

SCHAEFFLER



Customer Success Story

Simulationsbasierte Entwicklung der funktionsgerechten Ölverteilung in elektrischen Achssystemen

Verkürzung von Entwicklungszyklen durch Virtual Prototyping

Ans Ziel mit PreonLab



SCHAEFFLER

Die Herausforderung

OEMs, denen es gelingt, Elektro- (EV) oder Hybridfahrzeuge (HEV) schnell auf den Markt zu bringen, sind in einer starken Position, die Branche zu dominieren. Gleiches gilt für Tier1s, die Antriebssysteme und -komponenten liefern.

Elektrische Achssysteme spielen eine wichtige Rolle in der Elektrifizierung. Durch Ihre kompakte Bauweise sind sie in allen Fahrzeugsegmenten mit hybridisierten und rein elektrischen Antriebssträngen einsetzbar.

Um diese komplexen Systeme möglichst schnell mit hoher Produktreife am Markt zu platzieren, ist ein integrierter Simulationsansatz in der Entwicklung essentiell.

Der AVL Ansatz

Die Computational Fluid Dynamics (CFD) Lösung PreonLab von FIFTY2 Technology unterstützt Schaeffler dabei, die Ölverteilung in ihren Getrieben zu analysieren und zu optimieren. Dies trägt wesentlich dazu bei, funktionsgerechte und leistungsfähige elektrische Achssysteme zu entwickeln.

Mit dem netzlosen Verfahren und extrem schnellen Rechenkern ermöglicht PreonLab designbegleitende Untersuchungen verschiedener Beölungskonzepte. Die kurzen Durchlaufzeiten und das moderne Post-Processing erlauben eine kurzfristige und fundierte Bewertung der Ölverteilung im Getriebe.

Die Vorteile

Virtual Prototyping mit PreonLab:

- Benutzerfreundlichkeit und intuitive Benutzeroberfläche.
- Kurzes Pre-Processing, keine Vernetzung, überlegene Simulationszeit.
- Leistungsfähige Visualisierung und Post-Processing der Ergebnisse.
- Qualifizierter und aufgabenorientierter Support sowie Methodenentwicklung durch erfahrene AVL Ingenieure.
- Reduktion von kostenintensiven Hardware-Tests und Fokussierung auf relevante Designvarianten.

Die Schaeffler Gruppe



SCHAEFFLER

Das Unternehmen

Die Schaeffler Gruppe ist ein global tätiger Automobil- und Industrielieferer.

Mit Präzisionskomponenten und Systemen in Motor, Getriebe und Fahrwerk sowie Wälz- und Gleitlagerlösungen für eine Vielzahl von Industrieanwendungen leistet die Schaeffler Gruppe bereits heute einen entscheidenden Beitrag für die „Mobilität für morgen“.

Seit seinen Anfängen haben bahnbrechende Innovationen und globale Kundenorientierung das Unternehmen Schaeffler geprägt.

Technologien für hybride und elektrische Antriebssysteme

Nur über die Elektrifizierung des Antriebstrangs lassen sich die zukünftigen Verbrauchs- und Emissionsziele vollständig erreichen.

Deshalb bietet Schaeffler Produkte über die gesamte Bandbreite der Elektrifizierungsmöglichkeiten an – von der 48-Volt-Hybridisierung über Plug-in-Hybrid-Technologien bis hin zu Antrieben für elektrische Fahrzeuge.

Das umfassende Know-how macht Schaeffler zum kompetenten Partner für die verschiedenen Märkte und Kunden – zum Beispiel mit Komponenten und Systemen für Hybridmodule, eine Einstiegs-Hybridisierung, elektrischen Achsantrieben und elektrischen Radnabenantrieben.

Customer Success Story

Diese Kundenreferenz beschäftigt sich mit der Entwicklung einer funktionsgerechten Ölverteilung im Getriebe elektrischer Achssysteme. Die Beölung ist wegen der hohen Drehzahlen, den unterschiedlichen Temperaturbereichen sowie der Quer- und Längsbeschleunigung eine der großen Herausforderungen in der Getriebeentwicklung.

