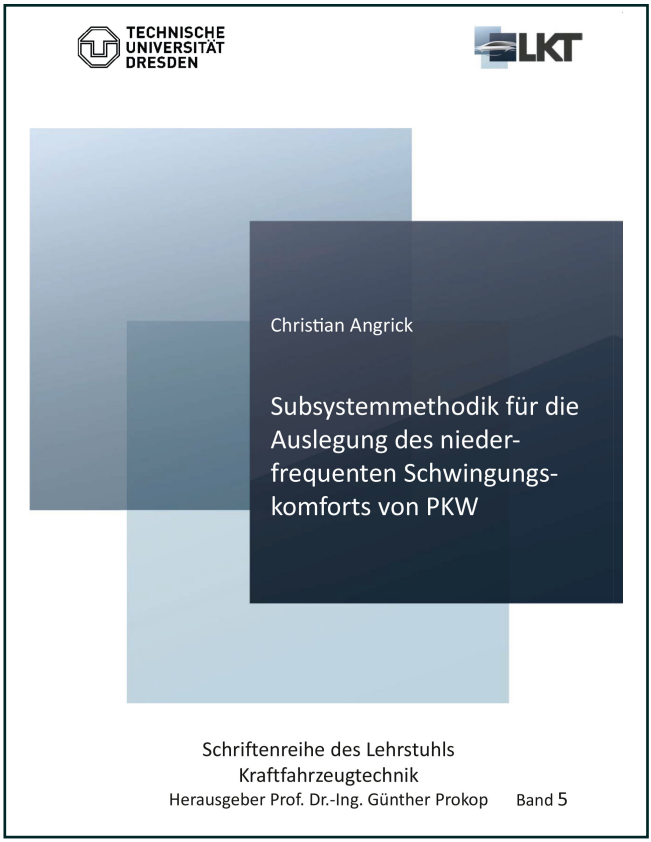
Christian Angrick (Autor)

Subsystemmethodik für die Auslegung des niederfrequenten Schwingungskomforts von PKW



https://cuvillier.de/de/shop/publications/7677

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: https://cuvillier.de

Danksagung III

Kurzfassung VII

Abstract XI

Nomenklatur XXI

1. Einführung 1
   1.1. Motivation . . . 3
   1.2. Zielstellung und Struktur der Arbeit . . . 3
   1.3. Eingrenzung der Aufgabenstellung . . . 5
   1.4. Begriffsdefinitionen . . . 6

2. Wissenschaftliche Grundlagen 7
   2.1. Automobiler Entwicklungsprozess . . . 9
      2.1.1. Entwicklungsprozess der Fahrdynamik . . . 11
      2.1.2. Entwicklungsprozess des Fahrkomforts . . . 13
   2.2. Fahrkomfort auf Gesamtfahrzeugebene . . . 14
      2.2.1. Definition charakteristischer Schwingungsphänomene . . . 14
      2.2.2. Bewertungsmethoden . . . 16
   2.3. Analyse und Modellierung dynamischer Systeme . . . 18
      2.3.1. Kennwerte für Übertragungseigenschaften . . . 18
      2.3.2. Mechanische Ersatzmodelle . . . 20
      2.3.3. Modellansätze zur Abbildung von Reibungseffekten . . . 23
   2.4. Stand der Forschung zu Eigenschaften von Subsystemen . . . 24
      2.4.1. Aufbauschwingungsverhalten . . . 24
      2.4.2. Fahrwerkseigenschaften . . . 26
      2.4.3. Rad/Reifengefederte Masse mit Reifen . . . 34
      2.4.4. Aggregat . . . 38
      2.4.5. Hilfsrahmen und Differenzial . . . 43
      2.4.6. Weitere Subsysteme . . . 44
   2.5. Abstrakte Modellansätze zur Abbildung des Schwingungskomforts auf Gesamtfahrzeugebene . . . 46
   2.6. Zusammenfassung des Stands der Forschung und Diskussion hinsichtlich der Zielvorstellung . . . 47

3. Methodische Mittel zur Ableitung der Subsystemmethodik 49
   3.1. Effiziente Identifikation des frequenzabhängigen Übertragungsverhaltens von Systemen . . . 51
   3.2. Versuchstechnik . . . 55
      3.2.1. Referenzfahrzeug . . . 55
      3.2.2. Kinematics and Compliance Prüfstand . . . 56
      3.2.3. Dynamischer Achsprüfstand . . . 57
      3.2.4. Dynamischer Kinematics and Compliance Prüfstand . . . 60
   3.3. Methode der Analyse und Abstraktion von Subsystemen . . . 61
      3.3.1. Definition der Subsystem-Blackbox und Übertragungsmatrix . . . 61
      3.3.2. Analyse und Modifikation der Übertragungsmatrix . . . 63

