

Stefan Thiel

**Automatisierung
des Biegerichtens**

Mit 57 Abbildungen und 5 Tabellen

**Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo 1988**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
0	Abkürzungen und Formelzeichen..... 11
1	Einleitung..... 13
1.1	Abgrenzung des Biegerichtens von anderen Richtverfahren..... 14
1.2	Praktische Relevanz..... 15
1.3	Grundlegende Problematik..... 16
1.4	Klassifizierung von Richtaufgaben und -maschinen..... 20
1.5	Zielsetzung..... 21
2	Durchführung individuell vorgegebener Formänderungen..... 22
2.1	Weggesteuertes Biegerichten..... 22
2.1.1	Stand der Technik..... 22
2.1.2	Gezielte statistische Auswertung der Biegeergebnisse..... 24
2.1.2.1	Zuordnung Formabweichung zu Gesamtumformweg..... 24
2.1.2.2	Zusätzliche Kompensation beim Zurückbiegen..... 27
2.1.2.3	Verringern der Überbiegewahrscheinlichkeit..... 29
2.1.2.4	Trendfolgestatistik..... 31
2.1.3	Erzielte Ergebnisse..... 33
2.2	Steuerung des Richtvorgangs durch den Kraft/Weg-Verlauf (KWV) 35
2.2.1	Stand der Technik..... 35
2.2.2	Grundprinzip und Voraussetzungen zur Anwendbarkeit..... 37
2.2.3	Der KWV beim Biegen..... 41
2.2.3.1	Modellrechnungen zum KWV..... 42
2.2.3.2	Vergleich der gerechneten mit gemessenen Kurven..... 51
2.2.3.3	Brauchbarkeit der KWVe zur Regelung des Biegevorgangs... 55
2.2.4	Auswirkung realer Störeinflüsse auf den KWV..... 59
2.2.4.1	Einfluß von Fugen im Kraftfluß auf die Wegmessung..... 60
2.2.4.2	Einfluß endlich breiter Auflager beim Wellenrichten..... 64
2.2.5	Algorithmus des KWV-gesteuerten Biegens..... 67
2.2.5.1	Anfangsstörunterdrückung..... 67
2.2.5.2	Fließeinsatzerkennung..... 69
2.2.6	Erzielte Ergebnisse..... 75
2.2.6.1	Wahl des KWV-Ausgleichsansatzes für das Wellenrichten... 80
2.3	Verfahrensvergleich und Bewertung..... 81
2.3.1	Idealkombination der Verfahren..... 82

	Seite
3	Rißentstehungserkennung und andere Qualitätssicherung..... 83
3.1	Stand der Technik..... 85
3.2	Rißerkennung am KWV..... 86
3.2.1	Grundsätzliches zur Rißentstehung..... 87
3.2.2	Erkennungsverfahren 88
3.2.3	Berechnung der Meßbarkeit..... 91
3.2.4	Modellrechnungen zur Rißentstehung..... 92
3.2.4.1	Beschreibung der Modellbildung..... 92
3.2.4.2	Diskussion der Rechenergebnisse..... 98
3.2.5	Ergebnis eigener Versuche..... 99
3.3	Verfahrensvergleich und -bewertung..... 101
4	Richten von Werkstücken mit mehreren Richtstellen..... 102
4.1	Stand der Technik (beim Wellenrichten)..... 102
4.2	Lösungsmöglichkeiten..... 103
4.2.1	Einfache Bewegungsmethode..... 103
4.2.2	Bewegungsmethode mit Bewegungsmodell..... 105
4.2.3	Methode der entkoppelten Formbeschreibung..... 108
4.3	Versuchsergebnisse..... 111
4.4	Verfahrensbewertung..... 111
5	Zusammenfassung..... 113
	Quellenverzeichnis..... 114
	Anhang A: Weitere Zuordnungskurven der Fahrradgabel..... 118
	Anhang B: Struktogramme der Algorithmen..... 120
	Anhang C: Modellbildung zur Auflagervariation..... 124
	Anhang D: Biegeachsen und Bezeichnungen an der Fahrradgabel..... 127
	Anhang E: Weitere Ergebnisse der Biegesimulation..... 129