

Thomas Hansen

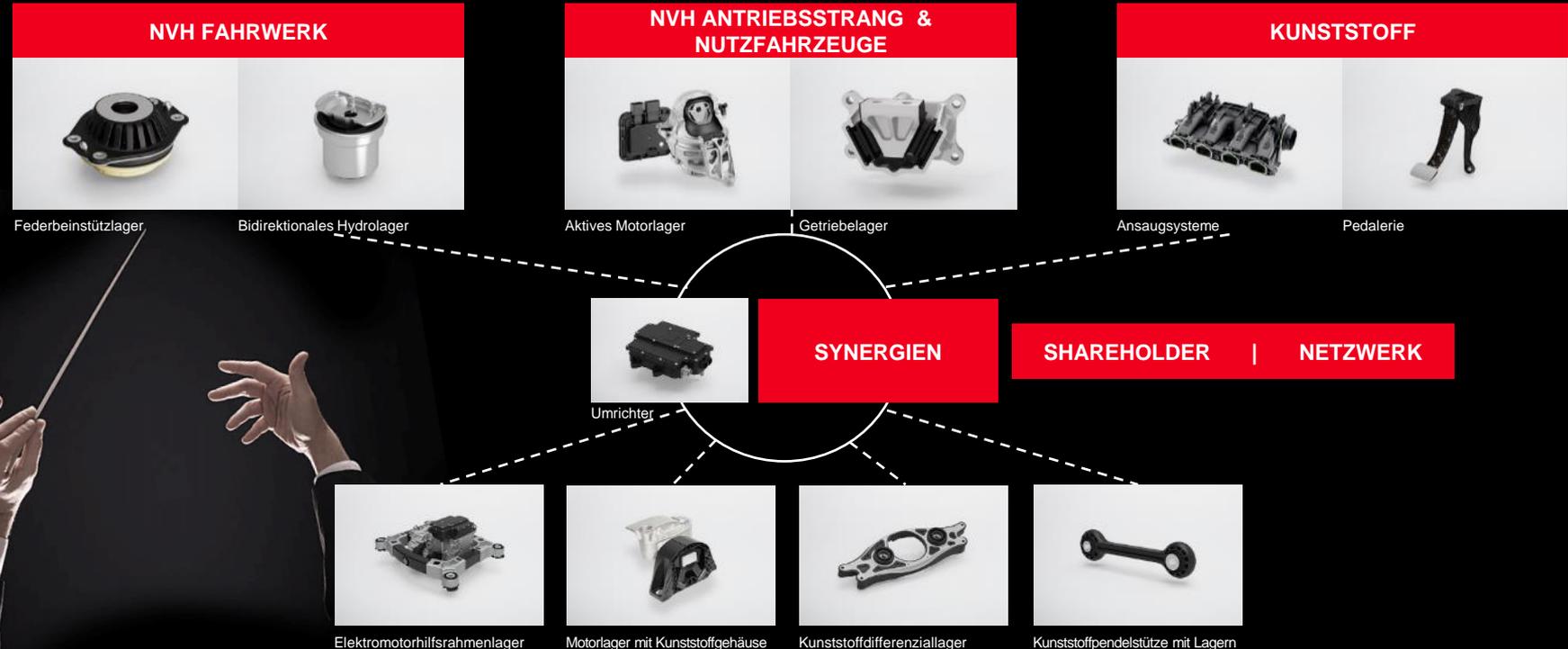
Für Hochfrequenz und Leichtbau  
optimierte Motorlager

## Inhalt

- Dynamische Eigenschaften der Motorlager
- Anforderungen E-Mobilität und Leichtbau
- Optimierungsansätze und Tools
- Integration von VAMM
- Optimiertes Konzept
- Simulation und Messung
- Messung am System
- Zusammenfassung