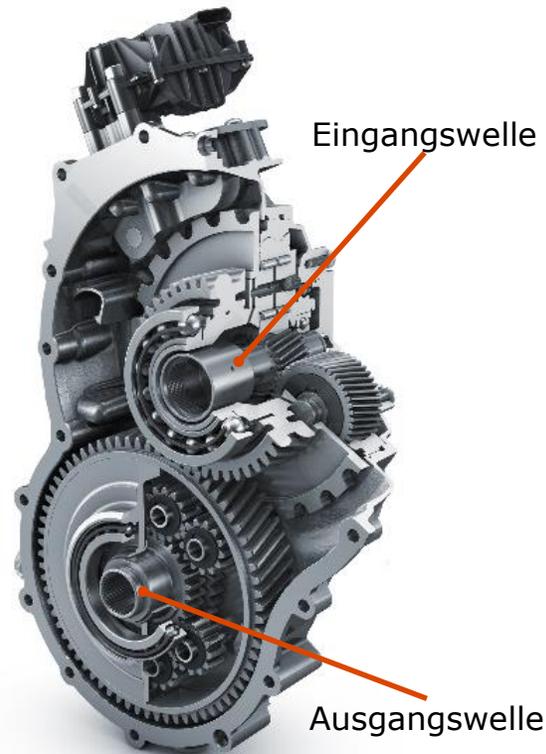
Schaeffler analysiert und optimiert die Ölverteilung im Getriebe durch Virtual Prototyping mit der innovativen Simulationslösung PreonLab von FIFITY2 und sichert so die Robustheit des Konzepts ab. Gleichzeitig werden der Versuchsaufwand und die damit einhergehenden Kosten reduziert.

Herausforderung in der Entwicklung eines passiven Beölungskonzepts

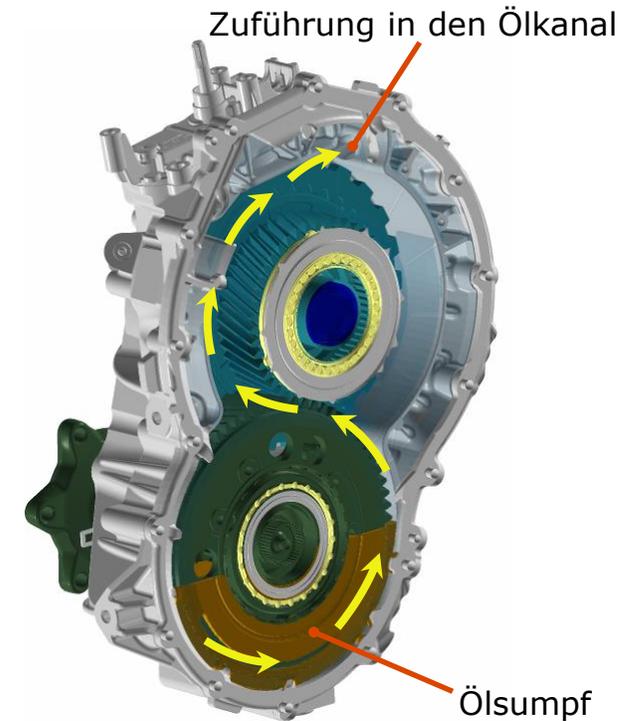
Neben der Beanspruchung der Bauteile, der Akustik und dem NVH-Verhalten des E-Achssystems stellt die Getriebebeölung die Entwickler vor eine große Herausforderung.

Die Wahl des Beölungskonzeptes hat Auswirkungen auf die Kühlung und Schmierung von relevanten Stellen, das Gesamtgewicht und den Wirkungsgrad des Systems sowie das Thermomanagement. Bedingt durch die kompakte Bauweise und den begrenzten Beruhigungsraum kann es zu ungewollten Verschäumungen kommen. Darüber hinaus muss ebenfalls die Quer- und Längsbeschleunigung im realen Fahrbetrieb sowie die stark vom Betriebszustand abhängige Ölviskosität berücksichtigt werden. Bei einer passiven Ölförderung, wie in diesem Fall, muss außerdem die Ölversorgung der oberen Ölkanäle unter den genannten Rahmenbedingungen stets gewährleistet sein.

