

3D-DRUCKEN / ADDITIVE FERTIGUNG IM BAU

Rechtliche Aspekte bei der Anwendung in der Baupraxis



1 Einleitung

Mit dem Bau der ersten 3D-gedruckten Häuser in Deutschland sowie einiger anderer weltweiter Projekte [1, 2] ist der 3D-Druck bzw. die Additive Fertigung als Bauweise erfolgreich in der Baupraxis angekommen. Dies bestätigt auch die mittlerweile große Anzahl an nationalen und internationalen Firmen, die Bauleistungen mittels additiver Fertigung anbieten.

Jedoch existieren bisher weder für die 3D-Druckverfahren von Beton noch für die verwendeten Bauprodukte anerkannte Regeln der Technik, Richtlinien oder Normen. Daher sind für die 3D-gedruckten Bauteile i.d.R. eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vBG) und für das eingesetzte Bauprodukt eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) erforderlich.

Das IB SGS konnte bisher alle in Deutschland erstellten 3D-gedruckten Gebäude (Beckum, Wallenhausen, Lindau, Nordkirchen und Heidelberg) bei der Erwirkung der notwendigen vBG und ZiE gutachterlich begleiten. Dabei erstellten wir für die 3D-gedruckten Bauteile das Qualitätssicherungs-, Ausführungs-, Prüf-, Bemessungs- sowie Zulassungskonzept, ermittelten die notwendigen Materialkennwerte für die Bemessung und begleiteten die Planung und Ausführung sowie ein teilweise durchgeführtes Langzeitmonitoring nach Fertigstellung.

Dieses Infoblatt soll einen kurzen Überblick geben, wie 3D-Druck Projekte in Deutschland aktuell umgesetzt werden können und was dabei zu beachten ist.

Dieses Thema muss bei der Umsetzung für jedes Projekt individuell und detailliert betrachtet werden.

Kommen Sie diesbezüglich gerne jederzeit auf uns zu.

2 Besonderheiten bei der Planung eines 3D-gedruckten Gebäudes

Obwohl bereits mehrere Gebäude in Deutschland und auch weltweit hergestellt wurden, handelt es sich bisher um ein

Bauverfahren, für das noch keine technischen Baubestimmungen oder allgemein anerkannten Regeln der Technik vorliegen, um bspw. Materialeigenschaften (wie Bemessungswiderstände) zu ermitteln oder statische Nachweise zu führen. Dies liegt unter anderem an:

- der Zusammensetzung des 3D-Druck Mörtels / Betons,
- der Abhängigkeit der Materialperformance von prozesstechnologischen Randbedingungen,
- der Abhängigkeit der Bauteileigenschaften von den Umweltbedingungen (v.a. bei On-Site Druck),
- der Abhängigkeit der Bauteileigenschaften von der Planung (v.a. bei On-Site Druck),
- den anisotropen Bauteileigenschaften aufgrund des schichtenweisen Aufbringens des Mörtels/Betons und/oder
- neuartiger Konstruktions- und Designprinzipien von Bauteilen.

Daher muss basierend auf der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) bzw. gemäß der Landesbauordnungen eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) bzw. eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vBG) erwirkt werden [1,3-5].

Dies erfordert in der Regel eine gutachterliche Begleitung sowie eine frühzeitige Berücksichtigung im Planungsprozess durch die gegenseitige Abhängigkeit des architektonischen Entwurfs, der angewendeten 3D-Drucktechnologie und des eingesetzten 3D-Druck Materials, siehe **Bild 1**.

Für die Erwirkung einer ZiE/vBG inklusive der Durchführung von Versuchen und der Erstellung des Gutachtens kann ein Zeitraum von ca. 3 bis 12 Monaten angesetzt werden. Dies kann jedoch parallel zur Planungsphase des Gebäudes erfolgen. Zusätzlich können eine gutachterliche Begleitung einzelner besonderer Bauabschnitte sowie nachträgliche Kontrollbesuche zu Monitoring-Zwecken notwendig werden.