# Synergien schaffen für die perfekte Fahrzeugakustik in der Automobilindustrie

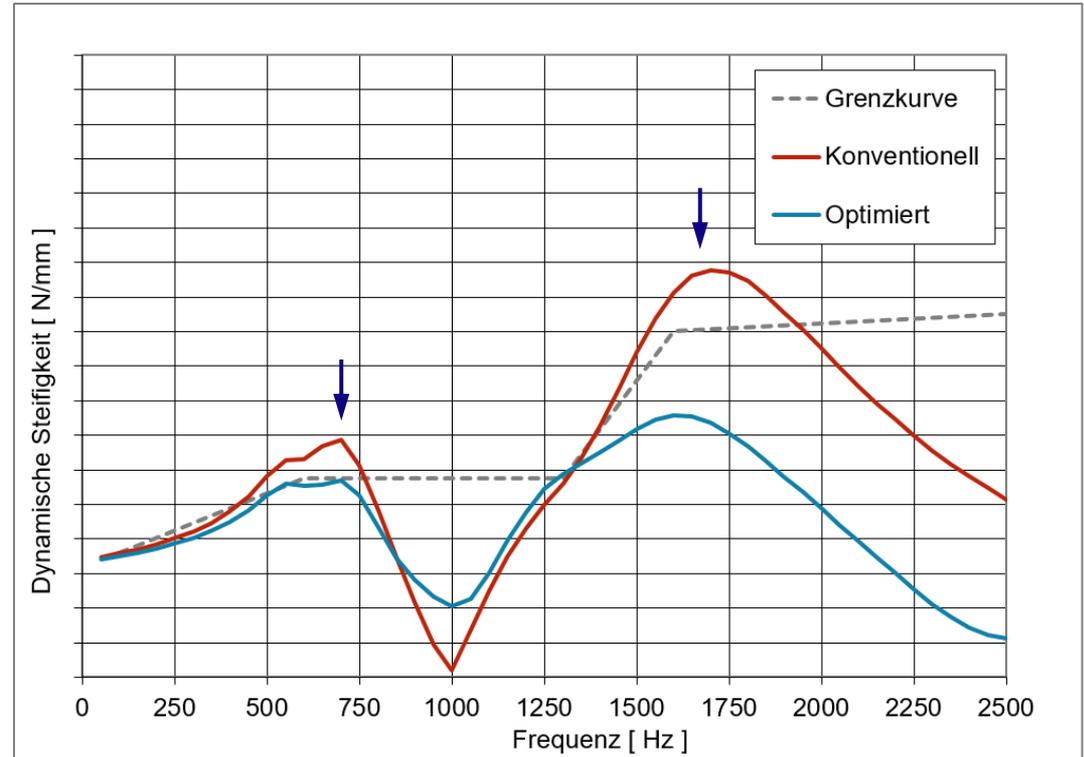
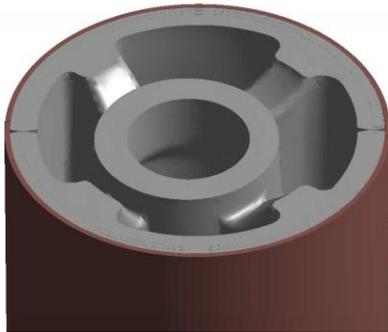
Für herausragende innovative Ergebnisse, arbeiten unsere Produktgruppen Hand in Hand und nutzen die Synergien des globalen Netzwerks unseres Shareholders.



# Herausforderungen NVH Elektromobilität

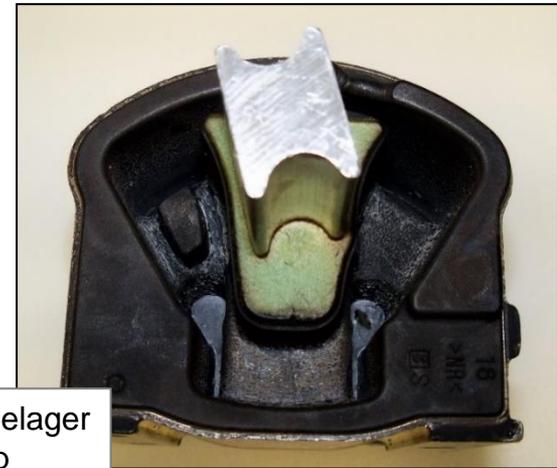
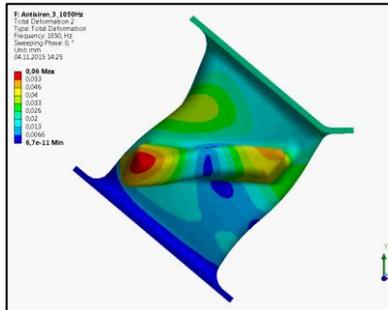
## Gummimetall – Motorlager als Entkopplungselement

- Resonanz der Gummi-Kontur führt zu Steifigkeitserhöhungen im Frequenzbereich
- Bisher begrenzte, aufwändige Optimierungsmöglichkeiten
- Nichtlineares Werkstoffverhalten



