

S₄₂₄

Integration eines aktiven Luftfederdämpfers in einen Viertelfahrzeug Prüfstand

Integration of an active air spring damper in a quarter car test rig

Autor B.Sc. Clemens Janzarik, (Betreuer M.Sc. Manuel Rexer)

Masterthesis am Institut für Fluidsystemtechnik, Darmstadt, 10. November 2020



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Erklärung zur Abschlussarbeit gemäß § 22 Abs. 7 und § 23 Abs. 7 APB TU Darmstadt

Hiermit versichere ich, Clemens Janzarik, die vorliegende Master-Thesis gemäß § 22 Abs. 7 APB der TU Darmstadt ohne Hilfe Dritter und nur mit den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt zu haben. Alle Stellen, die Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht worden. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Mir ist bekannt, dass im Falle eines Plagiats (§38 Abs.2 APB) ein Täuschungsversuch vorliegt, der dazu führt, dass die Arbeit mit 5,0 bewertet und damit ein Prüfungsversuch verbraucht wird. Abschlussarbeiten dürfen nur einmal wiederholt werden.

Bei der abgegebenen Thesis stimmen die schriftliche und die zur Archivierung eingereichte elektronische Fassung gemäß § 23 Abs. 7 APB überein.

English translation for information purposes only:

Thesis Statement pursuant to § 22 paragraph 7 and § 23 paragraph 7 of APB TU Darmstadt

I herewith formally declare that I, Clemens Janzarik, have written the submitted thesis independently pursuant to § 22 paragraph 7 of APB TU Darmstadt. I did not use any outside support except for the quoted literature and other sources mentioned in the paper. I clearly marked and separately listed all of the literature and all of the other sources which I employed when producing this academic work, either literally or in content. This thesis has not been handed in or published before in the same or similar form.

I am aware, that in case of an attempt at deception based on plagiarism (§38 Abs. 2 APB), the thesis would be graded with 5,0 and counted as one failed examination attempt. The thesis may only be repeated once.

In the submitted thesis the written copies and the electronic version for archiving are pursuant to § 23 paragraph 7 of APB identical in content.

Matrikelnummer:

E-Mail (privat):

Datum / Date:

Unterschrift/Signature:

Inhalt

1	EINLEITUNG	1
1.1	Motivation und Zielsetzung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2	GRUNDLAGEN.....	1
2.1	Der aktive Luftfederdämpfer	1
2.2	HiL-Versuche	1
2.3	Sensor Fusion	1
2.4	(Statistische Grundlagen um HiL und Viertelfahrzeug-Versuche miteinander zu vergleichen) 1	
3	KONSTRUKTIVE UMGESTALTUNG DES FUNKTIONSPROTOTYPS . FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.	
3.1	Anforderungen an die Luftfeder	1
3.2	Versorgung des unteren aktiven Kolbens mit Hydraulikleitung von oben	3
3.3	Integration von Beschleunigungs- und Wegsensoren.....	3
4	INTEGRATION DES AKTIVEN LUFTFEDERDÄMPFERS IN DEN VIERTELFahrZEUG PRÜFSTAND.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
4.1	Anforderungen an den Prüfstand	2
4.2	Aufbau.....	3
4.3	Mögliche Probleme die aufgetreten sind, und wie sie gelöst wurden	3
5	ÄNDERUNGEN AN DER PRÜFSTANDSOFTWARE	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
5.1	Reduzierung um das Viertelfahrzeugmodell	3
5.2	Implementierung der Sensorfusion	3
6	VERSUCHSDURCHFÜHRUNG.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
6.1	Versuchsplan.....	3
7	VERGLEICH MIT HARDWARE IN THE LOOP VERSUCHEN ..	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

8 FAZIT	4
LITERATUR.....	5
ANHANG A.....	6
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
Verzeichnis der auf Datenträger gespeicherten Dateien	9
ANHANG B	10

Symbolverzeichnis

Basissystem

Die erste Spalte der folgenden Liste zeigt die im Text verwendeten Symbole für die auftretenden physikalischen und mathematischen Größen. In der zweiten Spalte wird die Bedeutung des Symbols beschrieben. Die Dimensionsformel jeder physikalischen Größe ist als Potenzprodukt der Basisgrößen Länge (L), Masse (M), Zeit (T), Temperatur (Θ), Stoffmenge (N), Strom (I) und Lichtstärke (J) in der Spalte 3 angegeben.

Symbol	Bedeutung	Dimension
A	Querschnittsfläche	L^2
R	Radius	L
C	Clemenzahl	1
Re	Reynoldszahl	1
φ	Durchflusszahl	1
ψ	Druckzahl	1
U	Spannung	$M L^2 I^{-1} T^{-3}$

Indizes

A	Arbeitsanschluss A
a	Aktor
B	Arbeitsanschluss B
dyn	dynamisch

Abkürzungen

VDMA	Verband der Deutschen Maschinen und Anlagenbauer
TU	Technische Universität

1 Einleitung

Grundlegende Motivation für das System welches am FST Entwickelt wird

1.1 Fragestellung

Wieso muss der aLFD überhaupt in den neuen Prüfstand eingebaut werden? Wo lagen die Probleme bei den HiL Versuchen → Ziel ist es, die HiL Versuche mit den neuen Versuchen in Relation zu setzen

1.2 Methodisches Vorgehen

Hier vielleicht noch ein Bildchen von alten und vom neuen Prüfstand.

2 Grundlagen

2.1 Aktiver Luftfederdämpfer

Hier wird das System noch mal in ein paar Worten zusammengefasst um später darauf verweisen zu können.

