

Inhaltsverzeichnis

Formel- und Kurzzeichen.....	VII
1 Einleitung und Ziele	1
2 Stand der Technik.....	3
2.1 Maßnahmen und laserbasierte Verfahren zur Optimierung tribologisch beanspruchter metallischer Oberflächen	3
2.1.1 Optimierung der tribologischen Bedingungen durch eine gezielte Veränderung der Stoffeigenschaften oder durch einen flächigen Materialauftrag.....	5
2.1.2 Optimierung der Kontakt- und Schmierbedingungen durch Anpassung der Oberflächentopografie	10
2.2 Laserimplantation.....	18
2.2.1 Laserimplantation als Methode zur indirekten Strukturierung.....	19
2.2.2 Laserimplantation als Methode zur direkten Strukturierung	20
2.3 Ausgangspunkt und Ziele der vorliegenden Arbeit	22
3 Versuchsdurchführung.....	24
3.1 Werkstoffe	24
3.1.1 Substratwerkstoffe	24
3.1.2 Hartstoffe.....	26
3.2 Probenvorbereitung.....	28
3.3 Lasertechnik zur Laserimplantation.....	29
3.4 Erweiterung des Prozessverständnisses durch Highspeed-Kameraaufnahmen	31
3.5 Einfluss der Prozessparameter und Werkstoffe auf die Oberflächentopografie	32
3.6 Untersuchung der Werkstoffeigenschaften	34
3.6.1 Untersuchungen an aufgeschmolzenen Zonen.....	34
3.6.2 Untersuchungen an laserimplantierten Zonen.....	35
3.7 Ermittlung der Geometrie- und Werkstoffeigenschaften	36
3.7.1 Ermittlung der geometrischen Eigenschaften.....	36
3.7.2 Werkstoffanalytik.....	36
3.8 Untersuchung der tribologischen Eigenschaften	38
3.8.1 Versuchskörper.....	38
3.8.2 Versuchsaufbau und -anlage	39
3.8.3 Ermittlung des Einflusses auf die Stribeck-Kurve.....	39
3.8.4 Evaluierung des Verschleiß- und Prozessverhaltens.....	40
3.9 Übersicht über das Versuchsprogramm	42
4 Ergebnisse und Diskussion.....	43
4.1 Erweiterung des Prozessverständnisses durch Highspeed-Kameraaufnahmen	43
4.1.1 Verfahrensschritte beim Aufschmelzen	43
4.1.2 Verfahrensschritte bei der Laserimplantation	45
4.2 Untersuchung der Geometrie aufgeschmolzener sowie implantierter Zonen	50
4.2.1 Geometrieanalyse an aufgeschmolzenen Zonen	50
4.2.2 Geometrieanalyse an laserimplantierten Zonen.....	52
4.3 Untersuchung der Werkstoffeigenschaften aufgeschmolzener Zonen.....	61
4.3.1 Kategorisierung aufgeschmolzener Zonen	61
4.3.2 Einfluss auf die Mikrostruktur aufgeschmolzener Zonen.....	62

4.3.3	Einfluss des Aufschmelzens auf die Oberflächenhärte	65
4.3.4	Rückführung der ermittelten Härtewerte auf die Mikrostruktur aufgeschmolzener Zonen	67
4.4	Untersuchung der Werkstoffeigenschaften implantierter Zonen	69
4.4.1	Kategorisierung implantierter Bereiche	69
4.4.2	Einfluss auf die Mikrostruktur implantierter Zonen	71
4.4.3	Einfluss der Laserimplantation auf die Oberflächenhärte	82
4.4.4	Rückführung der Härtewerte auf die Mikrostruktur implantierter Zonen	92
4.5	Untersuchung der tribologischen Eigenschaften implantierter Oberflächen	104
4.5.1	Referenzversuche an geläppten und geschliffenen Flächen	104
4.5.2	Einfluss implantierter Oberflächen auf den Verlauf der Stribeck-Kurve ...	106
4.5.3	Evaluiierung des Verschleißverhaltens und der Prozessstabilität implantierter Oberflächen unter geschmierter Gleitreibung	114
5	Zusammenfassung und Ausblick	120
6	Literaturverzeichnis	125
7	Anhang	133
7.1	Versuchsdurchführung	133
7.2	Untersuchung der Geometrie aufgeschmolzener sowie implantierter Zonen	135
7.3	Untersuchung der Werkstoffeigenschaften laserimplantierter Zonen	138
7.4	Untersuchung der tribologischen Eigenschaften implantierter Oberflächen	145