

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

0	<u>Abkürzungen und Formelzeichen</u>	12
1	<u>Einleitung</u>	23
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	23
1.2	Vorgehensweise	25
2	<u>Ausgangssituation und Stand der Technik</u>	26
2.1	Der Aufbau von Industrierobotern	26
2.2	Stand der Technik bei der Auslegung der Mechanik von Roboterstrukturen	32
2.3	Entwicklungsdefizite	38
3	<u>Analyse der Aufgabenstellung und Skizzierung des globalen Lösungsansatzes</u>	40
3.1	Anforderungen an die Konstruktion von Robotern	40
3.2	Durchführung von Marktuntersuchungen	42
3.2.1	Beschreibung der Arbeitsschritte und der benötigten Instrumentarien	42
3.2.2	Analyse im Bereich der Montage	44
3.3	Betrachtungen zu den wesentlichen Kosteneinflussgrößen	51
3.4	Ableitung von Anforderungen an praxisnahe, rechnergestützte Auslegungsverfahren	53
3.5	Aus den Anforderungen abgeleitete Struktur eines Programmsystems zur Auslegung der Mechanik von Industrierobotern	55
4	<u>Geometrische Modellbildung</u>	58
4.1	Grundlegende Rechenverfahren zur Analyse kinematischer Ketten	58

4.2	Bestimmung der Kontur der Raumaufteilung kinematischer Ketten mit rotatorischen Achsen	70
4.2.1	Allgemeines Verfahren zur Darstellung des Gefahrenraumes und des nicht nutzbaren Raumes	72
4.2.2	Prinzipuntersuchung verschiedener konstruktiver Varianten kinematischer Ketten	77
4.3	Die Beweglichkeit der kinematischen Kette	80
4.4	Berechnung von Flächen und Volumina der Raumaufteilung kinematischer Ketten	88
4.5	Geometrische Zusammenhänge bei Knickarmrobotern	90
4.6	Auslegung kinematischer Ketten nach vorgegebenen Aufgaben	93
5	<u>Kinematische Modellbildung</u>	104
5.1	Übersicht über Verfahren zur kinematischen Modellbildung	104
5.2	Der Punkt zu Punkt Betrieb	104
5.2.1	Rampenprofile	104
5.2.2	Das geschlossene Polynomprofil	108
5.2.3	Zusammengesetzte Polynomprofile	110
5.2.4	Betrachtung der Vor- und Nachteile verschiedener Verfahren	116
5.2.5	Verfahrzeitzoptimierung für den PTP-Betrieb	120
5.3	Überschleifen im Punkt zu Punkt Betrieb	127
5.4	Der Bahnbetrieb	131
5.4.1	Beschreibung der Verfahren einschließlich ihrer charakteristischen Schwachstellen	131
5.4.2	Beispielhafte Betrachtung einer Bewegungsaufgabe im Bahnbetrieb	139

6	<u>Dynamische Modellbildung</u>	144
6.1	Inverses dynamisches Systemmodell nach Newton-Euler	144
6.2	Modifikationen der Modellbildung zur Annäherung an das reale System	147
6.2.1	Verlustmomente durch Getriebe, Motoren und Lagerreibung	147
6.2.2	Lösung des inversen Problems unter Berücksichtigung der Motorkenndaten	149
6.3	Realisierung der dynamischen Modell- bildung in ROBKON	157
6.4	Beispielhafte Geräteauslegung unter Berücksichtigung dynamischer Kenngrößen	161
6.5	Ergänzende meßtechnische Verfahren	184
7	<u>Ableitung von Regeln für den Konstrukteur zur Auslegung von Roboterstrukturen</u>	187
8	<u>Zusammenfassung und Ausblick</u>	192
9	<u>Literaturverzeichnis</u>	195