
Inhaltsverzeichnis

0	Formel- und Kurzzeichen	III
1	Einleitung	1
2	Grundlagen und Stand der Technik.....	3
2.1	Druckfließbläppen.....	3
2.1.1	Verfahrensbeschreibung.....	4
2.1.2	Abrasivmedien.....	6
2.1.3	Anwendungsgebiete und Forschungsthemen	7
2.1.4	Prozesssimulation	10
2.2	Additive Fertigung mittels Laserstrahlschmelzen	12
2.2.1	Grundlegendes.....	12
2.2.2	Bauteilherstellung.....	13
2.2.3	Nachbearbeitung	15
2.2.4	Vorrichtungen zum Druckfließbläppen von Bauteilen mit hochkomplexer Geometrie.....	17
3	Zielsetzung und Vorgehensweise	18
4	Versuchsbedingungen und Messmethoden	20
4.1	Anforderungen an den Versuchsaufbau.....	20
4.2	Bearbeitungs- und Messsysteme	20
4.2.1	Versuchsanlage.....	20
4.2.2	Oberflächenmesssysteme	22
4.2.3	Messsystem zur Untersuchung der Rheologie der Abrasivmedien	24
4.3	Probekörper und Werkstoffe	25
4.4	Vorrichtung zur Einspannung der Probekörper	28
4.5	Abrasivmedien für Bearbeitungsversuche.....	30
5	Einfluss der Stellgrößen auf das Arbeitsergebnis.....	31
5.1	Abtrennverhalten bei variierendem Querschnitt an der Bearbeitungsstelle	31
5.2	Oberflächengüte bei variierendem Querschnitt an der Bearbeitungsstelle	35
5.3	Oberflächengüte am engsten Querschnitt.....	38
5.4	Kantenradienbildung	40
6	Rheologie der Abrasivmedien und Ersatzmodell.....	42
6.1	Spezifische Eigenschaften	42
6.1.1	Viskosität und Fließfunktion	43
6.1.2	Scherverdünnung	44
6.1.3	Viskoelastizität.....	46
6.1.4	Komplexer Schubmodul.....	47
6.2	Mechanisches Ersatzmodell	47
6.2.1	Rheologische Modelle	47
6.2.2	Relaxationsspektrum mit allen erforderlichen Modellparametern	56
6.2.3	Rheologische Messdaten	57
6.2.4	Adaptiertes Ersatzmodell.....	60
6.3	Numerischer Algorithmus zur Bestimmung der Modellparameter	63
6.3.1	Optimierungsfunktion.....	63
6.3.2	Berechnungsroutine	64
6.3.3	Benutzeroberfläche	69

7	Prozesssimulation	72
7.1	Grundlagen der numerischen Fluidodynamik	72
7.2	Bilanzgleichungen	73
7.3	Randbedingungen und Implementierung in ANSYS CFX	76
7.3.1	Stationarität, Inkompressibilität und Isothermie	77
7.3.2	Ein- und Auslass	77
7.3.3	Wandbehandlung	80
7.4	Geometrie und Diskretisierung	82
7.4.1	Geometrieerstellung	82
7.4.2	Diskretisierung	82
7.4.3	Netzunabhängigkeit	84
7.5	Lösereinstellungen	85
7.5.1	Konvergenz und Residuum	85
7.5.2	Abbruchkriterien	85
7.5.3	Ergebnisdaten	85
7.5.4	Konvergenzverbesserung	85
7.6	Ergebnisvalidierung	87
7.6.1	Wirkmechanismen infolge der Viskoelastizität	88
7.6.2	Speicher- und Verlustmodul in der Simulation	89
7.6.3	Korrelationen zwischen Simulation und experimentellen Versuchen	93
8	Verifizierung der Prozesssimulation an einem additiv gefertigten Realbauteil	97
8.1	Brennerkopf in der stationären Gasturbine	97
8.2	Anforderungen an die Nachbearbeitung des Brennerkopfes	99
8.3	Vorrichtung zur Werkstückeinspannung	100
8.4	Prozessparameter und Randbedingungen	101
8.5	Bearbeitungsergebnisse	103
8.6	Simulationsergebnisse	107
8.7	Mit Hilfe der Prozesssimulation erhöhtes Zeitspannungsvolumen	112
9	Zusammenfassung	117
10	Literaturverzeichnis	119