Inhaltsverzeichnis

0 FORMELZEICHEN UND SYMBOLE 6

1 EINLEITUNG UND ZIELSTELLUNG 8

2 STAND DER TECHNIK 10

2.1 Die Historie und Anwendung des Planetenschrägwalzen von Rohren 10
2.2 Der Planetenschrägwalzprozess 13
2.2.1 Mechanischer Aufbau des Planetenschrägwalzwerkes 13
2.2.2 Das Verfahrensprinzip 15
2.2.3 Modellbildung 22
2.2.4 Patente 23
2.2.5 Der Werkstoff Kupfer 24

3 VERSUCHSWALZUNGEN AN EINER PSW-ANLAGE 28

3.1 Aufbau einer kontinuierlichen PSW-Linie 29
3.2 Durchführung der Walzungen 31
3.2.1 Erste Walzenkalibrierung 31
3.2.2 Vorversuche 32
3.2.3 Optimierung der Walzwerkskonfiguration 34
3.2.4 Kontinuierliche Walzversuche 35
3.3 Walzkraftmessung 36
3.3.1 Vorgehensweise 36
3.3.2 Auslegung und Installation der Messtechnik 36
3.3.3 Ergebnis der Walzkraftmessung 39
3.4 Ergebnisse und Auswertung 39
3.4.1 Umformgeometrie 40
3.4.2 Umformkräfte 41
3.4.3 Walzgeschwindigkeiten 42
3.4.4 Umformleistung 44

4 FEM-SIMULATION DES WALZPROZESSES 46

4.1 Stand der Technik der FEM 46
4.1.1 Anwendung der FEM beim Schrägwalzen 47
4.1.2 FEM-Software 48
4.2 Ziel der FEM-Simulation 49
4.3 Aufbau des Modells 50
4.3.1 Geometrie 50
4.3.2 Kontakt 50
4.3.3 Werkzeuge 51
4.3.4 Kinematik 51

4.3.5 Werkstoff 52
4.4 Durchführung der Simulationen 52
4.4.1 Modell 1 53
4.4.2 Modell 2 56
4.5 Diskussion der Ergebnisse 61

5 ERWEITERUNG DER PLASTIZITÄTSTHEORIE 62

5.1 Ansätze zur Verbesserung der Plastizitätstheorie 62
5.1.1 Schiebungen in der Umformzone 63
5.1.2 Erweiterte Fließkurve 67
5.1.3 Vergleich der Methoden 70
5.2 Aufbau der erweiterten Plastizitätstheorie 70
5.2.1 Deklarationen und Definitionen 71
5.2.2 Methode Siebke/Gärtner 74
5.2.3 Erweiterte Berechnungsmethode 76
5.2.4 Ablaufbeschreibung 88
5.3 Verifikation und Plausibilität der Ergebnisse 91

6 ERWEITERTE ANALYSE DES UMFORMPROZESSES 96

6.1 Vorgänge in der Umformzone 96
6.1.1 Torsion 96
6.1.2 Redundante Formänderung in der Umformzone 100
6.1.3 Wirkungsgrad 102
6.2 Auslegungsdiagramme 103
6.2.1 Größenvergleich 103
6.2.2 Walzgeschwindigkeit 105
6.2.3 Werkstoffalternativen 107
6.3 Ansätze zur Optimierung des Umformprozesses 108
6.3.1 Kapazitätssteigerung 108
6.3.2 Torsionsfreies Schrägwalzen 109

7 ZUSAMMENFASSUNG 112

8 VERZEICHNISSE 114

8.1 Literaturstellen 114
8.2 Abbildungen 116
8.3 Diagramme 117

9 LEBENSLAUF 120