
Inhaltsverzeichnis

0	Formel- und Kurzzeichen	III
1	Einleitung	1
2	Stand der Erkenntnisse	3
2.1	Titan- und Titanlegierungen	3
2.1.1	Werkstoffeigenschaften und -einsatzgebiete	3
2.1.2	Klassifizierung	4
2.1.3	Metallurgische Grundlagen	6
2.2	Laserstrahlschmelzen	8
2.2.1	Einordnung	8
2.2.2	Verfahrensbeschreibung	9
2.2.3	Einfluss der Hauptprozessparameter auf die Bauteilqualität	11
2.2.4	Typische Werkstoffcharakteristika laserstrahlgeschmolzener Bauteile	20
2.3	Post Processing additiv gefertigter Bauteile	22
2.3.1	Wärmebehandlung von Titanlegierungen	22
2.3.2	Nachbearbeitung additiv gefertigter Titanbauteile	29
3	Zielsetzung und Vorgehensweise	30
4	Versuchsbedingungen	34
4.1	Versuchswerkstoff	34
4.2	Probengeometrien	35
4.3	Versuchsmaschinen	37
4.3.1	Laserstrahlschmelzen	37
4.3.2	Gleitschleifen	38
4.3.3	Drehen	39
4.3.4	Kugelstrahlen	40
4.3.5	Wärmebehandeln	41
4.3.6	Elektrochemisches Polieren	41
4.4	Mess- und Analyseeinrichtungen	43
5	Verarbeitung von hochfesten β -Titanlegierungen mittels Laserstrahlschmelzen	49
5.1	Werkstoffqualifizierung	49
5.2	Einfluss der Laserstrahlschmelzprozessparameter auf die Bauteildichte, Randporosität und Oberflächenrauheit	52
5.2.1	Laserleistung	52
5.2.2	Scangeschwindigkeit und Spurabstand	54
5.2.3	Volumenenergiedichte	58
5.2.4	Fokuslage	59
5.2.5	Scanstrategie	60
6	Wärmebehandlung laserstrahlgeschmolzener β -Titanlegierungen	65
6.1	Wärmebehandlungsstrategien	65
6.2	Werkstoffgefüge	67
6.3	Mechanische Eigenschaften	75
7	Nachbearbeitung laserstrahlgeschmolzener β -Titanlegierungen	88
7.1	Allgemeines	88
7.2	Oberflächenrauheit und -beschaffenheit	88
7.3	Mechanische Eigenschaften	94

8	Wechselwirkungen der Post-Prozesse Wärmebehandlung und Nachbearbeitung	101
8.1	Allgemeines	101
8.2	Oberflächenrauheit	101
8.3	Mechanische Eigenschaften	103
9	Versagensmechanismen.....	114
9.1	Allgemeines	114
9.2	Einfluss der Wärmebehandlung auf die Bruchfläche und das Bauteilversagen bei statischer Beanspruchung.....	116
9.3	Einfluss der Nachbearbeitung auf die Bruchfläche und das Bauteilversagen bei statischer Beanspruchung.....	119
9.4	Einfluss der Post-Prozesse auf das Bauteilversagen bei zyklischer Beanspruchung	121
10	Empfehlung zum industriellen Einsatz und zur Prozessgestaltung	124
11	Zusammenfassung und Ausblick.....	127
12	Literatur und Normen	132
13	Anhang	141