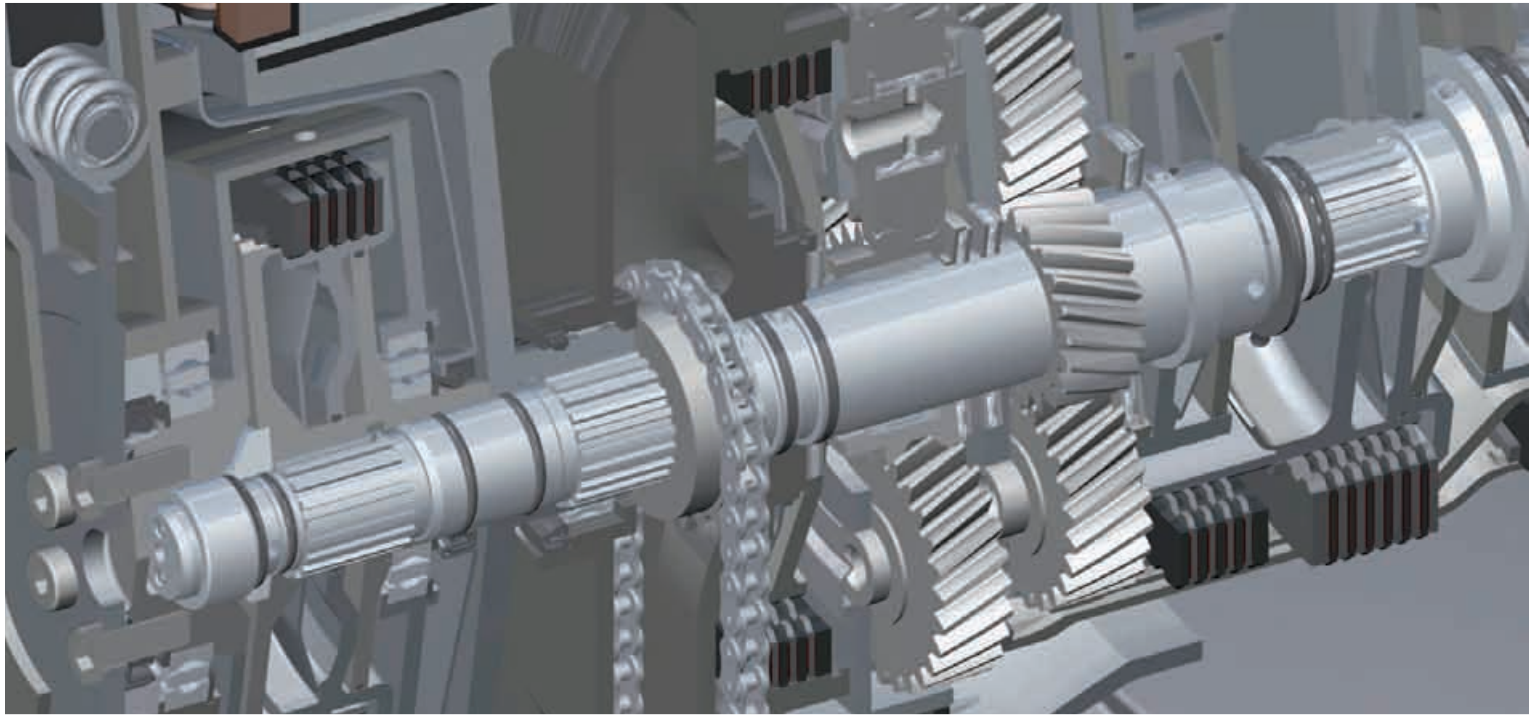


Getriebe- und Hybridsysteme

Mechanik und Integration

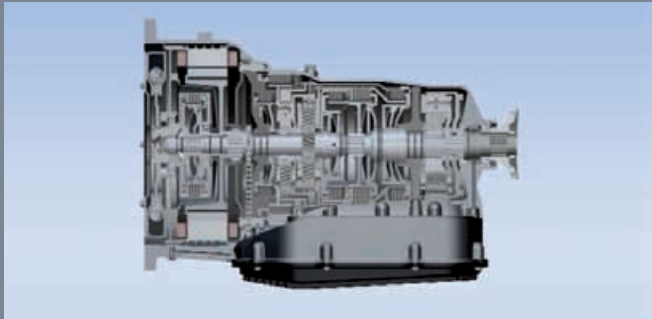


Getriebeentwicklung – vom Konzept bis zur Serie

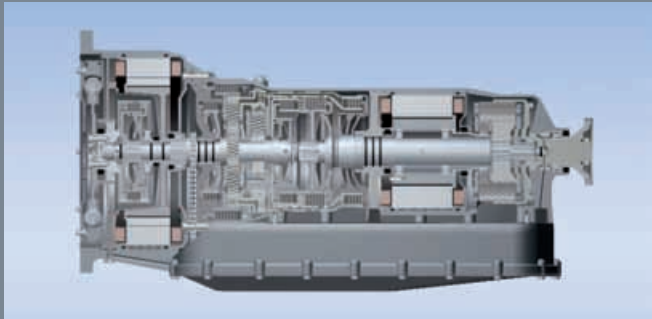
Das Fahrzeuggetriebe hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen und stellt eine wichtige Schlüsselkomponente im modernen Antriebsstrang dar. Innovative Getriebesysteme mit optimal abgestimmten Übersetzungsbereichen, hohem Wirkungsgrad und intelligenten Betriebsstrategien leisten einen entscheidenden Beitrag zur Reduzierung von Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemissionen bei gleichzeitig höchsten Ansprüchen an Fahrdynamik und Fahrkomfort. Durch die Hybridisierung des Antriebsstranges können weitere Potenziale zur Verwirklichung dieser Ziele infolge des zusätzlichen Freiheitsgrades im Energiemanagement erschlossen werden.

