

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Historische Entwicklung der Laufmaschinen	2
1.2.1	Erste Anfänge	2
1.2.2	Laufende Roboter in Japan	3
1.2.3	Laufmaschinen in den USA	5
1.2.4	Laufmaschinen-Entwicklung in Europa	7
1.3	Ziel und Aufbau der Arbeit	8
2	Kinematik	11
2.1	MKS-Modell	11
2.2	Gangmuster	13
2.3	Tarsenbahnen	15
2.4	Geometriedaten der Stabheuschrecke	17
3	Inverse Kinetik des Laufens	19
3.1	Herleitung der Bewegungsgleichungen	19
3.2	Berechnung der Jacobimatrizen \mathbf{J}_T , \mathbf{J}_R	22
3.2.1	Lokale Jacobimatrizen des Zentralkörpers	22
3.2.2	Lokale Jacobimatrizen eines Einzelbeins	25
3.3	Berechnung der Massenmatrix \mathbf{M} und der nichtlinearen Anteile \mathbf{h}	28
3.4	Optimierungsproblem	30

3.4.1	Bodenkontakt aller Beine	31
3.4.2	Beine vom Boden abgehoben	34
3.5	Optimierungskriterien	35
3.5.1	Minimales Biegepotential	36
3.5.2	Verspannungsfreiheit der Beine	39
3.5.3	Minimale Gelenkzwangsmomente	41
3.5.4	Optimale Aufstandskraft-Richtungen	44
3.5.5	Minimale Antriebsleistung	46
3.5.6	Vergleich der Optimierungskriterien	48
3.5.7	Weitere Kriterienverbesserung	49
4	Parameteroptimierung	52
4.1	Minimale mittlere Antriebsleistung	54
4.2	Minimales mittleres Antriebsmoment	56
4.3	Optimale Aufstandskraft-Richtungen	57
4.4	Minimales Biegepotential	59
4.5	Maximale Tragfähigkeit	60
4.6	Gewichtete Antriebsmomente	62
5	Auslegung eines Laufmaschinenbeins	64
5.1	Bisheriges Versuchsbein	64
5.2	Überlegungen zur Tragfähigkeit	66
5.3	Verfügbare Antriebsmotoren und Untersetzungsgetriebe	67
5.3.1	Harmonic Drive Getriebe	69
5.3.2	Antriebsmotoren	71
5.4	Optimierung von Tragfähigkeit oder Geschwindigkeit	73
5.5	Zwischenschritte der Antriebsauslegung	75
5.6	Gewählte Antriebsvariante	81

6 Konstruktion	84
6.1 Neues Laufmaschinenbein	84
6.1.1 β -Antrieb	85
6.1.2 Konstruktive Optimierung des ersten Segments	90
6.1.3 α -Antrieb	93
6.1.4 γ -Gelenk	96
6.1.5 Einzelbeinkonstruktion	98
6.2 Laufmaschine	100
7 Inbetriebnahme der Laufmaschine	103
7.1 Montage der mechanischen Komponenten	103
7.2 Installation der Elektronik	104
7.3 Mechanische Probleme bei der Inbetriebnahme	106
7.3.1 Seilzugmechanismus im α - und β -Gelenk	106
7.3.2 Verbindungsteile zwischen Welle γ und Segment 3	107
7.3.3 Aufstandsfläche am Beinende, Kontaktsensor	109
7.4 Elektrische Probleme bei der Inbetriebnahme	111
8 Zusammenfassung	112
Literaturverzeichnis	115