

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen und Stand der Technik.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>Selektives Lasersintern .....</b>	<b>5</b>
2.1.1	Verfahrensprinzip .....	6
2.1.2	Sintern von Polymerpartikeln .....	10
2.1.3	Werkstoffentwicklung .....	13
<b>2.2</b>	<b>Polylactid.....</b>	<b>16</b>
2.2.1	Synthese.....	16
2.2.2	Molmasse und inhärente Viskosität .....	18
2.2.3	Optische Eigenschaften .....	19
2.2.4	Thermische Eigenschaften .....	20
2.2.5	Kristallisation .....	21
2.2.6	Rheologische Eigenschaften .....	22
2.2.7	Mechanische Eigenschaften .....	24
2.2.8	Degradation .....	26
2.2.9	Zusammenfassung der Werkstoffeigenschaften von Polylactid.....	28
2.2.10	Kompositwerkstoffe .....	30
2.2.11	Zusammenfassung.....	33
<b>2.3</b>	<b>Selektives Lasersintern von Polylactid und Polylactid-basierten Kompositwerkstoffen .....</b>	<b>36</b>
2.3.1	Überblick.....	36
2.3.2	Pulversynthese .....	37
2.3.3	SLS-Anlagentechnik.....	40
2.3.4	Sinterverhalten und Mikrostruktur .....	41
2.3.5	SLS-Prozessführung .....	43
2.3.6	Komplexe Strukturen und mechanische Eigenschaften .....	43
2.3.7	Zusammenfassung.....	46
<b>3</b>	<b>Ausgangssituation, Forschungsfrage und Vorgehensweise .....</b>	<b>51</b>
<b>4</b>	<b>Material und Methoden .....</b>	<b>55</b>
<b>4.1</b>	<b>Rohmaterialien .....</b>	<b>55</b>
4.1.1	Polylactid.....	55
4.1.2	$\beta$ -Tricalciumphosphat .....	57
4.1.3	Calciumcarbonat .....	58
<b>4.2</b>	<b>Werkstoffsynthese .....</b>	<b>60</b>
4.2.1	Kugelmühle (Labormaßstab) .....	60
4.2.2	Prallmühle (industrieller Maßstab).....	61

<b>4.3</b>	<b>Werkstoffübersicht .....</b>	<b>62</b>
<b>4.4</b>	<b>Werkstoffanalyse .....</b>	<b>64</b>
4.4.1	Partikelmorphologie .....	64
4.4.2	Partikelgrößenverteilung .....	64
4.4.3	Inhärente Viskosität und Molmassenverteilung .....	65
4.4.4	Feuchtegehalt .....	66
4.4.5	DSC-Analyse .....	66
4.4.6	TGA-Analyse .....	67
4.4.7	Schmelzrheologie .....	67
<b>4.5</b>	<b>SLS-Anlagentechnik und Prozessführung .....</b>	<b>70</b>
4.5.1	Laboranlage .....	70
4.5.2	Modifizierte EOS Formiga P 110 Lasersinteranlage .....	72
4.5.3	Probekörper und Scanstrategie .....	73
<b>4.6</b>	<b>Bauteilprüfung .....</b>	<b>78</b>
4.6.1	Bauteildichte .....	78
4.6.2	Mechanische Eigenschaften .....	80
<b>5</b>	<b>Werkstoffentwicklung .....</b>	<b>85</b>
<b>5.1</b>	<b>Kugelmühle (Labormaßstab) .....</b>	<b>86</b>
5.1.1	PDLLA-1,3/ $\beta$ -TCP (49/51) Charge 1 vs. Charge 2 .....	86
5.1.2	PDLLA-1,2/ $\beta$ -TCP (60/40) vs. PDLLA-1,4/CC-Rhf. (55/45) .....	102
5.1.3	PDLLA-1,0/ $\beta$ -TCP/CC-Rhf. (58/25/17) vs. PDLLA-1,0/ $\beta$ -TCP/CC-Sph. (58/25/17) .....	115
<b>5.2</b>	<b>Prallmühle (industrieller Maßstab) .....</b>	<b>126</b>
5.2.1	PDLLA/ $\beta$ -TCP – Einfluss von $\beta$ -TCP auf das Mahlergebnis .....	126
5.2.2	PLA/CC-Sph. – Untersuchung verschiedener PLA-Typen .....	126
5.2.3	PLLA-1,0/CC-Sph. – Reproduzierbarkeitsversuche und inhibierendes Calciumcarbonat .....	151
<b>5.3</b>	<b>Zusammenfassung und Auswahl des Zielwerkstoffs .....</b>	<b>166</b>
<b>6</b>	<b>Prozessentwicklung .....</b>	<b>175</b>
<b>6.1</b>	<b>Vollkörper .....</b>	<b>176</b>
6.1.1	Variation der Scangeschwindigkeit .....	177
6.1.2	Variation des Spurbabstands .....	190
6.1.3	Variation der Schichtdicke .....	197
6.1.4	Variation des Laserstrahldurchmessers .....	201
6.1.5	Vortrocknung .....	205
6.1.6	Variation der Vorheiztemperatur .....	213
6.1.7	Mechanische Eigenschaften .....	219
6.1.8	Zusammenfassung .....	231
<b>6.2</b>	<b>Gitterstrukturen .....</b>	<b>235</b>

6.2.1	Spurbreitenkompensation.....	236
6.2.2	Überhangparameter .....	236
6.2.3	Prozessanpassung für die kubische Gitterstruktur .....	238
6.2.4	Detailauflösung .....	239
6.2.5	Druckfestigkeit .....	241
6.2.6	Zusammenfassung.....	253
<b>7</b>	<b>Demonstration .....</b>	<b>255</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>259</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>265</b>
	<b>Symbol- und Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>293</b>
<b>A</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>301</b>