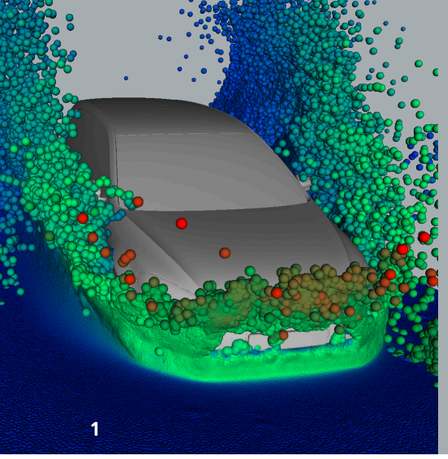
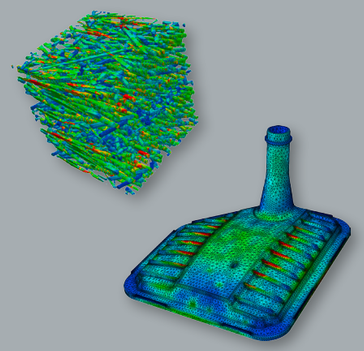
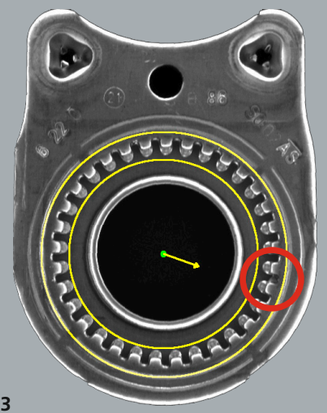


1



2



3

Fraunhofer
ITWM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR TECHNO- UND WIRTSCHAFTSMATHEMATIK ITWM

1 *Parallele interaktive Visualisierung von Aquaplaning*

2 *Virtuelles Design von Leichtbaukomponenten*

3 *Detektion von Rückständen*

Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

Kontakt
Dr. Klaus Dreßler
Telefon +49 631 31600-4466
klaus.dressler@itwm.fraunhofer.de

www.itwm.fraunhofer.de

© Fraunhofer ITWM 2016

mdf_flyer_Fahrzeugpartner_DE-EN

Strömungssimulation

Die Finite Pointset Method (FPM) ist ein gitterfreier numerischer Code zur Lösung von Strömungs- und kontinuumsmechanischen Vorgängen. Die Simulation basiert auf einer numerischen Punktewolke, die das strömende Medium abbildet und sich mit der Strömungsgeschwindigkeit bewegt. Dadurch ist es sehr einfach, bewegte Geometrieteile, freie Oberflächen und Phasengrenzen ohne zusätzlichen numerischen Aufwand darzustellen. Für einige Anwendungen in der Fahrzeugindustrie ist FPM eine Methode mit Alleinstellungscharakter: Wasserdurchfahrt, Gischt, Befüll- oder Schwappvorgänge (Tank), Airbagentfaltung. Die Rechenzeiten sind kurz und die Aufwände für die Simulationsvorbereitung sehr klein, da auf FE-Vernetzungen komplett verzichtet wird.

Mehrskalensimulation / virtuelles Materialdesign

Für poröse Materialien (z. B. Textilien) und Verbundwerkstoffe (z. B. GFK, CFK) lassen sich aus der geometrischen Mikrostruktur und den physikalischen Eigenschaften der einzelnen Konstituenten die effektiven Materialeigenschaften wie Permeabilität, Wärmeleitfähigkeit, akustische Dämmung, mechanische Steifigkeit und Festigkeit berechnen. Mit den entwickelten Verfahren ist es besonders einfach, Mikrostrukturparameter zu ändern, um deren Einfluss auf die Materialeigenschaften zu analysieren, ohne die Werkstoffvarianten herstellen zu müssen. Dazu steht die kommerzielle Software GeoDict® zur Verfügung. Die berechneten effektiven mechanischen Eigenschaften für große nichtlineare Deformationen werden häufig bei der Strukturanalyse des Langzeitverhaltens oder bei der Crashsimulation von Composites verwendet. Für poröse Materialien kann die Abhängigkeit der Eigenschaften vom Kompressionsdruck bestimmt werden, was beim Design von Filtern oder Brennstoffzellen Anwendung findet.