# Konventionelle Herangehensweise zur Optimierung der Gummilager

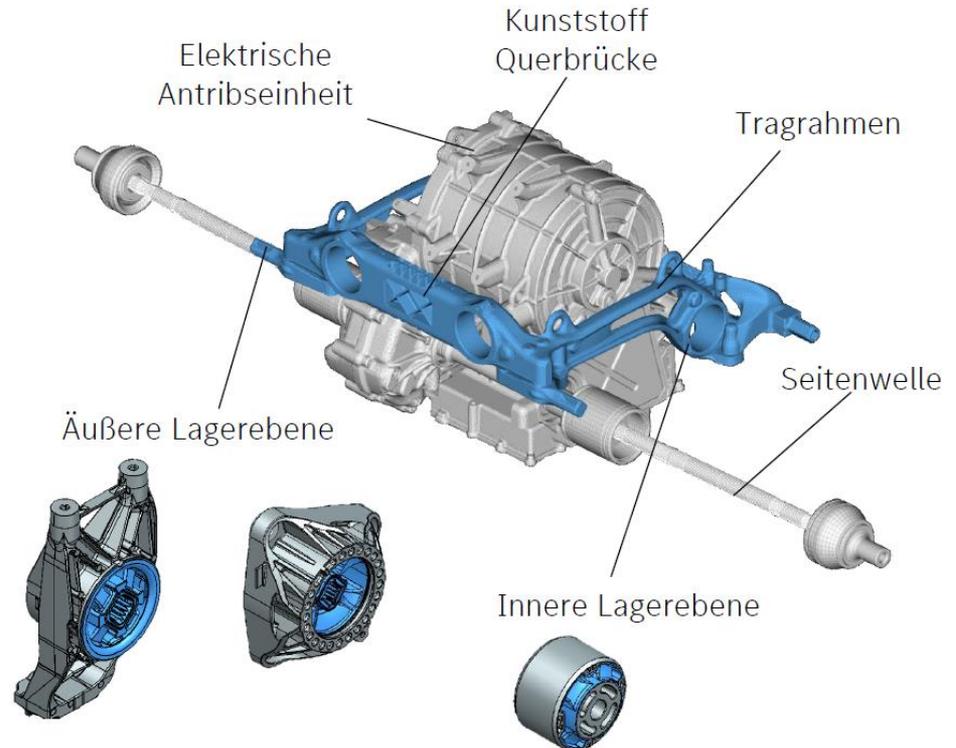
- Optimierung durch Versuch und mithilfe von Erfahrungswerten
- Bisherige Optimierungsansätze wie zum Beispiel
  - geometrische Maßnahmen zur Beeinflussung von Steifigkeit und schwingender Masse
  - Phasenversatz der einzelnen schwingenden Massen
  - 2-Komponenten-Spritzguss, unterschiedliche Gummimischungen, verschiedene Steifigkeiten



Getriebelager  
mit Flap

## Elektrische Antriebseinheit

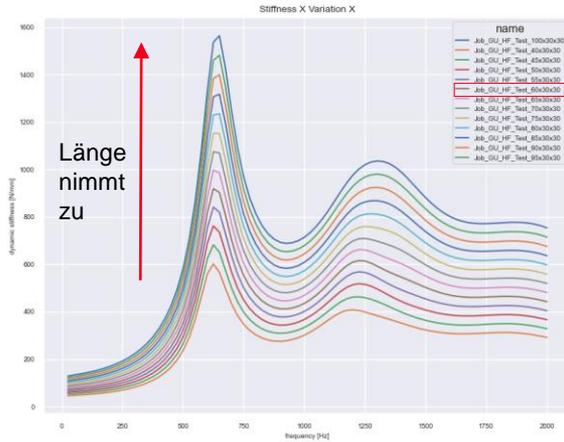
- Anderes Klangbild des Elektromotors
- Lagerungssystem in zwei Ebenen und doppelter Entkopplung
- Gewichtsreduktion durch Kunststoff-Abschnitte im Tragrahmen
- Körperschallpfad wird durch die Leichtbaukomponenten und isolierenden Lager beeinflusst



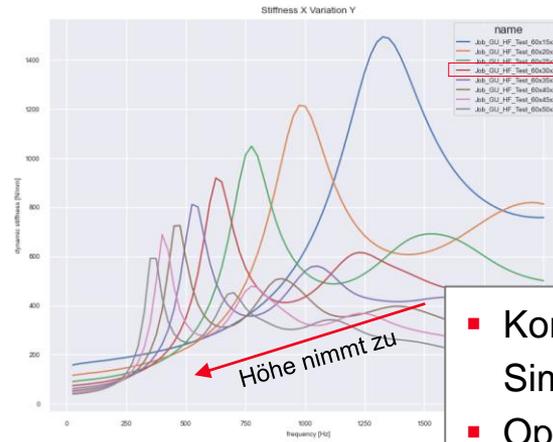
# Neue Ansätze zur Optimierung der Elastomer - Lager Geometrische Auslegung

## Steifigkeit in X bei Variation von

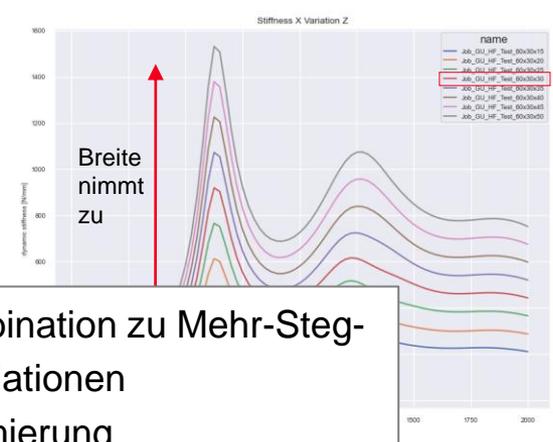
Länge (X):



