

Inhalt

1	Einführung in die Additive Fertigungstechnologie	5
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
2	Additive Prozesstechnologie	39
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
3	3D-Druck als ergänzendes oder alternatives Fertigungsverfahren – Auswahlprozesse und Entscheidungsmodelle	97
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
4	Anwendungsbeispiele	161
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
	Stichwortverzeichnis	195