

[REDACTED]

Bastian Blinn

**Charakterisierung des  
Ermüdungsverhaltens additiv gefertigter  
Werkstoffstrukturen aus AISI 316L unter  
Verwendung effizienter  
Kurzzeitmethoden**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichen und Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen und Stand der Forschung</b> .....	<b>5</b>
2.1 Ermüdungsverhalten metallischer Werkstoffe.....	5
2.1.1 Grundlagen der Materialermüdung.....	5
2.1.2 Einfluss mikrostruktureller Defekte auf die Ermüdungslebensdauer.....	7
2.1.3 Wechselverformungsverhalten metallischer Werkstoffe.....	10
2.2 Kurzzeitmethoden zur Untersuchung des Ermüdungsverhaltens.....	16
2.2.1 PhyBa <sub>L</sub> CHT.....	16
2.2.2 Laststeigerungsversuche.....	19
2.2.3 PhyBa <sub>L</sub> LIT.....	21
2.3 Rostfreie austenitische CrNi-Stähle.....	24
2.3.1 Eigenschaften und technische Anwendungen.....	24
2.3.2 Verformungs- und spannungsinduzierte Phasenumwandlung – TRIP-Effekt.....	25
2.4 Additive Fertigung metallischer Werkstoffstrukturen.....	30
2.4.1 Additive Fertigungsverfahren.....	30
2.4.2 Vor- und Nachteile additiver Fertigungsverfahren.....	34
2.4.3 Einfluss der Fertigungsparameter auf die Ausbildung additiv gefertigter metallischer Strukturen.....	35
2.4.4 Mikrostruktur additiv gefertigter metallischer Werkstoffe.....	38
2.4.5 Quasistatische Eigenschaften.....	40
2.4.6 Eigenspannungszustände in additiv gefertigten Strukturen.....	43
2.4.7 Ermüdungseigenschaften additiv gefertigter Werkstoffstrukturen.....	45
<b>3 Motivation und Zielsetzung</b> .....	<b>50</b>
<b>4 Versuchstechnik</b> .....	<b>53</b>
4.1 Mikrostrukturanalyse.....	53
4.2 Ermittlung quasistatischer Werkstoffeigenschaften.....	54
4.3 Zyklische Eindringprüfungen.....	55
4.4 Ermüdungsversuche.....	56
4.5 Oberflächenanalyse.....	58
<b>5 Versuchswerkstoff</b> .....	<b>59</b>
5.1 Untersuchte Probenzustände.....	59
5.2 Mikrostruktur.....	62

5.3	Quasistatische mechanische Eigenschaften .....	66
<b>6</b>	<b>Versuchsergebnisse und Diskussion.....</b>	<b>71</b>
6.1	Einfluss der chemischen Zusammensetzung des verwendeten Pulvers.....	71
6.1.1	Einfluss der chemischen Zusammensetzung auf die Lebensdauer und das Wechselverformungsverhalten .....	71
6.1.2	Bewertung des Einflusses der Variation der chemischen Pulverzusammensetzung auf die Defekttoleranz.....	80
6.2	Auswirkungen unterschiedlicher Aufbaurichtungen .....	85
6.2.1	Einfluss der Aufbaurichtung auf die Ermüdungslebensdauer und das Wechselverformungsverhalten .....	85
6.2.2	Auswirkungen der Aufbaurichtung in Wechselwirkung mit mikrostrukturellen Defekten.....	94
6.3	Vergleich zwischen SLM- und LDW-gefertigten Werkstoffstrukturen .....	98
6.3.1	Wechselverformungsverhalten und resultierende Lebensdauer mittels SLM und LDW hergestellter Proben .....	98
6.3.2	Bewertung des Einflusses des additiven Fertigungsprinzips auf die Defekttoleranz des Werkstoffs .....	101
6.4	Auswirkungen eines nachgelagerten Eigenspannungsarmglühens.....	104
6.4.1	Wechselverformungsverhalten und resultierende Lebensdauer unterschiedlich orientierter, eigenspannungsarmgeglühter SLM-Proben.....	104
6.4.2	Bewertung des Einflusses des Eigenspannungsarmglühens auf die Defekttoleranz .....	110
6.5	Einfluss der additiv gefertigten Oberfläche auf die Ermüdungseigenschaften.....	115
6.5.1	Charakterisierung der aus dem additiven Fertigungsprozess resultierenden Oberflächentopographie.....	115
6.5.2	Wechselverformungsverhalten des additiv gefertigten Oberflächenzustandes ..	116
6.6	Bewertung der Anwendbarkeit der Kurzzeitmethoden LSV, PhyBaL <sub>CHT</sub> und PhyBaL <sub>LIT</sub> zur Analyse des Ermüdungsverhaltens additiv gefertigter Werkstoffstrukturen .....	122
6.7	Einordnung der vorliegenden Resultate im Kontext der in der Literatur verfügbaren Untersuchungsergebnisse.....	126
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>131</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>138</b>
<b>9</b>	<b>Ausgewählte Publikationen und Vorträge .....</b>	<b>159</b>

---

9.1	Publikationen .....	159
9.2	Vorträge .....	160
9.3	Posterbeiträge.....	163
<b>10</b>	<b>Betreute studentische Arbeiten.....</b>	<b>164</b>
<b>11</b>	<b>Lebenslauf.....</b>	<b>166</b>