

UNTERNEHMEN

**Technische Universität Dresden**

ORT

**Dresden, Deutschland**

SOFTWARE

**Autodesk® Revit®**

„Aufgrund der intuitiven Bedienung verwenden wir für die präzise Planung unserer Versuche die BIM-Software Autodesk Revit. Sie erlaubt detaillierte Visualisierungen und hat ein sehr großes Portfolio an Bauteilen. Dadurch lassen sich alle relevanten Einbaubedingungen realistisch modellieren. Ziel ist es, künftig die gesamte Prozesskette der Datenverarbeitung des Beton-3D-Drucks in die BIM-Software zu integrieren.“

**Martin Krause**Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
TU Dresden

# Vom Labor auf die Baustelle: Wie die TU Dresden den Betondruck revolutionieren will

Da der konventionelle Betonbau auf der Baustelle viel Logistik bedarf und dadurch teuer und zeitaufwändig ist, entwickelt ein Forschungsteam der Technischen Universität Dresden (TU Dresden) ein kostengünstiges und effizientes Verfahren, um Häuser aus Beton zu drucken: Das CONPrint3D®-Verfahren.



Betondruck auf der Baustelle mit CONPrint3D® © TU Dresden

3D-Druckverfahren sind derzeit im Trend. In vielen Branchen ist das moderne Fertigungsverfahren bereits etabliert. In der Luftfahrtindustrie werden so schon komplette Turbinen hergestellt. Enormes Potenzial bietet die 3D-Druck-Technologie auch im Bauwesen. Denn es ließe sich Zeit einsparen, Kosten senken und Ressourcen schonen. Ein geeigneter Baustoff hierfür ist aufgrund seiner vielfältigen Einsatzmöglichkeiten Beton.

Weltweit laufen zahlreiche Forschungsprojekte rund um das Thema 3D-Betondruck.

Deutschland spielt hier bisher eine eher untergeordnete Rolle, was sich zukünftig ändern soll. Im Ausland gibt es schon einige erfolgreiche Projekte. Vor allem in China haben Ingenieure in diesem Bereich große Fortschritte gemacht. Dort sind bereits Beton-Fertigteile für ganze Häuser im Werk gedruckt und dann auf der Baustelle zusammengesetzt worden. Auch in Frankreich und Russland gibt es Projekte, die zeigen, dass die Technik des Betondrucks funktioniert und wirtschaftlich sein kann. In Deutschland machen sich Ingenieure weiterhin ihre Gedanken über anwendungsorientierte 3D-

# Innovative Forschung: Autodesk Revit ermöglicht präzise Planung von Anfang an.

Drucktechnologien mit Beton: Martin Krause, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Baubetriebswesen der TU Dresden und Mitglied des Dresdner Forschungsteams CONPrint3D®, lässt sich vom internationalen Wettbewerb nicht einschüchtern. Die Ingenieure entwickeln ein Fertigungsverfahren, mit dem sie sicher sind, den Wettkampf um die zukunftsträchtigste Bauweise zu gewinnen.

## Revolution auf der Baustelle

Mit dem Verfahren „Concrete on-site 3D Printing“ wollen die Dresdner Ingenieure – im Gegensatz zu vielen internationalen Projekten – das Betondrucken raus aus dem Labor direkt auf die Baustelle bringen. Sie gehen damit einen anderen Weg als viele der Wettbewerber, die in der Fabrik Bauteile drucken und dann auf die Baustelle fahren. Das deutsche Forscherteam möchte eine etablierte Baumaschine – die Autobetonpumpe – nutzen, um direkt auf der Baustelle vor Ort die Bauteile zu drucken. Seit 2014 arbeiten die Ingenieure im Rahmen des Forschungsprojekts CONPrint3D® deshalb an einem neuartigen Betonbauverfahren. Der vielfältige Baustoff muss neuen, sehr anspruchsvollen Anforderungen bestehen – der Beton muss einerseits pumpfähig und andererseits druckbar sein, also sehr schnell erhärten. Ziel ist es, Frischbeton mittels 3D-Drucktechnologie schalungsfrei einzusetzen, um so Bauprojekte in Zukunft effizienter rea-