Die IAV verfügt über mehr als 25 Jahre Erfahrung mit modernen Getriebe- und Hybridsystemen. Zusammen mit namhaften Fahrzeugherstellern und Zulieferern haben wir weltweit Projekte im Bereich manueller, automatisierter, stufenloser und vollautomatischer Getriebe realisiert. Derzeit liegt ein Fokus auf der Entwicklung von wirtschaftlichen Baukastensystemen strukturoptimierter Planetenautomatik- und Doppelkupplungsgetrieben mit optional integrierbaren Elektromotoren für vielseitige Hybridfunktionen. Unsere Spezialisten entwickeln sowohl sämtliche mechanische und elektrische Komponenten vom Bauteil bis zum kompletten System als auch hydraulische und elektromechanische Steuerungen sowie Elektronik und Software – von der Konzeption bis zur Serieneinführung.

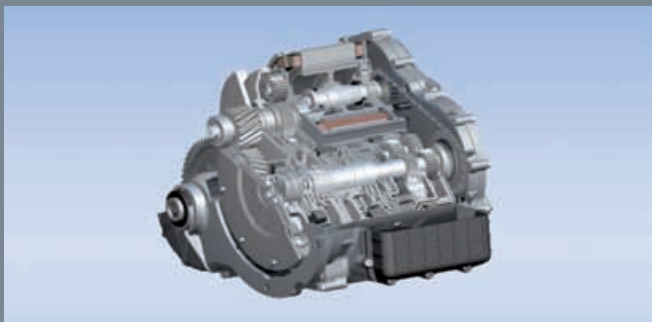
Konzeptentwicklung und Konstruktion



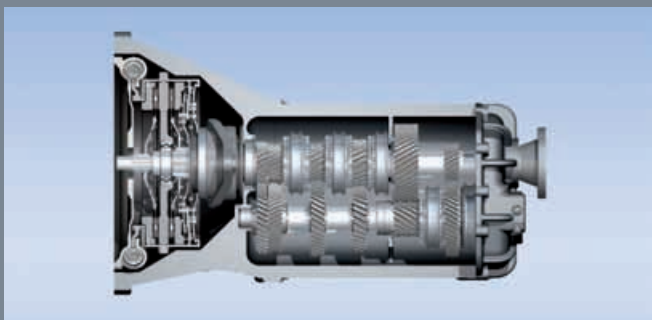
8-Gang Automatikgetriebe mit einer elektrischen Maschine



