

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung in die Additive Fertigungstechnologie</b>	<b>5</b>
1.1	Entwicklung Additiver Fertigungsverfahren im Überblick	5
1.2	Einordnung der Verfahren Fused Deposition Modeling (FDM)/ Fused Layer Modeling (FLM)	8
1.3	Gemeinsamkeiten und Unterschiede Additiver Fertigungsverfahren	11
1.3.1	Vergleichbare Parameter	11
1.3.2	Besonderheiten des FDM/FLM-Verfahrens	14
1.4	Der Produktentstehungsprozess bei Additiven Fertigungsverfahren	14
1.4.1	Vorteile gegenüber der konventionellen Produktentwicklung	14
1.4.2	Datenerstellung – von der CAD- zur STL-Datei	20
1.4.3	3D-Scanning – alternative Wege der Datenerzeugung	23
1.4.4	Reverse Engineering – vom Bauteilscan zum Objekt	25
1.4.5	Bauteilerstellung	26
1.4.6	Nachbearbeitung	30
1.5	Trends im 3D-Druck-Umfeld	33
1.5.1	Der 3D-Druck als disruptive Technologie	33
1.5.2	3D-Druck und Industrie 4.0	34
1.5.3	3D-Druck und personalisierte Produktion	35
1.5.4	3D-Druck und Nachhaltigkeit	38
<b>2</b>	<b>Additive Prozesstechnologie</b>	<b>39</b>
2.1	Fused Deposition Modeling (FDM)	39
2.1.1	FDM-Materialien	40
2.1.2	FDM-Anlagen (Label Stratasys) in der Übersicht	45
2.1.3	MakerBot	51
2.2	Fused Layer Modeling (FLM)-Systeme	53
2.3	Thermoplastische Stützmaterialien	60
2.3.1	Entfernung von Stützmaterialien bei FDM-Systemen	61
2.3.2	Entfernung von Stützmaterialien bei FLM-Systemen	63

2.4	Additive Fertigung von Faser-Kunststoff-Verbund-(FKV-)Bauteilen . . . . .	72
2.4.1	Faser-Kunststoff-Verbund mittels SLS . . . . .	72
2.4.2	Faser-Kunststoff-Verbund mittels FDM/FLM . . . . .	73
2.5	Integration von Funktionen . . . . .	77
2.6	Oberflächenbearbeitung von FDM-/FLM-gefertigten Bauteilen . . . . .	81
2.6.1	Sandstrahlen . . . . .	83
2.6.2	Gleitschleifen . . . . .	84
2.6.3	PPSF-Nachbearbeitungstechnik . . . . .	85
2.6.4	Finishing Touch Smoothing Station . . . . .	86
2.7	Integration von Additiven Systemen in die Fertigung . . . . .	88
2.7.1	Besonderheiten und Einsatzmöglichkeiten der Additiven Fertigung . . . . .	88
2.7.2	Materialise – ein Beispiel einer Additive Manufacturing-Fabrik	90
<b>3</b>	<b>3D-Druck als ergänzendes oder alternatives Fertigungsverfahren – Auswahlprozesse und Entscheidungsmodelle . . . . .</b>	<b>97</b>
3.1	Anwendungsfelder des 3D-Drucks . . . . .	98
3.1.1	Rapid Prototyping – 3D-Druck in der Produktentwicklung . . . . .	99
3.1.2	Rapid Tooling – 3D-Druck im Werkzeug- und Formenbau . . . . .	102
3.1.3	Rapid Manufacturing – 3D-Druck in der Fertigung . . . . .	106
3.1.4	Weitere Anwendungsfelder . . . . .	117
3.1.5	Handlungsfelder der Additiven Fertigung . . . . .	121
3.1.6	Typische 3D-Druck-Branchen . . . . .	123
3.2	Die fertigungsgerechte Konstruktion – Besonderheiten beim Einsatz von 3D-Druck (Beispiel: FLM) . . . . .	124
3.2.1	Mechanische Belastung . . . . .	125
3.2.2	Qualität . . . . .	126
3.2.3	Druckzeit und Materialverbrauch . . . . .	129
3.2.4	Zusammenfassung . . . . .	133
3.3	Rahmenbedingungen für die Einführung von 3D-Druck im Unternehmen . . . . .	135
3.3.1	Die CAx-Kette . . . . .	135
3.3.2	ERP und PPS . . . . .	137
3.3.3	CRM und Co-Creation . . . . .	138
3.3.4	Die Wertschöpfungskette – eine Potenzialanalyse . . . . .	141
3.3.5	Qualitätssicherung (Simulation statt Prüfung) . . . . .	142

3.4	Kosten und Nutzen .....	144
3.5	Der Auswahlprozess zur Einführung von 3D-Druck im Unternehmen (Beispiel: FLM) .....	146
3.5.1	Anforderungen ermitteln .....	146
3.5.2	Best Practise: Good Practise .....	153
3.5.3	Lessons learned .....	155
3.6	Zusammenfassung und Ausblick .....	156
<b>4</b>	<b>Anwendungsbeispiele .....</b>	<b>161</b>
4.1	Segway-Ersatzteile aus dem 3D-Drucker (Sewato) .....	161
4.2	Der Oktopus Siphon Aktuator (Fraunhofer IPA) .....	165
4.3	Clear Cast Integration – Lichtleiter-Integration in FDM-Bauteilen (Covestro AG und Fraunhofer IPA) .....	169
4.4	Hybrider Leichtbau-Industrie-Hocker (Volkswagen und Fraunhofer IPA) .....	173
4.5	Verbundwerkstoff-Bauteile durch verlorene FDM-Formen erzeugen (Stratasys) .....	176
4.6	FDM in der Luft- und Raumfahrt (Airbus und ULA) .....	180
4.7	Funktionales Werkzeuggehäuse (WS Engineering und Suhner) .....	183
4.8	Vorrichtungsbau mit FDM (BMW) .....	185
4.9	FDM-Fertigung bei der NASA .....	186
4.10	Mit FDM erzeugte iPhone-Halterung (Pedal Brain) .....	188
4.11	Über das Smartphone gesteuerte Schlösser (Kisi) .....	189
4.12	Additiver Fahrrad- und Brückenbau aus Metall (MX3D) .....	190
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>195</b>