Somit ist die Robustheit des Beölungskonzeptes für alle Betriebstemperaturen, -zustände und Geschwindigkeiten essentiell und muss möglichst früh im Entwicklungsprozess analysiert und validiert werden.



Achsparallele Bauweise mit vertikalem Versatz der Getriebewellen in Einbaulage



Passive Ölförderung im Getriebe durch bewegte Bauteile

Versuchsbasierte Analyse der Beölungssituation

Die elektrischen Achssysteme bzw. deren Getriebe werden auf dem Prüfstand hinsichtlich ihrer Beölungssituation untersucht. Über verschiedene Tests ergeben sich einige qualitative und quantitative Auswertungsmöglichkeiten.

Über den Ausliterversuch lässt sich der Ölstrom innerhalb des Getriebes an den Beölungskanälen ermitteln. Mittels im Getriebegehäuse platzierter Thermoelemente können die transienten Temperaturverläufe gemessen und somit die Aufheizkurven bestimmt werden.

Zur Ölverteilung im Getriebe lassen sich aktuell versuchsbedingt eher qualitative Aussagen treffen. Hierzu werden Gehäuseteile durch durchsichtige Teile ersetzt und über Hochgeschwindigkeitskameraaufnahmen die Beölungssituation analysiert. Die Modifikationen am Gehäuse sind recht aufwändig, da hier entweder speziell gefertigte durchsichtige Gehäuseteile getauscht oder partielle Eingriffe zum Einbau von kleinen Sichtfenstern vorgenommen werden müssen. Dieses Verfahren ist für höhere Drehzahlen weniger geeignet, da die durchsichtigen Teile so stark benetzt werden, dass nichts mehr von den Vorgängen im Inneren zu erkennen ist.

Alle Versuche haben aufwendige, hohe Rüstzeiten und eine begrenzte Aussagekraft gemein, welche gerade bei Variantentests zu einem langwierigen und kostenintensiven Prozedere führen.