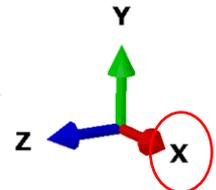
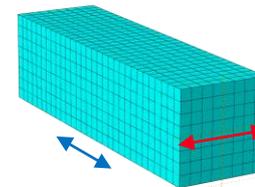
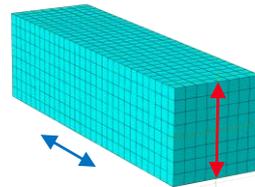
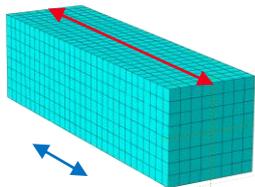
Höhe (Y):



Breite (Z):

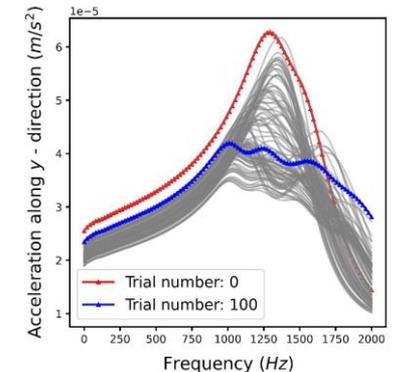
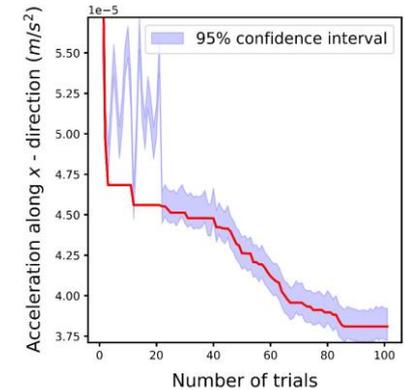
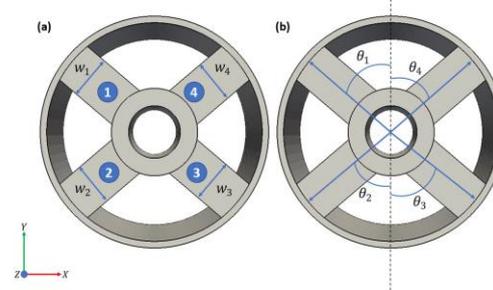


- Kombination zu Mehr-Steg-Simulationen
- Optimierung



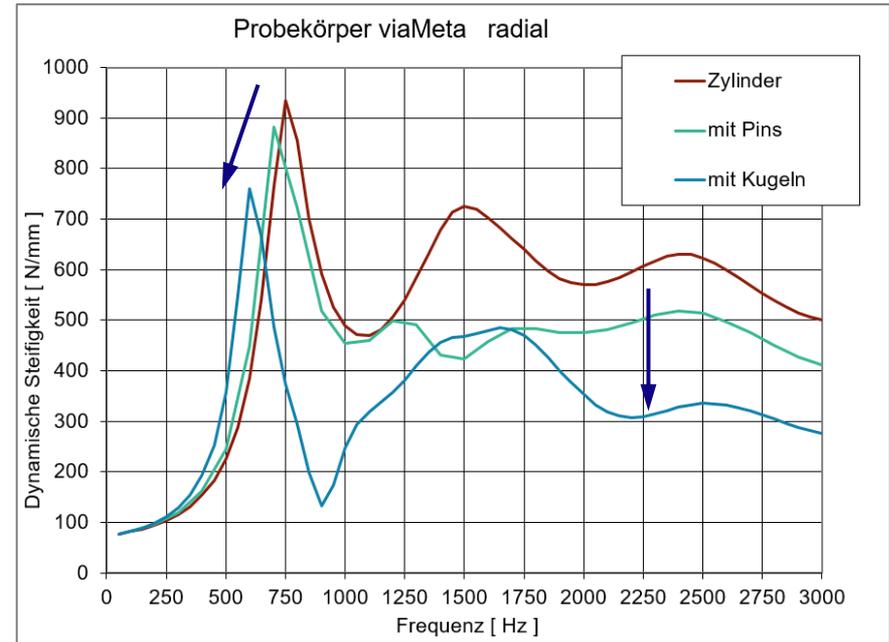
# Tool zur geometrischen Auslegung von Elastomer-Lagern mit Bayesian-Optimierung

- Skript entwickelt vom LBF, portiert und getestet bei Boge
- Parametrisierung der Lagergeometrie
- Ziel: Minimierung bzw. Glättung der Transfersteifigkeit in allen Raumrichtungen des Lagers

