



TECHNIK IM FOKUS

DATEN FAKTEN HINTERGRÜNDE

Petra Fastermann

3D-Drucken

Wie die generative
Fertigungstechnik funktioniert



Springer Vieweg

Technik im Fokus

Technik im Fokus

Photovoltaik – Wie Sonne zu Strom wird

Wesselak, Viktor; Voswinckel, Sebastian, ISBN 978-3-642-24296-0

Komplexität – Warum die Bahn nie pünktlich ist

Dittes, Frank-Michael, ISBN 978-3-642-23976-2

Kernenergie – Eine Technik für die Zukunft?

Neles, Julia Mareike; Pistner, Christoph (Hrsg.), ISBN 978-3-642-24328-8

Energie – Die Zukunft wird erneuerbar

Schabbach, Thomas; Wesselak, Viktor, ISBN 978-3-642-24346-2

Werkstoffe – Unsichtbar, aber unverzichtbar

Weitze, Marc-Denis; Berger, Christina, ISBN 978-3-642-29540-9

Werkstoff Glas – Alter Werkstoff mit großer Zukunft

Schaeffer, Helmut; Langfeld, Roland, ISBN 978-3-642-37230-8

3D-Drucken – Wie die generative Fertigungstechnik funktioniert

Fastermann, Petra, ISBN 978-3-642-40963-9

Weitere Bände zur Reihe finden Sie unter

<http://www.springer.com/series/8887>

Petra Fastermann

3D-Drucken

Wie die generative Fertigungstechnik
funktioniert

 Springer Vieweg

Petra Fastermann
Fasterpoly GmbH
Krefeld, Deutschland

ISSN 2194-0770

ISBN 978-3-642-40963-9

ISBN 978-3-642-40964-6 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-40964-6

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Einbandabbildung: InfObjekte, Johannes Tsopanides

Fotonachweis Umschlag: SHAPES iN PLAY, Berlin

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media

www.springer-vieweg.de

Vorwort

Dieses Buch soll jedem, der schon einmal von 3D-Druck gehört hat, kurz und knapp eine Einführung in diese auch Privatpersonen immer zugänglichere Zukunftstechnologie geben. Es hat vor allem das Ziel, die Leserinnen und Leser dazu anzuregen, sich weiter mit 3D-Druck zu beschäftigen. Vorkenntnisse werden zum Verständnis nicht benötigt. Es reicht aus, wenn Sie sich für das Thema interessieren. Das Buch bietet umfassende Erklärungen der Technologie. Gleichzeitig soll es Denkanstöße und Ideen vermitteln.

Die Lektüre versetzt Sie in den Stand, die Grundlagen der Technik zu verstehen und – im Idealfall – 3D-Druck selbst praktisch anzuwenden. Als Privatperson sollen Sie sich dazu ermutigt fühlen, meinen Vorschlägen zu folgen und selbst eine kostenlose Software auszuprobieren oder möglicherweise sogar in einem FabLab einen 3D-Drucker zu nutzen. Schließlich gibt es auch noch Ratschläge dazu, wie Sie am besten vorgehen, wenn Sie einen 3D-Drucker erwerben möchten.

Was bedeutet 3D-Druck für den Einzelnen? Welche gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Veränderungen – zum Beispiel in der Medizintechnik oder der Industrie – wird es durch diese Zukunftstechnologie geben? Diese Fragen möchte ich mit dem Buch beantworten. Zusätzlich soll es ein kompaktes Grundlagenwerk sein, das auch Tipps und Hinweise auf weiterführende Werke und Möglichkeiten gibt, die Sie sich über das Ihnen mit dem Buch vermittelte Basiswissen hinaus selbst erschließen können.

Dieses kleine Werk ist eine komprimierte Zusammenfassung eines sehr komplexen Themas: Anders als bei vielen nur auf Technik konzentrierten Büchern werden darin auch die gesellschaftlichen Einflüsse

des 3D-Drucks sowie Trends und Zukunftsperspektiven behandelt. Ich versuche, mit einem aktuellen Bezug einen Gesamtzusammenhang herzustellen.

Mein besonderer Dank gilt Edward von Flottwell, der mich mit seinem Rat und seiner konstruktiven Kritik bei diesem Buch unterstützt hat.

Vielen Dank an den Springer-Verlag, insbesondere an Frau Hestermann-Beyerle und Frau Kollmar-Thoni, für die außerordentlich gute Zusammenarbeit.