lisieren zu können. Drei Institute der Technischen Universität sind an dem Projekt beteiligt: das Institut für Baubetriebswesen, das Institut für Baustoffe und die Professur für Baumaschinen. Gemeinsam optimieren sie die Materialzusammensetzung, die den Beton für den 3D-Druck verwendbar machen soll und entwickeln den Druckkopf für die Autobetonpumpe, um den Beton anschließend passgenau auszubringen. Mit dem neuen Verfahren können Bauprojekte dann künftig sehr viel schneller und effizienter umgesetzt werden. In einer BIM-Software geplant, werden sie anschließend mit einer Autobetonpumpe vollautomatisiert on-site fertiggestellt.

Der 3D-Druck auf der Baustelle kann Probleme effizienter lösen, die im Bauwesen allgegenwärtig sind: Kosten, Zeit und Ressourcen. Anhand der Planungsberechnung eines Einfamilienhauses lässt sich zeigen: Der 3D-Betondruck ist um einiges effizienter als der herkömmliche Bau. „Mit konventioneller Mauerwerksbauweise werden für eine Etage eines mittelgroßen Einfamilienhauses drei Arbeitskräfte benötigt, die etwa sechs Tage lang arbeiten. Verwendet man künftig den 3D-Druck „on-site“, um die Wände zu erstellen, steht der Rohbau dieser Etage mit zwei involvierten Arbeitskräften innerhalb von circa 10 Stunden. Neben diesen terminlichen Vorteilen ergibt sich eine Kostenersparnis von etwa 25 Prozent“, sagt Krause.

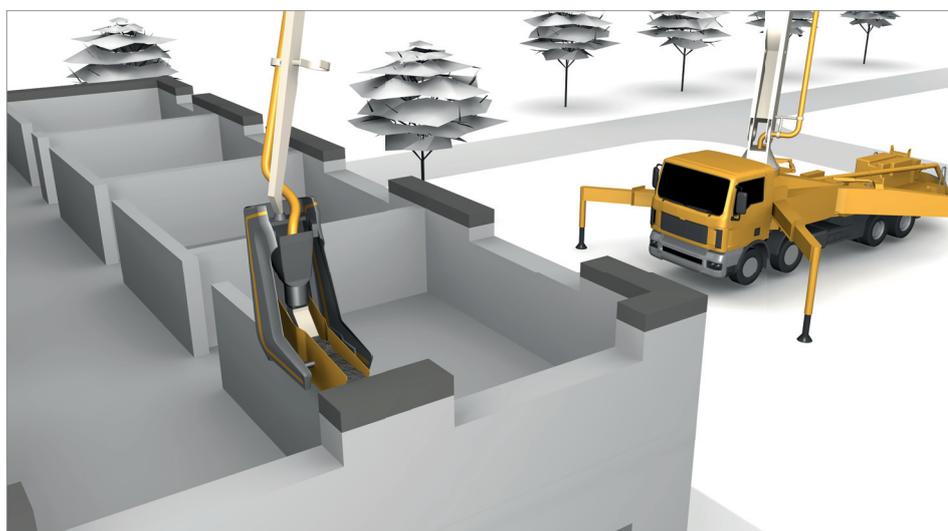
„Nach konventioneller Mauerwerksbauweise werden für eine Etage eines mittelgroßen Einfamilienhauses drei Arbeitskräfte gebraucht, die circa sechs Tage lang arbeiten. Mit CONPrint3D® wird es künftig „on-site“ möglich, den Rohbau dieser Etage innerhalb von 10 Stunden zu realisieren. Neben diesen terminlichen Vorteilen ergibt sich eine Kostenersparnis von etwa 25 Prozent.“

**Martin Krause**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
TU Dresden

Die im konventionellen Bauprozess aufwendigen Schalungsarbeiten belasten allerdings nicht nur Kosten- und Zeitrahmen, sondern bedeuten auch Materialverschwendung. Denn ist der eingefüllte Beton einmal ausgehärtet, werden die Schalungselemente entfernt und viele Passstücke müssen entsorgt werden. Mit dem 3D-Druckverfahren kann die Ressourceneffizienz deutlich erhöht werden. Denn es wird nur so viel gedruckt wie auch gebraucht wird – und zwar schalungsfrei. Das wird durch die neue Rezeptur möglich, durch die der Beton sehr schnell aushärtet, sodass keine Schalung mehr benötigt wird.

