

Inhaltsverzeichnis

Content

1 Einleitung	1
2 Stand der Technik in Forschung und Industrie	7
2.1 Anwendungen und Fertigung flexibler Mehrlagensysteme	8
2.1.1 Anwendungsbereiche von Mehrlagensystemen	8
2.1.2 Verfahren zum Verbinden mehrerer Lagen	10
2.1.3 Schichtlaminieren	12
2.2 Herstellung und Funktionalisierung einzelner Lagen	13
2.2.1 Kontinuierliche Beschichtungsverfahren	14
2.2.2 Druckverfahren	15
2.2.3 Präge- und Strukturierungsverfahren	18
2.3 Methoden der Bahnlaufmanipulation in Rolle-zu-Rolle Prozessen	20
2.3.1 Grundlegende physikalische Zusammenhänge für die Bahnmanipulation	21
2.3.2 Methoden für die Regelung der Bahnzugkraft	23
2.3.3 Methoden für die Regelung der lateralen Bahnposition	27
2.3.4 Methoden zur Erfassung der Bahnposition	32
2.4 Fazit	38
3 Zielsetzung, Aufgabenstellung und Vorgehensweise	41
4 Konzeption eines Systems zur kontinuierlichen funktionalen Schichtlaminierung	45
4.1 Anforderungsprofil	45
4.1.1 Prozessbeschreibung	45
4.1.2 Korrektur eingriffe zur Bahnmanipulation	46
4.1.3 Prozesseitige Anforderungen	47
4.1.4 Anforderungsliste	49
4.2 Überführung der Anforderungen in ein Prüfstandskonzept	50
4.2.1 Bahnlaufführung	50
4.2.2 Erfassung der Bahnposition	52
4.2.3 Erfassung der Bahnspannungsverteilung	58
4.2.4 Auslegung der Antriebskomponenten	62
4.3 Fazit	64
5 Modellierung des Bahnlaufverhaltens	67
5.1 Modellierungssystematik für das Bahnlaufverhalten	67
5.2 Modellierung des Bahnlaufverhaltens für die obere Lage des funktionalen Schicht-Laminierprozesses	68
5.2.1 Modell der longitudinalen Verschiebung	72
5.2.2 Modell der lateralen Verschiebung	76

5.2.3	Modell der lateralen Bahnspannungsverteilung	81
5.3	Beschreibung der Solltrajektorie	87
5.3.1	Ermittlung der longitudinalen Soll-Position	87
5.3.2	Ermittlung der lateralen Soll-Position	89
5.3.3	Ermittlung der Soll-Bahnspannungsverteilung	90
5.4	Fazit	91
6	Validierung des entwickelten Konzeptes für die funktionale Schichtlaminierung	93
6.1	Versuchsaufbau und -vorbereitung	93
6.1.1	Modulares Rolle-zu-Rolle System und Prüfstandsmodul	93
6.1.2	Steuerungsarchitektur	96
6.1.3	Fertigung der Teststrukturen	99
6.1.4	Bewertung der Bildverarbeitung	103
6.2	Analyse des Bahnlaufverhaltens bei Manipulation	106
6.2.1	Systematik der Versuchsdurchführung	106
6.2.2	Variation von α	107
6.2.3	Variation von β	113
6.3	Verhalten der Bahn über dem Luftfilm	119
6.4	Fazit	122
7	Regelungskonzept für den kontinuierlichen Schicht-Laminierprozess.....	125
7.1	Auswahl einer geeigneten Regelungsstrategie	125
7.1.1	Kaskaderter Regler für die Folgeregelung der oberen Lage	126
7.1.2	Entkopplung durch Störgrößenaufschaltung für die Momenten-Regelung	127
7.1.3	Upstream-Regelung der Bahnzugkraft in beiden Lagen	128
7.1.4	Störgrößenaufschaltung zur Kompensation des Lagenversatzes	130
7.2	Vorbereitung der funktionalen Schicht-Laminier-Versuche	132
7.2.1	Implementierung des Regelungskonzepts	132
7.2.2	Versuchsaufbau für die funktionalen Schicht-Laminier-Versuche	133
7.3	Charakterisierung des Regelungsverhaltens	133
7.3.1	Analyse des Kopplungsverhaltens der Stellgrößen	133
7.3.2	Analyse des Regelverhaltens	137
7.3.3	Einfluss der Materialeigenschaften	140
7.3.4	Betrachtung der Prozessgrenzen	142
7.3.5	Bewertung des Einflusses der Systemparameter	143
7.4	Abschließende Bewertung des Regelungskonzeptes und Fazit	144
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	147
8.1	Zusammenfassung	147
8.2	Ausblick	149
9	Literaturverzeichnis.....	155