

INHALTSVERZEICHNIS

0	<u>Abkürzungen und Formelzeichen</u>	13
1	<u>Einleitung</u>	16
1.1	Problemstellung	16
1.2	Zielsetzung und Vorgehensweise	17
2	<u>Ausgangssituation</u>	18
2.1	Begriffe und Definitionen	18
2.1.1	Begriffe zur Handhabungs- und Montagetechnik	18
2.1.2	Begriffe zur Leitungssatzmontage	18
2.2	Stand der Technik	20
2.2.1	Istzustand in der Leitungssatzmontage	20
2.2.2	Marktgängige Anlagen und Einrichtungen	23
2.2.3	Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten	23
3	<u>Analyse des Produktspektrums und Anforderungen an Montagesysteme</u>	26
3.1	Analyse des Produktspektrums	26
3.1.1	Komponenten von Leitungssätzen	28
3.1.1.1	Gehäuse und Kontakte	28
3.1.1.2	Leitungen	29
3.2	Produktionskennzahlen	31
3.2.1	Montagezeiten	31
3.2.2	Analyse auftretender Fehler	31
3.2.3	Branchenspezifische Zusammenhänge	33
3.3	Folgerungen aus den Analyseergebnissen	35
3.4	Anforderungen an flexible Systeme zur Leitungssatzmontage	36
3.4.1	Anforderungen an Gesamtsysteme	37

3.4.2	Anforderungen an Teilsysteme	38
3.4.2.1	Handhabungssystem	38
3.4.2.2	Kontaktmontagesystem	39
3.4.2.3	Leitungsbereitstellung	40
3.4.2.4	System zur Leitungsspeicherung	41
3.4.2.5	System zur Sicherstellung der Verbindungsqualität	41
4	<u>Konzeption flexibler Montagesysteme für Leitungssätze bei variierenden Randbedingungen</u>	43
4.1	Randbedingungen bei der Systemkonzeption	43
4.1.1	Produkt- und produktionstechnische Einflußparameter	44
4.1.2	Vorgehensweise zur modularisierten Entflechtung von Leitungssätzen	44
4.2	Konzeption von flexiblen Montagesystemen in Abhängigkeit des Produktaufbaus von Leitungssätzen	47
4.2.1	Systemkonzepte zur Montage von Leitungssätzen des Typs I	49
4.2.2	Systemkonzept zur Montage von Leitungssätzen des Typs II,III und IV	53
4.2.3	Systemkonzept zur Montage von Leitungssätzen des Typs V	56
4.3	Gegenüberstellung und Abgrenzung der Systemkonzepte	59
5	<u>Verfahrens- und Werkzeugentwicklung zu kontaktbezogenen Problemstellungen in der Leitungssatzmontage</u>	61
5.1	Verfahrens- und Werkzeugentwicklung zur flexiblen Kontaktmontage	61
5.1.1	Theorie des Montagevorganges	61
5.1.2	Entwicklung von Teilsystemen eines flexiblen Werkzeuges zur Kontaktmontage	65
5.1.2.1	Toleranzausgleichsmethoden zum Fügen von Kontakten	65
5.1.2.1.1	Betrachtung der Toleranzkette	65
5.1.2.1.2	Alternative Toleranzausgleichsmethoden	66
5.1.2.2	Erzeugung der Fügebewegung und Überprüfung des Einrastvorganges	70
5.1.3	Verfahren zur chaotischen Montage von Kontakten	73

5.1.4	Experimentelle Bestimmung von Parametern zur Auslegung eines Werkzeuges zur flexiblen Kontaktmontage	76
5.1.4.1	Bestimmung der Fügekräfte	77
5.1.4.2	Auslegung des Antriebes zur Erzeugung der Fügebewegung	80
5.1.4.3	Bestimmung der Leitungsauslenkkräfte	83
5.1.4.4	Auslegung der Führungsrohrgeometrie und der Längenkorrekturfaktoren	85
5.2	Verfahren zur Erkennung von Kontaktierfehlern	88
5.2.1	Überwachung der Prozeßkräfte beim Kontaktanschlag	91
6	<u>Konzeption und Entwicklung von Verfahren und Werkzeugen zu leitungsbezogenen Problemstellungen in der Leitungssatzmontage</u>	94
6.1	Entwicklung von Leitungszuführ- und Wechseleinrichtungen	94
6.1.1	Lösungsprinzipien	94
6.1.2	Bewertung der Lösungsprinzipien	95
6.1.3	Erprobung ausgewählter Lösungsprinzipien	96
6.2	Konzeption und Entwicklung von Verfahren und Werkzeugen zur Speicherung von Leitungen	97
6.2.1	Konzeption von Alternativen zur Leitungsspeicherung	97
6.2.1.1	Bewertung der Lösungsprinzipien	99
6.2.2	Theoretische Betrachtung der Vorgänge bei der Leitungsspeicherung	100
6.2.3	Experimentelle Untersuchung mit unterschiedlichen Speicherformen	103
7	<u>Realisierte Pilotanlage zur automatischen Montage von Leitungssätzen in Crimptechnik</u>	107
7.1	Grundaufbau	107
7.2	Eingesetzte Werkzeuge und Komponenten	108
7.2.1	Handhabungssystem	108
7.2.2	Kontaktmontagewerkzeug	108
7.2.2.1	Aufbau des Fördersystems	111
7.2.3	Leitungsbereitstellung und Zuführreinheit	112

7.2.4	Zusätzliche Systemkomponenten	114
7.3	Steuerungskonfiguration	114
7.3.1	Programmaufbau des SPS-Ablaufprogrammes	116
8	<u>Montageablauf und Versuchsergebnisse</u>	118
8.1	Montageablauf	118
8.1.1	Montagezeiten	119
8.1.2	Auftretende Fügekräfte	120
8.2	Erkenntnisse aus den Versuchsergebnissen	121
8.3	Notwendige Weiterentwicklungen	123
9	<u>Zusammenfassung und Ausblick</u>	125
10	<u>Literaturverzeichnis</u>	129