## Hohe Anforderungen an Material und Maschine

Um das innovative Forschungsprojekt in die Tat umzusetzen und für das Bauwesen alltagstauglich zu machen, gilt es, die Anforderungen an Material und Maschine optimal zu erfüllen und gleichzeitig auch die Marktakzeptanz sicherzustellen. Bei ihrem Projekt setzen die Wissenschaftler die Autobetonpumpe ein, eine Maschine, die vor allem im



Betondruck auf der Baustelle mit CONPrint3D® © TU Dresden

deutschen Markt etabliert und anerkannt ist. „Sie beinhaltet bereits die Betonförderungstechnik und wir wollen nun die Steuerungstechnik so weiterentwickeln, dass am Ende des Verteilermastes ein Druckkopf angebracht wird, der den Beton auf den Zentimeter genau verteilt und dem Toleranzspielraum nach DIN 18202 genügt. Wir sprechen hierbei zunächst von der reinen Wandproduktion, also dem Drucken von Wänden, die Schicht für Schicht erstellt werden“, erklärt Martin Krause. Um dieses additive Fertigungsverfahren umsetzen zu können, war das Entwickeln einer neuen Betonrezeptur unabdingbar. Denn der Baustoff muss zwei wesentliche Anforderungen erfüllen: Er muss einerseits innerhalb des Pumpvorgangs über die Länge des Verteilermastes fließfähig sein, andererseits muss er nach Düsenaustritt sehr formstabil sein, da er zunächst sich selbst und später die nachfolgenden Schichten halten muss. Das Verfahren soll in einem ersten Entwicklungsschritt den traditionellen Mauerwerksbau ersetzen. So können die Wände von bis zu 5-geschossigen Wohnhäusern mit dem innovativen Material realisiert werden.

## Planen und Fertigen mit BIM-Software

Bevor es zum eigentlichen Bauprozess kommt, bedarf es in der 3D-Druckbauweise einer ausgefeilten Vorbereitung und Planung. „Hierfür verwenden wir die BIM-Software Autodesk Revit. Sie ist sehr intuitiv und anwenderfreundlich gestaltet und erlaubt umfangreiche und detaillierte Visualisierun-



Betondruck auf der Baustelle mit CONPrint3D®  
© TU Dresden

gen. Revit hat ein sehr großes Portfolio an Bauteilen. Dadurch lassen sich alle relevanten Einbaubedingungen realistisch modellieren“, erläutert Ingenieur Martin Krause. Wenn alle Geometrien der Bauteile in der BIM-Software enthalten sind, müssen sie extrahiert werden, damit sie für eine Slicing-Software zugänglich sind. Diese ermöglicht es dann, die 3D-Daten in einzelne Schichten („slices“) zu unterteilen. Zudem werden innerhalb der Slicing-Software die Wege und Druckreihenfolge sowie die Geschwindigkeit des Druckkopfes und die Fördermenge des Betons festgelegt. „Am Ende der Datenverarbeitung steht der sogenannte G-Code, der wiederum lesbar für die Fertigungsmaschine ist und es somit ermöglicht, den Plan in die Tat umzusetzen“, erklärt Martin Krause. „Zukünftig müssten auch die Baustoffdaten noch mit in die BIM-Software integriert werden. Und auch ein Slicing-Programm speziell für Beton gibt es noch nicht. Ziel ist es, die gesamte Prozesskette in die BIM-Software zu integrieren. Um die Entwicklung weiter

