

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	v
Abstract	vii
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik	3
2.1 Auftragschweißen	3
2.2 Schweißtechnische Beschichtungsverfahren	5
2.2.1 Plasma-Pulver-Auftragschweißen	5
2.2.2 Laser-Pulver-Auftragschweißen	5
2.2.3 Hybride Fertigungsverfahren und Prozesskombinationen	6
2.2.4 Auftragschweißen durch einen laserunterstützten Lichtbogen-Prozess	7
2.3 Plattierte Rohre am Beispiel von Membranrohrwänden	9
2.4 Ökobilanzierung	11
2.4.1 Ökobilanzierung in der Schweißtechnik	14
2.5 Wirtschaftlichkeitsanalyse von Fertigungsprozessen	17
3 Versuchsdurchführung	19
3.1 Werkstoffe	19
3.1.1 Substratwerkstoffe	19
3.1.2 Verschleißschutzwerkstoffe	19
3.1.3 Korrosionsschutzwerkstoffe	19
3.2 Anlagentechnik	20
3.2.1 Eingesetzte Laser- und Plasmaanlage	20
3.3 Referenzschweißversuche	22
3.3.1 Laser-DED-Auftragschweißen	22
3.3.2 Plasma-Pulver-Auftragschweißen	22
3.4 Plasma-Laser-Auftragschweißen als hybrider Beschichtungsprozess	22
3.5 Korrosionsuntersuchungen	26
3.6 Verschleißuntersuchungen	27
3.7 Ökobilanzierung der Auftragschweißverfahren	27
3.7.1 Zieldefinition	28
3.7.2 Sachbilanz	30
3.7.3 Wirkungsabschätzung	33
3.7.4 Auswertung	33
3.8 Wirtschaftlichkeitsanalyse	33

4 Ergebnisse	37
4.1 Referenzprozess: Plasma-Pulver-Auftragschweißen	37
4.1.1 Verschleißschutzbeschichtung und -prüfung	37
4.1.2 Korrosionsschutzbeschichtung und -prüfungen	38
4.1.3 Ökobilanzierung	40
4.1.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse	41
4.2 Referenzprozess: Laser-DED-Auftragschweißen	42
4.2.1 Verschleißschutzbeschichtung und -prüfung	42
4.2.2 Korrosionsschutzbeschichtung und -prüfungen	43
4.2.3 Ökobilanzierung	45
4.2.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse	46
4.3 Hybrider Beschichtungsprozess	48
4.3.1 Untersuchung von verschiedenen Prozessanordnungen	48
4.3.2 Laser-Plasma Prozessinteraktion	53
4.3.3 Plasma-Laser-Hybrid-Prozess	58
4.3.4 Verschleißschutzbeschichtung und -prüfung	59
4.3.5 Korrosionsschutzbeschichtung und -prüfungen	64
4.3.6 Ökobilanzierung	67
4.3.7 Wirtschaftlichkeitsanalyse	68
4.3.8 Validierung und Demonstration	70
5 Diskussion	71
5.1 Plasma-Laser-Auftragschweißen als hybrider Beschichtungsprozess	71
5.1.1 Untersuchung von verschiedenen Prozessanordnungen	71
5.1.2 Laser-Plasma-Prozessinteraktion	72
5.1.3 Plasma-Laser-Hybrid-Prozess	74
5.2 Ökobilanzierung der Auftragschweißverfahren	80
5.3 Wirtschaftlichkeitsanalyse	87
5.4 Zusammenfassender Technologievergleich am Beispiel von Membranrohrwänden	89
6 Zusammenfassung	93
Literaturverzeichnis	94
Abkürzungsverzeichnis	105
Abbildungsverzeichnis	107
Tabellenverzeichnis	111
Anhang	113
A Ökobilanz - Modellgraphen	114
B Ökobilanz - Prozessnamen in der Datenbank	117