

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Einordnung des Themas . . . . .	2
1.2	Zielsetzung und Aufbau der Arbeit . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Systematik nachgiebiger Mechanismen und Klassifikation von Festkörpergelenken</b>	<b>7</b>
2.1	Begriffsbestimmung, Analyse und Synthese nachgiebiger Mechanismen . . . . .	8
2.2	Klassifikation von Festkörpergelenken zur Realisierung einer Drehbewegung . . . . .	20
2.3	Nachgiebige Koppelmechanismen in der Präzisionstechnik . . . . .	24
2.4	Forschungsbedarf bei der Gestaltung prismatischer Festkörpergelenke . . . . .	29
<b>3</b>	<b>Bestehende Ansätze für die geometrische Gestaltung prismatischer Festkörpergelenke</b>	<b>31</b>
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
<b>4</b>	<b>Analyse nachgiebiger Koppelmechanismen mit spannungsgünstigen Gelenkkonturen</b>	<b>37</b>
4.1	Bekannte Untersuchungen zum Einfluss der Gelenkkontur . . . . .	38
4.2	Bestimmung des zulässigen Auslenkwinkels halbkreisförmiger Festkörpergelenke . . . . .	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 Geradföhrungsmechanismen nach ROBERTS und EVANS . . . . .	53
4.4.2	Höhergliedrige Greifermeehanismen 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

<b>5</b>	<b>Modellbasierte Untersuchung der Drehachsenverlagerung von Einzelgelenken</b>	<b>67</b>
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
<b>6</b>	<b>Mehrkriterielle Konturoptimierung mittels FEM und experimentelle Verifikation</b>	<b>91</b>
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
<b>7</b>	<b>Synthesemethode nachgiebiger Koppelmechanismen</b>	<b>119</b>
7.1	Vorgehensweise bei der Synthese . . . . .	119
7.2	Gestaltungshinweise für prismatische Festkörpergelenke . . . . .	121
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>125</b>
<b>Anhang</b>		
<b>A</b>	<b>Literaturübersicht bekannter Untersuchungen zur Drehachsenverlagerung</b>	<b>XVII</b>
<b>B</b>	<b>Weitere Ergebnisse zum Einfluss der Gelenkkontur auf die Gelenkeigenschaften</b>	<b>XXI</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>XXIII</b>