

# NVH Technologie für akustische Fahrzeugoptimierungen

## *NVH Technology for Acoustic Vehicle Optimization*

Dr.-Ing. Alexander Kruse  
ZF Sachs AG



Abb. 1

*Dr.-Ing. Alexander Kruse*



## Inhalt

- NVH - Technologien bei ZF SACHS
- Schwingungs- und Geräuschoptimierung des Dämpfers/ Dämpfermodules
- Anwendungsbeispiele

Abb. 2

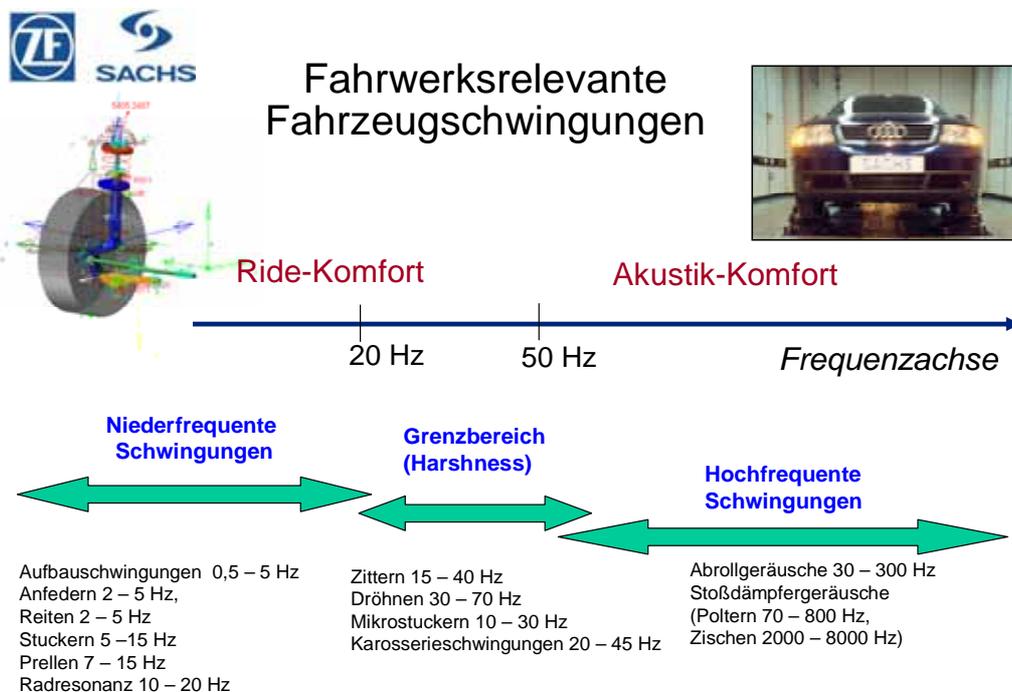


Abb. 3

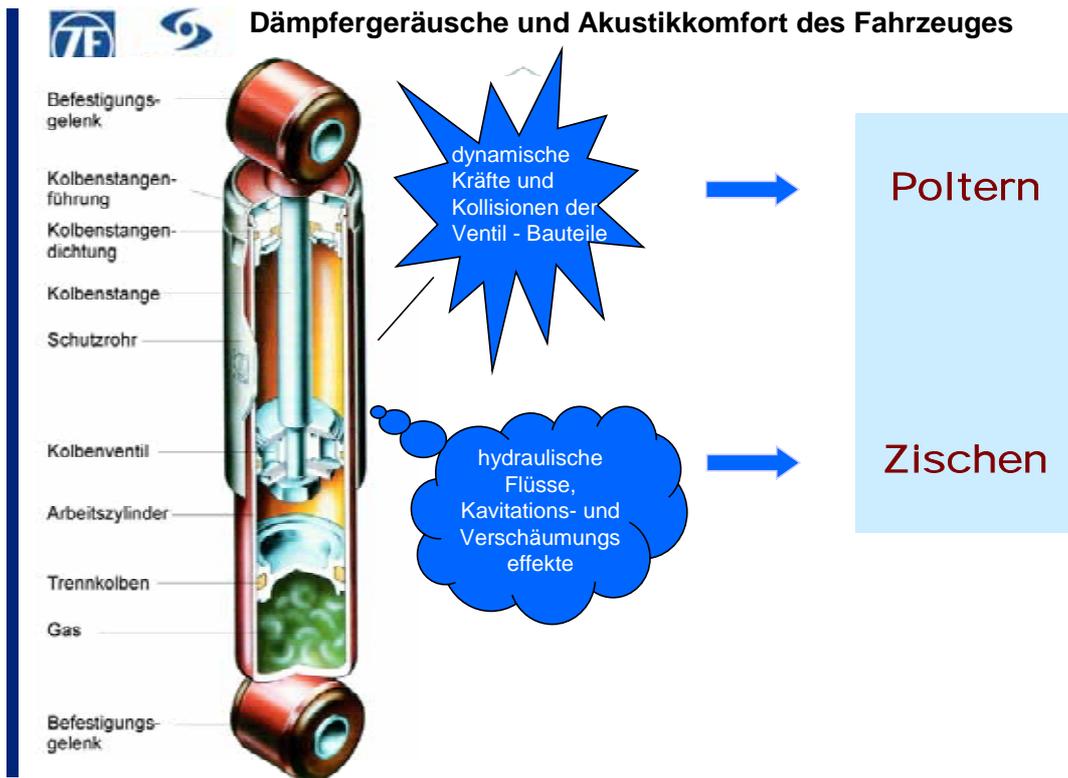


Abb. 4

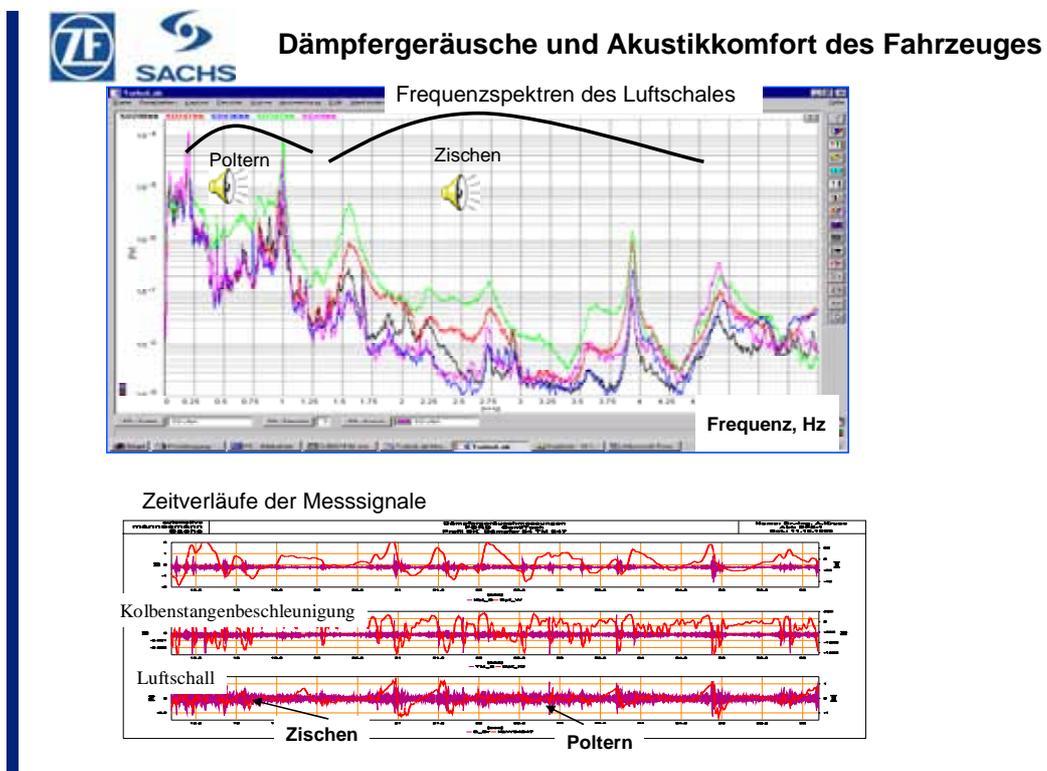


Abb. 5

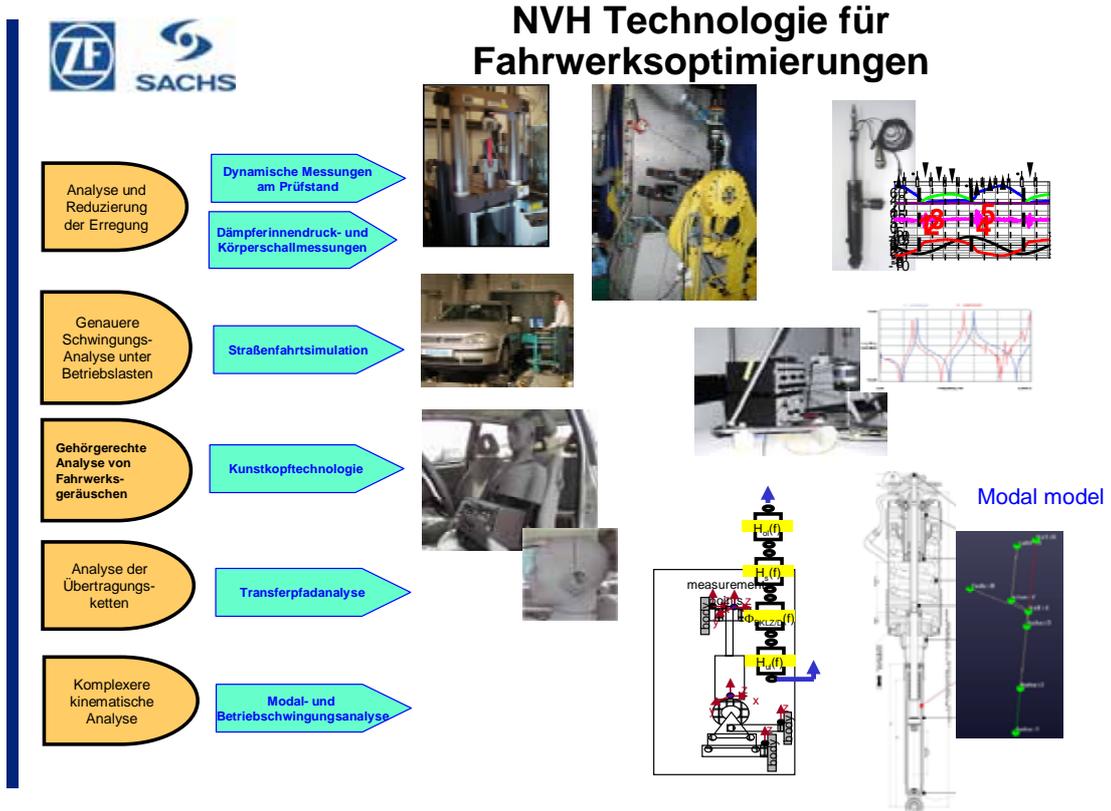


Abb. 6



Abb. 7

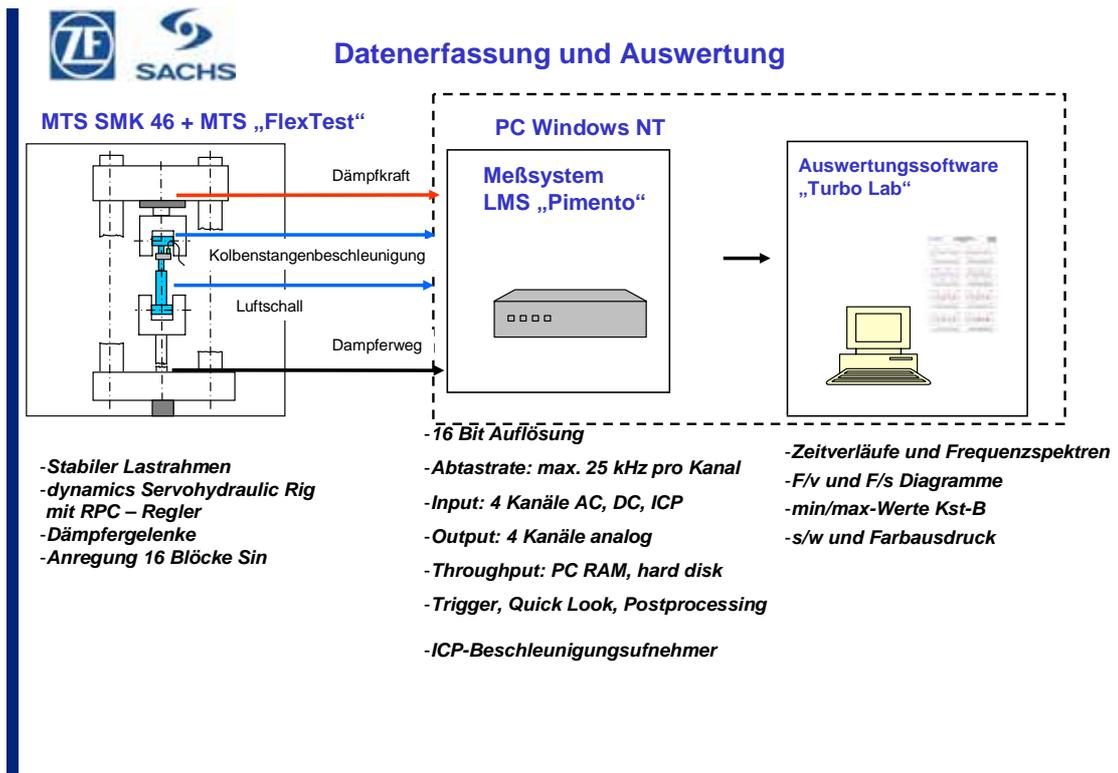


Abb. 8

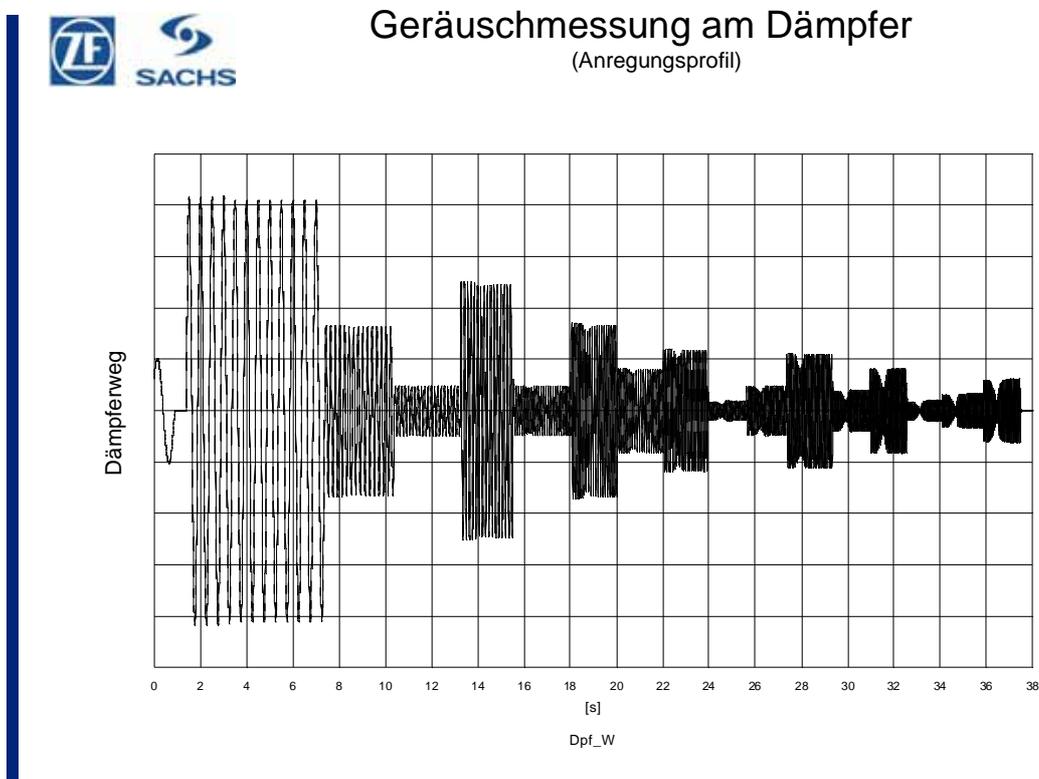


