

# **INHALTSVERZEICHNIS**

0	<b><u>Abkürzungen und Formelzeichen</u></b>	12
1	<b><u>Einleitung</u></b>	16
1.1	Problemstellung	16
1.2	Zielsetzung und Vorgehensweise	17
2	<b><u>Ausgangssituation</u></b>	18
2.1	Begriffe und Definitionen	18
2.2	Stand der Technik	19
2.2.1	Demontage in Serien	19
2.2.2	Automatische Demontage	20
3	<b><u>Analyse des Ist-Zustandes der Demontage</u></b>	22
3.1	Repräsentativerhebung	22
3.2	Analyse ausgewählter Demontageaufgaben	26
3.2.1	Demontagevorgänge und Trennverfahren	26
3.2.2	Produktzustände	27
4	<b><u>Folgerungen aus den Analyseergebnissen und Ableitung von Anforderungen an Systeme zur flexiblen Automatisierung der Demontage</u></b>	29
4.1	Systemabgrenzung und Definition der Teilfunktionen	30
4.2	Anforderungen an Gesamtsysteme zur automatisierten Demontage	31
4.3	Anforderungen an die Teilsysteme zur automatisierten Demontage	31
4.3.1	Anforderungen an die Handhabungssysteme	32
4.3.2	Anforderungen an die Trennsysteme	33
4.3.3	Anforderungen an die Demontagesteuerungssysteme	33
5	<b><u>Konzeption von automatisierten Systemen zur Demontage</u></b>	35
5.1	Randbedingungen bei der Systemkonzeption	35
5.2	Alternative Gesamtsysteme für die flexible Automatisierung der Demontage	36
5.2.1	Einplatz-Demontagesysteme	36
5.2.2	Mehrplatz-Demontagesysteme	37
5.3	Konzeption der Teilsysteme für die flexible Automatisierung der Demontage	38
5.3.1	Bereitstellungssysteme	39

5.3.2	Handhabungssysteme .....	40
5.3.3	Trennsysteme .....	42
5.3.3.1	Trennen durch Abnehmen / Entnehmen .....	42
5.3.3.2	Trennen durch Lösen der Verbindungselemente .....	43
5.3.4	Demontagesteuerungssysteme .....	45
5.3.4.1	Ablaufsteuerung .....	45
5.3.4.2	Zustandserkennung .....	46
6	<u>Entwicklung von Verfahren und Werkzeugen zur automatisierten Demontage von Schraubverbindungen</u> .....	50
6.1	Theorie des Zerlegeprozesses .....	50
6.2	Experimentelle Untersuchung der Einflüsse auf den Zerlegeprozeß .....	54
6.2.1	Einflüsse auf die Formschlußerstellung .....	55
6.2.2	Einflüsse auf das Lösen und Ausdrehen von Schrauben .....	56
6.3	Entwicklung von Verfahren zur Formschlußerstellung .....	59
6.3.1	Suchstrategien .....	60
6.3.2	Theorie der Formschlußerstellung mit drehender Linearschwingung .....	61
6.3.3	Entwicklung von Funktionsmustern zur Formschlußerstellung .....	68
6.4	Entwicklung von Verfahren zur Überwachung des Zerlegeprozesses .....	70
7	<u>Realisierung einer Pilotzelle zur Demontage von Telefonen. Versuchsergebnisse und Folgerungen aus den Versuchen</u> .....	72
7.1	Analyse des Produktaufbaus .....	72
7.2	Versuchsaufbau .....	74
7.2.1	Gesamtaufbau .....	74
7.2.2	Teilsysteme .....	75
7.2.2.1	Handhabungssysteme .....	75
7.2.2.2	Zerlegewerkzeug für Löseteile .....	76
7.2.2.3	Schraubendemontagewerkzeug .....	76
7.2.2.4	Zerlegewerkzeug für Schnappverbinder .....	78
7.2.2.5	Werkzeug zum Zerspanen von Verbindungselementen .....	79
7.2.2.6	Sensorik zur Produktzustandserkennung und Prozeßüberwachung .....	80
7.2.2.7	Steuerung .....	81
7.3	Versuchsergebnisse .....	82
7.3.1	Demontageablauf .....	82
7.3.2	Demontagezeiten .....	86
7.3.3	Verfügbarkeit .....	87
7.4	Folgerungen aus den Versuchen .....	88
7.4.1	Demontagegerechte Produktgestaltung .....	88
7.4.2	Notwendige Weiterentwicklungen der Demontagetechnologie .....	90

8	<u>Zusammenfassung und Ausblick</u> .....	91
9	<u>Schrifttum</u> .....	93