Automatisierte Lösungen für die Oberflächeninspektion

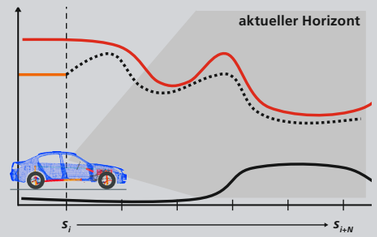
Die Qualität eines Produkts hängt oft mit der Qualität seiner Oberfläche zusammen und jede Art von Oberfläche hat ihr eigenes Qualitätsmaß, das unterschiedlichste Eigenschaften miteinbeziehen kann. Das Oberflächeninspektionssystem des Fraunhofer ITWM – Modular Algorithms for Surface InspeCtion (MASC) – umfasst eine Vielzahl einsatzbereiter Tools und Systemkomponenten, die individuell angepasst werden. Vor dem Einsatz einer automatisierten Inspektion in der Produktion werden Machbarkeit und Umsetzbarkeit in einer Vorstudie untersucht und anhand geeigneter Musterteile im Bildverarbeitungslabor mögliche Hardware-Aufbauten entwickelt und getestet, immer jedoch unter Berücksichtigung der späteren Produktionsbedingungen.

Inspektionssysteme speziell für die Fahrzeugindustrie bietet das Fraunhofer ITWM beispielsweise für Dehnzellen, Bremsscheiben und Dichtungen an; aber auch die Qualitätskontrolle von Innenraumfiltern für Fahrzeuge ist möglich, ebenso wie die Prüfung der Lackierung.

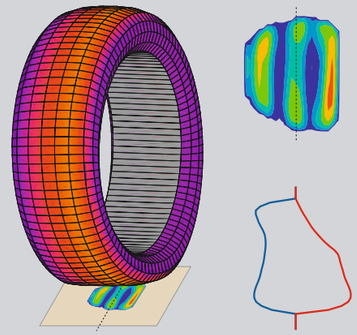
PARTNER DER FAHRZEUGINDUSTRIE

1

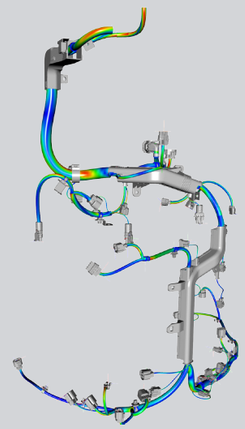
2



3



4



5

Bei der Entwicklung von Fahrzeugen und zugehöriger Produktionsprozesse nimmt die numerische Simulation als Schlüsseltechnologie immer größeren Raum ein. Das Fraunhofer ITWM unterstützt diese Entwicklung mit mathematischer Modellierungs- und Simulationstechnologie zur virtuellen Produktentwicklung und -absicherung sowie zur virtuellen Produktionsplanung.

Systemsimulation

Ziel der Systemsimulation ist sowohl die Analyse und Optimierung von Systemeigenschaften wie Fahrdynamik und Schwingungskomfort als auch die Ableitung von Schnittkräften für Subsysteme und Bauteile, um diese dann mit detaillierteren Komponentenmodellen hinsichtlich Festigkeit und Zuverlässigkeit zu optimieren.

Moderne Fahrzeuge bzw. deren Komponenten sind hochkomplexe mechatronische Systeme; dies erfordert entsprechende (Teil-)Modelle aus mehreren physikalischen Disziplinen mit unterschiedlichen numerischen Eigenschaften. Das Fraunhofer ITWM entwickelt Verfahren und Methoden zu deren Kopplung und zur gekoppelten Simulation (Co-Simulation). Des Weiteren spielt generell die Systemanregung eine wesentliche Rolle: Hierzu werden Optimalsteuerungsverfahren entwickelt und eingesetzt, um aus gemessenen Größen Systemanregungen zu berechnen. So können beispielsweise Straßenprofile basierend auf Radkräften oder Beschleunigungen aus der Fahrbetriebsmessung bestimmt werden. Das ITWM entwickelt auch echtzeitfähige Modelle und hocheffiziente numerische Löser, die während des laufenden Betriebs einer Maschine (z. B. Monitoring) oder auch im Bereich der interaktiven Fahrsimulation eingesetzt werden können.

Interaktive Simulation/ RODOS®

Die Mensch-Fahrzeug-Interaktion stellt insbesondere in sehr frühen Phasen der Fahrzeugentwicklung eine besondere Herausforderung dar. Alle relevanten Wechselwirkungen zwischen Fahrzeugen, Fahrern, konventionellen nichtautomatisierten Fahrzeugen, Fußgängern und der Infrastruktur müssen innerhalb einer Simulationsumgebung abgebildet werden. Fahrzeughersteller und Zulieferer können mit dem interaktiven Fahrsimulator RODOS® die Iterationszyklen für die Systementwicklung deutlich beschleunigen, das Entwicklungsrisiko senken, gefährliche Situationen mit höchster Reproduzierbarkeit erproben und dadurch auch die Entwicklungskosten senken. Die am ITWM verfügbare Entwicklungsumgebung nutzt georeferenzierte 3D-Messdaten für das Szenariodesign, wodurch auch reale Straßen oder ganze Testareale in der Simulation nachgebildet werden können. Durch den modularen Aufbau sind z. B. auch Hardware-in-the-loop Simulationen von Steuergeräten in Kombination mit dem menschlichen Bediener im Simulator durchführbar.

