

Stellungnahme

Düsseldorf, 13. März 2020

zur Vorlage „Möglichkeiten, Perspektiven und Chancen durch den Bau im 3D-Druckverfahren“ (Drs. 17/2934) der Landesregierung

Der Bauindustrieverband Nordrhein-Westfalen verbindet als Arbeitgeber- und Wirtschaftsverband nordrhein-westfälische Unternehmen der Bauindustrie und benachbarter Branchen. Als freiwilliger Zusammenschluss und größtes Kompetenzzentrum der Bauindustrie in NRW betreut und repräsentiert der Verband Bauunternehmen aller Bausparten. Seine Mitgliedsunternehmen stehen für mehr als drei Viertel der in Nordrhein-Westfalen erbrachten Bauleistung und beschäftigen rund zwei Drittel aller Mitarbeiter des Bauhauptgewerbes¹. Von kleinen Familienbetrieben über kleinere und große mittelständische Unternehmen bis hin zu Niederlassungen international agierender Baukonzerne sind die Mitgliedsunternehmen in allen Bereichen des Hoch- und Tiefbaus tätig. Diese agieren als Partner sowohl von privaten als auch vielfach von öffentlichen Auftraggebern. Der Bauindustrieverband Nordrhein-Westfalen ist der größte bauindustrielle Landesverband in der Bundesrepublik.

Digitale Technologien werden die Arbeit der Baubranche in den nächsten Jahren prägen, Fortschritte in der Robotik und der künstlichen Intelligenz haben das Potenzial, die in der Vergangenheit stetige aber oftmals eher langsame Modernisierung des Sektors schneller voranzutreiben. So können aus Sicht der BAUINDUSTRIE Maschinensteuerung, Robotik und automatisierte Vorfertigung dabei helfen, mittel- bis langfristig Bauprozesse zu beschleunigen und bei steigender Produktivität auch Herstellungskosten zu senken, Arbeitsbedingungen am Bau zu verbessern, die Attraktivität von Bauberufen weiter zu erhöhen und so mittelbar auch zur Lösung des Fachkräftemangels beizutragen.

Innovative 3D-Druckverfahren, z.B. mit Beton, Metall, Kunststoffen und neu entwickelten Baustoffen, werden dabei nicht nur beim seriellen und modularen Bauen im Rahmen der Vorfertigung eine zunehmend größere Rolle spielen. Sie können beispielsweise helfen, Ressourcen einzusparen und stärker bedarfsspezifische Module herzustellen. Auch bei kleineren Gebäuden mit eingeschränkten statischen Anforderungen können 3D-Druckverfahren mittelfristig zum Einsatz kommen.

Neue Bauverfahren wie der 3D-Druck werden aus Sicht der BAUINDUSTRIE in Zukunft nicht nur im Wohnungsbau eine wachsende Rolle einnehmen, sie können speziell im Sektor

¹ Unternehmen mit mehr als 20 Mitarbeitern

„Wohnen“ aber einen wichtigen Beitrag zur CO₂-Einsparung leisten, wenn durch sie schneller, energieeffizienter und mit weniger Material kostengünstiger, ressourcensparender und klimafreundlicher gebaut werden kann. Die BAUINDUSTRIE hat zuletzt im vergangenen Frühjahr in ihren „Positionen Wohnungsbau“² auf dieses Zukunftspotenzial des 3D-Drucks speziell im Wohnungsbau hingewiesen und angeregt, diese Ansätze durch Modellprojekte und Forschungsvorhaben zu fördern.

Dies ist deshalb besonders wichtig, da sich der 3D-Druck am Bau derzeit noch in einer frühen Entwicklungsphase befindet. So besteht noch Forschungsbedarf hin zu praktischen Anwendungen; Fragen rund um Prüfverfahren und Qualitätssicherung, Standards und Normen sowie Umwelt- und Klimaauswirkungen der verwendeten Baustoffe müssen ebenfalls betrachtet werden.

Differenzierung der Verfahren

Derzeit gibt es für den Bau mehrere applizierbare 3D-Druckverfahren:

- 3D-Schalungsdruck,
- Pulverbettdruck,
- Bewehrungsdruck,
- direkte Materialextusion („3D-Betondruck“)

Beim 3D-Schalungsdruck werden Schalkörper aus Kunststoffen hergestellt. Die Ansätze basieren in der Regel auf dem Fused Deposition Modelling (FDM), welches in der Luftfahrt oder dem Automotiv-Sektor bereits seit Jahrzehnten Einsatz findet. Dieses Verfahren muss für den Bau auf größere Maßstäbe skaliert werden. Bisher liegen die Anwendungsfelder hauptsächlich in der Herstellung von Unikaten im Freiformbereich.