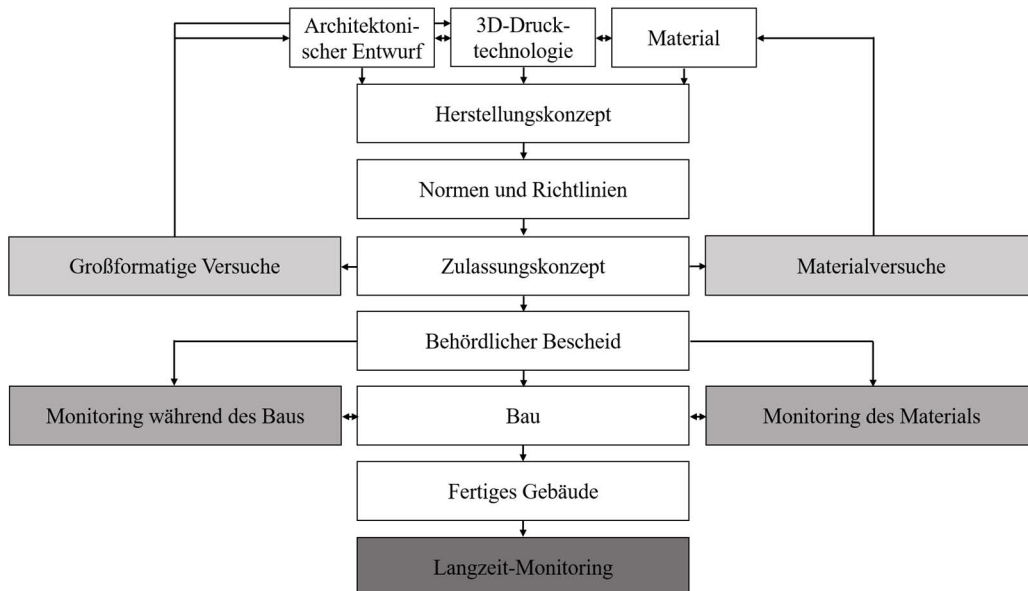


Bild 1: Schematisches Konzept zur Erwirkung einer ZiE/vBG für ein 3D-gedrucktes Gebäude in Deutschland [2,4]

Für die Umsetzung aktueller Projekte wird national und international hauptsächlich auf bestehende Normen für (Stahl-)Beton und Mauerwerksbau zurückgegriffen [1, 3, 4]. Dabei kann jedoch in der Regel bisher nicht das volle Potential (z.B. Materialeinsparung) ausgeschöpft werden, da das Verfahren oft nur für vertikale Bauteile (wie Wände oder Stützen) eingesetzt wird, die 3D-gedruckten Bauteile bzw. das 3D-Druck Material, wenn überhaupt, nur teilweise als tragend angesetzt werden können und oft konstruktiv übliche Dimensionen wie für den konventionellen Massivbau eingesetzt werden müssen.

Aktuell beschäftigen sich jedoch einige nationale und internationale Gremien (wie bspw. RILEM TC 267-DFC, RILEM TC PFC, RILEM TC ADC, ISO/TC 261/JG 80, ACI Committee 564, fib Task Group 2.11, DAFStb AG Digitaler Betonbau) und Forschungsvorhaben mit der Herleitung von Materialprüfungs- und Bemessungsprinzipien sowie der Schaffung von Richtlinien und Normen, um den Umsetzungsprozess für 3D-gedruckte Gebäude zu vereinfachen und zukünftig gesonderte Zulassungsverfahren zu vereinfachen bzw. ganz darauf verzichten zu können.

Wir sind aktiv in die nationale und internationale Forschungs- und Gremienarbeit eingebunden und engagieren uns bei der Erstellung von Richtlinien und Normen.

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Daniel Weger,

Prof. Dr.-Ing. Christian Sodeikat

Referenzen

- [1] F.P. Bos, C. Menna, M. Pradena, E. Kreiger, W.L. Da Silva, A.U. Rehman, D. Weger, R. Wolfs, Y. Zhang, L. Ferrara, V. Mechtcherine, The realities of additively manufactured concrete structures in practice, *Cement and Concrete Research* 156 (2022) 106746.
- [2] D. Weger, C. Gehlen, W. Korte, F. Meyer-Brötz, J. Scheydt, T. Stengel, Bauen neu gedacht – 3D-Betondruck in der Baupraxis, *Beton* 7+8 (2021).
- [3] V. Mechtcherine, I. Dreßler, M. Empelmann, C. Gehlen, C. Glock, A. Kuhn, J.P. Lanwer, D. Lowke, S. Müller, T. Neef, V.N. Nerella, D. Stephan, K. Vasilic, D. Weger, U. Wiens, Digitaler Betonbau durch additive Verfahren – Sachstand und Forschungsbedarf, *Beton- und Stahlbetonbau* 116 (2021) 881–900.
- [4] D. Weger, T. Stengel, C. Gehlen, Y. Maciejewski, F. Meyer-Brötz, Approval for the Construction of the First 3D Printed Detached House in Germany – Significance of Large Scale Element Testing, in: S.Z. Jones, E.L. Kreiger (Eds.), *Standards Development for Cement and Concrete for Use in Additive*, ASTM International, West Conshohocken, 2021, pp. 144–169.
- [5] RILEM Technical Committee Digital Fabrication with Cement-based Materials (TC-DFC) (Ed.), *STAR - State of the Art Review*, 2022.