

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Einordnung des Themas	2
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	4
2 Systematik nachgiebiger Mechanismen und Klassifikation von Festkörp ergelenken	7
2.1 Begriffsbestimmung, Analyse und Synthese nachgiebiger Mechanismen	8
2.2 Klassifikation von Festkörp ergelenken zur Realisierung einer Drehbewegung	20
2.3 Nachgiebige Koppelmechanismen in der Präzisionstechnik	24
2.4 Forschungsbedarf bei der Gestaltung prismatischer Festkörp ergelenke	29
3 Bestehende Ansätze für die geometrische Gestaltung prismatischer Festkörp ergelenke	31
3.1 Auslegung der Form der Aussparungsgeometrie	31
3.2 Dimensionierung der geometrischen Gelenkparameter	34
3.3 Geeignete Gelenkkonturen für die Analyse und Optimierung	36
4 Analyse nachgiebiger Koppelmechanismen mit spannungsgünstigen Gelenkkonturen	37
4.1 Bekannte Untersuchungen zum Einfluss der Gelenkkontur	38
4.2 Bestimmung des zulässigen Auslenkwinkels halbkreisförmiger Festkörp ergelenke	38
4.3 Gestaltung der Gelenkkontur für ein minimales Spannungs-Auslenkungs-Verhältnis	40
4.3.1 Halbkreis- und Ellipsenkonturen	41
4.3.2 Viertelkreiskonturen	42
4.3.3 Polynomkonturen vierter Ordnung	44
4.3.4 Polynomkonturen höherer Ordnung	46
4.3.5 Spannungsoptimierte Freiformkonturen	48
4.3.6 Konturvergleich	49
4.3.7 Approximation von Polynomkonturen mittels Kreisbögen und Geraden	52
4.4 Festlegung von Struktur und Abmessungen der Starrkörpermechanismen	53
4.4.1 Viergliedrige Geradführungsmechanismen nach ROBERTS und EVANS	53
4.4.2 Höhergliedrige Greifermechanismen nach CHRISTEN und KEOSCHKERJAN	54
4.5 Entwurf und Simulation der nachgiebigen Mechanismen	56
4.6 FEM-Analyse des Einflusses der Gelenkkontur auf die Mechanismuseigenschaften	58
4.7 Bewertung der Gelenkkonturen und Bedeutung der Drehachsenverlagerung	65

5 Modellbasierte Untersuchung der Drehachsenverlagerung von Einzelgelenken	67
5.1 Bekannte Untersuchungen zur Drehachsenverlagerung	67
5.2 Modellierung der Drehachse im verformten Zustand	69
5.3 Einfluss des Modells auf die Drehachsenlage und -verlagerung	72
5.4 Untersuchung der Drehachsenverlagerung und Auslenkkraft gegensätzlicher Gelenke	75
5.4.1 Analytische Berechnung der Drehachsenverlagerung und Auslenkkraft	76
5.4.2 Entwicklung eines Versuchsstandes und messtechnische Untersuchung	78
5.4.3 Bestimmung der vorhandenen Abmessungen der Gelenkmuster	80
5.4.4 FEM-Simulation der Drehachsenverlagerung und Auslenkkraft	81
5.4.5 Ergebnisdiskussion	82
5.5 FEM-Analyse des Einflusses der Gelenkkontur auf die Gelenkeigenschaften	84
5.6 Einfluss der Gelenkskalierung auf die Untersuchungskriterien	87
5.7 Eignung des Drehachsenmodells und Bewertung der Gelenkkonturen	89
6 Mehrkriterielle Konturoptimierung mittels FEM und experimentelle Verifikation	91
6.1 Separate Optimierung der Gelenkkontur eines Einzelgelenkes	92
6.2 Direkte Optimierung der Gelenkkontur im Mechanismus	94
6.2.1 Viergliedriger Mechanismus – gleichschenklige zentrische Schubkurbel	94
6.2.2 Sechsgliedriger Mechanismus – Storchschnabelmechanismus	100
6.2.3 Robustheitsanalyse der optimierten Gelenkkonturen	104
6.2.4 Ergebnisdiskussion	107
6.3 Messtechnische Untersuchung der nachgiebigen Schubkurbel	108
6.3.1 FEM-Ergebnisse mit Berücksichtigung der Schwerkraft	108
6.3.2 Messaufbau, computergestützte Bildauswertung und Durchführung	109
6.3.3 Ergebnisdiskussion	113
6.3.4 Gegenkraftanalyse und Kompensation der Geradenabweichung	116
6.4 Folgerungen für die mehrkriterielle Konturoptimierung	117
7 Synthesemethode nachgiebiger Koppelmechanismen	119
7.1 Vorgehensweise bei der Synthese	119
7.2 Gestaltungshinweise für prismatische Festkörpergelenke	121
8 Zusammenfassung und Ausblick	125
Anhang	
A Literaturübersicht bekannter Untersuchungen zur Drehachsenverlagerung	XVII
B Weitere Ergebnisse zum Einfluss der Gelenkkontur auf die Gelenkeigenschaften	XXI
Literaturverzeichnis	XXIII