Abb. 9

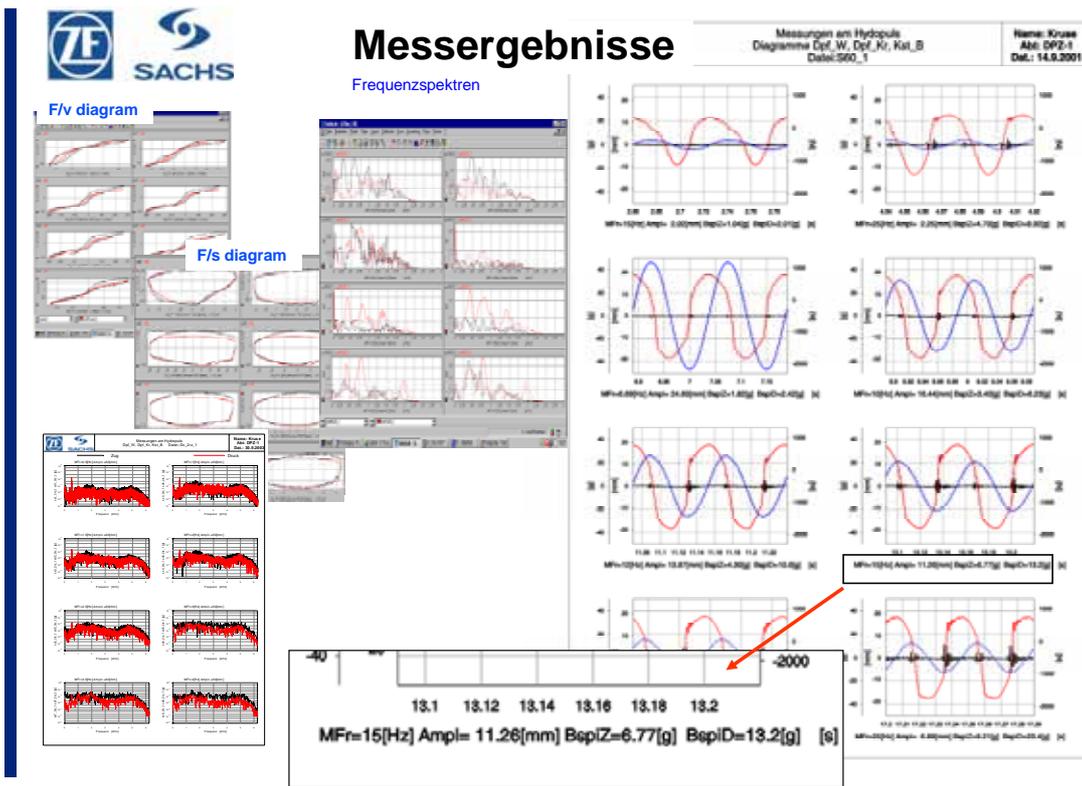


Abb. 10

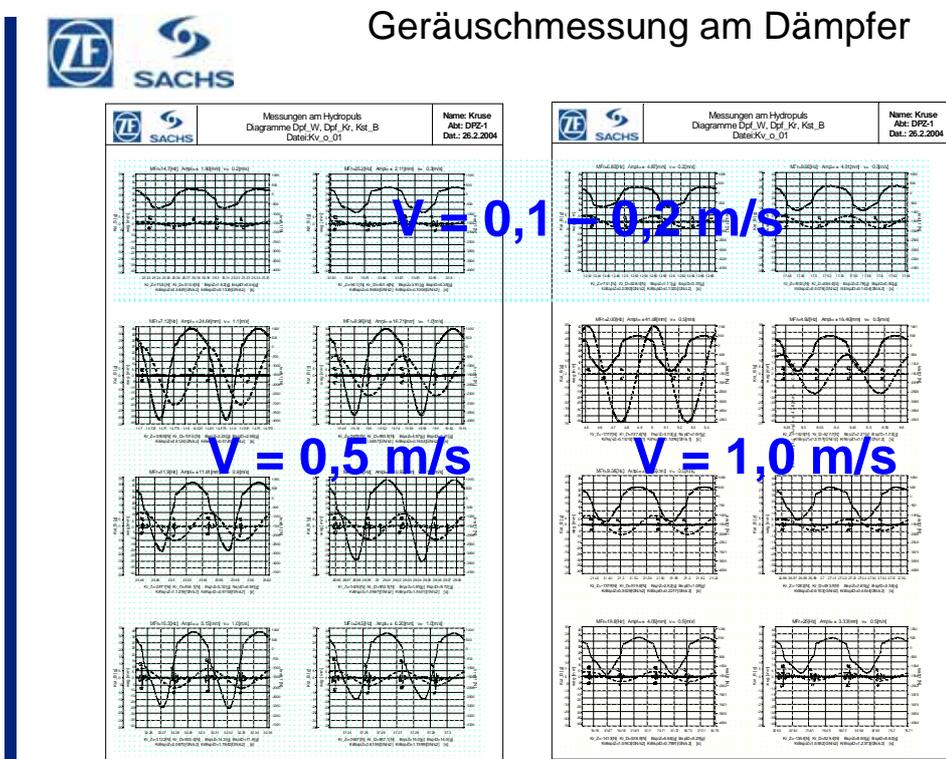


Abb. 11

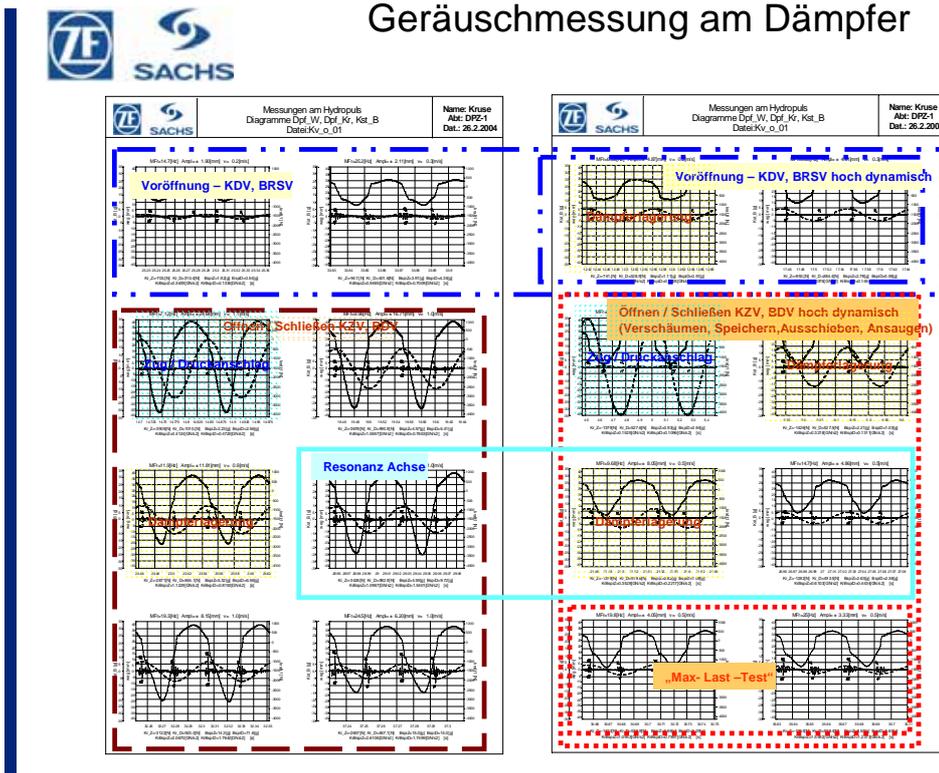


Abb. 12

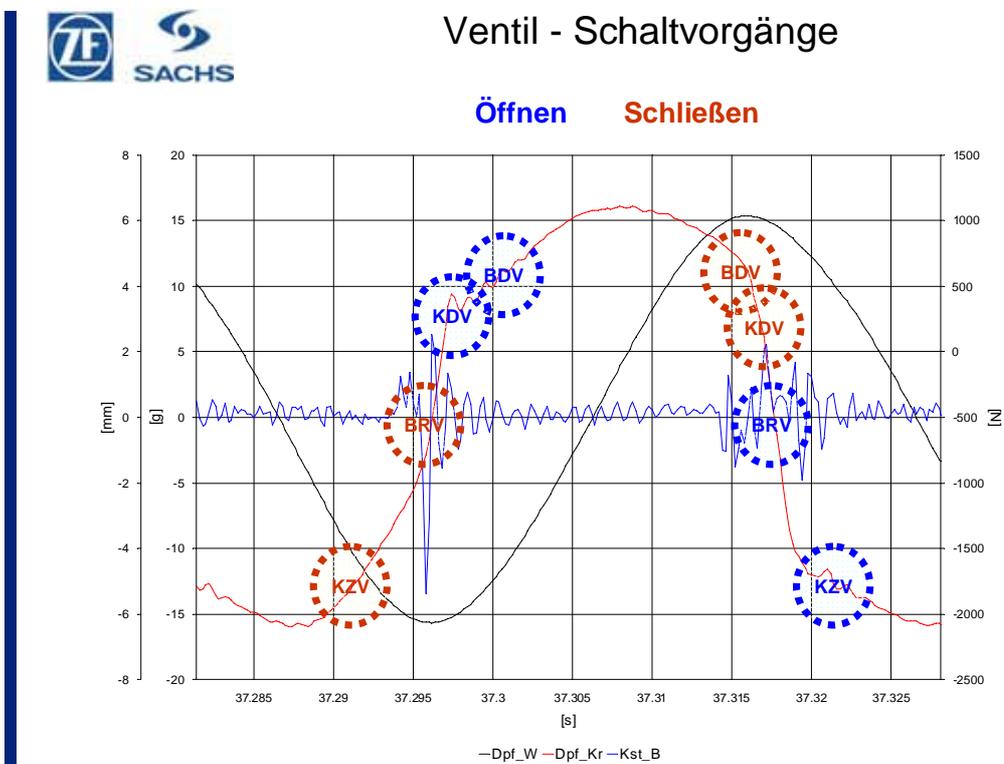


Abb. 13

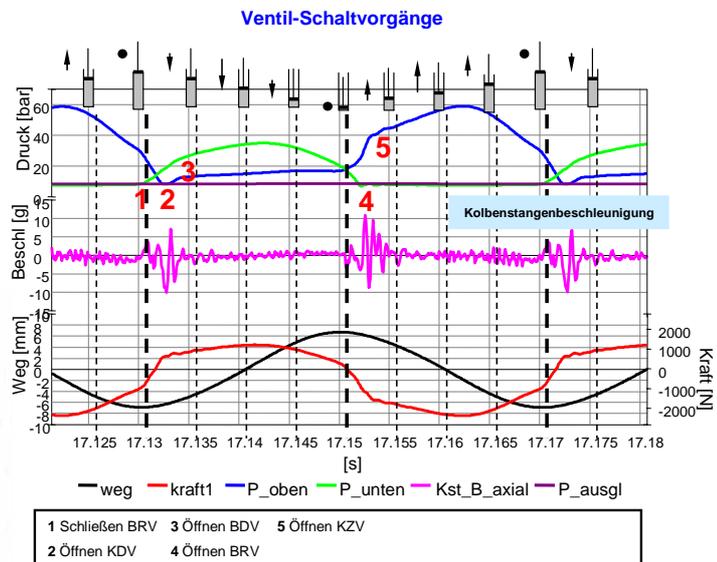


## Dynamische Innendruckmessungen

Abb. 14



