

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Abkürzungen, Formelzeichen und Indizes	IX
1 Einleitung	1
1.1 Bedarf an Technologien für die wirtschaftliche Kleinserienfertigung	1
1.2 Relevanz der gezielten Verwendung von lasergesinterten Kunststoffen	3
1.3 Wirkprinzip lasergesinterter Schichtverbunde aus Kunststoff	6
1.4 Betrachtung der Oberflächen- und Schichtstruktur	8
2 Leistungsvermögen lasergesinterter Kunststoffbauteile (Automobilbau)	9
2.1 Anforderungen an Bauteile aus Kunststoff	9
2.1.1 Mechanisches Leistungsvermögen	10
2.1.2 Funktionalität von Kunststoffoberflächen	11
2.2 Materialkennwerte auf Basis der Spritzgieß-/Lasersintertechnologie	12
2.3 Lasergesinterte Bauteile in Funktionsprüfungen	14
2.3.1 Ausgewählte Funktionsprüfungen nach Lastenheft	15
2.3.2 Mechanische Beanspruchung bei variierender Schichtorientierung	16
2.4 Oberflächeneigenschaften lasergesinterter Bauteile	20
2.4.1 Mechanisch-technologische Eigenschaften	21
2.4.2 Ästhetik von lasergesinterten Oberflächen	25
2.5 Zusammenfassung	29
3 Kenntnisse über lasergesinterte Schichtstrukturen	31
3.1 Entstehung der Schichtstruktur im Lasersinterprozess	31
3.1.1 Aufschmelzen und Erstarren	31
3.1.2 Entwicklung der Temperaturverteilung	37
3.2 Die lasergesinterte Schichtstruktur aus Produktsicht	41
3.2.1 Verbindungsmechanismen	41
3.2.2 Oberflächenbeschaffenheit und anisotropes Werkstoffverhalten	44
3.3 Zusammenfassung	47
4 Verwendete Fertigungs- und Prüfprozesse	49
4.1 Bauteilherstellung	49
4.1.1 Anlagentechnik	49
4.1.2 Prozessparameter	52
4.2 Bauteilprüfung	55
4.2.1 Referenz der Schichtstruktur zum Koordinatensystem	56
4.2.2 Werkstoffmechanische Prüfungen	57

5 Makroskopische Untersuchung der Oberflächenausbildung	63
5.1 Charakterisierung von Oberflächenrissen in Baufortschrittsrichtung	63
5.2 Theorie der Volumenelementausbildung	65
5.3 Prozesstechnische Zusammenhänge	67
5.3.1 Globale Pulverbetttemperatur einer Schicht (System I)	67
5.3.2 Lokale Pulverbetttemperatur eines Volumenelements (System II)	75
5.3.3 Superpositionen bei Fill- und Konturbelichtung	77
5.4 Auswirkungen des Stufeneffekts auf Bauteileigenschaften	80
5.5 Bedeutung der Oberflächenstruktur: Zusammenfassung und Fazit . . .	82
6 Makromechanische Strukturanalyse (Verformungsverhalten)	87
6.1 Phänomen der Anisotropie mechanischer Eigenschaften	87
6.2 Definition des Materialmodells	88
6.2.1 Mikroskopische Analyse lasergesinterter Schichtverbunde	89
6.2.2 Abgrenzung von geschichteten Werkstoffen	92
6.3 Ableitung von Kenngrößen für lasergesinterte Schichtverbunde	94
6.3.1 Verformung von Faserverbund-Kunststoffen	95
6.3.2 Grenzschichten bei Klebverbunden	97
6.3.3 Ermüdung homogener und heterogener Kunststoffe	100
6.4 Wirksamkeit der Schaltung von Volumenelementen	102
6.5 Wirksamkeit der Grenzschichten	105
6.5.1 Fläche der Grenzschichten	105
6.5.2 Relativer Volumenanteil von Grenzschichten	106
6.5.3 Verteilung der Grenzschichten	110
6.6 Zusammenfassung	114
7 Mikromechanische Strukturanalyse (Bruchverhalten)	115
7.1 Bewertungskriterien der Risszähigkeit	115
7.2 Ermüdungsrißausbreitung in lasergesinterten Schichtverbunden	117
7.2.1 Heterogenität von Volumenelementen und Grenzschichten	118
7.2.2 Einfluss der Phasenzahl auf die Risszähigkeit	121
7.3 Zusammenfassung	124
8 Versagensverhalten infolge einer systematischen Bauteilfertigung	125
9 Konsequenzen für die Produkt- und Technologieentwicklung	131
9.1 Zusammenfassung der Untersuchungen	131
9.2 Schlussfolgerungen	133
A Anhang	137
Literatur	149