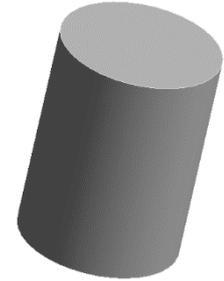
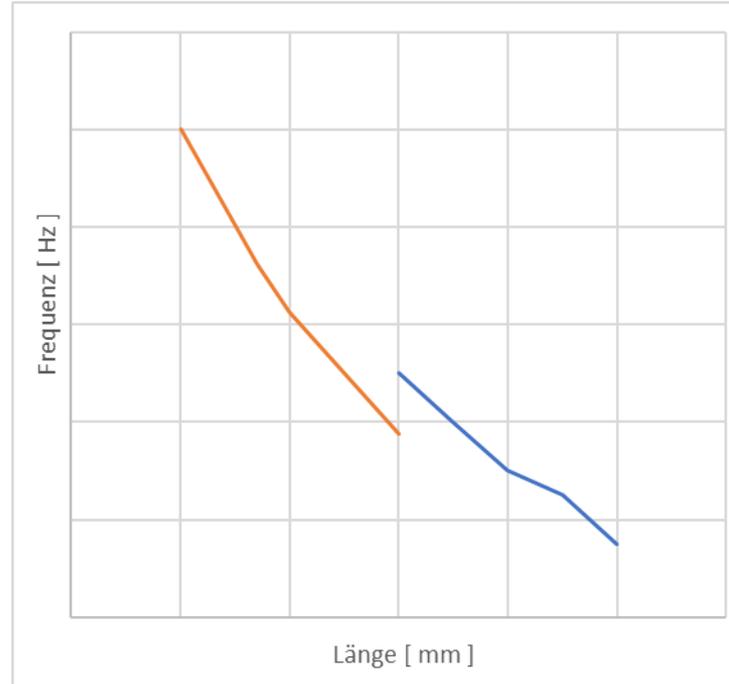


# Elastomer-Probekörper mit ausgeformtem Meta-Material

- Prinzip der periodisch angeordneten Resonatoren auf der Oberfläche des Elastomer-Körpers
- Absenkung der dynamischen Transfer-Steifigkeit insbesondere im hochfrequenten Bereich,

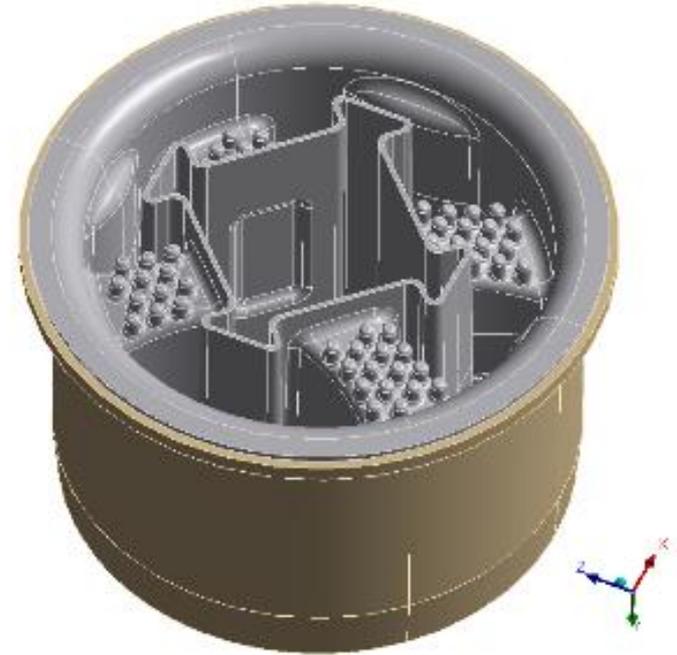


- Anbringung von Pins an der Oberfläche des Elastomer-Lagers
- Simulative Auslegung der Eigenfrequenzen der Pins