8-Gang Automatikgetriebe mit zwei elektrischen Maschinen



8-Gang Mildhybrid-Automatikgetriebe für Frontqueranwendung



8-Gang Doppelkupplungsgetriebe für Standardanwendung

8-Gang Vollhybrid-Automatikgetriebe für Standardanwendung

- ▶ 8 gut progressiv gestufte Vorwärtsgänge mit großer Spreizung
- ▶ Verbrennungsmotor: 500 Nm, 6000 min⁻¹
- ▶ Bauraumreduzierung gegenüber aktuellen 8-Gang Automatikgetrieben: 3 Planetenradsätze, 2 Bremsen und 3 Kupplungen
- ▶ Hoher mechanischer Wirkungsgrad mit geringen Schleppverlusten
- ▶ Vielseitige Hybridfunktionen mit einer integrierten elektrischen Maschine (komfortabler Start des Verbrennungsmotors, Boost, Rekuperation, elektrisches Fahren)
- ▶ Realisierung des Anfahrens mit interner Bremse (kein Drehmomentwandler)

Zusätzliche Hybridfunktionen durch eine weitere elektrische Maschine:

- ▶ Stufenlos elektrisch leistungsverzweigtes Anfahren aus Neutral ohne Belastungen am elektrischen Speicher
- ▶ Verbesserung der vorhandenen Hybridfunktionen

8-Gang Mildhybrid-Automatikgetriebe für Frontqueranwendung

- ▶ Auslegung für 350 Nm Antriebsdrehmoment und 6000 min⁻¹ Antriebsdrehzahl
- ▶ Optimale Integration einer elektrischen Maschine für vielseitige Hybridfunktionen
- ▶ Bauraumneutral zu aktuellen 6-Gang Getrieben
- ▶ Hoher mechanischer Wirkungsgrad
- ▶ Anfahrfunktion mit internem Anfahrerelement

8-Gang Doppelkupplungsgetriebe für Standardanwendung

- ▶ Auslegung für 350 Nm Antriebsdrehmoment und 7000 min⁻¹ Antriebsdrehzahl
- ▶ Bauraumneutral zu aktuellen 7-Gang Getrieben: 7 Radsätze, 4 Doppelsynchronisierungen und 1 Einfachsynchronisierung
- ▶ Mehrfachnutzung der Radsätze für Gangbildung
- ▶ Kompakte, trockene Doppelkupplung
- ▶ Hydraulisch-mechanische Aktuierung
- ▶ Hoher mechanischer Wirkungsgrad

Konzeptentwicklung und Konstruktion

6-Gang Doppelkupplungsgetriebe für Motorradanwendung

- ▶ Maximale Antriebsdrehzahl 7000 min⁻¹
- ▶ Maximales Antriebsdrehmoment 115 Nm
- ▶ Trocken laufende Doppelkupplung
- ▶ Bedarfsgerechte, elektromechanische Aktuierung aller Schaltelemente
- ▶ Für Zweiradanwendung konzipiert
- ▶ Klauenschaltung
- ▶ Bauraumneutral zu konventionellen Motorradschaltgetrieben

6-Gang Doppelkupplungsgetriebe für ATV-Anwendung

- ▶ Maximale Antriebsdrehzahl 7500 min⁻¹
- ▶ Maximales Antriebsdrehmoment 120 Nm
- ▶ Nass laufende Doppelkupplung
- ▶ Zuschaltbare Geländeuntersetzung durch nachgeschalteten Planetenradsatz
- ▶ Hoher Übertragungswirkungsgrad
- ▶ Elektromechanische Aktuierung der Getriebebeschaltung und der Kupplungen
- ▶ Konzipiert für All-Terrain-Vehicle (ATV)

