

# Ein akustischer Designprozess für innovative Antriebe im Automotive-Bereich

Johannes Blickensdorff<sup>1</sup>, Mark Nichols<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074 Herzogenaurach, E-Mail: [blickjha@schaeffler.com](mailto:blickjha@schaeffler.com)

<sup>2</sup> Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074 Herzogenaurach, E-Mail: [mark.nichols@schaeffler.com](mailto:mark.nichols@schaeffler.com)

## Ausgangssituation

Im schnell wachsenden Bereich der Elektromobilität setzt Schaeffler in seiner Gruppenstrategie „Mobilität für Morgen“ auf 4 Fokusfelder – Umweltfreundliche Antriebe, Urbane Mobilität, Interurbane Mobilität sowie die Energiekette. Als Systemlieferant ist es selbstverständlich, auch im Bereich NVH tiefgreifende Kenntnisse über die angebotene Produktpalette zu besitzen.



Abbildung 1: Die 4 Fokusfelder der Schaeffler Gruppenstrategie „Mobilität für Morgen“

Ein holistischer akustischer Designprozess wird hier nun am Beispiel des Schaeffler E-Wheel Drive (E-WD) vorgestellt. Hierbei handelt es sich um einen elektrischen Radnabenantrieb, ausgeführt als Permanentmagnet-Synchronmaschine (PMSM), der in Zusammenarbeit mit der Ford Motor Company entwickelt wurde.

## NVH im Produktentwicklungsprozess

Im Entwicklungsprozess werden mit Beginn der Konzeptphase anhand der zu erwartenden Schallübertragungspfade relevante Fokusfelder abgeleitet. In Abb. 2 sind diese für den Ford Fiesta E-Wheel Drive dargestellt:

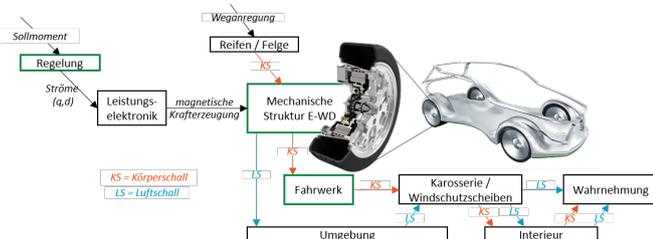


Abbildung 2: Schallübertragungspfade am Bsp. des E-WD

Die daraus ableitbaren Fokusfelder sind die Antriebstopologie, die Regelstrategie des Antriebs, dessen strukturdynamische Gestaltung sowie die Transferpfadanalyse (TPA) und -synthese (TPS) des Fahrzeugs. Für diese übergeordneten Fokusfelder werden verschiedene Input- und Output-Meilensteine definiert,

welche die Schnittstellen zwischen Akustik und Entwicklungsprozess darstellen.

## Fokusfeld: Antriebstopologie

Neben der Drehmomentanforderung spielt u.a. die Wahl von Polzahl, Nutenzahl, Nutengeometrie, Strangzahl und Permanentmagnetanordnung für Radial- und Tangentialkraftverläufe eine entscheidende Rolle. Diese Parameter bilden zusammen einen akustischen „Fingerabdruck“ des elektrischen Antriebs.

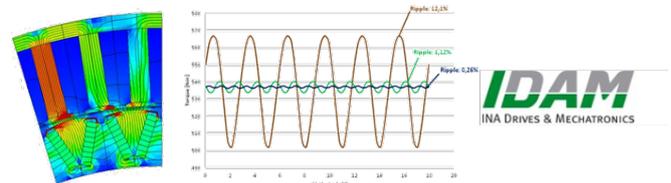


Abbildung 3: Drehmomenttriple-Vergleich unterschiedlicher Topologien anhand numerischer Magnetfeldsimulation

## Fokusfeld: Strukturdynamik

Ausschlaggebend für das Fahrgeräusch ist neben der Kraftanregung auch die Schwingungsantwort der Gesamtstruktur von Radnabenantrieb und Fahrzeug. Für das E-WD existieren ein MKS-Modell und Methoden, dieses zu validieren. Dies wird durch enge Vernetzung der Werkzeug- und Methodenlandschaft erreicht.

