

Gliederung

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	2
1.2	Aufbau der Arbeit	3
2	Entwicklungsmethodik mechatronischer Systeme	5
2.1	Mechatronische Systeme	5
2.2	Produktentwicklungsprozeß	7
2.3	Gestaltorientierter Entwicklungs- und Konstruktionsprozeß	8
2.4	Funktionsorientierter Entwicklungsprozeß mechatronischer Systeme	10
2.4.1	Phasenmodell	10
2.4.2	Kreislaufmodell	14
2.5	Objekte im Entwurfsprozeß	15
2.5.1	Prozesse	17
2.5.2	Modelle	20
2.6	Werkzeuge im Entwurfsprozeß	23
2.6.1	Stand der Technik	23
2.6.2	Verwendete Werkzeuge (CAMEL, I-DEAS, Maple)	25
3	Reduzierung topologischer MKS- aus 3D-CAD-Modellen mit Lösungselementobjekten	29
3.1	Problemstellung und Zielsetzung	29
3.2	Stand der Technik	32
3.2.1	Integrierte CAD/CAE-Systeme	32
3.2.2	Eigenständige CAE-Systeme	37
3.3	Spezifikation mechanischer Lösungselementobjekte	38
3.3.1	Bauteilobjekte	40
3.3.2	Verknüpfungsobjekte	45
3.3.3	Baugruppenobjekte	46
3.4	Implementierung	47
3.4.1	Bauteil-, Verknüpfungs- und Baugruppenobjekte	47
3.4.2	Schnittstelle I-DEAS-CAMEL	49
3.4.3	Sichten auf die Lösungselementobjekte	51
4	Ableitung symbolischer Zustandsraummodelle aus topologischen MKS-Modellen	53
4.1	Problemstellung und Zielsetzung	53
4.2	Mehrkörpersysteme und Mehrkörpersystemformalismen	56
4.3	Allgemeiner Lagrange-Formalismus	57
4.4	Lagrange-Formalismus für hybride Mehrkörpersysteme	59
4.4.1	Sortierung der Koppelbedingungen	59
4.4.2	Ableitung der Kinematik	61
4.4.3	Ableitung der Bewegungsgleichungen	72
4.4.4	Ableitung der Zustandsdarstellung	74
4.5	Implementierung	76

4.5.1	Entwicklungsumgebung CAMEL.....	77
4.5.2	Formelmanipulationssystem Maple	77
4.6	Hinweise zur Anwendung des Formalismus	80
4.6.1	Vereinfachung der symbolischen Systemgleichungen	80
4.6.2	Interaktive Manipulation der symbolischen Systemgleichungen	84
4.6.3	Behandlung geschlossener Schleifen	85
4.6.4	Mechanische Lösungselementobjekte und starre Bindungen	86
4.6.5	Rekursiver Ableitungsformalismus	87
4.6.6	Auswirkung des rekursiven Ableitungsformalismus	89
4.6.7	Validierung des Ableitungsformalismus	91
5	Anwendungsbeispiel	92
5.1	Lösungselementobjekte der Werkzeugmaschine	93
5.1.1	Modellbildungsprozeß des Zahnriementriebes	93
5.1.2	Modellbildungsprozeß der Spindel	104
5.1.3	Weitere Lösungselementobjekte	107
5.2	Entwurfsprozeß der Werkzeugmaschine	113
5.2.1	Modellbildungsprozeß mit Lösungselementobjekten	113
5.2.2	Reduzierungsprozeß	114
5.2.3	Ableitungsprozeß	116
5.2.4	Parameter- und Reglerauslegungsprozeß	118
5.2.5	Analyseprozeß	125
5.2.6	Entscheidungsprozeß	126
6	Zusammenfassung und Ausblick	127
7	Anhang	130
7.1	MKS-Modellbeschreibung in Maple	130
7.1.1	Physikalisch-topologische Modellbeschreibung	130
7.1.2	Mechanische Bewegungsgleichungen	137
7.1.3	Nichtlineare Zustandsdarstellung	138
7.2	Systemparameter der Werkzeugmaschine	140
8	Literaturverzeichnis	141
9	Web-Links	149