

Inhalt

Inhalt.....	5
Vorwort.....	8
1	Einleitung
1.1	Aufbau der Arbeit..... 12
2	Stand der Forschung
2.1	Biomechanische Modellierung..... 14
2.1.1	Schwabbelmassen..... 16
2.1.2	Bewegungssteuerung..... 17
2.1.3	Stabilität 19
2.1.4	Muskeleigenschaften 20
2.1.5	Gelenkmodelle 21
2.2	Lösung vorwärts-dynamischer Probleme 23
2.3	Lösung invers-dynamischer Probleme 24
2.3.1	Starrkörpermodelle..... 27
2.3.2	Neuromuskuläre Modelle 31
2.4	Zusammenfassung 35
2.5	Abgeleitete Problemstellung 36
3	Starrkörpermodell der unteren Extremitäten des Menschen
3.1	Menschmodell 40
3.2	Hüftgelenk 40
3.3	Kniegelenk..... 41
3.3.1	Bestimmung der Femurkondylenkontur..... 47
3.3.2	Bestimmung des momentanen Drehzentrums..... 48
3.3.3	Resultierendes Drehzentrum unter Berücksichtigung des Schlupfs..... 51
3.3.4	Modellierung als MKS-Modell 54
3.4	Femoropatellargelenk 56
3.5	Sprunggelenk..... 58

4	Modellierung des Muskel-Sehnen-Komplexes	
4.1	Muskelmodelle	62
4.2	Längen- und Kraftbestimmung für das serienelastische Element	68
4.3	Kraftbestimmung für das Dämpfungselement	69
4.4	Kraftbestimmung für das parallelelastische und das kontraktile Element	69
5	Modellierung der Kontraktions- und Aktivierungsdynamik	
5.1	Erregung der Muskelfaser	72
5.2	Längenabhängigkeit der Kontraktionsdynamik	76
5.3	Geschwindigkeitsabhängigkeit der Kraftentwicklung	78
6	Bestimmung der Modelleingangsparameter	
6.1	Bestimmung der Eingangsdaten für das Kniemodell	82
6.2	Bestimmung der Eingangsdaten für das Muskelmodell	85
7	Konkrete Lösung des inversen Problems für eine Beinstreckbewegung	
7.1	Versuchsaufbau	90
7.2	Modellierung der Beinpresse	92
7.3	Simulationsergebnisse	93
7.3.1	Kinematik	94
7.3.2	Dynamik	96
7.3.3	Muskelaktivierung	104
8	Beispiel einer Bewegungsoptimierung	
8.1	Optimierungsziel	108
8.2	Variation der Randbedingungen	108
8.3	Ergebnisse	110

9	Diskussion	
9.1	Modelleingangsparameter	115
9.1.1	Kniemodell	115
9.1.2	Muskelmodell	120
9.2	Simulationsergebnisse	121
9.2.1	Muskelkräfte	121
9.2.2	Stimulation	122
10	Zusammenfassung und Ausblick	
10.1	Ausblick	128