

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Theoretische Grundlagen – Stand der Kenntnisse	3
2.1	Umformtechnische Grundlagen	3
2.1.1	Beeinflussung mechanischer Eigenschaften in (Warm-)Umformprozessen	4
2.1.2	Drücken und Drückwalzen	7
2.1.3	Reibungsunterstützte Fertigungsverfahren	11
2.1.4	Reibdrücken.....	15
2.2	Eigenspannungen	28
2.2.1	Fertigungsbedingte Eigenspannungsentstehung und -einstellung	30
2.2.2	Experimentelle Eigenspannungsermittlung	33
2.3	Zusammenfassende Betrachtung.....	39
3	Wissenschaftliche Zielsetzung	41
4	Versuchseinrichtungen und -durchführung.....	43
4.1	Prozessentwicklung am Reibdruckversuchsstand.....	43
4.1.1	Angetriebenes Werkzeug.....	45
4.1.2	Drückwalz-Setup	47
4.1.3	Erweitertes Reibdruck-Werkzeugsystem.....	48
4.2	Prozess- und Versuchsdurchführung	49
4.3	Eigenspannungsmessmethoden.....	53
4.3.1	Inkrementelle Bohrlochmethode	53
4.3.2	Prozessnahe optische Eigenspannungsmessungen (DIC-HDM)	54
4.3.3	Qualifizierung der prozessnahen optischen Eigenspannungsmessungen	59
4.3.4	Röntgendiffraktometrische Eigenspannungsermittlung	64
4.4	Weitere Versuchs-, Prüf- und Messeinrichtungen	65

- 4.4.1 Temperaturerfassung65
- 4.4.2 Krafterfassung66
- 4.4.3 Mechanische Werkstoffprüfungen.....67
- 4.4.4 Gefügeanalysen67
- 4.4.5 Dehnungsmessung67
- 4.4.6 Formänderungsanalysen68
- 4.5 Verwendete Halbzeugwerkstoffe69
- 5 Untersuchungen zum erweiterten Reibdruckprozess73
 - 5.1 Temperaturprofile74
 - 5.2 Prozesskräfte80
 - 5.3 Härteprofile81
 - 5.4 Gefügeuntersuchungen.....84
 - 5.5 Untersuchungen zum Werkstofffluss im Reibdruckprozess86
 - 5.5.1 Beeinflussung der radialen Formänderung.....88
 - 5.5.2 Beeinflussung der tangentialen Formänderung89
 - 5.5.3 Beeinflussung des Werkstoffflusses in der Kontaktzone beim Werkzeugantrieb.
.....93
 - 5.6 Reibgeschwindigkeiten in der Kontaktzone.....94
 - 5.7 Reibwegmodell zur Beschreibung der Formänderung.....97
 - 5.8 Fazit zu den Untersuchungen des erweiterten Reibdruckprozesses.....98
- 6 Eigenspannungsentstehung und -einstellungen im Reibdruckprozess.....101
 - 6.1 Aluminiumverarbeitung.....103
 - 6.1.1 Parameteruntersuchung zur Eigenspannungsentstehung im herkömmlichen Reibdruckprozess von Aluminiumflanschen104
 - 6.1.2 Eigenspannungseinstellung durch angepasste Prozessführungen – Beeinflussung der Beanspruchungsart110
 - 6.2 Stahlverarbeitung115

6.2.1	Parameteruntersuchung zur Eigenspannungsentstehung im Reibdruckprozess	115
6.2.2	Eigenspannungsentstehung bei der Verarbeitung von Vergütungsstählen.....	120
6.2.3	Eigenspannungseinstellung durch eine parameterbasierte Trendregelung.....	123
7	Zusammenfassung.....	129
8	Literaturverzeichnis.....	133