

Inhalt

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Stand der Wissenschaft und Technik | 3 |
| 2.1 | Werkstoffgrundlagen | 3 |
| 2.1.1 | Einteilung und Eigenschaften von Schnellarbeitsstahl | 3 |
| 2.1.2 | Gefüge von Schnellarbeitsstahl | 6 |
| 2.1.3 | Legierungselemente von Schnellarbeitsstahl | 10 |
| 2.1.4 | Wärmebehandlung von Schnellarbeitsstahl | 11 |
| 2.1.5 | Schnellarbeitsstahl HS6-5-3-8 | 13 |
| 2.2 | Laser Powder Bed Fusion | 16 |
| 2.2.1 | Verfahrensprinzip | 16 |
| 2.2.2 | Gefügeausbildung | 20 |
| 2.2.3 | Eigenspannungen | 22 |
| 2.2.4 | Verarbeitung von Schnellarbeitsstahl und ähnlichen Stählen | 24 |
| 3 | Problemstellung, Zielsetzung und Vorgehensweise | 39 |
| 3.1 | Zielsetzung und Forschungsfragen | 39 |
| 3.2 | Vorgehensweise | 40 |
| 4 | Anlagentechnik und Analysemethodik | 43 |
| 4.1 | LPBF-Laboranlage | 43 |
| 4.1.1 | Vorheizprinzip | 45 |
| 4.1.2 | Thermografie | 46 |
| 4.2 | Pulver HS6-5-3-8 und Substrat | 49 |
| 4.3 | Probengeometrie und -position | 50 |
| 4.4 | Analyseverfahren | 51 |
| 4.4.1 | Probenpräparation | 52 |
| 4.4.2 | Analyse der Bauteildichte und Bauteilhärte | 52 |
| 4.4.3 | Analyse der Schweißspur und Mikrostruktur | 53 |
| 5 | Einfluss der Prozessführung auf die Verarbeitbarkeit von HS6-5-3-8 | 57 |
| 5.1 | Auswahl einer zentralen Verfahrensparameterkombination | 57 |
| 5.2 | Einfluss der Vorheiztemperatur | 63 |
| 5.3 | Einfluss der Schutzgasführung | 83 |

| | | |
|-----------|--|------------------------------------|
| 6 | Einfluss der Bauteilanzahl und der Bauteilhöhe auf die Verarbeitbarkeit von HS6-5-3-8 | 97 |
| 6.1 | Einfluss der Bauteilanzahl | 97 |
| 6.2 | Einfluss der Bauteilhöhe | 105 |
| 7 | Einfluss der Legierungszusammensetzung auf die Verarbeitbarkeit von HS6-5-3-8 | 115 |
| 7.1 | Einfluss von zwei Pulverchargen | 115 |
| 7.2 | Einfluss von Kohlenstoff | 123 |
| 8 | Demonstration | 133 |
| 9 | Zusammenfassung und Ausblick | 139 |
| 10 | Literaturverzeichnis | Fehler! Textmarke nicht definiert. |
| 11 | Abkürzungen und Formelzeichen | 153 |
| 12 | Anhang | 157 |
| 12.1 | Werkstoffkennndaten | 157 |
| 12.2 | Konstitutioneller Unterkühlung | 158 |
| 12.3 | Übersicht Stand der Technik | 161 |
| 12.4 | Strahlkaustik | 163 |
| 12.5 | Thermografiekennndaten | 164 |
| 12.6 | Bestimmung Emissionsgrad und Messfelderstellung | 165 |
| 12.7 | Informationen und Ergebnisse zu Kapitel 5.1 | 170 |
| 12.8 | Weitere Ergebnisse zu Kapitel 5.2 | 173 |
| 12.8.1 | IR-Prozessbeobachtung der Versuche zu Kapitel 5.2 | 173 |
| 12.8.2 | Bauteildichte, Bauteilhärte und Schweißspuranalyse der Proben zu Kapitel 5.2 | 174 |
| 12.8.3 | REM und EBSD-Ergebnisse zu Kapitel 5.2 | 177 |
| 12.9 | Weitere Ergebnisse zu Kapitel 5.3 | 184 |
| 12.10 | Informationen und Ergebnisse zu Kapitel 6 | 189 |
| 12.11 | Grundlagen der Wärmeübertragung | 192 |
| 12.12 | Weitere Ergebnisse zu Kapitel 7 | 194 |
| 12.13 | Untersuchung der Vorheizungsmodule | 196 |
| 12.14 | Informationen zu Kapitel 8 | 201 |