

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 Schneckenengewindeschellen.....	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	Schraubensystem	35
3.5.3	Handhabungssystem.....	36
4	Konzeption von Werkzeugteilsystemen zur Montage von Schneckengewindeschellen und Integration zu einem Gesamtsystem....	37
4.1	Darstellung der Werkzeugteilstfunktionen.....	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	V 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