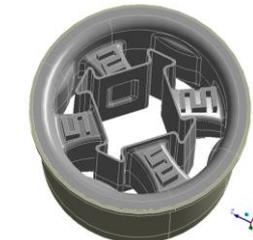
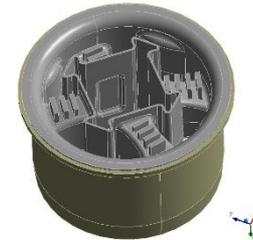
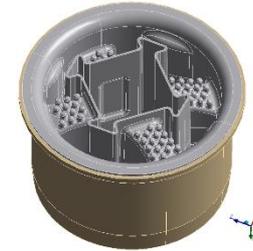
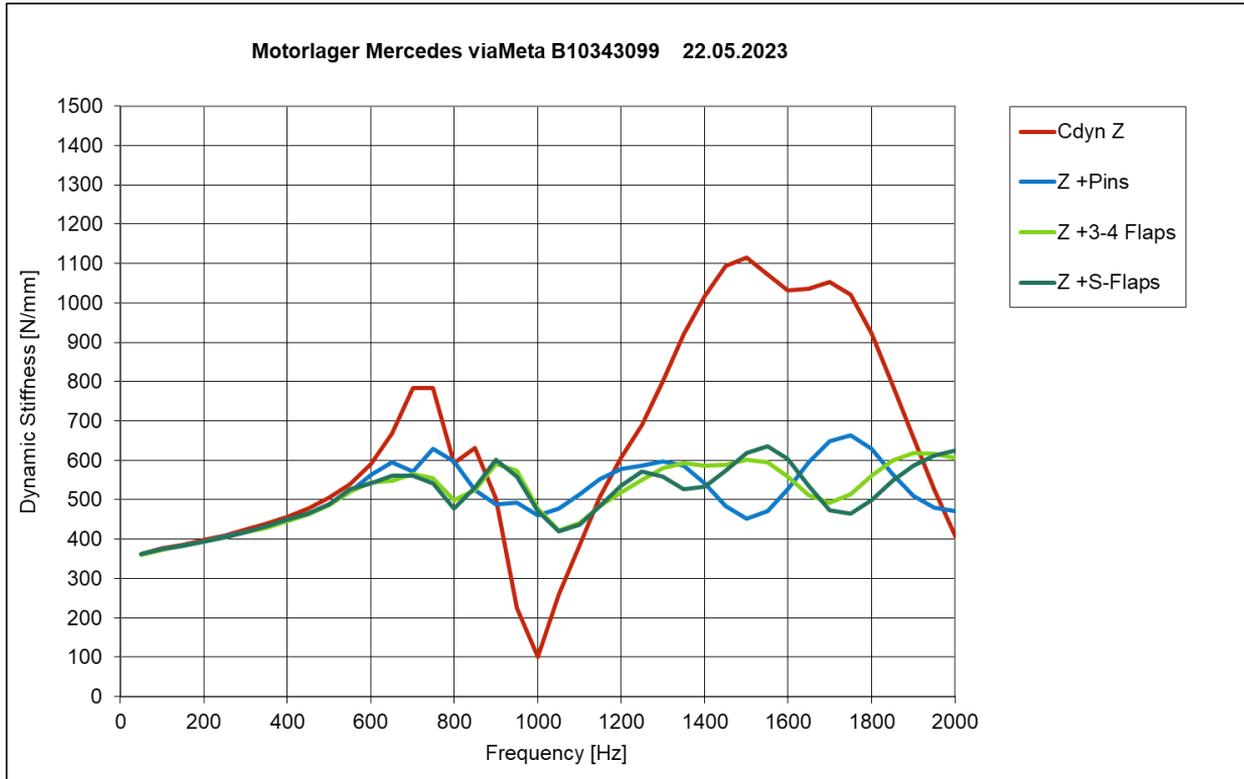


# Optimiertes Konzept

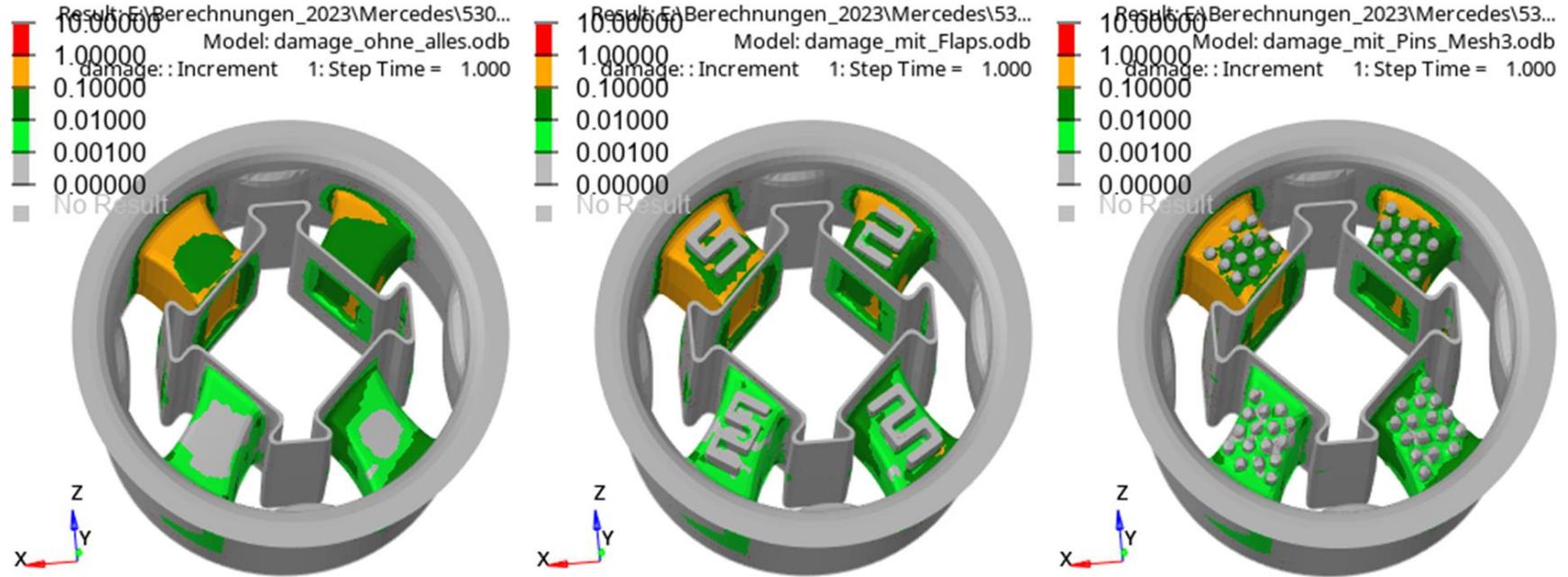
- Asymmetrie
  - Design
  - Mischungskomponenten
- VAMM an der Oberfläche, hier Stirnseite der Stege
- Abwandlung zu Flaps



