

Inhaltsverzeichnis

Vorwort — V

1	Einleitung — 1
2	Definition und Klassifizierung nachgiebiger Systeme — 4
2.1	Nachgiebigkeit — 5
2.1.1	Einteilung der Nachgiebigkeit — 5
2.1.2	Änderung der Nachgiebigkeit — 6
2.2	Nachgiebige Mechanismen — 11
2.2.1	Einteilung nachgiebiger Mechanismen — 11
2.2.2	Nachgiebige Gelenke — 12
2.3	Nachgiebige Aktuatoren und Sensoren — 16
2.3.1	Nachgiebige Aktuatoren — 16
2.3.2	Nachgiebige Sensoren — 17
2.3.3	Multifunktionalität — 21
2.4	Verformungsverhalten nachgiebiger Systeme — 22
2.4.1	Stabiles Verhalten — 23
2.4.2	Instabiles Verformungsverhalten — 26
3	Modellierung nachgiebiger Systeme als Starrkörpersystem — 32
3.1	Annahmen für die Modellbildung — 32
3.2	Modelle für einzelne Belastungsfälle — 36
3.3	Modell für verteilte Nachgiebigkeit bei komplexen Belastungen — 39
3.4	Modell für konzentrierte Nachgiebigkeit bei komplexen Belastungen — 41
3.5	Validierung des Modells — 41
3.6	Seriell kaskadierte Starrkörperelemente — 44
3.7	Beispiele zur Modellbildung eines Starrkörpersystems — 47
3.7.1	Ein Greifersystem mit zwei Gelenken — 47
3.7.2	Ein Greifer mit mehreren Gelenken — 49
3.7.3	Parallele Führung durch kaskadierte nachgiebige Elemente — 51
4	Modellierung großer Verformungen gekrümmter Balkensysteme — 55
4.1	Annahmen für die Modellbildung — 55
4.2	Gleichgewichtsbedingungen für ein Balkenelement — 59
4.2.1	Gleichgewichtsbedingungen in Vektorform — 59
4.2.2	Ableitungen der Basisvektoren — 62
4.2.3	Basisvektoren im natürlichen Koordinatensystem — 64
4.2.4	Zusammenhang zwischen natürlichem und mitgeführtem Koordinatensystem — 67

4.2.5	Weiterentwicklung der Gleichgewichtsgleichungen — 69
4.3	Einbindung der Materialeigenschaften — 70
4.4	Transformationsmatrizen — 76
4.5	Darstellung der Balkenform in kartesischen und mitgeführten Koordinatensystemen — 81
4.6	Verschiebungen des Balkens — 85
4.7	Zusammenfassende Darstellung der Verformungsgleichungen — 87
4.7.1	Vektorform der Verformungsgleichungen für ein mitgeführtes Koordinatensystem in einem Raum — 87
4.7.2	Skalare Verformungsgleichungen für ein mitgeführtes Koordinatensystem in einem Raum — 89
4.7.3	Skalare Verformungsgleichungen für ein mitgeführtes Koordinatensystem in einer Ebene — 92
4.7.4	Vektorform der Verformungsgleichungen für ein kartesisches Koordinatensystem — 94
4.7.5	Skalare Verformungsgleichungen für ein kartesisches Koordinatensystem in einem Raum — 95
4.7.6	Skalare Verformungsgleichungen für ein kartesisches Koordinatensystem in einer Ebene — 98
4.7.7	Verzweigte nachgiebige Mechanismen — 99
4.7.8	Transversalsymmetrische nachgiebige Gelenke — 101
4.7.9	Erweiterung der Theorie großer Verformungen — 105

5 Beispiele zur Analyse großer Verformungen gekrümmter Balkensysteme — 108

5.1	Ebene Probleme im mitgeführten Koordinatensystem — 109
5.1.1	Ein pneumatisch angetriebener Greiferfinger — 111
5.1.2	Ein Schlauch mit ausströmender Flüssigkeit — 114
5.1.3	Zwei hohle Balken mit nicht konstanten Querschnittsflächen — 119
5.1.4	Ein beschichtetes Hohlraumsystem — 122
5.2	Räumliche Probleme im mitgeführten Koordinatensystem — 126
5.2.1	Ein schraubenlinienförmiger Balken unter Innendruck — 126
5.2.2	Ein Bohrer unter Belastung durch Momente — 132
5.3	Ebene Probleme im kartesischen Koordinatensystem — 135
5.3.1	Ein Fühler zur Messung dynamischer Drücke — 135
5.3.2	Nachgiebige Elemente zur Überwachung der Winkelgeschwindigkeit — 138
5.3.3	Ein Greifer mit einem nachgiebigen Körper — 141
5.3.4	Zwei nachgiebige Mechanismen — 147

5.4	Räumliche Probleme im kartesischen Koordinatensystem — 151
5.4.1	Eine nachgiebige Führungsvorrichtung mit veränderlicher Nachgiebigkeit — 151
5.4.2	Ein Greifer mit nachgiebigen gekrümmten Fingern — 156
6	Synthesemethoden nachgiebiger Systeme mit Beispielen — 161
6.1	Synthesemethode auf Basis der Modellbildung nachgiebiger Mechanismen als Starrkörpersystem — 161
6.2	Synthesemethode auf Basis der Theorie großer Verformungen gekrümmter Balkensysteme — 167
7	Ausgewählte Beispiele zur Dimensionierung von nachgiebigen Systemen — 177
7.1	Dimensionierung eines nachgiebigen Mechanismus zur Führung eines Körpers mit konstanter Kraft — 177
7.1.1	Dimensionierung einer gekrümmten Struktur für die Führung mit konstanter Kraft — 177
7.1.2	Auslegung einer geraden Struktur für die Führung mit konstanter Kraft — 182
7.2	Dimensionierung eines nachgiebigen Aktuators für medizintechnische Anwendungen — 185
7.2.1	Herangehensweise zur Synthese eines nachgiebigen fluidmechanischen Aktuators — 188
7.2.2	Skalierung des nachgiebigen fluidmechanischen Aktuators — 189
7.2.3	Ermittlung des Elastizitätsmoduls — 191
7.2.4	Ermittlung der Abmessungen eines geraden konisch geformten Aktuators — 192
7.2.5	Synthese eines geraden Aktuators mithilfe eines polynomialen Ansatzes — 195
7.2.6	Synthese eines gekrümmten, konisch geformten Aktuators — 197
7.2.7	Insertionsprozess gerader und gekrümmter Aktuatoren — 200
Literatur — 204	
Register — 208	