

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Motivation	1
2. Stand der Technik und Theoretische Grundlagen	3
2.1 Hochtemperaturwerkstoffe und Anwendungsgebiete	3
2.2 Nickelbasis-Superlegierungen	4
2.3 Inconel 718 (IN 718) Legierung	5
2.4 Erholung und Rekristallisation	9
2.5 Additive Fertigung	9
2.5.1 Laserstrahlschmelzen (SLM®)	11
2.5.2 Nachbearbeitungen	13
2.5.2.1 Wärmebehandlung	13
2.5.2.2 Heißisostatisches Pressen (HIP)	15
2.5.2.3 Lichtbogenverdampfen / Cathodic Arc Deposition (Arc-PVD-Beschichtung)	15
2.6 Grundlagen der Materialermüdung	17
3. Experimentelle Grundlagen	25
3.1 Versuchswerkstoff und Probengeometrie	25
3.2 Prozessparameter für die Herstellung von Proben mittels SLM	26
3.3 Versuchseinrichtungen und Versuchsdurchführungen	27
3.3.1 HIP und Arc-PVD-Beschichtung mittels Ni-20Cr	27
3.3.2 Nachbehandlungen der SLM-Proben	29
3.3.3 Härtemessungen nach Vickers	31
3.3.4 Mechanische Ermüdung bei Raumtemperatur und 650 °C	32
3.3.5 Zugversuche bei Raumtemperatur und 650 °C	34
3.3.6 Untersuchung der Bruchflächen, der Porosität und des Gefüges	35
3.3.6.1 Rasterelektronenmikroskopie (REM)	35
3.3.6.2 Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	35

3.3.6.3	Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA), Trägergasheißextraktion (TGHE) und Verbrennungsanalyse	36
3.3.6.4	Computertomographie (μ CT).....	37
3.3.6.5	Lichtmikroskopie (LM)	37
4.	Ergebnisse und Diskussion	39
4.1	Porosität und Mikrostruktur.....	39
4.1.1	Einfluss des HIP-Prozesses.....	39
4.1.2	Mikrostrukturentwicklung der unterschiedlichen Zustände.....	42
4.1.2.1	Lichtmikroskopische Auswertung	42
4.1.2.2	EBSD-Analyse.....	43
4.1.2.3	TEM-Analyse.....	46
4.2	Mechanische Eigenschaften bei RT und 650 °C	52
4.2.1	Einfluss der Mikrostruktur auf die quasistatische Verformung.....	52
4.2.2	Charakterisierung der Ermüdungseigenschaften	60
4.2.2.1	Einfluss der Nachbehandlungen.....	60
4.2.2.2	Entwicklung der Mikrostruktur	75
4.3	Argonanalyse vor und nach dem HIP-Prozess	77
5.	Zusammenfassung und Ausblick	79
6.	Summary.....	83
7.	Literaturverzeichnis	86
8.	Abbildungsverzeichnis	96
9.	Tabellenverzeichnis	100
10.	Lebenslauf.....	101