# Optimiertes Konzept Simulationsergebnis



# Lebensdauer-Analyse Vergleich zum Ausgangszustand



# Optimiertes Konzept Herstellung und Vermessung der Motorlager

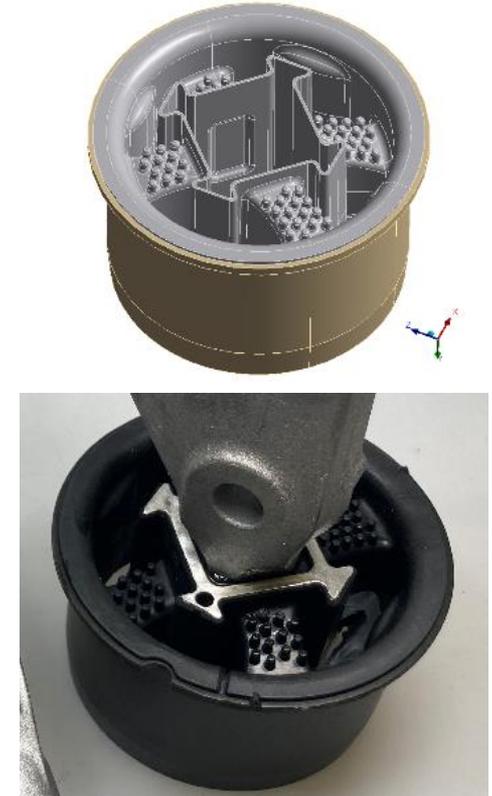
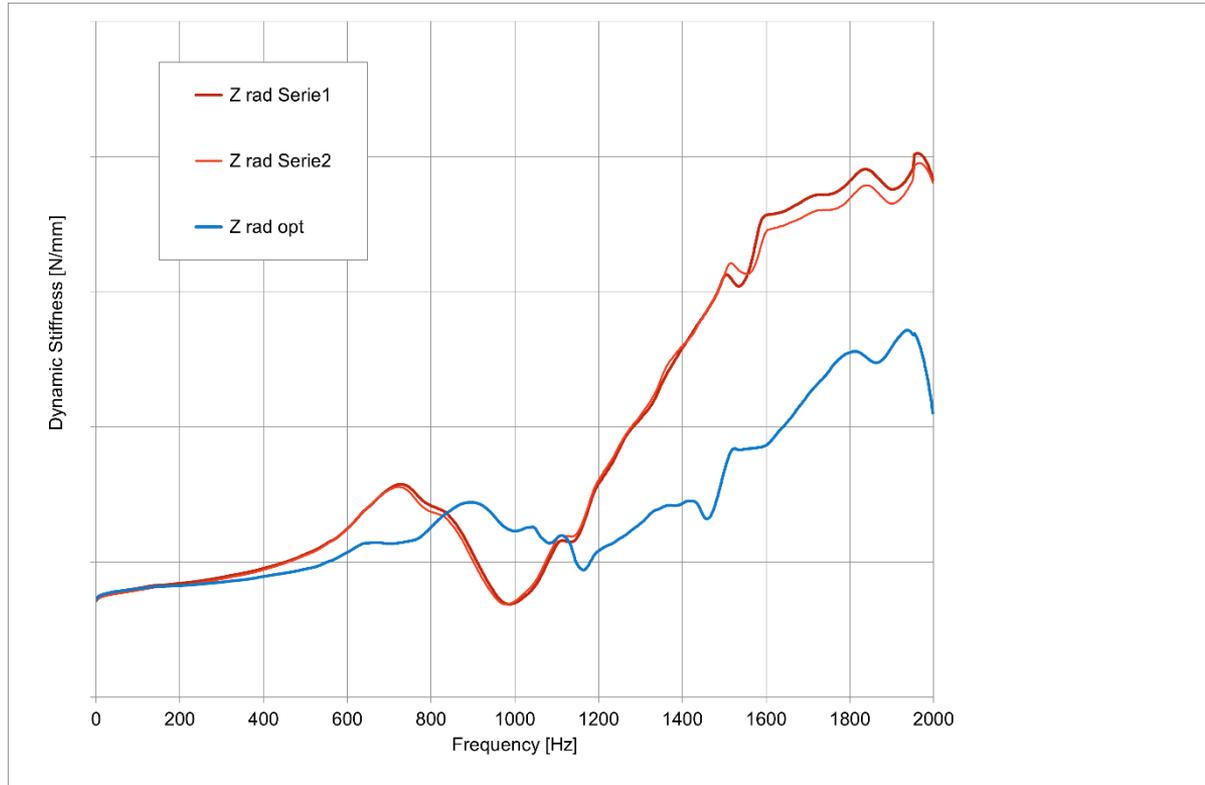


