

Inhaltsverzeichnis

0 Abkürzungen und Formelzeichen	12
1 Einleitung.....	16
1.1 Problemstellung	16
1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise	17
2 Ausgangssituation.....	18
2.1 Begriffe und Definitionen.....	18
2.1.1 Begriffe der Montage- und Handhabungstechnik.....	18
2.1.2 Begriffe zur Schlauchschellenmontage	18
2.1.3 Begriffe zum Biegeumformen.....	18
2.2 Stand der Technik	19
2.2.1 Einsatzbereiche und Arten von Schlauchschellen.....	19
2.2.2 Montage von Schlauchschellen.....	20
2.2.3 Stand der Forschung.....	22
3 Analyse der Montageaufgabe und des Produktspektrums und Ableitung von Anforderungen an flexibel automatisierte Systeme zur Montage von Schlauchschellen.....	23
3.1 Analyse des Produktspektrums.....	23
3.1.1 Klassifizierung von Schlauchschellen.....	23
3.1.2 Häufigkeitsverteilung der Schlauchschellenarten.....	25
3.1.3 Durchmesserbereiche	26
3.2 Arbeitsplatzanalyse	27
3.2.1 Fügefreiraum.....	27
3.2.2 Fügestellen und Fügerichtungen.....	28
3.2.3 Automatisierungsgrad	28
3.2.4 Automatisierungshemmnisse	29
3.3 Montageaufgabe	30
3.4 Folgerung aus den Analyseergebnissen und Ableitung von Unter- suchungs- und Entwicklungsschwerpunkten für die Montage von Schlauchschellen	31
3.5 Anforderungen an flexible Systeme zur Montage von Schneckengewindeschellen	32

3.5.1 Anforderungen an Gesamtsysteme.....	32
3.5.2 Anforderungen an das Montagewerkzeug	33
3.5.2.1 System zur Bereitstellung von Schneckengewindeschellen.....	33
3.5.2.2 Umschlingungssystem	34
3.5.2.3 Einfädelsystem.....	35
3.5.2.4 Schraubssystem	35
3.5.3 Handhabungssystem.....	36
4 Konzeption von Werkzeugteilsystemen zur Montage von Schneckengewindeschellen und Integration zu einem Gesamtsystem....	37
4.1 Darstellung der Werkzeugteilefunktionen.....	37
4.2 Lösungsprinzipien zum Umschlingen der Fügestelle	37
4.2.1 Ausgangsgeometrie der Schneckengewindeschelle.....	38
4.2.2 Freies Biegen	39
4.2.3 Rollbiegen	40
4.2.4 Walzbiegen.....	42
4.2.5 Rundbiegen	43
4.2.6 Bewertung und Auswahl des Umschlingungsprinzips	44
4.2.7 Konzeption und Auswahl des Umschlingungssystems	44
4.3 Lösungsprinzipien zum Einfädelvorgang.....	46
4.3.1 Passives Einfädeln	47
4.3.2 Aktives Einfädeln.....	48
4.3.3 Bewertung und Auswahl.....	48
4.4 Anordnung des Schrauberantriebs	49
4.5 Lösungsprinzipien zur Fügeprozeßüberwachung	51
5 Entwicklung von Verfahren und Werkzeugmodulen zum Rollbiegen von Schneckengewindeschellen	52
5.1 Fügephasen bei der Montage von Schneckengewindeschellen nach dem Prinzip des Rollbiegens.....	52
5.2 Ermittlung der Einflußfaktoren auf den Fügeprozeß	54
5.2.1 Ableitung der wesentlichen Einflußfaktoren auf den Rollbiegeprozeß durch Vorversuche	54
5.2.2 Theoretische und experimentelle Untersuchung der Einfluß- faktoren auf den Rollbiegeprozeß	58
5.2.2.1 Idealisierung	58
5.2.2.2 Verformungsart.....	59

5.2.2.3 Anfahrwinkel α_{AN}	61
5.2.2.4 Werkstoff.....	62
5.2.2.5 Eindrückgeschwindigkeit v_E	63
5.2.2.6 Verformungskräfte	64
5.2.2.7 Spaltbreite b_{SP}	65
5.2.2.8 Vorbiegung der Bandspitze.....	66
5.3 Theorie des Rollbiegeprozesses.....	66
5.3.1 Berechnung des erforderlichen Rollbiegemomentes M_{RB}	68
5.3.2 Berechnung der erforderlichen Eindrückkraft F_E	70
5.3.3 Berechnung der optimalen Anbiegung	77
6 Versuchsaufbau zur flexibel automatisierten Montage von Schneckengewindeschellen.....	81
6.1 Gesamtaufbau der Versuchsmontagezelle	81
6.2 Eingesetzte Werkzeuge und Komponenten.....	82
6.2.1 Handhabungssystem.....	82
6.2.2 Schneckengewindeschellen-Montagewerkzeug	82
6.2.3 Programmierbarer Schlauch- und Pumpengreifer.....	84
6.2.4 Peripheriekomponenten	85
6.3 Steuerungskonfiguration	86
7 Arbeitsablauf und Versuchsergebnisse	87
7.1 Arbeitsablauf der Versuchsanlage	87
7.1.1 Montage einer Laugenpumpe	87
7.1.2 Fügeprozeß einer Schneckengewindeschelle.....	89
7.2 Versuchsergebnisse	90
7.2.1 Montagezeiten der Laugenpumpe	90
7.2.2 Fügezeit einer Schneckengewindeschelle	92
7.2.3 Fertigungsqualität.....	92
7.2.4 Anbiegung der Schneckengewindeschellen-Bandspitze.....	94
7.2.5 Geometrie des Fügeelementes.....	95
7.2.6 Eindrückkraftverlauf.....	96
7.3 Folgerungen aus den Versuchen	97
8 Zusammenfassung und Ausblick.....	98
9 Literaturverzeichnis	100