

Inhalt

Formelzeichen und Notation	XI
Kurzfassung	XVII
Abstract	XIX
1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Stand der Technik	2
1.2 Ziel und Aufbau der Arbeit	5
2 Einige Grundlagen zu elastischen Mehrkörpersystemen	7
2.1 FE-Beschreibung elastischer Körper	8
2.1.1 Modellierung	8
2.1.2 Spannungsberechnung im Element	11
2.1.3 Bewegungsgleichung eines FE-Körpers	11
2.2 Modellreduktion	12
2.2.1 Modale Reduktion	13
2.2.2 Spannungen in reduzierten elastischen Körpern	13
2.3 Ansatz des mitbewegten Referenzsystems	14
2.3.1 Kinematik	14
2.3.2 Kinetik	17
3 Kontaktinteraktionen mittels Bounding Volume Hierarchien und nodaler Kontaktsuche	19
3.1 Grobe Kontaktsuche	21
3.1.1 Discrete Oriented Polytopes	21
3.1.2 Bounding Volume Hierarchien	24

- 3.2 Feine Kontaktsuche und Berechnung der Kontaktkräfte 28
 - 3.2.1 Kontaktkinematik 29
 - 3.2.2 Penalty-Kontaktkraftmodelle 31
- 4 Modulares Softwarekonzept zur Simulation von EMKS mit Reibkontak-
ten 35
 - 4.1 Umsetzung des Softwarekonzepts 36
 - 4.1.1 Das Gear Train Module 36
 - 4.1.2 Gear Train Module in der Bosch AS Simulationsumgebung 38
 - 4.1.3 Erweiterung des Gear Train Modules 41
 - 4.1.4 Entwicklung der allgemeinen Kontaktroutine 44
 - 4.2 Parameterwahl für Bounding Volume Hierarchien bei Verzahnungen 47
 - 4.2.1 Art des k -DOPs 48
 - 4.2.2 Einfluss der Parallelisierung 50
 - 4.2.3 Einfluss der Aktualisierungsstrategien 50
 - 4.2.4 Einfluss der abzusteigenden Tiefe in der Hierarchie 51
 - 4.2.5 Zwischenfazit 52
- 5 EMKS-Kontakte mit EPS-Verzahnungen 53
 - 5.1 Zahnstangenverzahnungen 54
 - 5.1.1 Vorabuntersuchung an einem Stoßlastfall 55
 - 5.1.2 Durchlenkvorgang 57
 - 5.1.3 Klemmlastsituation 61
 - 5.1.4 Miteinbeziehung des Druckstücks 64
 - 5.2 Schneckenverzahnungen 66
 - 5.2.1 Vorabuntersuchung an einem Stoßlastfall 67
 - 5.2.2 Dynamische Spannungsuntersuchungen 69
 - 5.2.3 Durchlenkvorgang 73
 - 5.2.4 Selbsthemmung 76
 - 5.3 Zwischenfazit 78
- 6 Anwendung des modularen Softwarekonzepts 81

6.1	Erstellung und Auswertung eines Modells	82
6.2	Validierung des modularen Softwarekonzepts	85
6.3	Modellierung eines umgebenden MKS	87
6.3.1	Kopplung des EMKS an umgebende Komponenten	87
6.3.2	Modellierung der Schneckenlagerung in Amesim	89
6.3.3	Anwendung im Bosch AS eigenen MKS/Simulationsprogramm SimPro	90
7	Zusammenfassung und Ausblick	93
Anhang		97
A.1	Wahl des Integrationskonzepts für die Zustände der elastischen Körper . .	97
Literatur		105