Carla Fritz.



FOTO: PEIR