

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>Prozessarten</b>	<b>72</b>
1.1	Additive und subtraktive Fertigung	8	4.1	Druckkopfsysteme	72
1.2	Systematik der additiven Fertigungsverfahren	10	4.1.1	Allgemeines	72
1.2.1	Gasförmiger Ausgangszustand	11	4.1.2	Pulververarbeitende Systeme	73
1.2.2	Flüssiger Ausgangszustand	13	4.1.2.1	Systemkomponenten	74
1.2.3	Fester Ausgangszustand	14	4.1.2.2	Postprocessing	79
1.2.3.1	Drahtförmige Materialien	15	4.1.2.3	Pulveraufbereiten	80
1.2.3.2	Lamine	15	4.1.2.4	Infiltrieren	81
1.2.3.3	Pulver	15	4.1.2.5	Prozesse	82
1.3	Stützstrukturen	18	4.1.2.6	Besondere Verfahren	84
1.3.1	Schichtbauprinzipien	19	4.1.3	Direkter Materialauftrag	86
1.3.2	Stützstrukturgestaltung	20	4.1.3.1	Allgemeines	86
1.3.3	Eigenschaften	22	4.1.3.2	Anlagen	87
<b>2</b>	<b>Prozessketten</b>	<b>23</b>	4.1.3.3	Materialien und Verfahren	87
2.1	Rapid Product Development (RPD)	23	4.1.3.4	Stützkonstrukte	88
2.2	Modellarten	25	4.1.3.5	Anforderungen an die Druckköpfe	89
2.3	Rapid Prototyping (RP)	27	4.1.3.6	Schichterzeugung	90
2.4	Rapid Tooling (RT)	30	4.1.3.7	Postprocessing	92
2.4.1	Direkte Herstellung von Formen und Werkzeugen	30	4.1.3.8	Multi-Jet Modeling (MJM)	92
2.4.2	Indirekte Herstellung von Formen und Werkzeugen	32	4.1.3.9	3D-Wax-Printing	93
2.5	Rapid Manufacturing (RM)	35	4.1.3.10	Poly-Jet-Modeling (PJM)	95
<b>3</b>	<b>Potenziale Additiver Fertigung</b>	<b>37</b>	4.1.4	Druckköpfe	96
3.1	Entwicklungsgang	37	4.1.4.1	Allgemeines	96
3.2	Materialien	38	4.1.4.2	Druckverfahren	97
3.2.1	Kunststoffe	40	4.1.4.3	Auflösung, Genauigkeit und Frequenz	101
3.2.1.1	Photopolymerisation	44	4.1.4.4	Aufbau des Drucksystems	103
3.2.1.2	Laser-Sintern (LS)	46	4.1.4.5	Sonderformen	104
3.2.1.3	Extrudieren	47	<b>4.2</b>	<b>Selektives Lasersintern (SLS)</b>	<b>105</b>
3.2.1.4	Pulverdruck-Polymerisation	48	4.2.1	Funktionsprinzip	105
3.2.2	Metalle	48	4.2.2	LS-Prozess	106
3.2.3	Minerale	51	4.2.2.1	Teilevorbereitung	107
<b>3.3</b>	<b>Anwendungsgebiete</b>	<b>53</b>	4.2.2.2	Anfertigung/Nachbearbeitung	108
3.3.1	Integralbauteile	54	4.2.2.3	Nachbearbeitung	109
3.3.2	Mode-Design	56	4.2.3	Laser	109
3.3.3	Zerstörungsfreie Archäologie	57	4.2.4	LS-Baumaterialien	110
3.3.4	Architektur	59	4.2.5	Erzielbare Genauigkeit	111
3.3.5	Bio-Manufacturing	60	4.2.6	Maschinen-Realisierungen	111
3.3.5.1	Dentaltechnik	60	4.2.7	Anwendungsbereiche	112
3.3.5.2	Prothetik und Herstellung von chirurgischen Modellen	62	<b>4.3</b>	<b>Selektives Maskensintern (SMS)</b>	<b>113</b>
3.3.5.3	Hörakustik	64	4.3.1	Allgemeines	113
3.3.5.4	Tissue Engineering	65	4.3.2	Verfahren mit direkter Belichtung	114
3.3.6	Personal-3D-Printer	68	4.3.3	Verfahren mit Abbildeoptik	115
3.3.7	3D-MID	70	4.3.4	Materialien und Beispiele für Teile	116
			<b>4.4</b>	<b>Selektives Strahlschmelzen (SLM, SEBM)</b>	<b>117</b>
			4.4.1	Funktionsprinzip	117
			4.4.2	Der Strahlschmelzprozess	117
			4.4.2.1	Teilevorbereitung	118
			4.4.2.2	Anfertigung	118
			4.4.3	Strahlquellen	118

4.4.3.1	Lasert	118			
4.4.3.2	Elektronenstrahlschmelzen (EBM)	119			
4.4.4	Baumaterialien	119			
4.4.5	Erzielbare Genauigkeiten	119			
4.4.6	Maschinen-Realisierungen	119			
<b>4.5</b>	<b>Layer Laminated Manufacturing (LLM)</b>	<b>121</b>			
