

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Grundlagen und Stand der Technik	5
2.1	Additive Fertigung	5
2.1.1	Pulverbasierte additive Fertigung mittels Laserstrahl	6
2.1.2	Stähle in der additiven Fertigung	9
2.1.3	Austenitischer Stahl X2CrNiMo17-12-2	10
2.1.4	Eigenschaften mittels PBF-LB hergestellter austenitischer CrNi-Stähle	14
2.2	Ermüdungsverhalten metallischer Werkstoffe	21
2.2.1	Grundlagen	21
2.2.2	Ermüdungsverhalten mittels PBF-LB hergestellter austenitischer CrNi-Stähle	25
2.3	Defektbasierte Modelle zur Beschreibung des Ermüdungsverhaltens	30
2.3.1	Defektdominiertes Ermüdungsverhalten – Das Modell nach Murakami	30
2.3.2	Defektdominiertes Ermüdungsverhalten – Das Modell nach Shiozawa	33
2.4	Korrosions- und Korrosionsermüdungsverhalten austenitischer CrNi-Stähle in wässriger Lösung	35
2.4.1	Korrosionsmechanismen austenitischer CrNi-Stähle	35
2.4.2	Korrosionsverhalten des mittels PBF-LB hergestellten Stahls AISI 316L	40
2.4.3	Korrosionsermüdungsverhalten des Stahls AISI 316L	41

2.5	Das Legierungselement Stickstoff in austenitischen CrNi-Stählen	43
2.5.1	Einfluss des Stickstoffs auf die mechanischen Eigenschaften austenitischer CrNi-Stähle	43
2.5.2	Einfluss des Stickstoffs auf das Korrosionsverhalten austenitischer CrNi-Stähle	45
2.5.3	Stickstoff als Legierungselement in additiv gefertigten Stählen	47
3	Werkstoffe und additive Fertigung	49
3.1	Untersuchte Werkstoffe	49
3.2	Additive Fertigung der untersuchten Werkstoffe	51
3.3	Probengeometrien	53
3.3.1	Geometrie und Besonderheiten der Proben des Stahls 316LVM	53
3.3.2	Probengeometrien für die Ermüdungs- und Korrosionsermüdungsversuche der Stähle 316L und 316L+N	56
4	Experimentelle Verfahren	59
4.1	Mikrostrukturelle Analytik	59
4.1.1	Gefügecharakterisierung und Fraktografie mittels Licht- und Rasterelektronenmikroskopie	59
4.1.2	Härteprüfung	60
4.1.3	Defektcharakterisierung mittels Mikrofokus-Computertomografie	60
4.2	Ermüdungsversuche an Luft	62
4.3	Korrosionsermüdungsversuche	64
5	Ergebnisse und Diskussion	67
5.1	Defektgrößen- und -positionsabhängiges Ermüdungsverhalten	67
5.1.1	Mikrostruktur, quasistatisches Verhalten und Defekte ...	68
5.1.2	Ermüdungsverhalten des Stahls 316LVM im Referenzzustand bei mehrstufiger Belastung	75
5.1.3	Ermüdungsverhalten des Stahls 316LVM in Form defektbehafteter Proben bei konstanter Spannung unter Berücksichtigung künstlich eingebrachter Defekte	77
5.1.4	Fraktografie	81

5.1.5	Einfluss der Defektform auf das Ermüdungsverhalten	88
5.1.6	Einfluss der Defektposition auf das Ermüdungsverhalten	90
5.1.7	Modellbasierte Beschreibung des defektdominierten Ermüdungsverhaltens nach Murakami	91
5.1.8	Modellbasierte Beschreibung des defektdominierten Ermüdungsverhaltens nach Shiozawa	99
5.1.9	Fazit zur Anwendbarkeit der defektbasierten Modelle	106
5.2	Einfluss des Stickstoffgehalts auf die mechanischen Eigenschaften des Stahls 316L	112
5.2.1	Mikrostruktur, quasistatische Eigenschaften und Defekte	112
5.2.2	Ermüdungsverhalten der Stähle 316L und 316L+N an Luft bei mehrstufiger und konstanter zyklischer Belastung	119
5.2.3	Korrosionsermüdungsverhalten der Stähle 316L und 316L+N	122
5.2.4	Fraktografische Untersuchung nach Ermüdung an Luft	126
5.2.5	Fraktografische Untersuchung nach Korrosionsermüdung	131
5.2.6	Korrelation von Fraktografie und μ CT-Ergebnissen	136
5.2.7	Modellbasierte Beschreibung des Ermüdungsverhaltens an Luft und in korrosivem Medium	138
5.2.8	Einfluss von Korrosion und Defekten auf die Schädigungsmechanismen	152
5.2.9	Extremwertverteilung zur Beschreibung des defektabhängigen Ermüdungsverhaltens	156
6	Zusammenfassung und Ausblick	159
	Publikationen und Präsentationen	167
	Studentische Arbeiten	171
	Curriculum Vitae	173
	Literaturverzeichnis	175