## Dämpfermessungen am Hydropuls



Optimierung der Ventilbauteile

Abb. 15

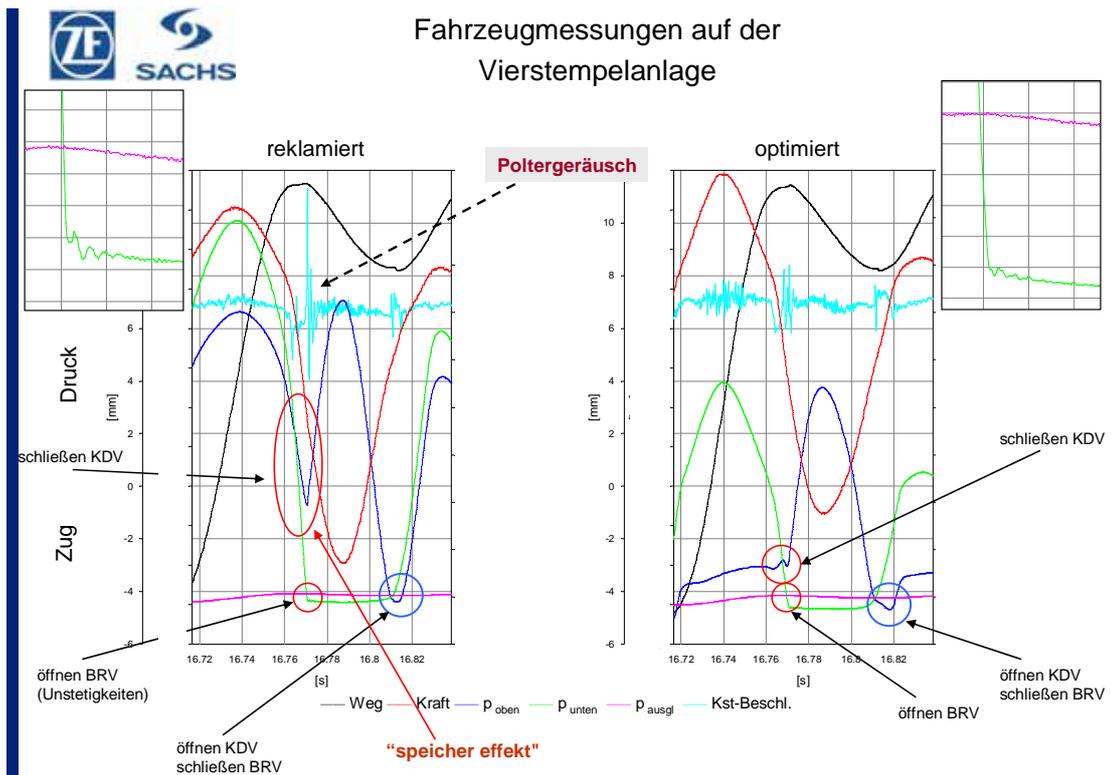


Abb. 16

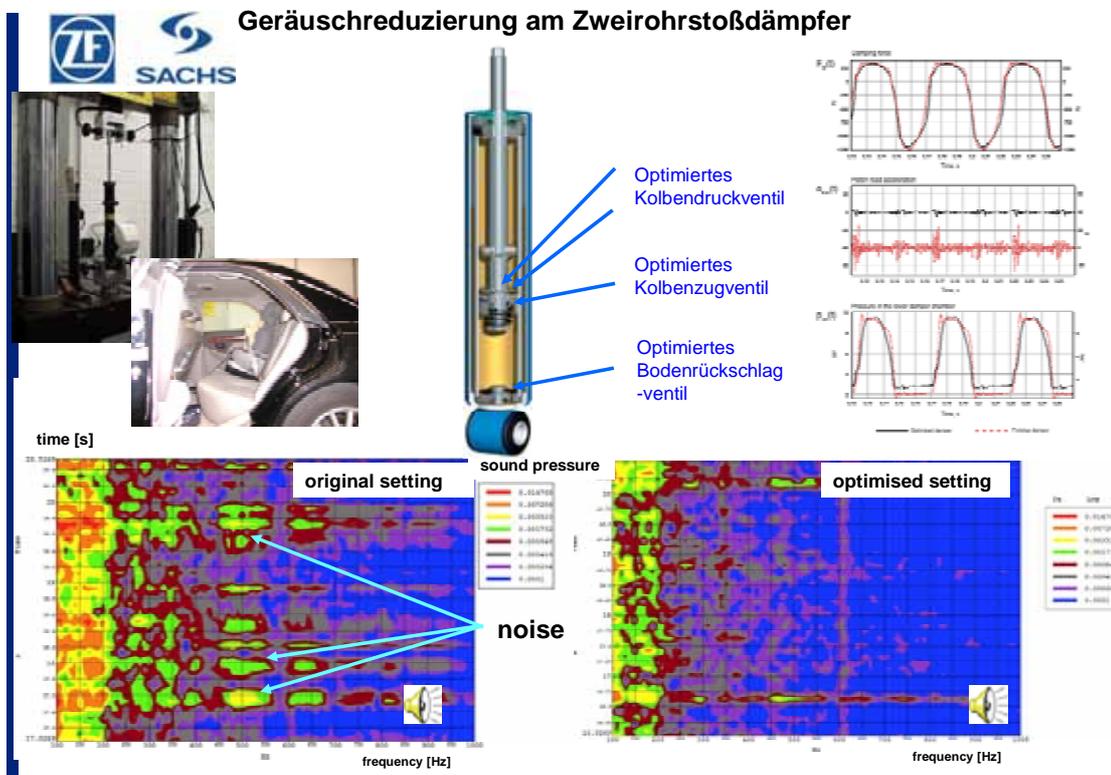


Abb. 17



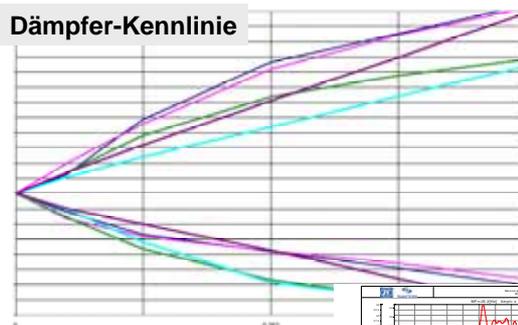
## Analyse der Wechselwirkung zwischen Stützlager und Dämpfer

(am Beispiel Dämpfermodul für Hinterachse)

Abb. 18



## Dämpfermessungen am Hydropulsprüfstand



Frequenzgangmessungen am Dämpfermodul

Ein- / Zweirohrdämpfer  
Lineare- / degressive Kennlinie

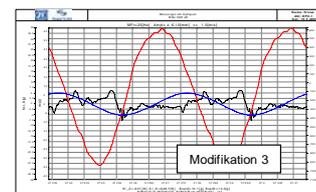
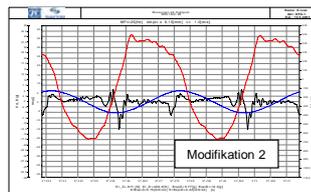
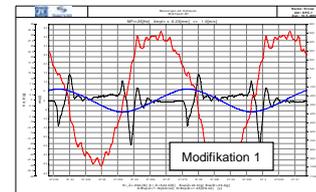
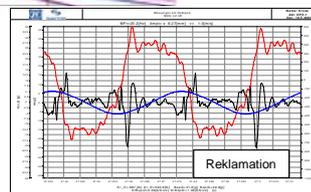