Ausliterversuche



Aufheizkurven

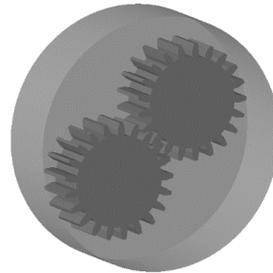


Ölverteilung



Simulation der Getriebebeölung

Teilsysteme werden bereits mit klassischen CFD-Methoden abgebildet



Partikelbasierte Methoden (SPH) eignen sich zur Simulation von Gesamtgetrieben

Betrachtung und Abbildung von Verzahnungskontakt inkl. „Pumpeffekte“

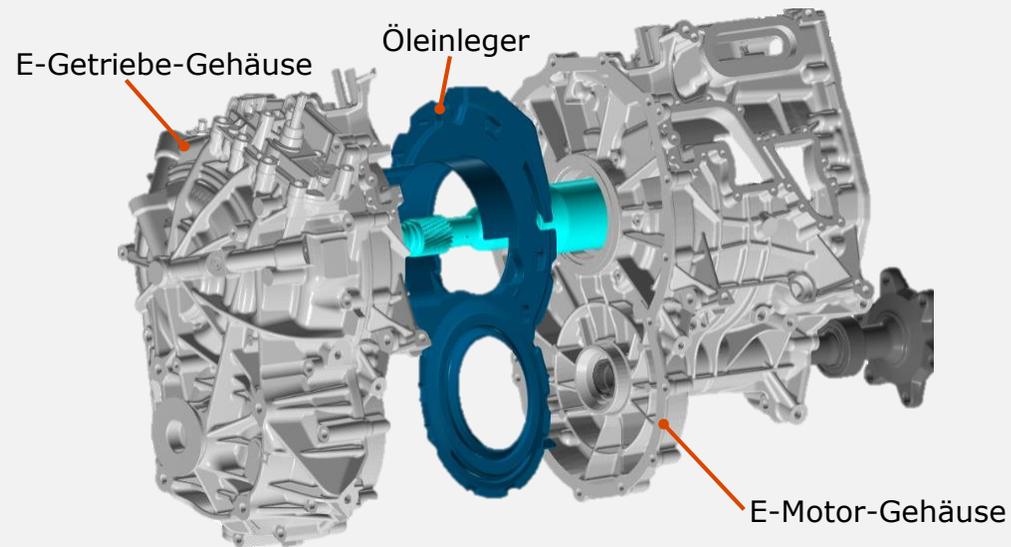
Die Simulation der Strömungsverhältnisse im Getriebe mittels CFD (Computational Fluid Dynamics) bietet die Möglichkeit, ein tiefgehendes Verständnis des Systemverhaltens aufzubauen.

Eine Simulation des Gesamtsystems ist mittels klassischer, Euler-basierter CFD-Methoden zwar möglich, jedoch ist dies sehr ressourcen- und rechenzeitintensiv und daher wenig praktikabel. Das Vernetzen stellt zudem eine enorme Hürde dar. Daher werden nur ausgewählte Teilsysteme unter vertretbarem Aufwand simuliert. Da diese nicht das Gesamtsystem darstellen, ist die Aussagekraft nur begrenzt vorhanden.

Eine Alternative bietet das innovative Simulationswerkzeug PreonLab, welches auf eine Lagrangesche Betrachtungsweise setzt. Eine leistungsfähige Abbildung von komplexen, bewegten Strukturen ist so auch ohne aufwändige Rechennetzgenerierung möglich. Die SPH-Methode (Smoothed Particle Hydrodynamics) von PreonLab basiert genau wie die konventionellen CFD-Methoden auf der gleichen physikalischen Beschreibung der Navier-Stokes-Gleichungen. Durch den Lagrange-Ansatz wird das Rechennetz überflüssig, was enorme Vorteile hinsichtlich des Pre-Processing und der Durchlaufzeit mit sich bringt. Ein Remeshing bei bewegten Systemen ist ebenfalls hinfällig.

Beispiel zur Simulation der Getriebebeölung

Schaeffler setzt im Getriebe eines elektrischen Achssystems auf ein Beölungskonzept mit passiver Ölförderung. Um die Ölströmung gezielt zu beeinflussen und die Ölversorgung des oberen Kanals zu gewährleisten, wird ein Einlegeteil aus Kunststoff in das Getriebegehäuse integriert.

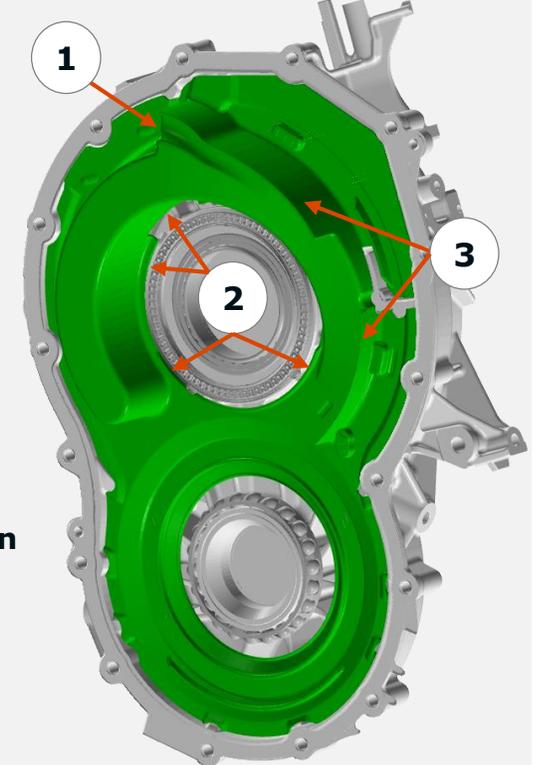


Das Einlegeteil aus Kunststoff bietet darüber hinaus die Möglichkeit, die Ölströmung von der Verrippung am E-Motor-Gehäuse zu entkoppeln und so eine gezielte Ölförderung zu ermöglichen. Diese wurde mittels CFD-Simulation mit PreonLab hinsichtlich der Strömungsverluste optimiert.