Pulverbettdruckverfahren nutzen in der Regel Sand oder vergleichbare Ausgangsmaterialien und bauen schichtweise Strukturen auf. Diese Verfahren können sowohl für den 3D-Druck von Schalungen als auch die Herstellung von größeren Strukturen eingesetzt werden. Für die Herstellung von Schalkörpern gibt es bereits Anbieter von ersten marktreifen Produkten. Exemplarisch sei die Voxeljet AG aus Augsburg genannt, die u.a. Schalungen für die Stützen mit Kelchschultern beim Projekt „Stuttgart 21“ oder vergleichbare Bauteile für andere renommierte Projekte hergestellt haben. Für die Herstellung anderer Strukturen, z.B. Notunterkünfte in Katastrophengebieten oder in strukturschwachen Regionen gibt es eine Reihe von Forschungsinitiativen, die aber noch keine marktfähigen Lösungen zur Verfügung stellen können.

² <https://www.bauindustrie-nrw.de/politik/positionspapiere>

Es gibt bisher eine vergleichsweise geringe Anzahl von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten für den Bewehrungsdruck, die aber vielversprechende Ergebnisse zeigen. Dabei wird eine lastabtragende Struktur, z.B. aus Stahl, gedruckt und diese dann mit Beton verfüllt. Die gedruckte Struktur dient dabei als verlorene Schalung und als Bewehrung. Im europäischen Kontext sei hier exemplarisch auf das Forschungsprojekt „Mesh Mould“ an der ETH Zürich verwiesen. Der Bewehrungsdruck ermöglicht die filigrane Herstellung von komplexen Strukturen, ohne dass man sich mit komplexen Fragestellungen der Materialentwicklung des Betons beschäftigen muss, die sich bei der direkten Materialeextrusion stellen. Es ist jedoch anzumerken, dass die bisherigen Ansätze ein hohes Maß an Vorbereitung und Nacharbeit erfordern und derzeit noch nicht wirtschaftlich durchführbar sind.

Der direkten Materialeextrusion („3D-Betondruck“) wird in den letzten Jahren sowohl medial als auch in der Forschung die größte Aufmerksamkeit geschenkt. Dies ist besonders erwähnenswert, wenn man die zu meisternden Herausforderungen dieses Verfahrens mit den drei zuvor genannten vergleicht. Die direkte Materialeextrusion hat sicherlich noch die größten Hürden der hier diskutierten Verfahren zu nehmen. So zeigen unterschiedliche Untersuchungen, dass 3D-gedruckter Beton bislang schlechtere Materialeigenschaften aufweist als konventionell verarbeiteter Beton. Diese Effekte wurden auch bei Verwendung gleicher Materialmischungen beobachtet und können durchaus 10-20 % der Gesamtfestigkeit ausmachen. Dies kann dazu führen, dass Bauteile massiver ausgeführt werden müssen, was sich z.B. negativ auf die Wirtschaftlichkeit und die CO₂-Bilanz des Bauteils auswirken kann.

Zudem ist die Materialentwicklung eine große Herausforderung, da 3D-gedruckter Beton gegenläufige rheologische und festigkeitsbildende Eigenschaften mitbringen muss: Einerseits muss das Material pumpbar sein, was mit einer weichen und langanhaltenden Konsistenz einhergeht, andererseits muss es auch eine hohe Standfestigkeit mitbringen, deren Bedeutung mit zunehmender Bauteilhöhe zunimmt. Dass hoher Forschungsbedarf bei der Baustoffentwicklung besteht wird dadurch unterstrichen, dass viele der großen Unternehmen dieser Sparte bereits Forschungsaktivitäten in diesem Bereich haben. Hierbei sei beispielsweise auf die Aktivitäten von HeidelbergerCement, Lafarge-Holcim, PERI, DOKA oder SCHWENK verwiesen.

Ferner gibt es eine Reihe von Startups, die im Bereich des 3D-Drucks zu den Vorreitern gehören. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Digitalisierung des Fertigungsprozesses bereits mit heutigen Mitteln gut beherrschbar ist. Startups sind an dieser Stelle ein wichtiger Baustein für die zukünftige Entwicklung der Technologie, da Sie aufgrund Ihrer Struktur schnell auf veränderte Anforderungen reagieren können. Die möglichen und insbesondere wirtschaftlichen Anwendungsfelder sind nach heutigem Kenntnisstand noch nicht seriös

vorhersagbar, wodurch Startups durch ihre Flexibilität Vorteile am Markt haben. Da die Forschung am Beton 3D-Druck kostenintensiv ist, kooperieren Startups mit Großunternehmen, wie z.B. COBOD mit PERI oder XtreeE mit Lafarge-Holcim oder setzen verstärkt auf Standardmaterialien.