2.2 HiL-Versuche

Wie waren die HiL-Versuche prinzipiell aufgebaut, welche Daten müssen hier vielleicht noch validiert werden.

2.3 Sensor Fusion

2.4 (Statistische Grundlagen um HiL und Viertelfahrzeug-Versuche miteinander zu vergleichen)

3 Anforderungsliste

3.1 Anforderungen an die Software

Gliederung	Art	Bezeichnung	Daten
Bauraum	FF	Maximalabstand Kugelköpfe (Ergibt sich aus der Geometrie des Viertelfahrzeugprüfstandes)	

	FF	Minimalabstand Kugelköpfe (Ergibt sich aus der Prüfstandgeometrie)	
Konstruktive Gestaltung	WF	Herstellbarkeit in Institutswerkstatt	
	WF	Einfache Montage der neuen Komponenten	
	WF	Einfacher Hydraulik Ölwechsel	
	ZF	Leitungslänge Hydraulik	Möglichst kurz
	ZF	Steifigkeit Hydrauliksystem	Möglichst steif
	ZF	Strömungswiderstand Hydrauliksystem	Möglichst gering
Leistungsmerkmale	FF	Eckfrequenz der Sensorik	> > 25 Hz
	FF	Druckbeständigkeit der Segment-Hydraulik	30 bar

Tabelle 3-1: Anforderungen an die Software

3.2 Anforderungen an die Sensorik

Gliederung	Art	Bezeichnung	Daten
Allgemein	FF	Reproduzierbarkeit der Versuche	Allein aus der Literatur und der Versuchsbeschreibung sollte der Versuch wiederholt werden können.
Konstruktive Gestaltung	ZF	Coloumb'sche Reibung	Möglichst gering
	FF	Kein Lagerspiel	
Leistungsmerkmale	FF	Eckfrequenz der Bodenanregung	> 25 Hz ¹
	FF	Radsteifigkeit c_R	200 000 N/m ²
	FF	Raddämpfung d_R warhscheinlich 0	566 Ns/m ²
	FF	Radmasse m_R	40 kg ²
	FF	Aufbausteifigkeit c_R	10 000 N/m ²

¹ Tabelle 3.2: Parameter zur Generierung der virtuellen Straßen aus [1]

² Tabelle 3.1: Parameter des Viertelfahrzeugmodells aus [1]

	FF	Aufbaudämpfung d_R	1140 Ns/m ²
	FF	Aufbaumasse m_R	290 kg ²

Tabelle 3-2: Anforderungen an den Prüfstand

3.3 Versorgung des unteren aktiven Kolbens mit Hydraulikleitung von oben

3.4 Integration von Beschleunigungs- und Wegsensoren

4 Entwurf der Einzelkomponenten

4.1 Aufbau

4.2 Mögliche Probleme die aufgetreten sind, und wie sie gelöst wurden

5 Implementierung der Einzelkomponenten

5.1 Reduzierung um das Viertelfahrzeugmodell

5.2 Implementierung der Sensorfusion

6 Integration und Test der Einzelkomponenten

6.1 Versuchsplan

7 Validierung der HiL Versuche

8 Fazit

Literatur

- [1] P. Hendrich. *Konzeptvalidierung einer aktiven Luftfederung im Kontext autonomer Fahrzeuge. Forschungsberichte zur Fluidsystemtechnik*. Dissertation. Fachgebiet Fluidsystemtechnik. Darmstadt. 2018.
- [2] ..
- [3] Autorvorname abgekürzt Nachname. *Buchtitel kursiv*. Veröffentlichungstyp. Verlag. Verlagsort. Jahr.



Anhang A

Abbildungsverzeichnis

Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.



Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Anforderungen an die Luftfeder	2
Tabelle 4-1: Anforderungen an den Prüfstand	3

Verzeichnis der auf Datenträger gespeicherten Dateien

Datei	Anwendung	Beschreibung
Ausarbeitung\DA_Brander	Word97	Dieses Dokument
Einfacher_Lenkzyklus\ info.txt	Editor	Erklärungen zur Simulation des einfachen Lenkzyklus
Einfacher_Lenkzyklus\ input_sinus.m	Matlab	Berechnet Eingabevektoren des einfachen Lenkzyklus; Skript zum Plotten der Ergebnisse
Einfacher_Lenkzyklus\ sinus_elast_kompl_radkraefte.m	Matlab	Ergebnisse des einfachen Lenkzyklus. Darstellung der Ergebnisse mit Datei input_sinus.
Modelle\ etha_konstantdruck_mit_elast.mdl	SIMULINK	Modell zur Wirkungsgradsimulation der konventionellen Lenkung und der Konstantdrucklenkung
Modelle\ etha_konstantdruck_ohne_elast.mdl	SIMULINK	Modell zur Wirkungsgradsimulation der konventionellen Lenkung und der Konstantdrucklenkung mit vereinfachter Mechanik (ohne Elastizitäten)
Modelle\Kennfeld318.mat	Matlab	Pumpenkennfeld des BMW 318. Datei wird von der Datei parameter.m geladen
Modelle\param_sim.mat	Matlab	Einstellungen für die verwendeten Gleichungslöser. Muss nur aufgerufen werden, wenn Modell über Skriptfile simuliert wird
Modelle\parameter.m	Matlab	Parameterdatei für Modell 'etha_konstantdruck'

Anhang B

(z.B. Hersteller Prospekte und Datenblätter, Kopien)