

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	V
Abstract	VI
Inhaltsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
2 Stand des Wissens	5
2.1 Werkstoffauswahl und -freigabeprozesse im automobilen Karosseriebau.....	5
2.2 Anforderungsprofile im Karosseriebau	9
2.3 Pulverbettbasiertes Laserstrahlschmelzen von Aluminiumlegierungen	11
2.4 Mechanische Eigenschaftsprofile von LPBF-Aluminiumlegierungen	12
2.5 Werkstoffverhalten unter crashartigen Belastungsbedingungen	16
2.6 Korrosion von LPBF-Aluminiumlegierungen.....	17
2.7 Schlussfolgerungen	21
3 Zielsetzung und Vorgehensweise	23
4 Themenspezifische Grundlagen	25
4.1 Legierungssysteme – Aluminium	25
4.1.1 Physikalische Eigenschaften der Legierungselemente	25
4.1.2 Gefügeaufbau und Einflüsse der Legierungselemente	25
4.1.3 Legierungssysteme – AlSi10Mg und AlSi3,5Mg2,5MnZr	30
4.1.4 Wärmebehandlung und Mikrostruktur	33
4.2 Grundlagen – Crash.....	37
4.2.1 Dehnratenabhängigkeit der Werkstoffkennwerte	37
4.2.2 Grundmaterialcharakterisierung und Simulation des Versagensverhaltens.....	38
4.2.3 Crashverhalten metallischer Energieabsorptionsstrukturen	44
4.3 Grundlagen – Korrosion	48
4.3.1 Aluminiumkorrosion	49
4.3.2 Korrosionsarten – Grundmetall.....	50
4.3.3 Korrosionsschutz im Automobilbau und Schadensarten von Beschichtungen	54
5 Versuchsmethoden, Anlagenkonfigurationen und Messtechnik	57
5.1 Prüfkörperherstellung, Werkstoffanalytik und mechanische Prüfung	57
5.1.1 LPBF-Anlagenkonfigurationen und Fertigungsbedingungen.....	57

5.1.2 Werkstoffanalytik.....	58
5.1.3 Mechanische Werkstoffprüfung.....	62
5.2 Versuchsmethodik – Crash	63
5.2.1 Hochgeschwindigkeitszugversuch	63
5.2.2 Quasistatischer Stauchversuch.....	65
5.2.3 Hochdynamischer Stauchversuch	65
5.3 Versuchsmethodik – Korrosion	67
5.3.1 Elektrochemische Untersuchung.....	67
5.3.2 Klimawechselprüfungen	68
5.3.3 Interkristalline Korrosion	70
5.3.4 Spannungsrißkorrosion.....	71
5.3.5 Konditionierung der Prüfkörper.....	71
6 Werkstoffcharakterisierung und Gefügemorphologie	73
6.1 Quasistatische mechanische Kennwerte im Fertigungszustand.....	73
6.2 Thermo-physikalische Eigenschaften	75
6.3 Einfluss unterschiedlicher Wärmebehandlungen.....	77
6.4 Dichte, Textur, Gefüge- und Phasenuntersuchung	82
6.5 Zwischenfazit – Werkstoffcharakterisierung.....	92
7 Crash	93
7.1 Dehnratenabhängigkeit der Werkstoffkennwerte	93
7.2 Fraktographie	96
7.3 Materialverhalten unter mehrachsiger Belastung und Simulation.....	98
7.4 Deformation dünnwandiger Strukturen unter quasistatischer Stauchbelastung	102
7.5 Deformation dünnwandiger Strukturen unter schlagartiger Stauchbelastung	106
7.6 Zwischenfazit – Crash	109
8 Korrosion	111
8.1 Elektrochemische Untersuchung.....	111
8.2 Klimawechselprüfung nach DIN EN ISO 11997-1	113
8.3 Klimawechselprüfung nach VDA 233-102	116
8.4 Interkristalline Korrosion	118
8.5 Spannungsrißkorrosion.....	119
8.6 Zwischenfazit – Korrosion	120
9 Methodische Werkstoffentwicklung für eine erweiterte Serienintegration.....	123
9.1 Methodischer Entwicklungsprozess für metallische AM-Werkstoffe	123

9.2 Handlungsempfehlungen zur erweiterten Serienintegration	129
10 Zusammenfassung und Ausblick.....	131
Literaturverzeichnis	135
Formelzeichen und Abkürzungen.....	157
Appendix.....	161
A1: Literaturangaben zu mechanischen Kennwerten branchenüblicher Aluminiumlegierungen.....	161
A2: Wärmebehandlungsmodifikationen - AlSi10Mg (in Kapitel 6.3)	165