DualDrive® stufenloses Vollhybridgetriebe für Frontqueranwendung

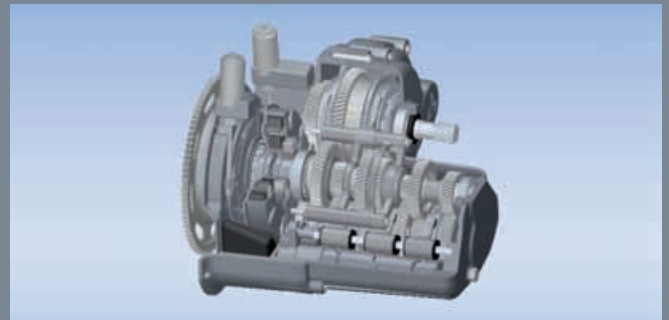
- ▶ 350 Nm/4500 min⁻¹
- ▶ Elektrisch leistungsverzweigtes, kontinuierlich verstellbares Vollhybridgetriebe
- ▶ Anfahren aus Neutral
- ▶ Keine mechanischen Schaltelemente
- ▶ Reduzierung des elektrischen Leistungsflusses durch 4-Wellen-Planetenradsatz
- ▶ Optimale Kennfeldwandlung des Verbrennungsmotors für sportliche und ökonomische Fahrstrategien
- ▶ Rein elektrisches Fahren auch bei höheren Geschwindigkeiten
- ▶ Einfache Mechanik begünstigt den Aufbau in Modulbauweise

Aktives Hinterachsdifferential mit Hybridfunktionalität für SUV-Anwendung

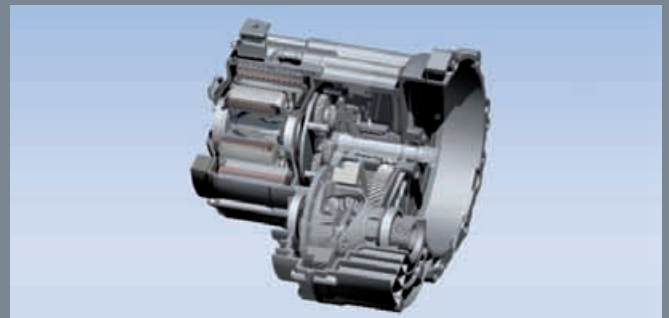
- ▶ Achshybrid mit zwei koaxial angeordneten elektrischen Maschinen (jeweils 350 Nm, 30 kW)
- ▶ Radnahe Integration der elektrischen Maschinen für hohe hybride Wirkungsgrade
- ▶ Optimale Ausnutzung des elektrischen Kennfeldes durch zusätzliche Übersetzung mit Planetenradsatz
- ▶ Torque-Vectoring-Funktion für höchste Fahrstabilität in kritischen Situationen
- ▶ Ausnutzung vorhandener Bauraumreserven
- ▶ Rein elektrisches Fahren mit hoher Fahrdynamik
- ▶ Konzipiert für SUV-Anwendung



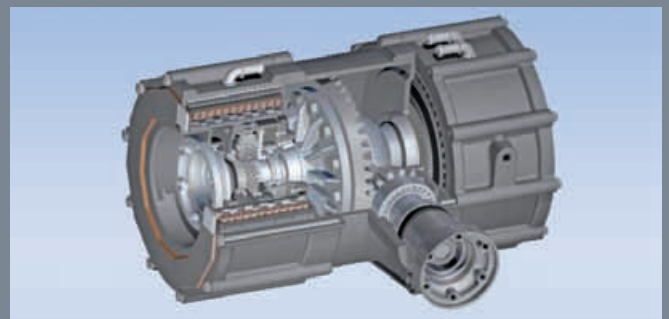
6-Gang Doppelkupplungsgetriebe für Motorradanwendung



