



1

2



2

1 Fahrwerkskomponente mit vier aktiven Lagern zur Reduktion des Rollgeräusches

2 aktives Lager mit piezokeramischen Aktoren

## UNTERSUCHUNGEN ZUR AKTIVEN ENTKOPPLUNG VON FAHRWERKSKOMPONENTEN

### Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Bartningstraße 47  
64289 Darmstadt

Ansprechpartner

Heiko Atzrodt  
Telefon +49 6151 705-349  
Fax +49 6151 705-214  
heiko.atzrodt@lbf.fraunhofer.de

[www.lbf.fraunhofer.de](http://www.lbf.fraunhofer.de)

### Einleitung

Im Rahmen des BMBF-Projektes „Funktionsintegrierte elektroaktive Elastomerlagersysteme zur Schwingungskontrolle von Leichtbaustrukturen“ FIEELAS wurde gemeinsam mit den Projektpartnern ein aktives Lager zur Entkopplung von Fahrwerkskomponenten von der Karosserie entwickelt. Die im Serienzustand eines Mittelklassefahrzeuges als starr ausgelegte Verbindung wird dabei durch aktive Elemente mit piezokeramischen Aktoren ersetzt, um so auftretenden Störungen durch die Fahrbahnregung zu reduzieren. Durch diese Maßnahme soll der Schalldruck im Fahrzeuginneren gemindert und somit der Komfort für die Fahrzeuginsassen erhöht werden.

### Auslegung aktives Lager

Für die Auslegung der aktiven Lager wurde eine numerische Simulation durchgeführt mit der eine Überhöhung im Frequenzbereich um 90 Hz identifiziert werden konnte, was sich mit den Messungen am Testfahrzeug deckt. Es wurden verschiedene numerische Analysen zu den Lagereigenschaften durchgeführt und die Wirksamkeit unterschiedlicher Maßnahmen untersucht. Mit den damit ermittelten Designparametern wurde ein entsprechendes Lager konstruiert und umgesetzt. Dabei mußte der begrenzte Bauraum an der Einbauposition berücksichtigt werden. Der Durchmesser des aktiven Lagers beträgt 72 mm, die Bauhöhe 65 mm. Das Lager





*Versuchsstand zur Erprobung aktiver Lager in Fahrzeugen  
unter betriebsnahen Bedingungen*

besteht aus sechs piezokeramischen Aktoren (7 \* 7 \* 32 mm), die in zwei Ebenen kaskadiert angeordnet wurden.

In Vorversuchen wurde in numerischen und experimentellen Untersuchungen die Eignung des aktiven Lagers für den Einsatz in einem Fahrzeug nachgewiesen. Neben der Bestimmung des maximalen Hubs und der Blockierkraft wurde das dynamische Verhalten ermittelt und das Lager in einer Prüfmaschine mit den maximal auftretenden Kräften in allen drei Raumrichtungen belastet.

An die Fahrwerkskomponente werden die Gehäuse der aktiven Lager direkt angeschweißt. Im inneren des Gehäuses können starre Körper, passive Dämpfer oder aktive Elemente modular integriert werden. Die für die Regelung eingesetzte aktive Gegensteuerung benötigt eine Abschätzung des

Übertragungsverhaltens von den Aktoren zu den Sensoren. Mit vier aktiven Lagern und jeweils vier Sensorgrößen ergeben sich demnach 16 Übertragungsfunktionen, die vorab mit Hilfe eines adaptiven Filters identifiziert werden müssen.

---

#### **Versuchsstand zur Erprobung der aktiven Lager**

---

Für die Bewertung des Einflusses der aktiven Lager auf das Schwingungsverhalten bzw. auf die Innenraumakustik wurde ein Versuchsstand aufgebaut, mit dem die Fahrbahnanregung in eine Achse simuliert werden kann. Die in einem Ausrollversuch ermittelten Beschleunigungen konnten nach einer Bandpassfilterung (50 Hz bis 600 Hz) als Anregungsdaten geregelt über die Querlenker eingeleitet werden.

Mit dem Versuchsstand können aktive Lager im Motor- und Fahrwerksbereich in reproduzierbarer Umgebung getestet werden. Für die Erprobung der Regelung wurde somit ein effizientes Vorgehen entwickelt. Besonders in Kombination mit der Möglichkeit des modularen Einbaus verschiedener Lagercharakteristika können vielfältige numerische und experimentelle Untersuchungen schnell und unkompliziert durchgeführt werden

#### **Herausgeber:**

Fraunhofer-Allianz Adaptronik  
Postfach 10 05 61  
64205 Darmstadt  
Tel: +49 6151 705-236  
Fax: +49 6151 705-214  
info@adaptronik.fraunhofer.de  
www.adaptronik.fraunhofer.de

#### **Geschäftsführer:**

Dr.-Ing. Tobias Melz

#### **Allianzsprecher:**

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

 **Fraunhofer**  
ADAPTRONIK