Abb. 19

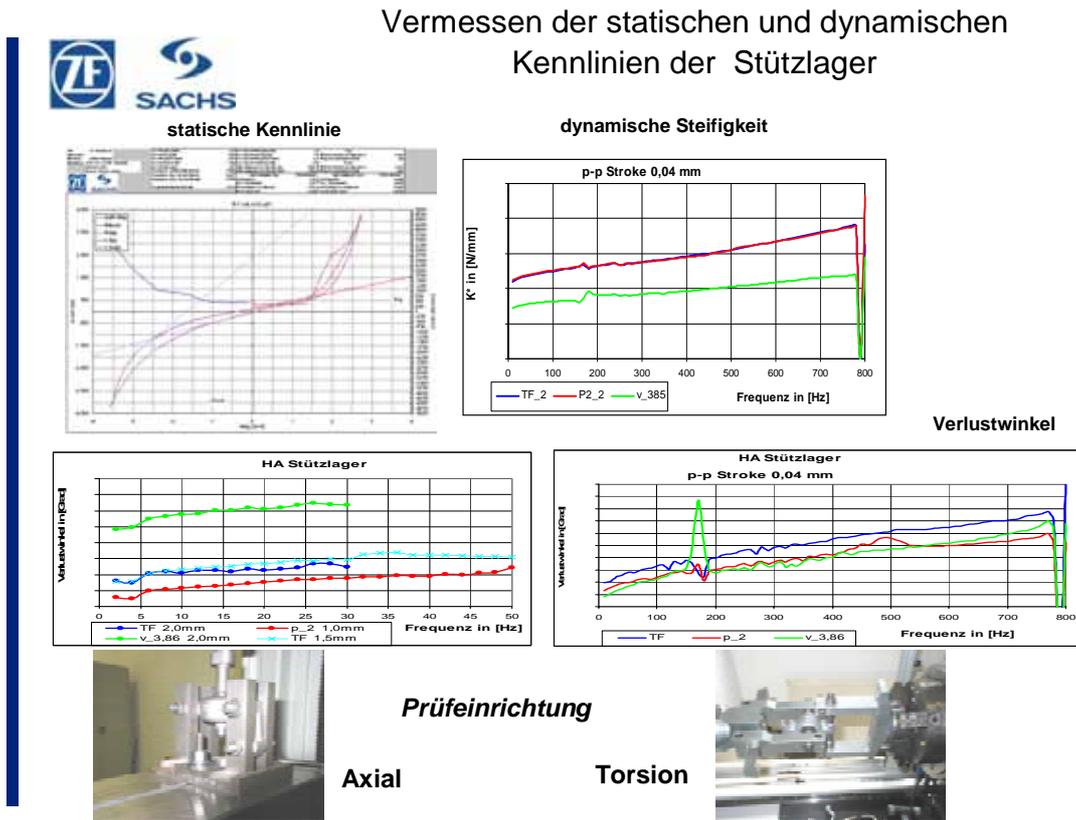


Abb. 20

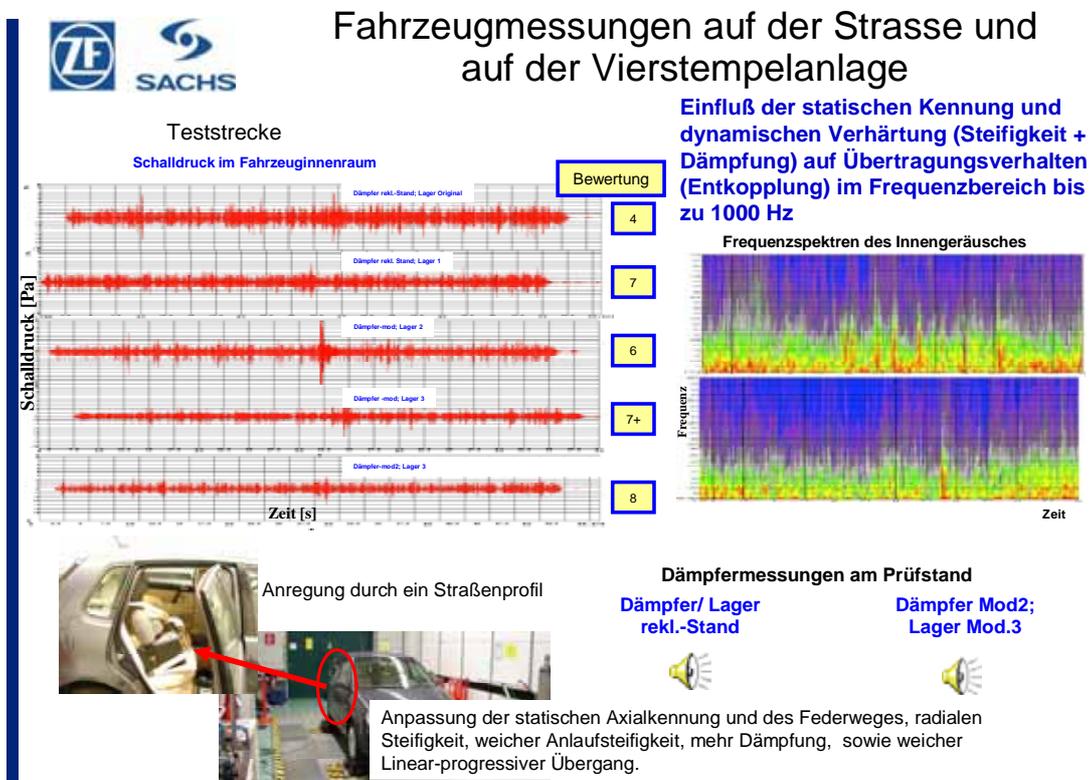


Abb. 21

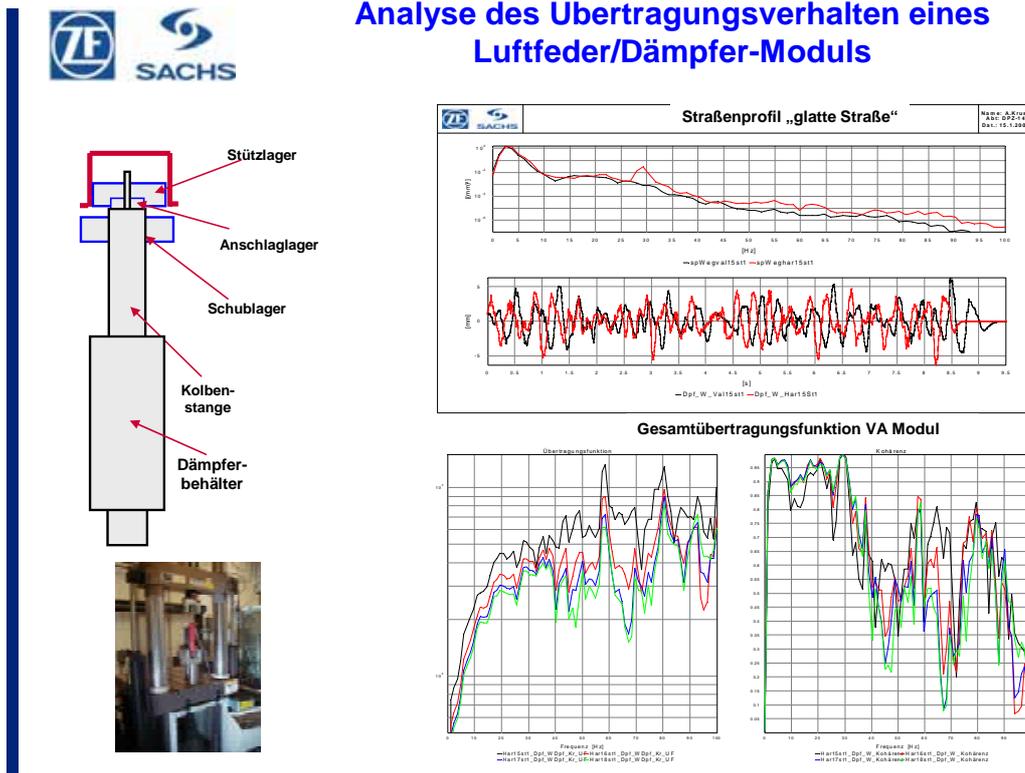


Abb. 22

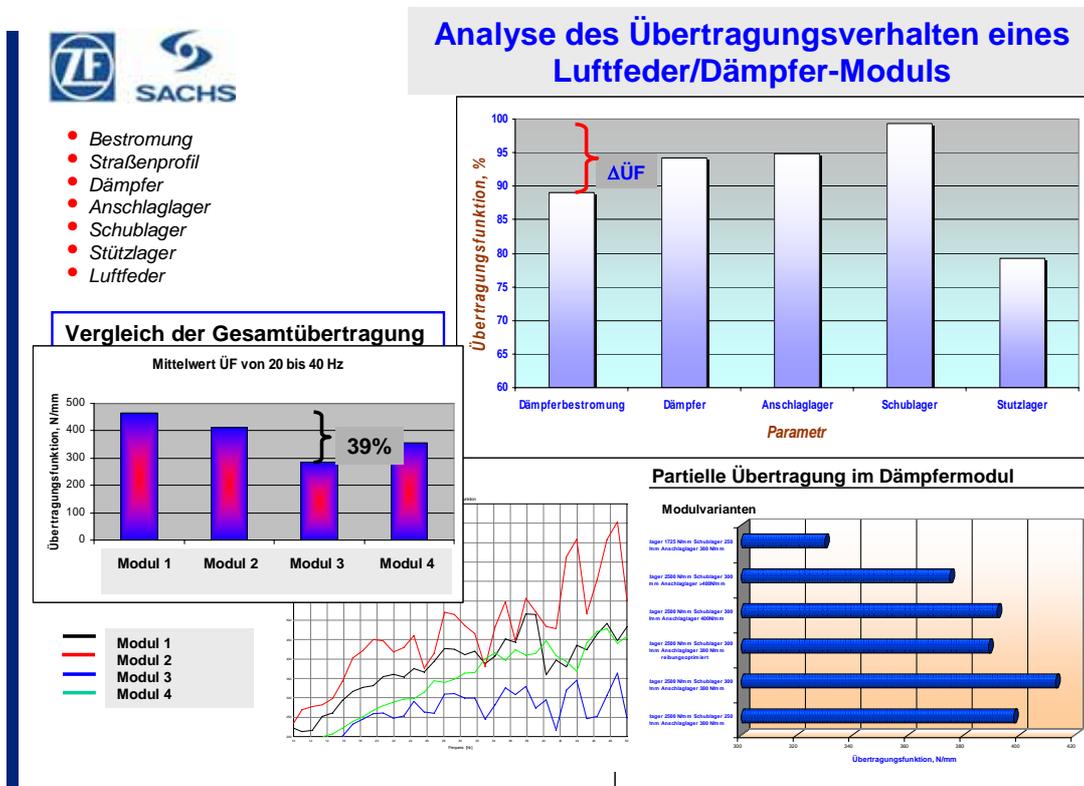


Abb. 23

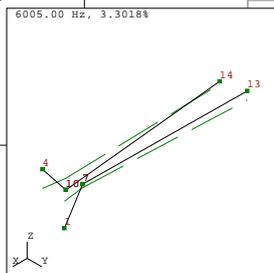
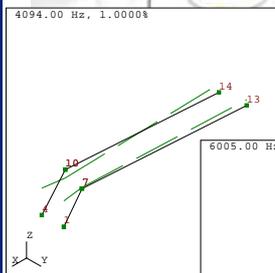
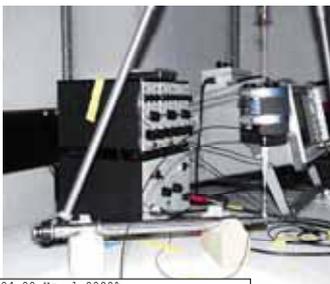


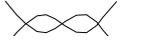
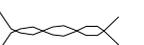
## Modal- und Betriebsschwingungsanalyse

Abb. 24



### Experimentelle Modalanalyse der Kolbenstange



Mode n Nr.	Frequenz (Hz)	Dämpfungsgrad (%)	Schwingungsform
1	787	0,34	
2	1990	0,15	
3	3480	0,25	
4	4910	0,16	
5	6170	0,38	