6-Gang Doppelkupplungsgetriebe für ATV-Anwendung



DualDrive® stufenloses Vollhybridgetriebe für Frontqueranwendung



Aktives Hinterachsdifferential mit Hybridfunktionalität für SUV-Anwendung

Berechnung und Simulation

FEM-Strukturmechanik

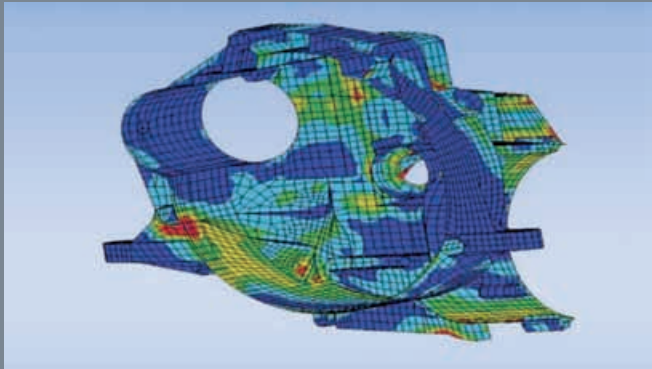
Festigkeit Powertrain:

Tools:

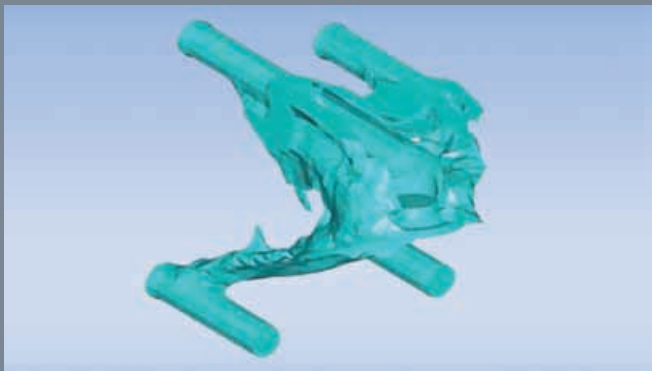
- ▶ MSC.NASTRAN
- ▶ ABAQUS
- ▶ FEMFAT

Bewertung:

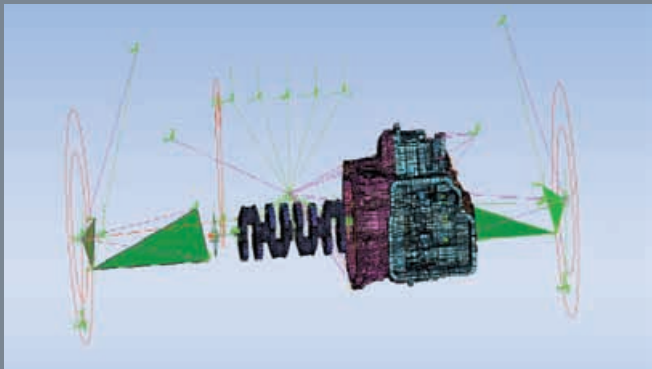
- ▶ Statische Festigkeit Getriebegehäuse
- ▶ Dichtigkeit Getriebeflansch/Schraubenvorspannkraft



FE-Modell Getriebe



FE-Modell Lagerkonsole



FE-Modell Powertrain

Topologieoptimierung:

Tools:

- ▶ MSC.NASTRAN
- ▶ Optistruct

Bewertung:

- ▶ Verformungsverhalten
- ▶ Spannungsverteilung
- ▶ Masseigenschaften

Betriebsschwingungen:

Tools:

- ▶ MSC.NASTRAN
- ▶ IAV-SBNOISE

Bewertung:

- ▶ Schwingwege
- ▶ Schwingbeschleunigungen
- ▶ Dynamische Spannungen
- ▶ Campbell-Diagramme für Drehzahlhochlauf

Berechnung und Simulation

Mehrkörpersimulation (MKS)

Drehschwingungsanalyse:

Tools:

- ▶ ITI-SIM/SimulationX

Bewertung:

- ▶ Entkopplung Drehungleichförmigkeit
- ▶ Resonanzdurchläufe beim Motorstart
- ▶ Volllast- und Teillastbetrieb in den einzelnen Gängen
- ▶ Anregung Getriebe-Rasseln/-Heulen

3D-Simulation:

Tools:

- ▶ MSC.ADAMS/SIMPACK

Bewertung:

- ▶ Dynamisches Systemverhalten
- ▶ Torsions- und Biegeresonanzen
- ▶ Lastwechselreaktionen

Körperschall:

Tools:

