

Jürgen Wisbacher

**Methoden zur rationellen
Automatisierung der Montage
von Schnellbefestigungselementen**

Mit 77 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York London Paris
Tokyo HongKong Barcelona Budapest 1992

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
2. Stand der Technik	3
2.1 Einsatzbereiche	3
2.2 Konstruktion und Entwicklung	4
2.3 Variantenvielfalt	6
2.4 Rationalisierungspotential durch den Einsatz von Schnellbefestigungselementen	8
2.5 Montageverfahren	10
2.6 Situationsanalyse zur automatischen Montage von Schnellbefestigungselementen	15
2.6.1 Kostenbetrachtung	15
2.6.2 Untersuchungen zur automatischen Montage von Schnellbefestigungselementen	16
2.6.3 Hemmnisse bei der Automatisierung der Montage	18
2.6.4 Schlußfolgerungen	24
3. Ziel der Arbeit, Gang der Untersuchungen	25
4. Vorgehensweise bei der Automatisierung der Montage von Schnellbefestigungselementen	27
4.1 Situationsanalyse	27
4.2 Abgrenzen der Randbedingungen	28
4.3 Einflußfaktoren bei der automatischen Montage von Schnellbefestigungselementen	30

4.4 Vorgehensweise bei der Entwicklung eines automatischen Montagesystems	31
5. Aufbereitung von Technologiewissen zur Grobplanung automatischer Montageanlagen für Schnellbefestigungselemente	35
5.1 Ausgangssituation	35
5.2 Zielsetzung	36
5.3 Informationsspeicher für Technologiewissen	37
5.4 Eigenschaften von Schnellbefestigungselementen	37
5.5 Technologie automatischer Montagesysteme für Schnellbefestigungselemente	39
5.5.1 Strukturierung des Montagesystems	39
5.5.2 Bereitstellen	42
5.5.3 Zuführen	48
5.5.4 Fügen	52
5.5.4.1 Teilfunktionen eines Fügewerkzeugs	52
5.5.4.2 Aufnehmen	52
5.5.4.3 Fügen des Verbindungselements	55
5.6 Schlußfolgerungen	63
5.7 Ausblick	64
6. Automatisierungsgerechte Gestaltung von Schnellbefestigungselementen	67
6.1 Gesichtspunkte	67
6.2 Maßnahmen zur automatisierungsgerechten Gestaltung von Schnellbefestigungselementen	69
6.3 Anforderung an die automatisierungsgerechte Produktgestaltung	71

6.4 Ansätze zur Simulation von Montageprozessen	71
6.5 FE-Methode zur Simulation von Fügeprozessen bei Schnellbefestigungselementen	73
6.5.1 Zielsetzung	73
6.5.2 Physikalische Grundlagen der FE-Simulation	74
6.5.3 Allgemeine Vorgehensweise bei der FE-Simulation	75
6.5.3.1 Modellbildung und Berechnungsverfahren	76
6.5.3.2 Allgemeines	76
6.5.3.3 Axialsymmetrische Verfahren	77
6.5.3.4 Zweidimensionale Verfahren	78
6.5.3.5 Dreidimensionale Verfahren	79
6.5.4 Vereinfachung der Randbedingungen	81
6.5.4.1 Gesichtspunkte	81
6.5.4.2 Materialdefinition	81
6.5.4.3 Kinetische Randbedingungen	82
6.5.5 Beispielrechnungen	82
6.5.5.1 Das FE-Simulationssystem ABAQUS/PATRAN	82
6.5.5.2 Bestimmung des Fügeverlaufs	82
6.5.5.3 Simulation des Toleranzverhaltens beim Fügen	84
6.5.5.4 Simulation von Verformungen	85
6.6 Schlußfolgerungen	88
7. Detaillierung von Fügwerkzeugen	91
7.1 Gesichtspunkte	91
7.2 Ziele bei der Konstruktion von Fügwerkzeugen	92
7.3 Einsatz unterschiedlicher Konstruktionsarten	92
7.4 Einsatz technischer Hilfsmittel zur Konstruktion von Fügwerkzeugen	95

7.5 Vorgehensweise	96
7.6 Festlegung der geometrischen Beziehungsfunktionen	98
7.7 Analyse von CAD-Systemen	99
7.8 Applikationsbeispiel:	
Fügewerkzeug für Klipse mit komplexer Fügebewegung	101
7.8.1 Allgemeines	101
7.8.2 Das CAD-System Euclid	101
7.8.3 Beschreibung des Fügewerkzeugprinzips	102
7.8.4 Analyse variantenabhängiger Bauteile	104
7.8.5 Geometriedatenverarbeitung	105
7.8.6 Generierung von Konstruktionszeichnungen	108
7.9 Schlußfolgerungen	109
8. Prozeßüberwachung beim Fügen von Schnellbefestigungs- elementen	110
8.1 Gesichtspunkte	110
8.2 Zielsetzung	110
8.3 Situationsanalyse zum Einsatz von Überwachungssystemen	111
8.4 Anforderungsprofil eines Überwachungssystems	113
8.4.1 Allgemeines Anforderungsprofil	113
8.4.2 Analyse typischer Störungsursachen	114
8.4.3 Spezifische Anforderungen bei der Überwachung automa-	
tischer Fügeprozesse von Schnellbefestigungselementen.	116
8.5 Geräusch als physikalisches Wirkprinzip zur Fügeprozeßüberwa-	
chung	117
8.5.1 Gesichtspunkte	117

8.5.2 Situationsanalyse	117
8.6 Vorgehensweise bei der Geräuschanalyse zur Überwachung der Fügeprozesse von Schnellbefestigungselementen	119
8.6.1 Allgemeine Vorgehensweise	119
8.6.2 Erfassung von Geräuschsignalen	121
8.6.2.1 Grundlagen der Geräuscheinteilung	121
8.6.2.2 Sensoren zur Signalerfassung	124
8.6.2.3 Entkoppelung von Störeinflüssen	126
8.6.2.4 Auswahl geeigneter Meßstellen	132
8.6.3 Aufbereitung von Meßsignalen	134
8.6.3.1 Signalaufbereitung im Zeitbereich	134
8.6.3.2 Signalaufbereitung im Frequenzbereich	135
8.6.4 Signalauswertung	139
8.6.4.1 Mustervergleich	139
8.6.4.2 Beispiel	140
8.6.5 Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung	143
8.7 Meßsystem zur Geräuschanalyse von Fügeprozessen	144
8.7.1 Meßaufbau	144
8.7.2 Kommunikation zwischen Montagesystem und Überwachungssystem	147
8.8 Einsatzbeispiel	148
8.9 Schlußfolgerungen	152
9. Zusammenfassung	153
10. Literaturverzeichnis	157