

4.4.5	Auslastung und technische Verfügbarkeit	37
4.4.6	Störungsverhalten und Störungsursachen	39
4.4.7	Verfügbarkeitsverlust der Montage durch die Teilebereitstellung	41
4.4.8	Personalbindung bei Zuführgeräten	43
4.5	Zusammenfassung und Bewertung der Analyseergebnisse	45
5	Strukturierung der Teilebereitstellung	49
5.1	Zielsetzung	49
5.2	Der Zuführprozeß in der automatischen Teilebereitstellung	50
5.2.1	Logistische Ausgangsbasis und Einordnung	50
5.2.2	Definition des Ordnungsgrades von Bauteilen	51
5.2.3	Physikalisches Wirkprinzip von Ordnungsprozessen	56
5.2.4	Elementare Ordnungsprozeßfunktionen	57
5.2.4.1	Ungeordnetes Speichern	57
5.2.4.2	Ungeordnetes Bewegen	58
5.2.4.3	Lage Verändern	58
5.2.4.4	Lage Ausscheiden und Abweisen	60
5.2.4.5	Lage Ausdrehen	60
5.2.4.6	Geordnetes Speichern	61
5.2.4.7	Zuteilen	61
5.2.5	Zusammenfassung zu elementaren Ordnungsprozeßfunktionen	62
5.3	Anwendung der Ordnungsprozeßfunktionen und Umsetzung in Funktionsträgern	63
5.3.1	Auswahl eines repräsentativen Teilespektrums	64
5.3.2	Symmetrieeigenschaften und Vorzugslagen der Bauteile	65
5.3.3	Anforderungen der Bauteile an die Zuführtechnik	68
5.3.3.1	Der Ordnungsprozeß für Distanzringe	68
5.3.3.2	Der Ordnungsprozeß für Hülsen	69
5.3.3.3	Der Ordnungsprozeß für Taster	71
5.3.4	Funktionsträger zur Umsetzung der Ordnungsprozeßfunktionen	71
5.3.4.1	Bunker	72
5.3.4.2	Schüttbereich	73
5.3.4.3	Ordnungseinrichtungen (Ordnungsschikanen)	74
5.3.4.4	Pufferbereich	76
5.3.4.5	Vereinzelung und Positionierung	76

0	Formelzeichen und Abkürzungen	V
1	Einleitung	1
1.1	Entwicklung der Montagetechnik	1
1.2	Ausgangssituation in der automatischen Teilebereitstellung	3
1.2.1	Grundlagen	3
1.2.2	Bauarten und Funktion konventioneller Zuführgeräte	4
1.2.2.1	Schwingförderer	4
1.2.2.2	Schrägbandförderer	6
1.2.2.3	Zuführgeräte mit anderen Antriebstechniken	7
2	Stand der Technik	8
2.1	Begriffsbestimmungen	8
2.1.1	Flexibilität	8
2.1.2	Kommissionierung, Teilebereitstellung	9
2.2	Forschungsergebnisse zur Teilebereitstellung	11
2.3	Problematik der konventionellen Teilebereitstellung	17
2.4	Zusammenfassung	18
3	Zielsetzung und Vorgehen	20
4	Analyse der automatischen Teilebereitstellung in Montageanlagen	22
4.1	Einordnung der automatischen Teilebereitstellung	22
4.1.1	Logistischer Pfad zur Montage	22
4.1.2	Systemgrenzen zur Montage	23
4.2	Ziel und Vorgehen der Analyse	24
4.3	Schwerpunktsetzung im Vorfeld der Analyse	25
4.4	Auslegung und Nutzung von Zuführgeräten	25
4.4.1	Konstruktion und Entwicklung	25
4.4.2	Investionskosten	27
4.4.3	Einsatzhäufigkeit und Flächenbedarf	30
4.4.4	Flexibilität	34