- ▶ MSC.NASTRAN
- ▶ IAV-SBNOISE

Bewertung:

- ▶ Schwingwege an den Aggregateträgern
- ▶ Schallschnelle Gehäuseoberfläche
- ▶ Körperschall-Leistung

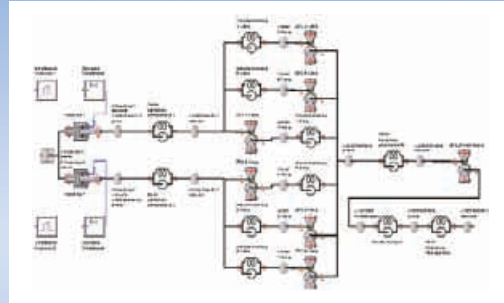
Luftschall:

Tools:

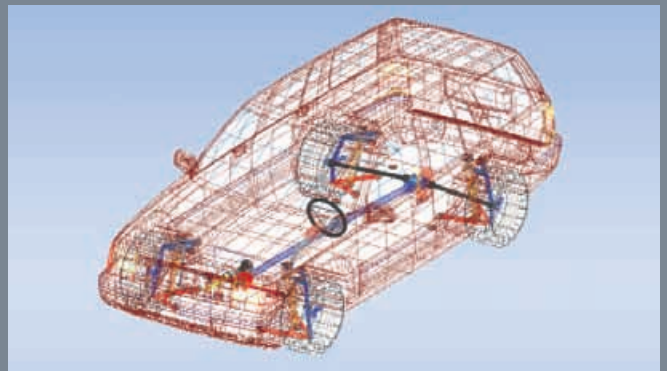
- ▶ MSC.NASTRAN
- ▶ IAV-SBNOISE

Bewertung:

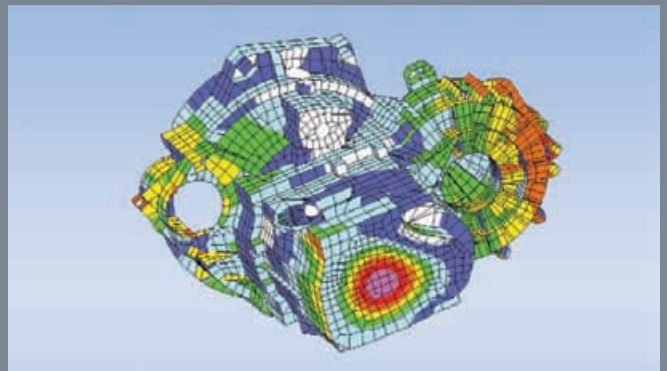
- ▶ Abgestrahlte Schalleistung
- ▶ Schalldruck am Fahrerohr
- ▶ Psychoakustik (Lautheit, Rauigkeit)



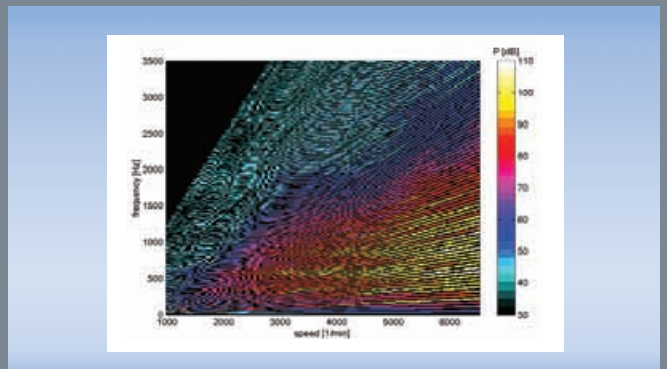
1D-MKS-Modell Antriebsstrang



3D-MKS-Modell Gesamtfahrzeug



FEM-Akustik

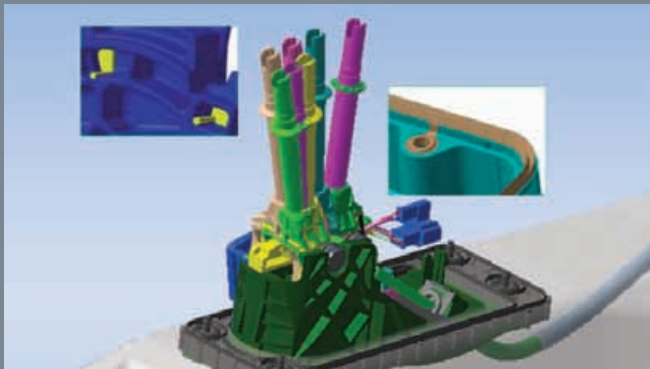


Schalleistung Powertrain (Campbell-Diagramm)

