



Technische
Universität
München

Forschungsberichte

47

Lothar Gebauer

**Prozeßuntersuchungen
zur automatisierten Montage
von optischen Linsen**



Springer-Verlag

Inhalt

0.	Formelzeichen und Abkürzungen	VI
1.	Einleitung	1
1.1	Einführung	1
1.2	Zielsetzung und Arbeitsschwerpunkte	2
2.	Stand der Technik	4
2.1	Vorbemerkungen	4
2.2	Produktionsverfahren und resultierende Montageanforderungen	4
2.3	Vorhandene Montagekonzepte	6
3.	Entwicklung eines Systems für die automatisierte Montage von optischen Linsen	7
3.1	Begriffe	7
3.2	Aufgabenschwerpunkte	7
3.3	Entwicklung des Prozeßmodells	9
3.3.1	Abgrenzung der Montageaufgabe	9
3.3.2	Definition der Systemgrenze	10
3.3.3	Definition der Systemanforderungen	11
3.3.4	Gliederung der Montageaufgabe in Teilfunktionen	11
3.3.5	Beschreibung des Prozeßmodells	12
3.4	Entwicklung eines Teilsystems zum Speichern von Linsen	13
3.4.1	Anforderungen an das Teilsystem	13
3.4.1.1	Allgemeine Anforderungen	13
3.4.1.2	Anforderungen an den Ordnungszustand	14
3.4.2	Analyse, Bewertung und Auswahl vorhandener Systeme	15
3.5	Entwicklung eines Teilsystems zum Greifen von Linsen	18

3.5.1	Anforderungen an das Teilsystem	18
3.5.2	Analyse und Bewertung vorhandener Systeme	18
3.5.3	Entwurf eines Teilsystems	20
3.6	Entwicklung eines Teilsystems zum Bewegen von Linsen	21
3.7	Entwicklung eines Teilsystems zum Positionieren und Fügen von Linsen	22
3.7.1	Anforderungen an das Teilsystem	22
3.7.2	Analyse vorhandener Systeme	23
3.7.2.1	Aktive Fügemechanismen	23
3.7.2.2	Passive Fügemechanismen	24
3.7.2.3	Kombinierte Fügemechanismen	25
3.7.3	Bewertung bestehender Lösungsansätze	27
3.7.4	Einsatzmöglichkeiten bestehender Lösungsansätze	30
3.7.5	Entwurf eines Teilsystems zum Positionieren und Fügen von Linsen	31
3.7.5.1	Übersicht	32
3.7.5.2	Zentrieren der Linsen	33
3.7.5.3	Ausgleich des translatorischen Fehlers zwischen Linse und Fassung	35
3.7.5.4	Ausgleich des Winkelfehlers	37
3.7.5.5	Fügeunterstützende Maßnahmen	38
3.8	Entwicklung eines Prozeßüberwachungskonzeptes	39
3.9	Zusammenfassung der Systementwicklung	42
4.	Theoretische Betrachtung der Kraftverhältnisse	44
4.1	Vorbemerkungen	44
4.2	Modell des Montagesystems	45
4.2.1	Ableitung eines einheitlichen Linsenmodells	46
4.2.2	Gleichgewichtsbetrachtungen für die Komponenten des Fügesystems	48
4.3	Analytische Kraftermittlung	52
4.3.1	Feinzentrieren der Linse	52
4.3.2	Translatorischer Fehlerausgleich zwischen Linse und Fassung	55
4.3.2.1	Einpunktkontakt zwischen Linsen- und Fassungsfase	55

4.3.2.2	Einpunktkontakt zwischen Linsenmantelfläche und Fassung	57
4.3.3	Winkelfehlerausgleich zwischen Linse und Fassung	59
4.3.3.1	Kontaktphasenabgrenzung	60
4.3.3.2	Modell für den Winkelfehlerausgleich	61
4.3.3.3	Ermittlung der erforderlichen und maximalen Fügekraft	63
4.3.3.4	Fügen der Linse bis zur Anlage	66
4.3.3.5	Scherung der Linse am Greifer	67
4.4	Zusammenfassung der theoretischen Betrachtungen	71
5.	Experimentelle Analyse der Kraftverhältnisse	73
5.1	Vorbemerkungen	73
5.2	Messung der Kraftverläufe	73
5.2.1	Versuchsaufbau	73
5.2.2	Verwendete Geräte	74
5.2.3	Eingesetzte Versuchswerkstücke	75
5.2.4	Versuchsdurchführung	76
5.2.4.1	Justierung der Systemkomponenten	77
5.2.4.2	Gliederung des Versuchsprogramms	78
5.2.4.3	Versuchsablauf	79
5.2.5	Darstellung und Diskussion der Meßergebnisse	80
5.2.5.1	Kraftverlauf beim Zentrieren	82
5.2.5.2	Kraftverlauf beim translatorischen Fehlerausgleich	83
5.2.5.3	Kraftverläufe beim Winkelfehlerausgleich	84
5.3	Parameteroptimierung	91
5.4	Einfluß überlagerter Schwingungen	94
5.5	Zusammenfassung der experimentellen Analyse	96
6.	Überprüfung des Berechnungsmodells und Entwicklung eines Prozeßüberwachungssystems	97
6.1	Vorbemerkungen	97
6.2	Überprüfung des Berechnungsmodells	97

6.2.1	Analyse der Reibbedingungen	97
6.2.1.1	Meßprinzip	98
6.2.1.2	Ergebnisse	99
6.2.2	Ermittlung des Rollreibungswiderstandes	101
6.2.3	Ermittlung der zulässigen Schabbelastung	101
6.2.3.1	Prüfverfahren für Anstriche und Beschichtungen	101
6.2.3.2	Definition der Belastungsart	102
6.2.3.3	Klassifizierung der Eigenschaft	102
6.2.3.4	Meßprinzip	103
6.2.3.5	Ergebnisse	104
6.2.4	Ermittlung der theoretischen Kraftwerte	105
6.2.5	Vergleich der Meßergebnisse mit den Berechnungen	107
6.2.5.1	Vorbemerkungen	107
6.2.5.2	Zentrieren der Linse	108
6.2.5.3	Translatorischer Fehlerausgleich	109
6.2.5.4	Winkelfehlerausgleich	109
6.2.6	Zusammenfassung	110
6.3	Entwicklung eines Prozeßüberwachungssystems	111
6.3.1	Systemanforderungen	111
6.3.2	Systemrealisierung	112
6.3.2.1	Hardwarestruktur	112
6.3.2.2	Softwarestruktur	112
6.3.2.3	Beschreibung des Überwachungsprogramms	112
6.3.2.4	Entwicklung von Notfallstrategien	115
6.3.3	Auswirkungen der Prozeßüberwachung auf die Ausbringung des Montagessystems	115
7.	Untersuchung des Betriebsverhaltens	116
7.1	Vorbemerkungen	116
7.2	Definition der Kennwerte	117
7.2.1	Verfügbarkeit	117

7.2.2	Nutzungsgrad	120
7.2.3	Prozeßverfügbarkeit	123
7.3	Ermittlung der Prozeßverfügbarkeit	124
7.3.1	Montagezellensimulation	126
7.3.2	Ergebnisse	128
8.	Zusammenfassung	129
9.	Literatur	131