

Inhaltsverzeichnis

Table of Contents

- 1 Einleitung 1
- 2 Stand der Technik in Forschung und Industrie..... 5
 - 2.1 Thermischer Replikationsprozess zur Herstellung von Mikro- und Nanostrukturen 6
 - 2.1.1 Prozessbeschreibung des Heißprägeverfahrens 6
 - 2.1.2 Prozessfenster des diskontinuierlichen Heißprägeverfahrens 7
 - 2.1.3 Vicat-Erweichungstemperatur 9
 - 2.1.4 Glasübergangstemperatur 10
 - 2.1.5 Kontinuierliches Heißprägeverfahren 11
 - 2.1.6 Prozessfenster des kontinuierlichen Heißprägeverfahrens 12
 - 2.2 Maschinentechnik für die kontinuierliche T-NIL..... 14
 - 2.2.1 Temperiersysteme 14
 - 2.2.2 Prägewerkzeuge 18
 - 2.2.3 Andruckeinheiten 20
 - 2.3 Anlagenkonzepte 22
 - 2.3.1 Definition relevanter Anlagentypen 22
 - 2.3.2 Maschinentechnik isothermer Anlagenkonzepte 24
 - 2.3.3 Maschinentechnik zonaler Anlagenkonzepte 25
 - 2.3.4 Maschinentechnik gradueller Anlagenkonzepte 28
 - 2.3.5 Industrielle Systeme 29
 - 2.4 Anwendungsspektrum 31
 - 2.4.1 Optik und Photonik 31
 - 2.4.2 Medizin und Life-Sciences 33
 - 2.4.3 Bionik 34
 - 2.5 Zwischenfazit 35
- 3 Vorhabensbeschreibung 37
 - 3.1 Bewertung des Kenntnisstands 37
 - 3.2 Zielsetzung, Aufgabenstellung und Vorgehensweise 38
- 4 Anlagenkonzept für ein graduelles variothermes T-NIL-Modul 43
 - 4.1 Aufbau des Gesamtsystems 43
 - 4.2 Auf- und Abwickler 43
 - 4.2.1 Abwickler 44
 - 4.2.2 Aufwickler 46
 - 4.3 Aufbau und allgemeine Funktionsweise des T-NIL Moduls 47
 - 4.3.1 Temperierungskonzept 49
 - 4.3.2 Andruckeinheit und Bandführung 52
 - 4.3.3 Peripherie 54

4.4	Antriebs- und Regelungskonzepte	55
4.4.1	Bahnlaufregelung	55
4.4.2	Regelung des Stahlbandes	58
4.5	Empirische Charakterisierung des Maschinenverhaltens	59
4.5.1	Laufverhalten des Stahlbandes	60
4.5.2	Betrachtung der Prozesskräfte	62
4.6	Zwischenfazit.....	63
5	Untersuchung der thermischen Prozesseinflüsse auf die kontinuierliche T-NIL.....	65
5.1	Theoretische Betrachtung des induzierten Magnetfelds	65
5.1.1	Aufbau der Simulation	67
5.1.2	Simulationsergebnisse des Magnetfeldes	71
5.1.3	Bewertung der Simulationsergebnisse	74
5.2	Theoretische Betrachtung des Temperaturfeldes	75
5.2.1	Konzentriertes Kapazitätsmodell	75
5.2.2	Implementierung und Randbedingungen	76
5.3	Simulationsergebnisse	81
5.3.1	Kontinuierlicher Betrieb des Induktionsheizers.....	81
5.3.2	Pulsweitenmodulation.....	85
5.4	Zwischenfazit.....	88
6	Experimentelle Validierung der thermischen Prozesseinflüsse.....	91
6.1	Versuchsaufbau	91
6.2	Methodik.....	93
6.3	Zielsetzung und Versuchsablauf	95
6.4	Ergebnisse	97
6.4.1	Kontinuierlicher Betrieb des Induktionsheizers.....	98
6.4.2	Versuche mit Pulsweitenmodulation.....	102
6.4.3	Einfluss der eingebrachten Wärmeenergie	104
6.4.4	Vergleich von Simulation und Experiment.....	105
6.5	Interpretation der Ergebnisse	108
6.6	Zwischenfazit.....	108
7	Übertragung der Ergebnisse auf ein Prägesystem.....	111
7.1	Empirische Validierung des Konzeptes.....	111
7.1.1	Zielsetzung	112
7.1.2	Rahmenbedingungen der Studie	112
7.1.3	Faktorieller Versuch.....	116
7.2	Ergebnisse	117
7.2.1	Temperaturgradient.....	118
7.2.2	Replizierte Mikrostrukturen	122
7.2.3	Spitzenradien der Mikrostrukturen.....	127
7.3	Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit	128

7.3.1	Auswirkung auf den Temperaturgradienten	129
7.3.2	Auswirkung auf die Abformqualität	130
7.4	Zwischenfazit.....	131
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	133
8.1	Zusammenfassung.....	133
8.2	Ausblick.....	135
9	Literaturverzeichnis	141
10	Anhang	151
10.1	Parametertabelle des DOE mit PWM.....	151
10.2	Parametertabelle des kontinuierlichen DOE	152