

Steffen Braun, Alexander Rieck, Sebastian Bullinger
Carmen Köhler-Hammer, Arnold Walz, Wilhelm Bauer

FUCON 4.0 – Nachhaltiges Bauen durch digitale und parametrische Fertigung

F 2995

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2019

ISBN 978-3-7388-0304-4

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

FUCON 4.0 – NACHHALTIGES BAUEN DURCH DIGITALE UND PARAMETRISCHE FERTIGUNG

Projektbericht

Steffen Braun
Dr. Alexander Rieck
Sebastian Bullinger
Dr. Carmen Köhler-Hammer
Arnold Walz (designtoproduction)

Prof. Dr. Wilhelm Bauer

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
in Stuttgart.

Projektnummer: 167061
Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-13.32

Projektpartner:
Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT – Universität Stuttgart
designtoproduction

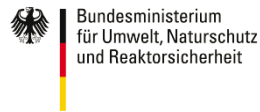
Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

(Aktenzeichen: II 3-F20-10-1-028 / SWD - 10.08.18.7-13.32)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

Das Projekt » FUCON 4.0 – NACHHALTIGES BAUEN DURCH DIGITALE UND PARAMETRISCHE FERTIGUNG« wurde durch folgende Partner unterstützt

öffentliche Projektförderer:



Forschungspartner:



Industriepartner:



Impuls der Baupraxis

Die Arbeitsproduktivität im Bauwesen hat sich in den letzten Jahrzehnten nach Zahlen des Statistischen Bundesamts nur wenig verändert und ist sogar leicht gesunken. Daran hat offensichtlich auch die Einführung von EDV und CAD nichts geändert. Was also läuft falsch im Baugeschehen?

designtopproduction (dtp) bearbeitet seit 25 Jahren anspruchsvolle Architekturprojekte mit neuen Planungsmethoden und generiert zunehmend auch Datensätze für die digitale Fertigung. Diese Erfahrung würde unser Büro gerne auch auf eher konventionelle Bauaufgaben übertragen. Aus unserer Sicht sollten wir aber nicht nur die Produktivität im Bauwesen erhöhen, sondern auch den Gestaltungsspielraum der Architekten erweitern. Viele der bisherigen Rationalisierungsbemühungen der Bauindustrie waren gleichzeitig mit einer Einschränkung an Gestaltungsmöglichkeiten verbunden (Einschränkungen bei z.B. Fertigteilen), ohne aber letztendlich die Gesamtproduktivität zu erhöhen. Um die Ergebnisse solcher Bemühungen bewerten zu können, sind zunächst jedoch architektonische Ziele erforderlich: Was soll morgen anders sein als heute? Wie soll unsere gebaute Umwelt in Zukunft aussehen und wie wollen wir in der Zukunft wohnen und arbeiten?

Folgt man Kritiken und Berichten in den Feuilletons namhafter Zeitschriften, so scheint es, dass nicht nur »wie« wir heute bauen, sondern auch »was« wir heute bauen, nicht mehr zeitgemäß ist. Dies trifft sowohl für das Innere eines Gebäudes zu wie auch für seine Außenwirkung, den Stadtraum, den Stadtteil oder das Quartier.

Während unser aller individueller Egoismus gut ausgeprägt ist, vernachlässigen wir eine Art »kollektiven« Egoismus, das heißt, die Frage, was wir als Gruppe oder Gesellschaft in Zukunft erreichen wollen. Eine Gesellschaft, die keine gemeinsamen Ziele mehr formulieren kann, hat vermutlich auch keine Zukunft.

Sowohl die Planungs- wie auch die Fertigungsinfrastruktur im Bauwesen sind gewissermaßen »atomisiert« – oft sind viele kleine Büros und Firmen mit durchschnittlich wenigen Mitarbeitern beteiligt. Ich glaube nicht, dass man diese etablierte Bauinfrastruktur in absehbarer Zeit ändern kann und schlage deshalb vor, einen komplett neuen Bauenstehungsprozess zu schaffen, der mit dem vorhandenen in konstruktiver Konkurrenz stehen soll.

Arnold Walz (designtopproduction)

Die Abschlussdokumentation der Projektphase 2013-2015 enthält unter anderem Auszüge der folgenden Teilberichte:

- FUCON 4.0 – Potenziale parametrischer Planung und digitaler Fertigung – Klassifikation und Auswertung von 100 Praxisbeispielen (AP 1.1 und AP 1.4)
- Ergebnisse der Experteninterviews (AP 1.2)
- Ergebnisse der BIM-Studie für Planer und Ausführende - »Digitale Planungs- und Fertigungsmethoden« (AP 1.3)
- Prozessanalyse – Performance von Prozessen Entwicklung SOLL-Bauprozesse (AP 2.1)
- Entwicklung und Konzeption eines ganzheitlichen Soll-Prozesses (AP 2.2)
- Konzeption und Entwicklung prototypischer Bauentstehungsprozesse auf Basis parametrischer Planungs- und digitaler Fertigungsmethoden und Demonstration der Umsetzbarkeit anhand ausgewählter Katalysatorprojekte (AP 3 und AP 5 – DTP)
- DTP: Bilder und Grafiken zu Text (AP 3)

Alle Teilberichte stehen gemäß des Anlagenregisters der Projektdokumentation zur Verfügung.