5.3.5	Zusammenfassung zur Anwendung und Umsetzung der Ordnungsprozeßfunktionen	77
5.4	Definition produktspezifischer und produktneutraler Strukturen in Ordnungsprozessen	78
5.4.1	Ungeordnetes Speichern (Bunkern)	79
5.4.2	Ungeordnetes Bewegen (Schütten)	81
5.4.3	Ordnungsschikanen	82
5.4.3.1	Geordnetes Speichern (Puffern)	83
5.4.3.2	Zuteilen (Vereinzeln und Positionieren)	84
5.4.4	Zusammenfassung zur Definition produktspezifischer und produktneutraler Strukturen in Ordnungsprozessen	84
5.5	Zusammenfassung	85
6	Optimierung der automatischen Teilebereitstellung durch Flexibilisierung	86
6.1	Zielsetzung	86
6.2	Problematik konventioneller Teilebereitstellungskonzepte	86
6.3	Konzeption und Einsatz flexibler Zuführgeräte	87
6.3.1	Entwicklung von Maßnahmen zur Standardisierung und Flexibilisierung von Zuführgeräten	89
6.3.1.1	Standardisierter und produktneutraler Grundaufbau	90
6.3.1.2	Austauschbare, produktspezifische Ordnungskomponenten	93
6.3.1.3	Standardisierte Schnittstellen zur Kraft- und Energieübertra- gung	97
6.3.2	Anteil produktspezifischer Bestandteile am Gesamtgerät	98
6.4	Konzeption und Einsatz flexibler, autonom arbeitender Ordnungszellen	99
6.4.1	Aufbau einer flexiblen Kommissionierzelle für Kleinteile	101
6.4.1.1	Aufgaben der flexiblen Kommissionierzelle	101
6.4.1.2	Bestandteile der flexiblen Kommissionierzelle	102
6.4.1.3	Arbeitsweise der flexiblen Kommissionierzelle	103
6.4.2	Technische Randbedingungen und wirtschaftlicher Nutzen	107
6.4.2.1	Technische Randbedingungen	107

6.4.2.2	Wirtschaftlicher Nutzen	109
6.5	Möglichkeiten der Integration flexibler, autonomer Ordnungszentren in den Produktionsablauf	110
6.5.1	Flexible Kommissionierung im Wareneingang	112
6.5.2	Flexible Kommissionierung in produktionsnaher Anordnung	113
6.5.3	Standardisierung der Transporthilfsmittel	114
6.6	Verkettung der Kommissionierzelle mit einem flexiblen Montagesystem	115
6.6.1	Aufgabe und Aufbau der Kommissionierzelle	116
6.6.2	Leistung der flexiblen Kommissionieranlage	118
6.7	Zusammenfassung	119
7	Wirtschaftlichkeitsnachweis für die flexibel automatisierte Teilebereitstellung	121
7.1	Zielsetzung	121
7.2	Definition der Berechnungsgrundlage	122
7.2.1	Struktur der Teilebereitstellungskosten	124
7.2.2	Entwicklung eines Berechnungsformblattes zur Wirtschaftlich- keitsvergleichsrechnung von Teilebereitstellungskonzepten	125
7.2.3	Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Teilebereitstellungsein- richtungen am Beispiel einer Rutschkupplungs-Montageanlage	127
7.2.3.1	Eingangsparameter und Berechnungsergebnis	128
7.2.3.2	Kennfeld der Nutzungszeit der Montageanlage	130
7.2.3.3	Kennfeld der Rentabilität der Teilebereitstellung	131
7.2.3.4	Kennfeld der Bereitstellungskosten pro Erzeugnis	132
7.3	Zusammenfassung der wirtschaftlichen Bewertung	134
8	Zusammenfassung und Ausblick	135
8.1	Analyse der automatischen Teilebereitstellung	135
8.2	Strukturierung der automatischen Teilebereitstellung	136
8.3	Flexibilisierung der automatischen Teilebereitstellung	137
8.4	Ausblick	138
9	Literatur- und Firmenverzeichnis	141