Erstversion des Einlegers



Optimierter Einleger

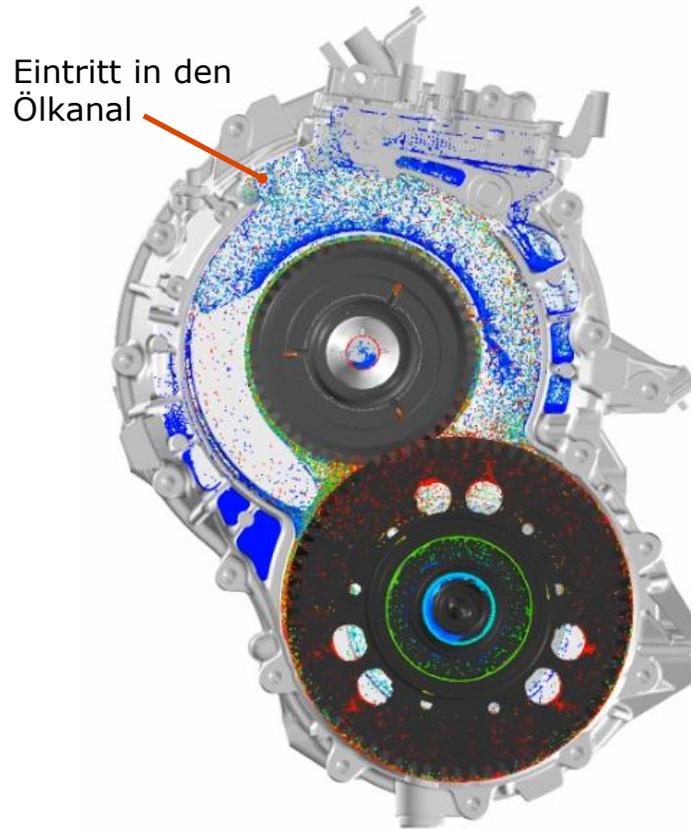


Optimierungsmaßnahmen am Ölleitteil aufgrund der Simulation mehrerer Designversionen

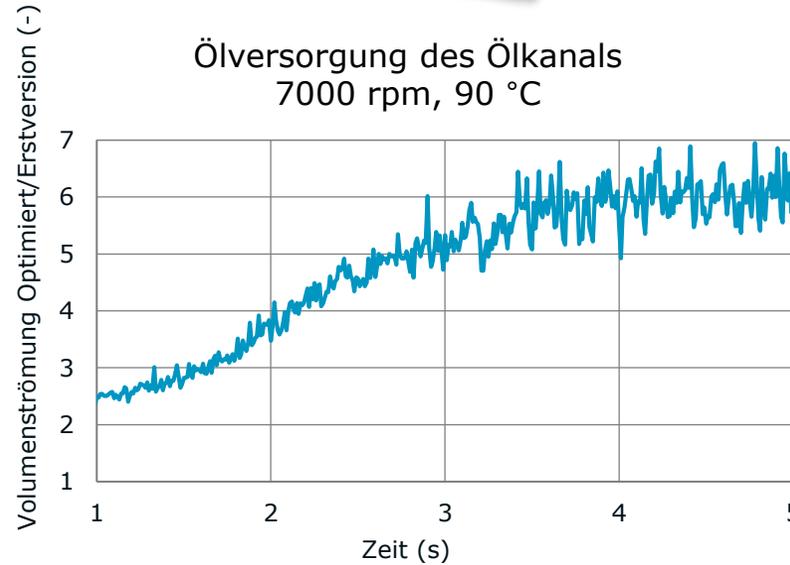
- 1) Optimierte Kontur zur gezielten Ölzufuhr in einen oberliegenden Ölkanal
- 2) Anpassungen zur Vermeidung von Ölstromen hinter dem Einleger
- 3) Wandungen zur Ölumleitung optimiert für hohe Drehzahlen