Krefeld-Uerdingen, im Herbst 2013

Petra Fastermann

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung: 3D-Druck als neue industrielle Revolution?	1
1.1	Eine revolutionäre Technologie – oder nicht?	1
1.2	Was verbessert werden sollte	2
1.2.1	3D-Drucker für Privathaushalte sollten anwenderfreundlicher sein	2
1.2.2	Für die Industrie muss das 3D-Drucken schneller werden	3
1.3	Überwältigende Entwicklungen	4
	Literatur	6
2	Jeder kann Erfinder und Entwickler werden	7
2.1	Selbst Hersteller werden	7
3	Was ist 3D-Druck?	11
3.1	3D-Druck – was man als Anwender wissen muss	12
3.2	Eine Datei auf Druckbarkeit prüfen	15
3.3	Der 3D-Druckvorgang, erklärt am Beispiel des PolyJet-Verfahrens	17
3.3.1	Das 3D-Drucken	17
3.3.2	Stütz- oder Support-Material wird erforderlich	19
4	Rapid Prototyping oder 3D-Druck?	23
4.1	Es gibt Unterschiede	23
	Literatur	24

5	Welche 3D-Druck-Technologien gibt es und welche Technologie eignet sich wofür?	25
5.1	Die Technologien des 3D-Drucks im Überblick	25
5.1.1	3D-Drucken mit Pulver (3DP)	26
5.1.2	Selektives Lasersintern (SLS)	28
5.1.3	Selective Heat Sintering (SHS)	29
5.1.4	Selektives Laserschmelzen (SLM, Selective Laser Melting)	30
5.1.5	Elektronenstrahlschmelzen (EBM – Electron Beam Melting)	31
5.1.6	Fused Deposition Modeling (FDM, Schmelzschiichtung)/ Fused Filament Fabrication (FFF)	31
5.1.7	Stick Deposition Molding (SDM)	33
5.1.8	Multi-Jet Modeling (MJM)	34
5.1.9	Stereolithografie (STL oder auch SLA)	35
5.1.10	Scan-LED-Verfahren (SLT) als Weiterentwicklung der klassischen Stereolithografie	36
5.1.11	Film Transfer Imaging (FTI)	37
5.1.12	Digital Light Processing (DLP)	37
5.1.13	PolyJet	38
5.1.14	Laminated Object Modeling (LOM) oder Folienlaminier-3D-Druck	39
5.1.15	Selective Deposition Lamination (SDL)	40
5.1.16	Contour Crafting (CC)	42
	Literatur	44
6	3D-CAD-Zeichensoftware und Umgang mit 3D-Druck-Daten	45
6.1	Blender	45
6.2	OpenSCAD	46
6.3	SketchUp 2013 von Trimble (früher Google SketchUp)	46
6.4	Autodesk 123D (Apps)	46

6.5	ViaCAD	47
6.6	Weitere Softwares	48
6.7	Softwares von 3D-Druck-Dienstleistern	48
	Literatur	49
7	Tauschplattformen: fertige Modelle bekommen oder seine eigenen feilbieten – ein paar Tipps dazu	51
7.1	Tauschplattformen im Internet	51
7.2	In seinem eigenen Shop etwas anbieten	52
7.3	Oder die 3D-gedruckten Objekte auf einer Tauschplattform vertreiben	52
7.4	Der Erfolg soll nicht ausbleiben	54
	Literatur	55
8	FabLabs – wie sich in offenen Werkstätten weitere Möglichkeiten erschließen	57
8.1	Demokratisierung der Produktion	57
8.2	Weltweit entstehen immer mehr FabLabs	59
	Literatur	59
9	Messen zu 3D-Druck und Maker Faires	61
9.1	EuroMold in Frankfurt am Main	61
9.2	Rapid.Tech in Erfurt	62
9.3	FabCon 3.D – ebenfalls in Erfurt	62
9.4	Maker Faire Hannover und MakeMunich	62
9.5	3D Print Show	63
9.6	3D Printing Event – Messe Eindhoven/Niederlande	64
	Literatur	64
10	3D-Druck-Dienstleister oder eigener 3D-Drucker – was spricht wofür?	65
10.1	Ein klares „Ja“ zum eigenen 3D-Drucker?	65
10.2	Oder doch nur „Vielleicht“?	66
10.3	Einige gute Gründe dafür, einen 3D-Druck-Dienstleister zu beauftragen	66
10.4	Wenn Sie einen 3D-Drucker kaufen möchten: Nehmen Sie sich genug Zeit dafür!	67