Integration und Peripherie

Äußere Schaltung

- ▶ Automatik- und Handschaltgetriebe
- ▶ Definition der Schaltstellungen
- ▶ Auslegung der Kinematik
- ▶ Verlegung und Konstruktion der Schaltseile
- ▶ Auslegung von Kunststoffbauteilen
- ▶ Simulation und Versuch



Äußere Schaltung

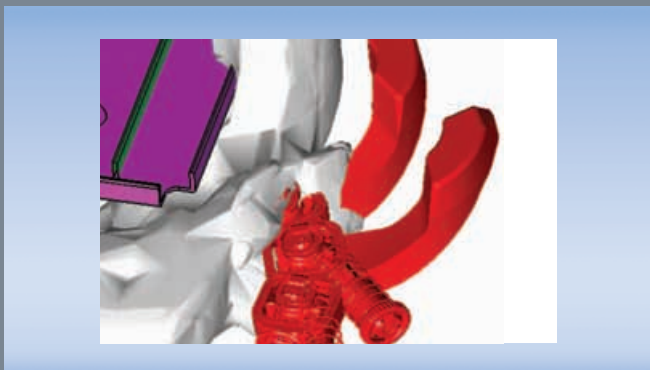
Bewegungshüllen von Schaltmassen

Tools:

- ▶ MSC.ADAMS/SIMPACK

Bewertung:

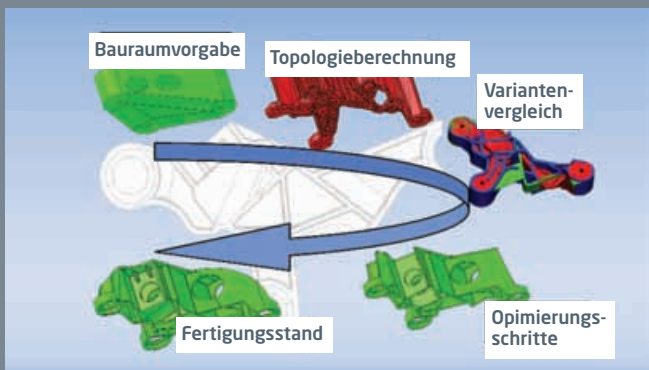
- ▶ Dynamisches Systemverhalten
- ▶ Torsions- und Biegeresonanzen
- ▶ Lastwechselreaktionen