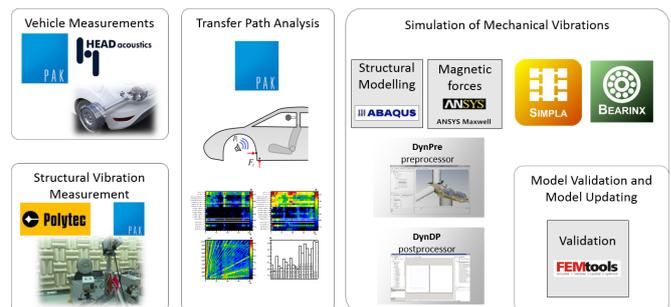


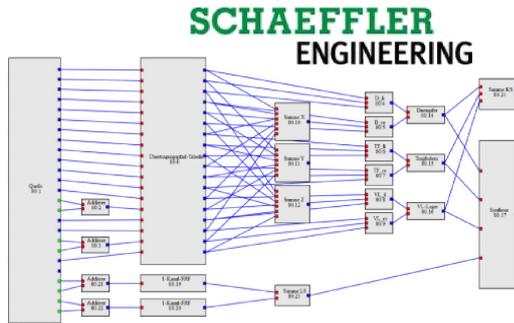
Abbildung 4: Werkzeug- und Methodenübersicht

## Fokusfeld: Transferpfadsynthese

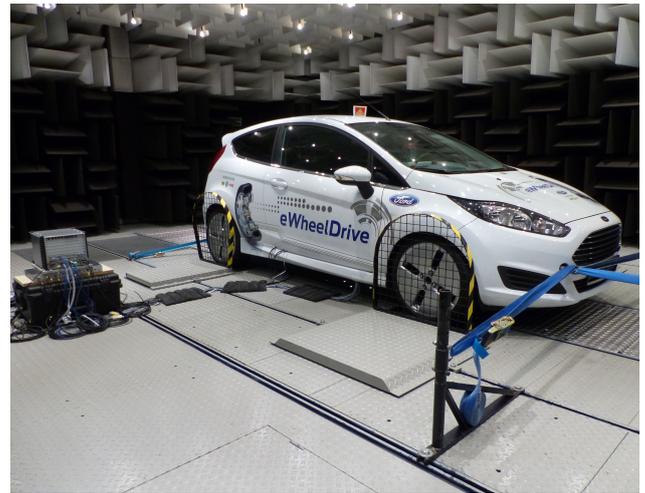
Die Nutzung von Transferpfadnetzwerken aus TPA-Messungen ist aktuell Gegenstand eines Vorentwicklungsprojekts. Ziel ist hierbei die Einspeisung von synthetisierten Anregungssignalen in das Transferpfadnetzwerk zur Auralisierung und subjektiven Bewertung von virtuellen E-WD-Modellen im Fahrzeug.

**Tabelle 1:** Gegenüberstellung verschiedener TPA-Methoden

	TPA Methode		
	operational TPA (OTPA)	Inertanz-Methode	direkte Kraftmess.
Aufwand	1	2	3
Kosten	1	1,5	2
Qualität	0	+	++



**Abbildung 5:** Netzwerk einer Transferpfadsynthese (TPS)



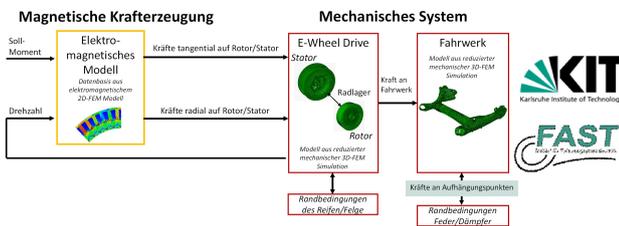
**Abbildung 8:** Versuchsträger mit E-WDs auf dem NVH-Rollenprüfstand

**Literatur**

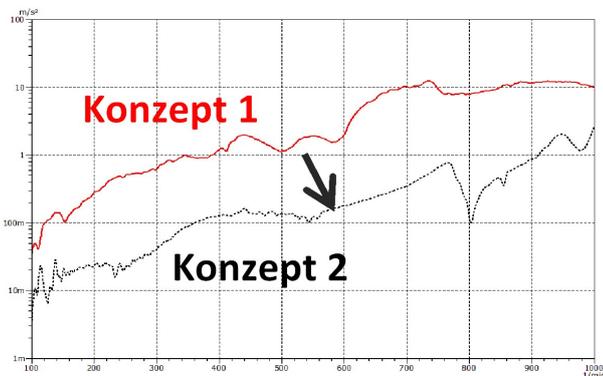
- [1] Stretz, D.: Akustische Optimierung eines Radnabenantriebs. Diss., 2017, Karlsruher Institut für Technologie

**Fokusfeld: Reglerkonzeption**

Im Rahmen einer Dissertation bei SHARE@KIT am Karlsruher Institut für Technologie werden Optimierungen des Fahrgeräusches durch komplexe Regelstrategien erforscht [1]. Diese ermöglichen z.B. eine Kompensation von anregenden Kräften in bestimmten Betriebspunkten.



**Abbildung 6:** Fokusfeld Reglerkonzeption



**Abbildung 7:** Reduktion von Schwingungen in radialer Richtung durch geänderte Motortopologie