# Optimiertes Konzept Hergestellte Motorlager

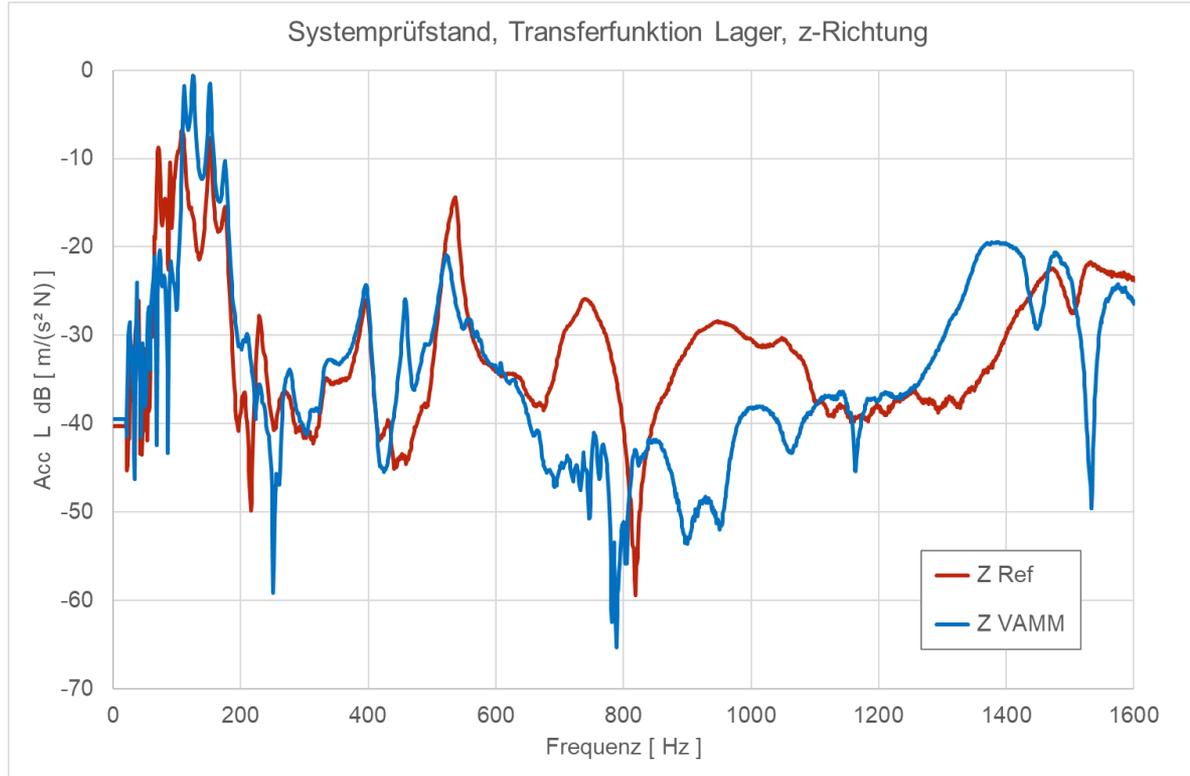


# Optimiertes Konzept mit VAMM

## Messergebnisse



# Auswirkung der optimierten Lager im System Messung auf dem Prüfstand



Bildquelle: Institut für Kraftfahrzeuge ika

# Zusammenfassung

---

- Ergebnis dieser Untersuchungen ist ein funktionierendes Auslegungs-Tool zur dynamischen Optimierung der Elastomer-Lager
- VAMM hat eine positive Wirkung auf das Isolationsverhalten der Elastomer-Lager, insbesondere in hochfrequenten Bereichen
- Die Wirkung wurde sowohl simulativ als auch messtechnisch auf Systemebene nachgewiesen
- Auf diese Weise kann den schwingungstechnischen Herausforderungen im Leichtbau begegnet werden



Mercedes-Benz



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages