

# Beitrag zur Simulation von Straßenunebenheiten auf servohydraulischen Fahrzeugprüfständen

Roland Ries

Mit 52 Bildern und 19 Tabellen

**expert** **verlag**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>3</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b>	<b>7</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>14</b>
<b>1 Einleitung und Aufgabenstellung</b>	<b>16</b>
<b>2 Stand der Technik</b>	<b>19</b>
<b>3 Modellierung und Parameteridentifikation der Kraftfahrzeug- vertikaldynamik</b>	<b>26</b>
3.1 Vorüberlegungen . . . . .	26
3.1.1 Grundlagen der Modellierung zur Systembeschreibung	26
3.1.2 Ein-Freiheitsgrad-Modell (Radersatzsystem) . . . . .	30
3.1.3 Räumliches Fahrzeugmodell (7-Freiheitsgrad-Fahr- zeug-Modell). . . . .	32
3.1.4 Simulation der Fahrzeugmodelle mit ACSL . . . . .	35
3.1.5 Nichtparametrische Modelle. . . . .	37
3.2 Auswahl und Parameteridentifikation des 7-Freiheitsgrad- Fahrzeug-Modells. . . . .	40
3.2.1 Versuchsaufbau. . . . .	41
3.2.2 Ergebnisse . . . . .	47
<b>4 Einsatz der diskreten Frequenzgangmatrix (DFM) zur Be- schreibung der Kraftfahrzeugvertikaldynamik</b>	<b>52</b>

4.1	Methode der synthetischen Fahrbahnprofilgenerierung . . . . .	53
4.2	Diskretisierungsfehler (Randefekte) bei Verwendung der DFM. . . . .	60
4.2.1	Eignung der DFM am Beispiel des Ein-Freiheitsgrad-Radersatz-Modells (Ein-FHG-Radersatz-Modell)	62
4.3	Bestimmung der DFM am 7-Freiheitsgrad-Fahrzeug-Modell - Vergleich zweier Identifikationsverfahren. . . . .	72
4.4	Korrekturverfahren beim Einsatz der DFM am Simulationsprüfstand . . . . .	82
4.4.1	Digitale Offline-Regelverfahren. . . . .	82
4.4.2	Alternative Korrekturverfahren . . . . .	85
<b>5</b>	<b>Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse auf die Fahrbahnunebenheitssimulation am Prüfstand</b>	<b>88</b>
5.1	Nachbildung des Prüfstandsversuchs mit Hilfe des 7-FHG-Fahrzeug-Modells. . . . .	88
5.2	Untersuchung der Korrekturverfahren . . . . .	89
5.3	Fahrzeugversuch. . . . .	99
5.3.1	Meßtechnische Ausrüstung des Fahrzeugs. . . . .	99
5.3.2	Versuchsdurchführung. . . . .	101
5.4	Prüfstandsversuch . . . . .	102
5.4.1	Servohydraulischer Schwingungsprüfstand. . . . .	102
5.4.2	Versuchsaufbau und Meßtechnik . . . . .	103
5.5	Ergebnis der Fahrbahnunebenheitssimulation. . . . .	104
5.6	Vergleich der vorgestellten Korrekturverfahren . . . . .	108
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>110</b>
<b>7</b>	<b>Schrifttum</b>	<b>112</b>

<b>Anhänge</b>	<b>119</b>
<b>A Beispiele für die Programmierung in ACSL</b>	<b>119</b>
<b>B Grundlagen und Begriffe zur Statistik und Signalanalyse</b>	<b>122</b>
B.1 Kennwerte aus der Zeitbereichsdarstellung. . . . .	122
B.2 Kennwerte aus der Frequenzbereichsdarstellung. . . . .	124
<b>C Programmtechnische Realisierung von GENPROF zur Berechnung von Fahrbahnprofilen</b>	<b>125</b>
<b>D Modellparameter des 7-Freiheitsgrad-Fahrzeug-Modells</b>	<b>128</b>