

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	15
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
2	Grundbegriffe der Tensorrechnung	25
2.1	Allgemeine Bezeichnungen	25
2.2	Isotrope Funktionen von Tensoren	31
2.3	Häufig verwendete Größen	34
3	Theorie großer viskoelastischer Deformationen	37
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 Weichteilgewebe	52
		11

Inhaltsverzeichnis

3.4.3	Physikalische Inkompressibilität	55
3.4.4	Viskoelastische Materialgesetze	55
4	Finite-Elemente-Modell	59
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
5	Beschreibung durchgeführter Messungen	75
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
6	Evaluation der Simulationsergebnisse	117
6.1	Erstellung eines MKS-Modells	117
6.2	Bestimmung elastischer Materialparameter	123
6.3	Simulation von Druckverteilungen mit Schaumstoffen . .	131

6.4	Bestimmung viskoelastischer Materialparameter	133
7	Ausblick	155