Bewegungshüllen von Schaltmassen

Topologieuntersuchung Widerlager Schaltseilzug

- ▶ Topologieoptimierung anhand einer definierten Bauraumvorgabe

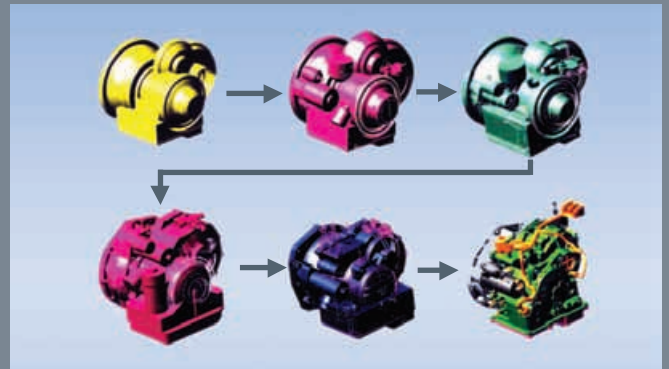


Topologieuntersuchung Widerlager Schaltseilzug

Integration und Peripherie

Integrationsentwicklungsprozess

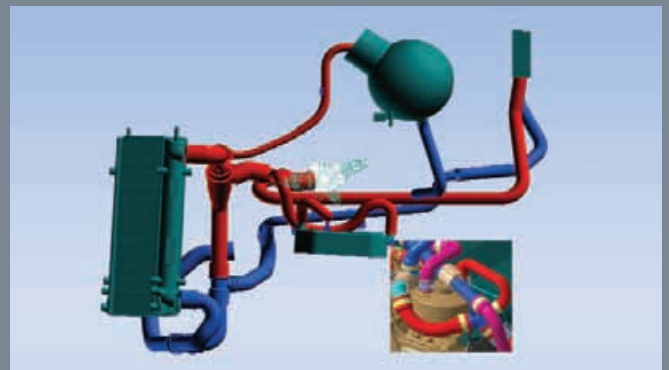
- ▶ Einbauuntersuchung/Variantenbewertung
- ▶ Statischer und dynamischer DMU
- ▶ Berücksichtigung der Montagevorgaben
- ▶ Abstimmung zwischen Lieferant und OEM



Integrationsentwicklungsprozess

ATF Kühlung Integration im Kühlkreislauf

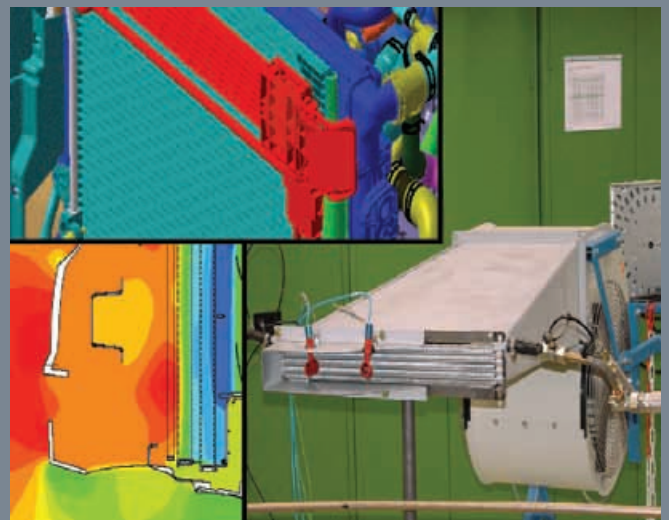
- ▶ Konzeptionierung des Kühlsystems
- ▶ 1D-Berechnung zur Optimierung
- ▶ 3D-Konstruktion der Komponenten
- ▶ Funktionsüberprüfung am Prüfstand und im Fahrzeug



ATF Kühlung Integration im Kühlkreislauf

ATF Kühlung Integration im Frontend

- ▶ Definition von Leistungsanforderungen an das Kühlsystem
- ▶ Variantenerstellung und Bewertung
- ▶ Detailkonstruktion Systembauteile: Kühler, Thermostate, Halterungen etc.
- ▶ Strömungssimulation
- ▶ Durchführung von Leistungsmessungen



ATF Kühlung Integration im Frontend

Versuch

Antriebsstrangprüfstand

Funktions- und Dauerläuferproben von Komponenten, Getriebesystemen und Hybridantriebssträngen



Antriebsstrangprüfstand



Mobiles Messsystem WSPM

Wähl-Schalt-Pedal-Messtechnik (WSPM)

- ▶ Objektive Schaltkomfortuntersuchungen an Handschaltgetrieben bzw. Wählkomfortuntersuchungen an Automatik- und Doppelkupplungsgetrieben
- ▶ Erfassung Pedalkennlinien
- ▶ Nachweis subjektiver Auffälligkeiten
- ▶ Überprüfung spezifischer Anforderungen
- ▶ Einfacher Ein-/Ausbau und schnelle Inbetriebnahme
- ▶ Benchmarkuntersuchung

Ansprechpartner:

Konzeption und Konstruktion
erik.schneider@iav.de
+49 371 2373-4340

Berechnung und Simulation
mario.schwalbe@iav.de
+49 371 2373-4243

Powertrain-Integration
mike.laudien@iav.de
+49 30 39978-9672

