

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