Stuttgart, den 31.12.2015

Inhalt

1	Hintergrund / Grundlagen	13
1.1	Die Forschungspartner im Überblick	13
1.2	Quo vadis? – Die Baubranche im Jahr 2015.....	14
1.2.1	Situation der Baubranche in Deutschland	14
1.2.2	Handlungserfordernisse für die Baubranche	16
1.2.2.1	Energiewende	17
1.2.2.2	Industrie 4.0.....	18
1.2.2.3	Transformation der Städte	19
1.2.3	Problembeschreibung	20
1.3	Forschungsansatz.....	22
1.3.1	Parametrische Planung	22
1.3.1.1	BIM – Building Information Modelling als Methode	23
1.3.1.2	BIM – Entwicklung in der Baubranche	25
1.3.1.3	BIM – Softwarelösung (klassisch).....	25
1.3.1.4	BIM – Softwarelösung (parametrisches Entwerfen)	26
1.3.1.5	Unterschiedliche Kategorien derzeitiger Anwendung von BIM im Bauwesen	28
1.3.2	Digitale Fertigung.....	30
1.3.2.1	Kurzer geschichtlicher Abriss der digitalen Fertigung	30
1.3.2.2	Seriell- und Einzelfertigung im Bauwesen	31
1.3.2.3	Digitale Fertigung in der Architektur	31
1.3.3	Anforderungen an zukünftige Bauprozesse.....	34
2	AP 1 – Grundlagenanalyse aktueller Planungs- und Fertigungsprozesse.....	36
2.1	AP 1.1 – Untersuchung und Modellierung aktueller Bauprozesse	36
2.1.1	Ziel des Arbeitspaketes.....	36
2.1.2	Vorgehen und Methode.....	36
2.1.3	Zielsetzung und Konzeption der Studie	37
2.1.4	Best-Practice:100 Projekte.....	38
2.1.5	Die wichtigsten Ergebnisse / Erkenntnisse im Überblick	39
2.1.6	Ergebnisse Systemanalyse	40
2.1.7	Zukunftsweisende Anwendungsfelder.....	44
2.1.8	Resultate – Studienergebnisse im Überblick.....	48
2.2	AP 1.2 – Qualitative Expertenbefragung zum Ist-Zustand und Entwicklungen heutiger digitaler Planungs- und Fertigungsprozesse	50
2.2.1	Ziel des Arbeitspaketes.....	50
2.2.2	Vorgehen und Methode.....	50
2.2.3	Ergebnisse.....	51
2.3	AP 1.3 – Ist-Zustand der Baubranche – BIM-Studie für Planer und Ausführende »Digitale Planungs- und Fertigungsmethoden« (Onlinebefragung).....	53
2.3.1	Ziel des Arbeitspaketes.....	53
2.3.2	Vorgehen und Methode.....	54
2.3.3	Rücklauf und Teilnehmerkreis	54
2.3.4	Ergebnisse / Kernaussagen der Studie	55
2.3.5	Zentrale Botschaft der Ergebnisse und offenen Fragen	56
3	AP 2 – Prototypische Realisierung integrierter Soll-Prozesse	58
3.1	AP 2.1 Prozessanalyse – Performance von Prozessen Entwicklung SOLL- Bauprozesse (IAO)	58
3.1.1	Ziel des Arbeitspaketes.....	58
3.1.2	Methode.....	58
3.1.3	Projektauswahl.....	59