Ein weiterer Grund, warum der Beton 3D-Druck bislang nur begrenzt Einsatz bei anspruchsvollen Bauprojekten finden konnte, liegt in der Implementierung von Bewehrung. Hierbei gibt es zwei denkbare Lösungsansätze. Einerseits ist die Kombination von Beton 3D-Druck mit einer klassischen Stahlbewehrung denkbar. Dies setzt ein diskontinuierliches Einsetzen der Bewehrung voraus, was dem Automatisierungsgedanken des 3D-Drucks widerspricht. Weiterhin führt dies auch zu Einschränkungen bei den realisierbaren Bauteilgeometrien. Alternative Ansätze verfolgen das Konzept von Betonen mit hoher Biegezugfestigkeit. Diese soll durch Faserverstärkungen innerhalb der Betonmatrix erzielt werden. Dieser Ansatz würde zwar eine komplette Automatisierung des Prozesses ermöglichen, hat aber gleichzeitig noch eine Vielzahl von Herausforderungen zu meistern. Ohne die Integration einer Bewehrung sind nur druckbelastete Bauteile mit dem Beton 3D-Druck denkbar, was zu einer massiven Einschränkung bei den potenziellen Anwendungsfeldern führt.

Prüfverfahren und Normen

Derzeit gibt es einen Mangel an geeigneten Prüfverfahren. Der 3D-Druck ist eine Fertigungsmethode, die klassischerweise zur Herstellung von Unikaten gedacht ist. Damit einhergehend können für die meisten hergestellten Bauteile keine exakten Voraussagen bezüglich ihrer Eigenschaften getroffen werden. Ohne geeignete, idealerweise zerstörungsfreie Prüfverfahren können 3D-gedruckte Bauteile deshalb nicht zuverlässig in kritischen Gebäudebereichen eingesetzt werden. Ebenfalls müssen geeignete Normen als Leitwerk für 3D-gedruckte Bauteile noch geschaffen werden.

Resümee

Die BAUINDUSTRIE unterstützt die Pläne der Landesregierung, durch ihre Forschungsförderung die notwendige Forschungstätigkeit in unserem Bundesland zu unterstützen und im Rahmen ihrer öffentlichen Wohnraumförderung – z.B. im experimentellen Wohnungsbau – Pilotprojekte zu fördern. Die Entwicklung von 3D-Druck für Bauanwendungen ist sehr kostenintensiv, weshalb Fördergelder für Unternehmen und Konsortien, die an diesen Themengebieten arbeiten, gut investiert sind.

Die BAUINDUSTRIE regt an, dabei den Fokus nicht nur auf die direkte Materialextusion („3D-Betondruck“), sondern auch auf den 3D-Schalungsdruck, Pulverbettdruck,

Bewehrungsdruck und hybride Druckverfahren zu richten und verstärkt auch die Vorteile des 3D-Drucks bei der Vorfertigung zu berücksichtigen. In Werksanwendungen sind die Umgebungsparameter deutlich besser kontrollierbar als auf der Baustelle, was zu reproduzierbareren Ergebnissen führen wird. Daher ist davon auszugehen, dass im Vorfertigungsbereich schneller marktfähige Resultate erzielbar sind, als bei Verfahren zum direkten Baustelleneinsatz. Eine Fokussierung allein auf die direkte Materialextusion erscheint nicht sinnvoll, da es für dieses Verfahren noch den größten Forschungsbedarf gibt.

Die BAUINDUSTRIE spricht sich dafür aus, auch die Entwicklung von Prüfverfahren und die Normung für den 3D-Druck im Bauwesen voranzutreiben. Dabei sollten insbesondere Baustoffhersteller, ausführende Bauunternehmen, die idealerweise über Kompetenzen in der Vor- und Eigenfertigung verfügen, 3D-Druck Unternehmen, die bereits am Markt aktiv sind und Vertreter der Forschung involviert werden.

Bauindustrieverband Nordrhein-Westfalen e.V.

Hauptgeschäftsführerin



(RA'in Prof. Beate Wiemann)

Leiter Politik



(Niklas Möring, M.A.)