4.5.1	Allgemeines	121			
4.5.2	Materialien	123			
4.5.3	LLM-Verfahren	123			
4.5.4.1	Laminated Object Modeling (LOM)	123			
4.5.4.2	Paper Laminated Technology (PLT)	125			
4.5.4.3	MCOr-Verfahren	126			
4.5.4.4	PVC Laminated Technology	128			
4.5.4.5	Layer Milling Process (LMC)	129			
4.5.4.6	Ultrasonic Additive Manufacturing (UAM)	130			
<b>4.6</b>	<b>Fused Layer Modeling (FLM)</b>	<b>131</b>			
4.6.1	Funktionsprinzip	131			
4.6.2	FLM-Prozess	132			
4.6.2.1	Teilevorbereitung	132			
4.6.2.2	Anfertigung	134			
4.6.2.3	Nachbearbeitung	135			
4.6.3	Extrusionsk6pfe	135			
4.6.4	FLM-Baumaterialien	135			
4.6.5	Erzielbare Genauigkeit	136			
4.6.6	Maschinen-Realisierungen	136			
4.6.7	Anwendungsbereiche und Folgeprozesse	137			
<b>4.7</b>	<b>Stereolithographie (STL)</b>	<b>138</b>			
4.7.1	Funktionsprinzip	138			
4.7.2	Stereolithographie-Prozess	138			
4.7.2.1	Teilevorbereitung	139			
4.7.2.2	Anfertigung	140			
4.7.2.3	Nachbearbeitung	141			
4.7.3	Lasert	141			
4.7.4	STL-Baumaterialien	142			
4.7.5	Erzielbare Genauigkeit	143			
4.7.6	Maschinen-Realisierungen	143			
4.7.7	Anwendungsbereiche und Folgeprozesse	144			
<b>4.8</b>	<b>Fl6chige UV-Belichtungsverfahren</b>	<b>146</b>			
4.8.1	Allgemeines	146			
4.8.2	Belichtungstechnologie	148			
4.8.2.1	Selektiv fl6chige Belichtung	149			
4.8.2.2	Belichtung mit DLP	149			
4.8.2.3	Belichtung mit Mikroshutter	150			
4.8.3	Bauprozesse	151			
4.8.3.1	Solid Ground Curing	151			
4.8.3.2	Station6re Belichtung von oben	151			
4.8.3.3	Station6re Belichtung von unten	152			
4.8.3.4	Bewegte Belichtung	153			
<b>5</b>	<b>3D-Datenfluss</b>	<b>72</b>			
<b>5.1</b>	<b>CAD-Datenmodell</b>	<b>154</b>			
5.1.1	CAD-Fl6chenmodell	154			
5.1.2	Volumenmodelle	156			
<b>5.2</b>	<b>Voxelmodell</b>	<b>156</b>			
<b>5.3</b>	<b>Schnittstellenformate</b>	<b>157</b>			
5.3.1	STL-Format	157			
5.3.2	SLC-Format	158			
5.3.3	VRML-Format	159			
5.3.4	IGES	160			
5.3.5	VDAFS	161			
5.3.6	STEP	161			
<b>6</b>	<b>3D-Scannen</b>	<b>72</b>			
<b>6.1</b>	<b>Allgemeines und Anwendungen</b>	<b>162</b>			
<b>6.2</b>	<b>Scannen mit Lichtoptik</b>	<b>163</b>			
6.2.1	3D-Digitalisierung, Beispiel	165			
6.2.2	Optische 3D-Aufnahmetechniken	167			
6.2.2.1	Lichtschnittverfahren	167			
6.2.2.2	Phasen-Schiebe-Verfahren	168			
6.2.2.3	Moire´-Technik	168			
6.2.2.4	Photogrammetrie	169			
6.2.2.5	Aotofokus-Systeme	170			
6.2.2.6	Lichtlaufzeitsysteme	171			
6.2.2.7	Theodolit-Messsysteme	171			
<b>6.3</b>	<b>R6ntgen-Computertomographie (CT)</b>	<b>172</b>			
6.3.1	Allgemeines	172			
6.3.2	Funktionsweise und Technik	173			
6.3.2.1	R6ntgen CT in der industriellen Messtechnik	173			
6.3.2.2	Aufl6sung	174			
<b>7</b>	<b>Virtuelle Umgebung</b>	<b>176</b>			
<b>7.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>176</b>			
<b>7.2</b>	<b>Szenensteuerung</b>	<b>177</b>			
<b>7.3</b>	<b>Tracking</b>	<b>178</b>			
<b>7.4</b>	<b>Augmented Reality, Mixed Reality</b>	<b>179</b>			
<b>7.5</b>	<b>Anwendungen</b>	<b>179</b>			
<b>8</b>	<b>Fallbeispiele</b>	<b>180</b>			
	Fachw6rterbuch Deutsch-Englisch, Sachwortverzeichnis	210			
	Professional-Dictionary English-German, Index	215			
	Literatur	220			
	Quellenverzeichnis	223			