3.1.4	Ergebnis der Potentialanalyse und Übertragung der Potentiale auf konventionelle Projekte und Gebäudegeometrien	60
3.1.4.1	Parametrischer Planungsansatz	60
3.1.4.2	Optimierung durch Simulationen	60
3.1.4.3	Frontloading in parametrische Gebäudeinformationsmodelle	61
3.1.4.4	Digitale Details und digitale Fertigung	61
3.1.5	Auswirkungen der analysierten Potentiale auf die Indikatoren	62
3.2	AP 2.2 Entwicklung und Konzeption eines ganzheitlichen Soll-Prozesses	62
3.2.1	Ziel des Arbeitspaketes	62
3.2.2	Methode und Vorgehen	62
3.2.3	Vergleich der Planungsmethoden und Bauausführung	63
3.2.3.1	Gegenwärtige Planung und Bauausführung	63
3.2.3.2	Planungsmethode Gebäudeinformationsmodelle (BIM)	64
3.2.3.3	Parametrische Planung und digitale Fertigung	66
3.2.4	Szenarien und deren Folgen	70
3.2.4.1	Szenario 1: Alles bleibt wie es ist	70
3.2.4.2	Szenario 2: Planen und Bauen mit BIM (Big Open BIM)	70
3.2.4.3	Szenario 3: Parametrisches Planen und digitale Fertigung – FUCON 4.0 / Bauen 4.0	72
3.2.5	Fazit Szenarien und mögliche Auswirkungen auf den Bauprozess	73
3.2.5.1	Mögliche Auswirkungen Szenario 1: Alles bleibt wie es ist	74
3.2.5.2	Mögliche Auswirkungen Szenario 2: Planen und Bauen mit BIM (Big Open BIM)	74
3.2.5.3	Mögliche Auswirkungen Szenario 3: Parametrisches Planen und digitale Fertigung – FUCON 4.0 / Bauen 4.0	74
3.2.5.4	Zusammenfassung: mögliche Auswirkungen der Szenarien	76
3.2.6	Handlungsbedarf/ Maßnahmenplan	77
4	AP 3 – Konzeption und Entwicklung prototypischer Bauentstehungsprozesse	79
4.1	AP 3.1 – Produktivitätsbeispiele aus der Praxis	79
4.1.1	Ziel des Arbeitspakets	79
4.1.2	Einführung	79
4.1.3	Prototypische Prozesse	80
4.1.3.1	Beispielprozess Kaufhaus Peek & Kloppenburg, Köln, 1999	80
4.1.3.2	Beispielprozess BMW-Pavillon IAA, 2001	82
4.1.3.3	Beispielprozess Lufthansa Hauptverwaltung, Frankfurt am Main, 2001	83
4.1.3.4	Beispielprozess Mercedes Benz Museum, Stuttgart, 2003	85
4.1.4	Zusammenfassung der Prozesse	90
4.2	AP 3.2 Digital gesteuerte Produktion – Neue Anwendungsfälle	90
4.2.1	Ziel des Arbeitspaketes	90
4.2.2	Beispiel: Digitale Details	91
4.2.2.1	Anwendungsfall 1: Landmarke Angerpark, Duisburg, 2011	91
4.2.2.2	Anwendungsfall 2: Fassade Hotel IC Davos, 2013	93
4.2.2.3	Anwendungsfall 3: Stiftsgebäude Pathé, Paris, 2014	96
4.2.2.4	Anwendungsfall 4: Solarladestation Point.One, BMW-Welt, München	98
4.2.3	Zusammenfassung - Digital gesteuerte Produktion	100
5	AP 4 – Parametrischer Demonstrator / Virtual Building Simulator	101
5.1	Idee eines Demonstrators für parametrische Planungsprozesse	101
5.1.1	Wozu entwickelt das Forschungsprojekt FUCON einen Demonstrator für parametrische Planung?	101
5.1.2	Virtual Reality als Kommunikationsplattform im Planungsprozess	102
5.2	Technischer Aufbau und Funktionen	102
5.2.1	Technischer Aufbau	102
5.2.2	Beispiel 1 – Äußere Geometrie	103

5.2.3	Beispiel 2 – Raumorganisation / Raumprogramm	103
5.2.4	Beispiel 3 - Detailplanung.....	104
5.3	Fazit des Demonstrators	104
5.3.1	Zielsetzung.....	104
5.3.2	Fazit und Ausblick	105
6	AP 5 – Vision »Bauindustrie 4.0« - Forschungsfelder für das Bauen von Morgen	106
6.1	Zielsetzung und Vorgehen	106
6.1.1	Ziel des Arbeitspakets	106
6.1.2	Methode und Vorgehen.....	106
6.1.3	Rückblick »Parametric Age 2020«	107
6.2	Beschreibung der Vision »Bauindustrie 4.0«	108
6.3	Modul 1- Digitale Entwurfswerkzeuge	110
6.3.1	Geometriekern	110
6.3.2	Digitales Gebäudemodell	110
6.3.3	Relationale Datenbank	110
6.3.4	Plug-Ins.....	110
6.3.4.1	Hersteller Plug-Ins und parametrische Produkte.....	111
6.3.4.2	Architektur/Gebäude-Stile.....	112
6.4	Modul 2 - Tätigkeitsfelder für Architekten.....	113
6.4.1	Entwickeln von Plug-Ins in Zusammenarbeit mit dem Hersteller	113
6.4.2	Zusammenstellen von Gebäudestilen	113
6.4.3	Objektplanung	113
6.5	Modul 3 - Digitale Bauprozesse	113
6.5.1	Die Fabrik auf der Baustelle oder die mobile Fertigungslinie	114
6.5.2	Sensorsysteme für das Bauwesen	114
6.5.3	Gemeinschaftliche Maschinenpools für KMU	115
6.5.4	Neue Fertigungsmethoden.....	115
6.6	Modul 4 - Experimentierfelder für neues Bauen	116
7	Fazit und Ausblick	117
8	Literaturverzeichnis	119
9	Bildquellen.....	127