

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>15</b>
1.1 Motivation . . . . .	15
1.2 Zielstellungen . . . . .	16
1.3 Internationaler Stand . . . . .	17
1.4 Vorzüge und Defizite . . . . .	21
1.5 Forschungsmethodischer Ansatz . . . . .	22
1.6 Ausblick . . . . .	24
<b>2 Grundbegriffe der Tensorrechnung</b>	<b>25</b>
2.1 Allgemeine Bezeichnungen . . . . .	25
2.2 Isotrope Funktionen von Tensoren . . . . .	31
2.3 Häufig verwendete Größen . . . . .	34
<b>3 Theorie großer viskoelastischer Deformationen</b>	<b>37</b>
3.1 Präambel . . . . .	37
3.2 Kinematik . . . . .	40
3.2.1 Deformation, Stauchung und Streckung . . . . .	40
3.2.2 Lineare und nichtlineare Verzerrungsmaße . . . . .	43
3.2.3 Zeitableitungen . . . . .	46
3.3 Spannungen . . . . .	48
3.4 Nichtlineare Materialgesetze . . . . .	52
3.4.1 Präambel . . . . .	52
3.4.2 Hyperelastische Materialgesetze für biologisches Weichtalgewebe . . . . .	52

## *Inhaltsverzeichnis*

3.4.3	Physikalische Inkompressibilität . . . . .	55
3.4.4	Viskoelastische Materialgesetze . . . . .	55
<b>4</b>	<b>Finite-Elemente-Modell</b>	<b>59</b>
4.1	Aufstellung und Lösung von Bewegungsgleichungen . . . . .	59
4.1.1	Vorstellung der Methode der Finiten Elemente .	59
4.1.2	Vorstellung der Methode der Mehrkörperdynamik	61
4.1.3	Kopplung von Mehrkörperdynamik und Finiten- Elementen-Methoden . . . . .	61
4.1.4	Kontaktsensorik . . . . .	64
4.1.5	Übersicht der verwendeten Finiten Elemente .	67
4.1.6	Kinematische Modellierung der Volumenerhaltung	68
4.2	Anthropometrische Skalierung . . . . .	70
4.2.1	Problembeschreibung . . . . .	70
4.2.2	Anwendung des Anthropometriemodells von DY- NAMICUS . . . . .	71
4.2.3	Anwendung des Menschmodells RAMSIS . . . . .	72
<b>5</b>	<b>Beschreibung durchgeführter Messungen</b>	<b>75</b>
5.1	Anthropometrische Messungen . . . . .	75
5.2	Statische Messungen auf harten Unterlagen . . . . .	81
5.3	Statische Messungen auf gepolsterten Sitzen . . . . .	83
5.4	Bewertung der Druckmessungen . . . . .	87
5.5	Schwingungsmessungen auf harten Unterlagen . . . . .	91
5.5.1	Beschreibung des Messaufbaus . . . . .	91
5.5.2	Beschreibung des Algorithmus zur Auswertung .	92
5.6	Schwingungsmessungen auf gepolsterten Sitzen . . . . .	104
<b>6</b>	<b>Evaluation der Simulationsergebnisse</b>	<b>117</b>
6.1	Erstellung eines MKS-Modells . . . . .	117
6.2	Bestimmung elastischer Materialparameter . . . . .	123
6.3	Simulation von Druckverteilungen mit Schaumstoffen .	131

*Inhaltsverzeichnis*

6.4 Bestimmung viskoelastischer Materialparameter . . . . .	133
<b>7 Ausblick</b>	<b>155</b>