

Inhalt

Vorwort	V
Danksagung	VII
Über den Autor	IX
1 Grundbegriffe, Definitionen und Anwendungen	1
1.1 Grundbegriffe und Definitionen	2
1.1.1 Generative Fertigungsverfahren – Schichtbauverfahren	2
1.1.2 Prinzip der Schichtbauverfahren	3
1.2 Anwendungen	6
1.2.1 Direkte Prozesse	7
1.2.1.1 Rapid Prototyping	8
1.2.1.2 Rapid Manufacturing	12
1.2.1.3 Rapid Tooling	14
1.3 Anwendungsebenen – Indirekte Prozesse	18
1.3.1 Indirect Prototyping	19
1.3.2 Indirect Tooling	22
1.3.3 Indirect Manufacturing	24
1.4 Maschinenklassen für Additive Manufacturing	26
1.4.1 Fabricator und Andere	26
1.4.2 Generische Bezeichnungen für AM-Maschinen	27
1.5 Schlussfolgerungen	29
1.6 Fragen	30
2 Schichtbauverfahren	33
2.1 Direkte Schichtbauverfahren	33
2.1.1 Polymerisation	36
2.1.1.1 Laser-Stereolithografie (LS)	37
2.1.1.2 Polymerdruckverfahren und Thermojet-Drucken (Polymerjetting)	39
2.1.1.3 Digital Light Processing/Lampen-Masken-Verfahren	41
2.1.1.4 Mikro-Stereolithografie	42
2.1.2 Sintern und Schmelzen	43
2.1.2.1 Lasersintern – Selektives Lasersintern (LS – SLS)	43
2.1.2.2 Laserschmelzen – Selektives Laserschmelzen (SLM)	46
2.1.2.3 Elektronenstrahl-Schmelzen	47

2.1.3	Extrusion – Fused Layer Modeling	48
2.1.4	Pulver-Binder-Verfahren – Dreidimensionales Drucken (Drop on Powder Process)	51
2.1.4.1	„Three Dimensional Printing“ – Z-Corporation	51
2.1.4.2	„Three Dimensional Printing“ – Prometal	54
2.1.4.3	„Three Dimensional Printing“ – Voxeljet	55
2.1.5	Layer Laminate Manufacturing (LLM)	56
2.1.5.1	„Layer Laminate Manufacturing“, „Laminated Object Manufacturing“ (LOM)	56
2.1.5.2	Layer Laminate Manufacturing, Paper Lamination, MCOR	58
2.1.5.3	„Layer Laminate Manufacturing“, Laminate Printer	58
2.1.5.4	LLM Maschinen für Metallteile	59
2.1.6	Andere Prozesse: Aerosolprinting und Bioplotter	60
2.1.6.1	Aerosolprinting	60
2.1.6.2	Bioplotter	61
2.2	Maschinen für Additive Herstellungsverfahren – Fabricatoren, Printer und Drucker	62
2.3	Secondary Rapid Prototyping Processes	64
2.4	Schlussfolgerungen und Ausblick	64
2.5	Fragen	66
3	Anwendungen	69
3.1	Datenfluss und Prozessketten	70
3.1.1	Allgemeine AM-Prozesskette	70
3.1.2	Prozesskette und Datenfluss für „Rapid Prototyping“ und Rapid Manufacturing	72
3.1.3	STL- und AMF-Datenstruktur, Fehler und Fehlerbehebung	75
3.2	Anwendungen des AM	79
3.2.1	Automobilindustrie und Zulieferer	79
3.2.1.1	Automobilkomponenten: Interieur	79
3.2.1.2	Automobilkomponenten: Exterieur	82
3.2.2	Luftfahrtindustrie	83
3.2.3	Konsumgüter	84
3.2.4	Spielzeugindustrie	89
3.2.5	Kunst und Kunstgeschichte	90
3.2.6	Gießerei und Gießtechnik	93
3.2.6.1	Sandguss	93
3.2.6.2	Wachsaußschmelzverfahren	95
3.2.7	Formenbau für Kunststoff Spritzgießen und Metall Feingießen (Rapid Tooling)	97
3.2.8	Medizintechnik	99
3.2.9	Architektur und Landschaftsgestaltung	102
3.2.10	Verschiedene Anwendungen	104
3.2.10.1	Mathematische Funktionen und 3D-Grafiken	104
3.2.10.2	3D-Dekorationsobjekte und Ornamente	105
3.2.10.3	Aerodynamische und Freiformobjekte	105

3.3	Schlussfolgerungen	107
3.4	Fragen	107
4	Additive Manufacturing, Konstruktion und Strategien	111
4.1	Potenziale additiver Herstellungsverfahren	111
4.2	Potenziale und Perspektiven	113
4.2.1	Komplexe Geometrien	113
4.2.2	Integrierte Geometrie	115
4.2.3	Integrierte Funktionalität	117
4.2.4	Multi-Material-Bauteile und Gradientenmaterialien	124
4.3	Neue AM basierte Strategien – Personalisierte Fertigung (Customization)	127
4.3.1	Customized Mass Production – Individualisierte Massenfertigung	128
4.3.1.1	Einzelstücke und Kleinserienproduktion	128
4.3.1.2	Individualisierung	129
4.3.1.3	Personalisierung	132
4.3.2	Personal Fabrication – persönliche Produktion – Self customization	135
4.3.3	Distributed Customized Production – Verteilte individualisierte Produktion Coproduktion	137
4.4	Schlussfolgerungen	137
4.5	Fragen	138
5	Materialien, Entwurf und Qualitätsaspekte für additive Herstellungsverfahren	141
5.1	Materialien für additive Herstellungsverfahren	141
5.1.1	Anisotrope Eigenschaften	142
5.1.2	Isotrope Grundmaterialien	145
5.1.2.1	Kunststoffe	146
5.1.2.2	Metalle	149
5.1.2.3	Keramische Materialien	151
5.1.2.4	Kompositwerkstoffe	152
5.1.3	Individuell zugeschnittene (graded) Werkstoffe und Kompositwerkstoffe	153
5.2	Konstruktions- und Entwurfsrichtlinien für AM	154
5.2.1	Toleranzen – Vom digitalen Entwurf zum Objekt	154
5.2.2	Designfreiheit	155
5.2.3	Relative Passgenauigkeit	156
5.2.4	Flexible Bauteile, Gelenke, Clips	156
5.2.5	Lage und Positionierung der Bauteile im Bauraum	158
5.2.6	Bohrungen (Löcher), Spalte, Stifte und Wände	160
5.3	AM-Eigenschaften, Auswahl, Bauorganisation	162
5.4	Schlussfolgerungen	164
5.5	Fragen	164
Glossar: Begriffe und Abkürzungen	167	
Literatur	179	
Index	183	