

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen der Computersimulation	3
2.1	Mechanische Grundlagen	4
2.1.1	Kinematik räumlicher Mehrkörpersysteme	5
2.1.2	Kinetik räumlicher Mehrkörpersysteme	7
2.1.2.1	Innere Kräfte und Drehmomente	9
2.1.2.2	Innere Reaktionskräfte	11
2.2	Numerische Verfahren	12
3	Modellbildung in der Biomechanik	15
3.1	Grundlagen der Modellbildung	15
3-1.1	Zum Modellbegriff	15
3.1.2	Modelltypen	17
3.1.3	Modellbildungsprozeß	20
3.2	Grundlagen biomechanischer Modelle	22
3.3	Simulationsmodelle in der Biomechanik	25
3.3.1	Massepunktmodelle	26
3.3.2	Mehrgliedrige Modelle	29
3.3.2.1	Teilkörpermodelle	29
3.3.2.2	Ganzkörpermodelle	31
3.3.2.3	Kybernetische Modelle	38
4	Basismodell	45
4.1	Anthropometrie	45
4.2	Modellaufbau	48
4.3	Programmablauf der Computersimulation	50
5	Simulation des Ringeturnens	53
5.1	Problemstellung	53
5.1.1	Technik des Schleuderns	54
5.1.2	Literaturrückblick	54
5.2	Methodik	55
5.2.1	Modellkonfiguration	57
5.2.2	Kinematografie	58
5.3	Ergebnisse	59
5.3.1	Validierung des Ringeturnermodells	59
5.3.2	Schleudern führt zum Pendeln	61
5.3.3	Abstoppen eines Pendeins	62

5.4	Physikalische Betrachtung des Ringeturnens.....	64
5.4.1	Das Fadenpendel.....	65
5.4.2	Einleitung von Drehmomenten.....	66
5.4.3	Schwungverstärkung.....	69
5.4.4	Das Mehrfachpendel.....	72
5.5	Zusammenfassung und Ausblick.....	74
6	Simulation der Flugphasen beim Trampolinturnen.....	77
6.1	Problemstellung.....	77
6.1.1	Mechanische Grundlagen von Flugphasen.....	77
6.1.2	Mechanische Grundlagen des Absprungs beim Trampolinturnen.....	81
6.1.3	Theoretische Grundlagen der Schraubensalti beim Trampolinturnen.....	83
6.2	Methodik.....	86
6.3	Ergebnisse und Diskussion.....	87
6.3.1	Aspekte der reinen Saltobewegungen.....	88
6.3.2	Aspekte der Schraubensalti.....	90
6.3.2.1	Salto rückwärts mit ganzer Schraube (Schraubensalto).....	91
6.3.2.2	Salto vorwärts mit halber Schraube (Barani).....	94
6.3.2.3	Salto rückwärts mit Doppelschraube.....	98
6.3.2.4	Doppelsalto vorwärts mit halber Schraube (Fliffis).....	98
6.3.2.5	Doppelsalto rückwärts mit drei Schrauben (Halb-ein-Randolf-aus).....	101
6.3.2.6	Hula-Bewegung.....	102
6.4	Zusammenfassung und Ausblick.....	103
7	Simulation des Tennisschlags.....	107
7.1	Problemstellung.....	107
7.2	Methodik.....	110
7.2.1	Basismodell des Tennisschlags.....	110
7.2.2	Mechanische Charakteristika des Tennisschlägers.....	111
7.2.3	Untersuchtes Schlägerkollektiv.....	113
7.2.4	Repräsentation der Muskulatur des Schlagarms.....	115
7.2.5	Finite-Element-Modell eines Tennisschlägers.....	117
7.3	Ergebnisse.....	121
7.3.1	Tennisschlag als Stoßvorgang eines Mehrfachpendels.....	122
7.3.2	Bedeutung der Schlägerlänge.....	129
7.3.3	Auswirkungen der Schlagarmversteifung.....	132
7.3.4	FEM Schlägermodell.....	135
7.4	Zusammenfassung und Ausblick.....	148
8	Zusammenfassung.....	151

Anhang: Anthropometrische Daten.....	157
Literaturverzeichnis.....	159