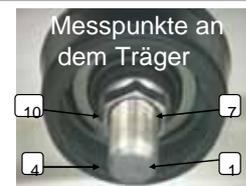


Abb. 25

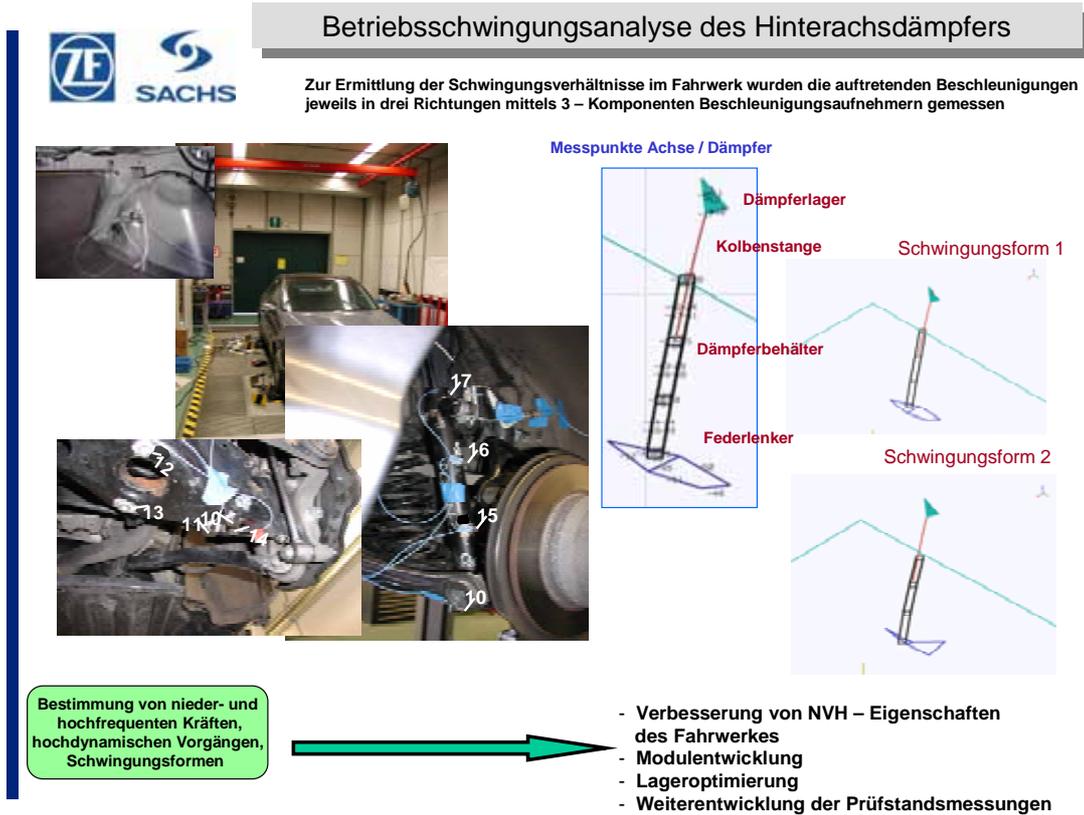


Abb. 26

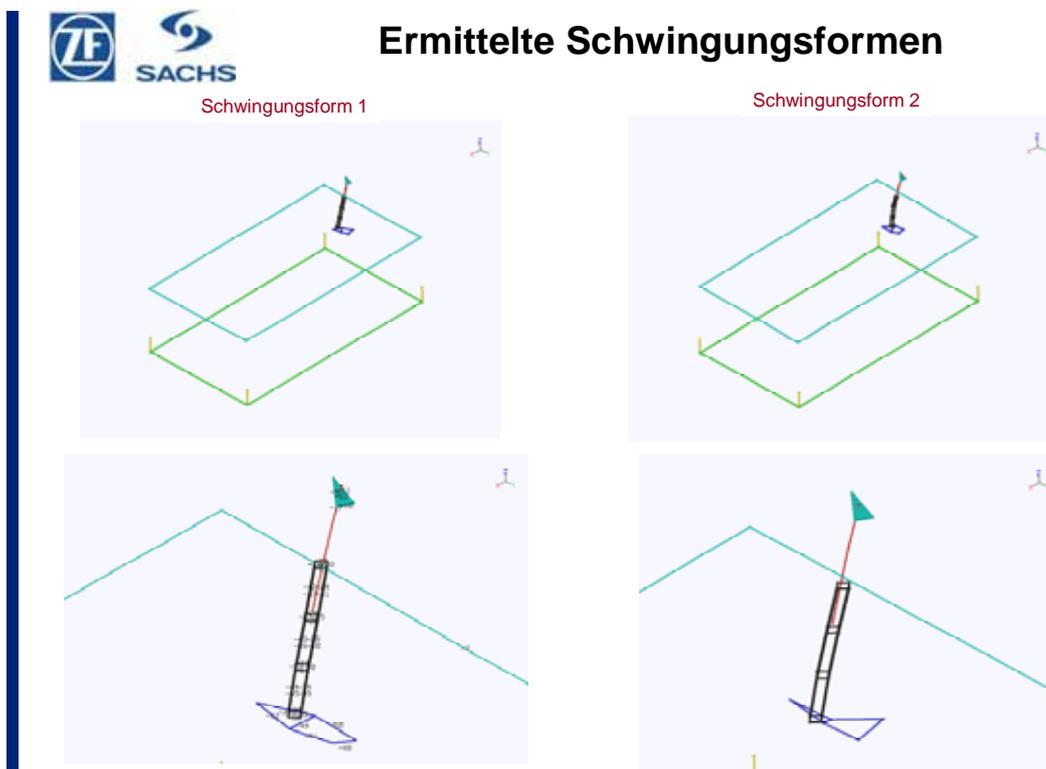


Abb. 27

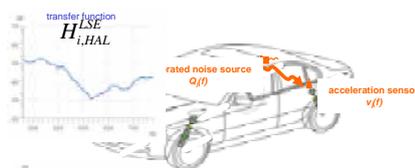


## Transfer - Pfad-Analyse am Fahrwerk

Abb. 28



## Schritte der Untersuchung



1. Messen der Übertragungsfunktionen (Fahrzeug Geräuschempfindlichkeit)



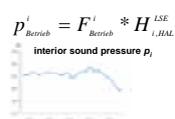
2. Messen der "Scheinbare Masse"



3. Messen der Beschleunigung während der Fahrsimulation

$$F_{Betrieb}^i = a_{Betrieb}^i * H_{HAL,sch.M}$$

4. Berechnung der Betriebskräfte



$$p_i^i = F_{Betrieb}^i * H_{i,HAL}^{LSE}$$

5. Berechnung der Geräuschanteile

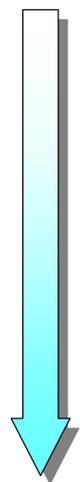


Abb. 29

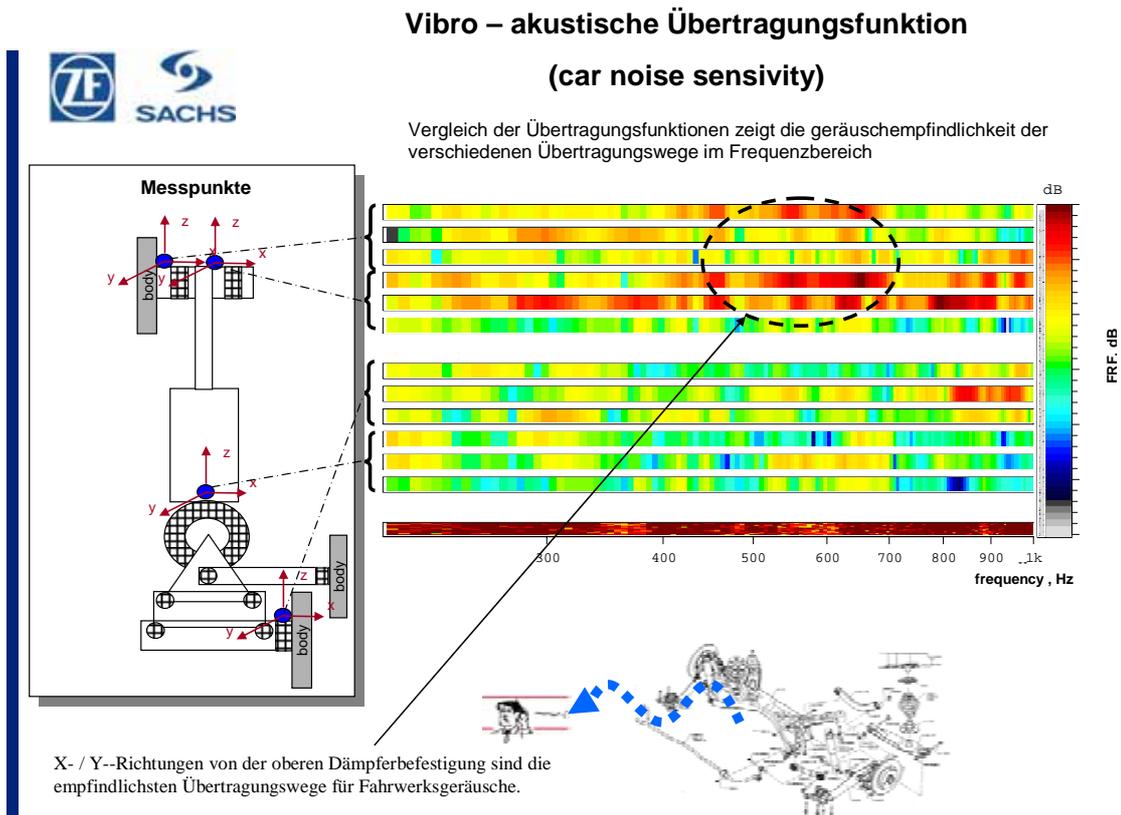


Abb. 30



## Zusammenfassung

Mit dem Einsatz moderner Verfahren wird eine objektive Analyse der Schwingungseigenschaften des Fahrwerks möglich.

Auf dieser Basis wird eine gezielte NVH-Entwicklung vorgenommen.

Damit wird eine deutliche Reduzierung der Fahrwerkgeräusche und eine relevante Verbesserung der Fahrzeuginnenakustik erreicht.

Abb. 31



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

Abb. 32