11	Open-Source-3D-Drucker oder Profi-Maschine?	69
11.1	Open-Source-3D-Drucker – vom Anfang bis zur Gegenwart	70
11.1.1	Zur Entstehungsgeschichte der Open-Source-3D-Drucker	70
11.1.2	Was sollten Sie beim Kauf eines Open-Source-3D-Druckers beachten? . . .	71
11.2	Oder eignet sich für Sie ein Closed-Source-3D-Drucker oder sogar eine Profi-3D-Druck-Anlage?	73
	Literatur	75
12	3D-Scannen wird immer einfacher	77
12.1	Wie funktioniert 3D-Scannen?	77
12.2	Einsatz von 3D-Scannern in allen Bereichen – nicht nur in der Industrie	78
12.3	3D-Scannen – immer einfacher	79
12.4	Sich selbst dreidimensional scannen lassen	80
12.5	Das Smartphone als 3D-Scanner?	83
12.6	3D-Scannen in der Kunst – zwei Beispiele	86
12.6.1	3D-Scanner als „Detektiv“: Rubens oder van Dyck?	86
12.6.2	Van-Gogh-Museum scannt Meisterwerke für Replikate	87
12.7	Bald alles mit nur einem Gerät? 3D-Scannen, 3D-Drucken, 3D-Kopieren und 3D-Faxen? Multi- funktionsgeräte?	87
	Literatur	88
13	Produktpiraterie und Urheberrechte: die gegenwärtige Gesetzeslage	89
13.1	Produktpiraterie	89
13.2	Urheberrechte	90
13.2.1	Die Frage des Urheberrechts wird im Bereich 3D-Druck zunehmend Bedeutung einnehmen . .	90
13.2.2	Was lässt sich gegen Produktpiraterie unternehmen?	91
	Literatur	92

14	3D-Druck in der industriellen Anwendung	93
14.1	Möbel	93
14.2	Medizintechnik	96
14.2.1	Implantate drucken	96
14.2.2	Tissue Engineering als Grundlage für Bio-Printing	97
14.2.3	Bio-Printing mit embryonalen Stammzellen oder den eigenen Körperzellen	98
14.2.4	Künstliche Knochen aus Stammzellen herstellen	99
	Literatur	100
15	Nachhaltigkeit – 3D-Druck als umweltfreundliche Technologie?	103
15.1	Recycelter Plastikmüll als Bau-Material	104
15.2	Ein langfristiges Ziel: Noch mehr biokompatible 3D-Druckmaterialien, idealerweise aus nachwachsenden Rohstoffen	108
15.3	Weniger Materialausschuss bei der Produktion, geringeres Gewicht des 3D-gedruckten Objekts als bei herkömmlicher Herstellung: Beispiel Luftfahrt	109
15.4	Die eigene Öko-Bilanz beim 3D-Drucken ermitteln	111
15.5	3D-gedrucktes Fleisch könnte Tiere und Ressourcen schonen	112
	Literatur	113
16	Chancen und Risiken der Technologie – Ausblick und Prognosen	115
16.1	Wie wird sich die 3D-Druck-Technologie weiterentwickeln?	115
16.2	Wird bald jeder Haushalt seinen eigenen 3D-Drucker haben?	116
16.3	3D-Druck – eine Technologie zum Nutzen oder zum Schaden der Menschheit?	116
16.4	3D-Druck: Auf jeden Fall ein Wachstumsmarkt	117
16.5	Was werden die nächsten großen Meilensteine im 3D-Druck sein?	118
16.5.1	Das 3D-Drucken zusammen mit Elektronik	118

16.5.2 Mit verschiedenen Bau-Materialien gleichzeitig drucken	119
16.5.3 Auf dem Mond drucken	120
Literatur	124
Kurzbiografie	127
Weiterführende Literatur/Internetlinks	129
Sachverzeichnis	131

1.1 Eine revolutionäre Technologie – oder nicht?

Enthusiastisch wird 3D-Druck in den Medien als Teil einer neuen industriellen Revolution beschrieben. Gern wird diese Zukunftstechnologie mit der industriellen Revolution des ausgehenden 18. Jahrhunderts verglichen, bei welcher sich Wirtschaft und Gesellschaft durch die Möglichkeit der Massenproduktion von Produkten grundlegend veränderten. 3D-Druck könnte dazu beitragen, eine neue industrielle Revolution einzuleiten: Dadurch, dass die Massenproduktion individualisiert wird.

Das Wort von der „Revolution“ im Zusammenhang mit 3D-Druck ist inzwischen überall zu lesen. Viele, insbesondere auch Wissenschaftler, halten das für übertrieben. Manchmal wird mittlerweile die „Revolution“ in Frage gestellt und eher verhalten von einer „Evolution“ gesprochen [1].

Handelt es sich bei 3D-Druck um eine revolutionäre Technologie oder ist die Bezeichnung zu viel Ehre für etwas, das möglicherweise nicht mehr als eine technische Weiterentwicklung ist? „Revolution“ ist sicher ein Schlagwort, aber wer ein prägnantes Schlagwort nutzen möchte, beschreibt 3D-Druck meiner Einschätzung nach damit zutreffender als mit der Bezeichnung „Evolution“.

Das Revolutionäre an der Zukunftstechnologie 3D-Druck ist zunächst einmal, dass sie es jedem Einzelnen ermöglicht, sowohl Entwickler als auch zugleich Produzent zu werden. Wer eine Idee hat, kann diese unmittelbar in ein gedrucktes Objekt umsetzen. 3D-Druck-Dienstleister oder kleine, einfache, aber erschwingliche 3D-Drucker für den Hausgebrauch machen das möglich. Einige Experten rechnen sogar damit, dass 3D-