Beispiel zur Simulation der Getriebebeölung

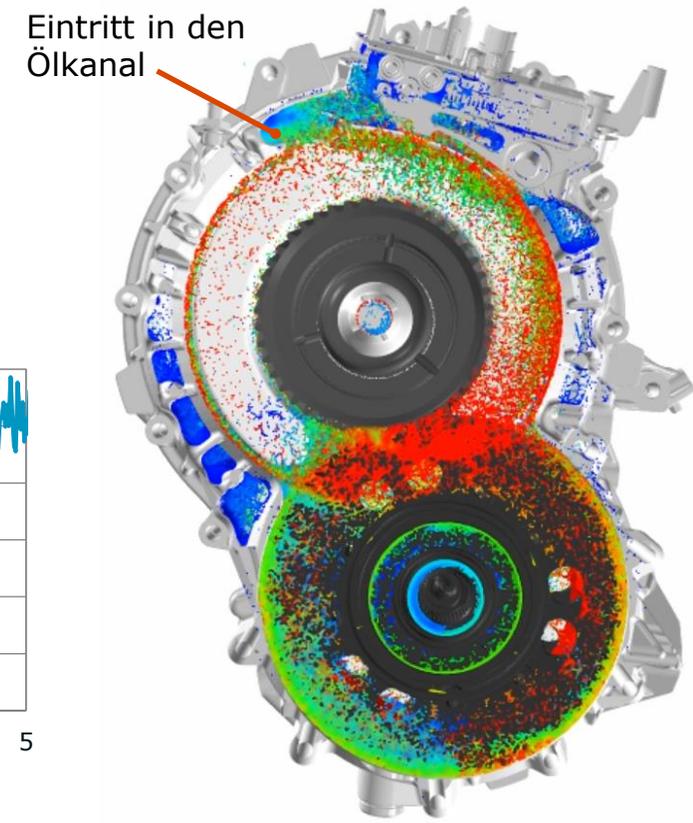
Erstversion des Einlegers



**Volumenstrom
5 bis 6-fach
erhöht!**



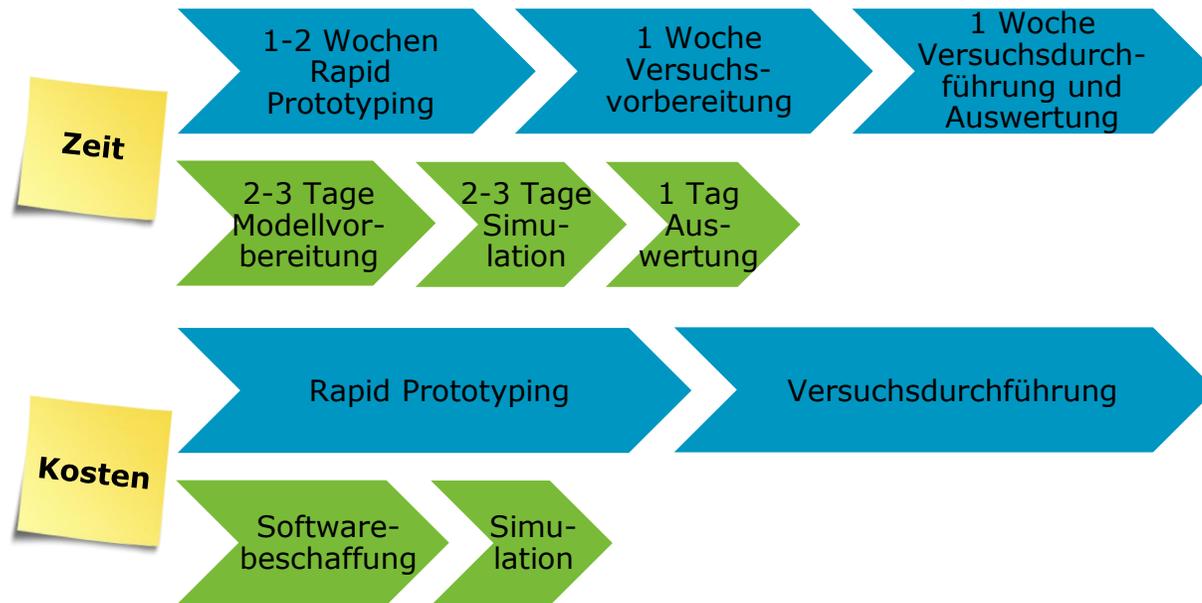
Optimierter Einleger



Simulationsergebnisse wurden von Versuchen bestätigt.

Vorteile einer simulationsbasierten Beölungsentwicklung

Workflow einer Designiteration



Die Simulation der Ölverteilung mit PreonLab bietet signifikante Vorteile hinsichtlich Kosten und Zeit für jede Designvariante. Darüber hinaus bietet die Simulation umfangreiche Möglichkeiten zur Darstellung der Simulationsergebnisse im Post-Processing, welche wiederum ein tiefgehendes Systemverständnis für das optimale Design ermöglichen. Virtuelle Sensoren können an beliebigen – auch an für den Versuch unzugänglichen – Stellen platziert werden, um quantitative Aussagen zu erhalten. Dies ist auch während des Post-Processing möglich, nachdem die Berechnung des Lastfalls durchgelaufen ist.

Virtual Prototyping bietet durch den Einsatz von innovativen Simulationsmethoden ein enormes Potenzial zur Verkürzung von Entwicklungszyklen. Das netzlose SPH-Verfahren und der extrem performante Rechenkern ermöglichen PreonLab designbegleitende Untersuchungen verschiedener Beölungskonzepte. Die kurzen Durchlaufzeiten und das moderne Post-Processing erlauben eine kurzfristige und fundierte Bewertung der Ölverteilung im Getriebe.