4. Charakterisierung der Übertragungseigenschaften von Subsystemen 65
   4.1. Einfluss von Subsystemen auf das Gesamtfahrzeug . . . 67

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

4.2. Fahrwerk mit starr angebundenem Hilfsrahmen 69
4.2.1. Definition kinematischer, elastokinematischer und dynamischer Fahrwerkseigenschaften auf Basis einer Subsystem-Übertragungsmatrix 70
4.2.2. Statische elastische Eigenschaften 77
4.2.3. Nichtlineare statische Reibungseffekte 79
4.2.4. Dynamische Eigenschaften 82
4.3. Fahrwerk mit elastisch gelagertem Hilfsrahmen und Differenzial 86
4.3.1. Statische elastische Eigenschaften 86
4.3.2. Nichtlineare statische Reibungseffekte 90
4.3.3. Dynamische Eigenschaften 93
4.4. Aggregat 96
4.4.1. Schwingverhalten ohne Berücksichtigung von Hydrolagern 96
4.4.2. Schwingverhalten unter Berücksichtigung von Hydrolagern 97
4.5. Diskussion der Subsystemeigenschaften 100

5. Erstellung eines Konzeptmodells auf Subsystemebene 103
5.1. Kriterien zur Auswahl von Subsystemkennwerten 107
5.2. Allgemeingültiger nichtlinearer Abstraktionsansatz für Subsysteme 108
5.2.1. Formulierung mittels elastischer Drehpole 108
5.2.2. Vereinfachungen durch symmetrische Systeme 110
5.2.3. Diskussion des Ansatzes 112
5.3. Subsystemmodellierung des Fahrwerks 113
5.3.1. Modellierung des vertikalen Übertragungspfades 114
5.3.2. Modellierung der Fahrwerkskinematik 116
5.3.3. Modellierung der Fahrwerkselastokinematik 118
5.3.4. Modellierung der Fahrwerksreibung 120
5.3.5. Validierung des Subsystemansatzes auf Achsebene 123
5.4. Subsystemmodellierung der Hilfsrahmen- und Differenziallagerung 124
5.5. Subsystemmodellierung der Aggregatlagerung 126
5.6. Zusammenfassung und Diskussion zur Modellierung unter Verwendung von Subsystemparametern 127

6. Parametrierungskonzept 129
6.1. Übersicht über Parametrierungsverfahren 131
6.2. Parametrierung von Fahrwerkseigenschaften 133
6.2.1. Statische Fahrwerkseigenschaften 133
6.2.2. Dynamische Fahrwerkseigenschaften 136
6.3. Parametrierung von Eigenschaften der Hilfsrahmen- und Differenziallagerung 139
6.3.1. Parametrierung statischer Eigenschaften der Hilfsrahmenlagerung . 139
6.3.2. Parametrierung dynamischer Eigenschaften der Hilfsrahmen- und Differenziallagerung 143
6.4. Parametrierung der Aggregatlagerung 145
6.5. Diskussion zum Stand des Parametrierungsvorgehens 148

7. Prozessdefinition mit Integration der Subsystemmethodik 149
7.1. Abhängigkeit des Fahrzeugschwingungsverhaltens von Subsystemparametern 152
7.1.1. Einfluss der Fahrwerkslängssteifigkeit 152
7.1.2. Einfluss des Fahrwerksschrägfederungswinkels 153
7.1.3. Einfluss der Fahrwerksreibung 155
7.2. Wettbewerbsanalyse auf Gesamtfahrzeugebene 163

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

7.3. Ableitungsprozess von Gesamtfahrzeug- zu Subsystemeigenschaften . . . 167
7.3.1. Einfluss von Subsystemparametern auf niederfrequente Aufbauschwingungen . . . 171
7.3.2. Einfluss von Subsystemparametern auf das Fahrzeugstuckern . . . 173
7.3.3. Einfluss von Subsystemparametern auf das Schwingungsverhalten bei Kantenüberfahrt . . . 174
7.3.4. Zusammenfassung der Ergebnisse und Handlungsableitung . . . 175
7.4. Ableitungsprozess von Subsystem- zu Komponenteneigenschaften . . . 176
7.4.1. Elastische Lagerungen . . . 176
7.4.2. Fahrwerkskonzepte . . . 179

8. Zusammenfassung und Ausblick 181

Literaturverzeichnis XXXIII

Abkürzungsverzeichnis XLIX

A. Anhang LXIII
A.1. Translation von Steifigkeitsmatrizen . . . LXV
A.2. Reproduzierbarkeit der Reibungsmessungen . . . LXVI
A.3. Dynamische Reibungseffekte . . . LXVII
A.4. Kräfte- und Momentengleichgewichte für wechselseitige Längsanregungen im Radmittel- und Radaufstandspunkt bei elastisch gelagertem Hilfsrahmen . . . LXVIII

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.