

## **Bibliografische Beschreibung**

Weidermann, Frank:

Strukturoptimierung von parallelkinematischen Werkzeugmaschinen

Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Chemnitz, Professur Werkzeugmaschinen, Chemnitz, 2001

Seiten: 127  
Abbildungen: 46  
Tabellen: 17  
Diagramme: 7  
Literaturzitate: 75

### ***Referat:***

Mechanismen paralleler Struktur finden zunehmend Anwendung als Werkzeugmaschinen, als Messmaschinen und im Bereich der Robotertechnik. Gründe dafür sind die Möglichkeit, alle Antriebe im Gestell lagern zu können, ihre hohe Steifigkeit, resultierend aus ihrer einem Fachwerk ähnlichen Struktur und ihrer hohen Dynamik, welche durch die geringen bewegten Massen erreicht werden kann. Parallele Mechanismen haben nur dann diese Vorteile in herausragender Weise, wenn für den jeweiligen Einsatzfall die richtige Struktur mit den optimalen Abmessungen gewählt wird. Vor allem den damit auf den Konstrukteur zukommenden Problemen widmet sich die vorliegende Arbeit. Eine vollständige und einfache Struktursystematik, welche hergeleitet und an Beispielen illustriert wird, ermöglicht das Festlegen einer parallelen Struktur gemäß einer Aufgabenstellung. Es wird weiterhin in allgemeingültiger Art und Weise das Finden der optimalen kinematischen Abmessungen hergeleitet. Dazu werden die Übertragungsgüte und die Größe des Arbeitsraumes als Bewertungskriterien benutzt. Um einen möglichst großen Teil des Arbeitsraumes der so ermittelten Struktur praktisch nutzbar zu machen, wird ein Konzept zur Endlagenbegrenzung des singularitätsfreien Arbeitsraumes vorgestellt. Alle theoretischen Betrachtungen werden an mehreren Beispielen erläutert.

### ***Schlagworte:***

Parallele Mechanismen, Parallelkinematiken, Optimierung, Struktursystematik, Übertragungsgüte, Arbeitsraum, Struktursynthese

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Abkürzungen und Bezeichnungen .....</b>	<b>9</b>
	<b>Begriffsbestimmung .....</b>	<b>11</b>
<b>0</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>15</b>
<b>1</b>	<b>Stand der Technik und Aufgabenstellung .....</b>	<b>17</b>
1.1	Stand der Technik .....	17
1.2	Aufgabenstellung .....	21
<b>2</b>	<b>Struktursystematik und Struktursynthese paralleler Mechanismen.....</b>	<b>23</b>
2.1	Einordnung paralleler Mechanismen.....	23
2.2	Struktursystematik von Mechanismen mit Parallelstruktur .....	25
2.3	Unterscheidung paralleler Mechanismen nach Kriterien ihrer Anwendung und ihrer Steuerung.....	38
2.4	Synthese paralleler Mechanismen .....	40
<b>3</b>	<b>Kinematische Analyse .....</b>	<b>47</b>
3.1	Analytische Ermittlung der inversen Jacobimatrizen paralleler Mechanismen .....	47
3.2	<b>Kinematische Analyse und Bewegungssimulation mit Hilfe eines allgemeinen Ansatzes zur Lösung von Vektorgleichungen .....</b>	<b>49</b>
3.2.1	Mathematisches Modell .....	50
3.2.2	Direkte kinematische Analyse einer Parallelkinematik mit drei Antrieben.....	52
3.2.3	Antriebsfunktionen .....	56
3.2.4	Lösungen der Lage- und Geschwindigkeitsberechnung .....	57

<b>4</b>	<b>Übertragungsgüte und optimale Auslegung .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1</b>	<b>Auslegung nach der Übertragungsgüte .....</b>	<b>57</b>
<b>4.2</b>	<b>Arbeitsraum .....</b>	<b>59</b>
4.2.1	Form und Bewertung des Arbeitsraumes .....	59
4.2.2	Vergrößerung des antriebsbezogenen Arbeitsraumes durch konstruktive Begrenzung von Singularitäten .....	61
4.2.3	Vergrößerung des antriebsbezogenen Arbeitsraumes durch neue Anordnung der Endlagenbegrenzungen am Beispiel eines ebenen Mechanismus mit $F=2$ .....	65
4.2.4	Vergrößerung des antriebsbezogenen Arbeitsraumes durch neue Anordnung der Endlagenbegrenzungen am Beispiel einer ebenen Parallelkinematik mit $F=3$ .....	74
4.2.5	Experimentelle Untersuchungen .....	81
<b>4.3</b>	<b>Programm zum Optimieren der kinematischen Abmessungen paralleler Strukturen nach Kriterien des Arbeitsraumes und der Übertragungsgüte .....</b>	<b>83</b>
<b>5</b>	<b>Bestimmung der optimalen kinematischen Abmessungen verschiedener paralleler Strukturen mit <math>F = 3</math> und <math>F = 6</math> .....</b>	<b>85</b>
<b>5.1</b>	<b>Räumlicher symmetrischer Tricept mit längenveränderlichen Streben .....</b>	<b>85</b>
<b>5.2</b>	<b>Räumlicher symmetrischer Tricept mit Streben konstanter Länge .....</b>	<b>91</b>
<b>5.3</b>	<b>Räumliche Parallelkinematik mit drei Drehantrieben und der Struktur RSR .....</b>	<b>95</b>
<b>5.4</b>	<b>Die Fräsmaschine Hexapod 6X .....</b>	<b>100</b>
<b>5.5</b>	<b>Strukturfindung für eine parallelkinematische Werkzeugmaschine an der Fräsmaschine SKM 400 .....</b>	<b>104</b>
5.5.1	Anforderungsbild an die Maschine .....	104
5.5.2	Vollparallel- oder Hybridkinematik .....	104
5.5.3	Strukturauswahl und Bewertung .....	107
5.5.4	Steifigkeitsberechnung .....	113
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>119</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>121</b>