„Der kombinierte Einsatz von Virtual Prototyping mit PreonLab und dem klassischen Versuch stellt für uns einen effizienten Weg in der Entwicklung der Beölungskonzepte für E-Achsen dar und unterstützt uns dabei, unsere Ziele hinsichtlich eines funktionsgerechten Designs möglichst früh im Entwicklungsprozess zu erreichen oder bei Bedarf zu modifizieren.“ Christian Dassler, Leiter R&D, Produktlinie E-Achse Getriebe, Schaeffler Technologies AG & Co. KG

- Simulation unterstützt den Design Ingenieur
- Einfache und schnelle Untersuchung von Designvarianten
- Reduktion von kosten- und zeitintensiven Hardware Tests

AVL CAE Added Value Through Engineering Competence!

AVL ist mit über 10.000 Mitarbeitern der weltweit größte, unabhängige Partner für die Entwicklung, Simulation und das Testen von Antriebssystemen für Pkw, Nutzfahrzeuge, stationäre Motoren, Großmotoren sowie deren Integration in das Fahrzeug.

Die Simulationslösungen der AVL sind die einzigen am Markt, deren Tools und Methoden aus den Herausforderungen realer Produktentwicklungsprozesse entstanden sind. AVL ist exklusiver Reseller für PreonLab und arbeitet gemeinsam mit FIFTY2 an der Weiterentwicklung des innovativen Werkzeugs.

Durch diese einzigartige Kombination aus Engineering-Kompetenz und Werkzeugen zur virtuellen Produktentwicklung können wir Ihre Produktqualität bereits in einem frühen Entwicklungsstadium erhöhen und Ihre Entwicklungszeiten damit signifikant verkürzen.

ast.germany@avl.com / +49 89 307 497 0

