

Inhaltsverzeichnis

Symbole und Abkürzungen	ix
1 Einleitung	1
2 Stand der Kenntnisse	5
2.1 Mikroproduktion	5
2.2 Automatisierung in der Mikroproduktion	9
2.2.1 Grundlagen und Definitionen zur Automatisierung	9
2.2.2 Mikroproduktion mit Einzelteilhandhabung	11
2.2.3 Mikroproduktion in Teilverbunden	14
2.3 Fördertechnik zur Produktion in Teilverbunden	16
2.4 Bauteilerfassung	20
2.4.1 Bildsensoren und Bildaufnahme	21
2.4.2 Optische 3D-Messverfahren	22
2.4.3 Objekterkennung / Objekterfassung	24
3 Zielsetzung und Motivation	29
4 Übergeordnete Methode zur Bauteilpositionierung	31
4.1 Integration der Bauteilerfassung	32
4.2 Messwertaufnahme	35
4.3 Anforderungen an die einzelnen Teilsysteme	40
5 Teilverbunde - Anforderungen und Gestaltung	41
5.1 Mechanische Eigenschaften der Teilverbunde	42
5.2 Beispielhaft betrachtete Teilverbundprozessketten	46
5.3 Gestaltung der Teilverbunde	50
6 Teilverbundspezifisches Fördersystem	55
6.1 Theoretische Betrachtung zu den Förderern	56
6.2 Vorschubachse mit Greifern	60
6.2.1 Positionierverhalten des Antriebs - Vorschubachse mit Greifern	61
6.2.2 Positioniermessungen am Teilverbund - Vorschubachse mit Greifern	63
6.3 Riemenförderer	67
6.3.1 Positionierverhalten des Antriebs - Riemenförderer	69
6.3.2 Positioniermessung am Teilverbund - Riemenförderer	72
6.3.3 Indirekte Positioniermessung an produzierten Proben	76
6.4 Spannen der Teilverbunde	77

7 Bauteilerfassung in Teileverbunden	87
7.1 Einflussgrößen der einzelnen Komponenten auf die Messdaten	89
7.1.1 Zeilenkamera / Zeilensensor	90
7.1.2 Optik	92
7.1.3 Beleuchtung	93
7.1.4 Triggermodul	93
7.1.5 Abschätzung aktuell realisierbarer Systemeigenschaften	95
7.2 Bauteilerfassungsalgorithmus	96
7.2.1 Vorverarbeitung	97
7.2.2 Bauteilerfassung	98
7.2.3 Interpolation	101
7.3 Theoretische Betrachtung - Weiterentwicklung des Algorithmus	103
7.3.1 Kennwertberechnung 2 - Einfluss der Bauteilgeometrie	103
7.3.2 Kennwertberechnung 2 - Fensterlänge	110
7.3.3 Einfluss der Auflösung	111
7.4 Praktische Untersuchungen zur Bauteilerfassung	113
7.4.1 Einfluss des Triggerabstands auf die Bauteilerfassung	114
7.4.2 Bewegungsunschärfe	115
7.4.3 Bauteilerfassung bei hoher Fördergeschwindigkeit	117
8 Betrachtungen zur Anwendung der Teileverbundpositionierungsmethode	123
8.1 Beschreibung der Synchronisationsstation	124
8.2 Zusammenführung der Untersuchungsergebnisse	130
9 Zusammenfassung und Ausblick	135
Anhang	141
A.1 Grundlagen zu messtechnischen Auswertungen	141
A.2 Charakterisierung von Förder- und Positioniereinrichtungen	142
A.3 Abgrenzung verwendeter Begriffe aus der Messtechnik	144
A.4 Zusätzliche Informationen zu Bildsensoren	145
A.5 Grundlagen zur Bildverarbeitung	148
A.6 Kenndaten zu den Versuchsaufbauten zur Bauteilerfassung	154
Literaturverzeichnis	159