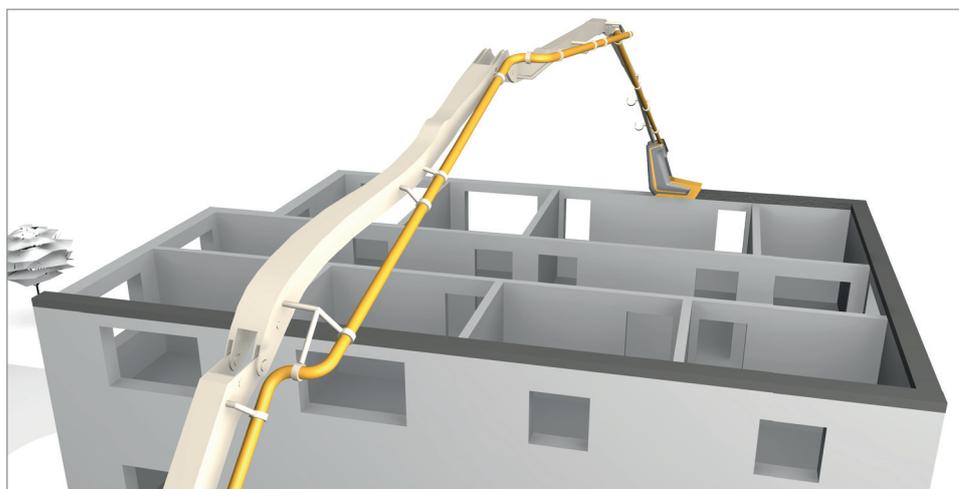
voranzutreiben, sind wir auch noch auf der Suche nach Industriekooperationen“, so Krause weiter.

## Autodesk unterstützt innovative Forschung

Autodesk® glaubt an das Zukunftspotenzial innovativer Forschungsprojekte wie dem an der TU Dresden. Deshalb unterstützt das Software-Unternehmen Studenten, Lehrer und Universitäten weltweit, indem es Werkzeuge und Ressourcen für das Umsetzen von wissenschaftlichen Projekten zur Verfügung stellt. Dazu gehören kostenlose Zugänge zur Autodesk-Software und Schulungsunterlagen, in denen Schüler und Studenten lernen, mit den verschiedensten Software-Lösungen umzugehen, die Branchenführer auf der ganzen Welt einsetzen.

## Rosige Zukunft?

Die Zahlen zeigen es mehr als deutlich: Die Grundrisse der in Deutschland realisierten Wohngebäude werden heute immer noch zu 75 Prozent über Mauerwerkswände produziert. „2015 wurden insgesamt über 100.000 Wohngebäude errichtet. In tragender Wandfläche ausgedrückt sind das etwa 40 Millionen Quadratmeter. Schon die Produktion von 400.000 Quadratmetern, also nur einem Prozent davon, kostet etwa 20 Millionen Euro. Wenn man bedenkt, dass wir mit CONPrint3D® vier bis sechs Mal so schnell fertigen wie der konventionelle Mauerwerksbau, wird deutlich, wie hoch die zeitlichen und auch monetären Ersparnisse sind“, fasst Martin Krause zusammen. Vor der weltweiten großen Konkurrenz lasse er sich nicht einschüchtern. Zwar sei das Thema Bau- und Genehmigungsrecht etwa in China kein ganz so langwieriger Prozess wie in Deutschland, aber vor allem im Bereich der Betontechnologie können die Dresdner Ingenieure mit ihrer neuen Beton-Materialrezeptur heute schon eine Vorreiterrolle einnehmen. Ziel sei es, den Prozess in drei Jahren zu validieren und in fünf bis zehn Jahren in Deutschland die ersten Bauprojekte mit 3D-Druck „on-site“ zu realisieren. Interessenten, die gerne die Praxisphasen des Forschungsprojekts unterstützen möchten, können sich direkt bei Martin Krause, TU Dresden, Institut für Baubetriebswesen melden: martin.krause3@tu-dresden.de.



Betondruck auf der Baustelle mit CONPrint3D® © TU Dresden