Betriebsfestigkeit und Zuverlässigkeit

Am ITWM werden rechnerische Lebensdaueranalysen mit den gängigen Methoden und Werkzeugen angewandt, bei Bedarf an spezifische Fragestellungen (etwa für Turbolader) angepasst und zur Bauteil- bzw. Lastpfadbeurteilung eingesetzt. Im Falle der experimentellen Erprobung stellt sich häufig die Frage, wie die teilweise hohe Anzahl an Schnittlasten auf wenige Angriffspunkte reduziert werden kann, die in einem Versuch mit den entsprechenden Randbedingungen realisierbar sind. Stehen Konfiguration und Lasten für den Prüfstandstest fest, muss noch die Anzahl der zu prüfenden Teile geplant werden, um eine Freigabe des Bauteils mit bestimmter Aussagesicherheit begründen zu können oder um ein Quantil der Lebensdauer inklusive Konfidenzintervall schätzen zu können. In diesen Bereichen bietet das ITWM vielfältige Ansätze und Lösungswege an, sowohl als Dienstleistung oder Beratung als auch in Form eigener Softwarewerkzeuge.

Nutzungsabhängiger Kraftstoffverbrauch und Emission

Genau wie bei der Auslegung und Beurteilung mechanisch beanspruchter Bauteile spielen auch bei der Bewertung von Kraftstoffverbrauch und Emission in der tatsächlichen Fahrzeugnutzung statistische Methoden eine zentrale Rolle. Zu Beginn stehen die Erfassung, Beschreibung und Modellierung der Nutzungsvariabilität, die sich durch Kombination des unterschiedlichen Verhaltens der Nutzer mit der jeweiligen Umgebung ergibt. Welche Straßentypen werden von einem Van in Osteuropa im Stadt-dominierten Verkehr oder im Fernverkehr gefahren? Wie häufig und ausgeprägt sind Steigungen und Gefälle, und wie ändert sich dieses Bild, wenn die gleiche Nutzung in Westeuropa betrachtet wird? Diese und ähnliche Fragen werden am ITWM systematisch mit statistischen Methoden und geo-referenzierten Daten untersucht. Dabei werden sowohl Nutzungsszenarien – etwa ein Pkw im Pendlereinsatz in Frankreich – durchgespielt (Virtuelle Messkampagne VMC®) als auch Messdaten durch georeferenzierte Auswertung aufbereitet und anhand von Nutzungsmodellen auf Verteilungen für unterschiedliche Nutzergruppen hochgerechnet (Nutzungssimulation U·Sim). Das Fraunhofer ITWM entwickelt Methoden zur Lösung dieser Aufgaben, bearbeitet entsprechende Projekte und bietet Softwarelösungen dazu an.

Reifen

Im virtuellen Entwicklungsprozess basiert die Bewertung/Optimierung von Fahrwerk und Fahrzeugstruktur auf den Kräften, die über den Reifen in das Fahrwerk eingeleitet werden. Bei der Lastübertragung bildet der Reifen somit eine der wesentlichen Komponenten. Das ITWM-eigene Reifenmodell CDTire unterstützt als Bestandteil moderner MKS-Programme den Entwicklungsingenieur in fast allen Analyseszenarien. Das besondere Augenmerk auf Gürteldynamik und Interaktion mit 3D-Fahrbahnoberflächen erlaubt eine gute Vorhersagegenauigkeit sowohl der transienten Amplituden als auch im Frequenzbereich. CDTire unterstützt verschiedene Anwendungen in problemangepasster Modellkomplexität. Das »Muttermodell« CDTire/3D ist ein strukturmechanisches Schalenmodell, das alle funktionalen Elemente des Reifens abbildet. Abgeleitete (reduzierte) Modelle sind CDTire/Realtime (echtzeitfähig für Betriebsfestigkeit und Komfortanwendungen), CDTire/MF++ (Magic Formula mit Temperaturabhängigkeit), CDTire/Thermal (detailliertes thermodynamisches Modell zur Simulation der Temperaturentstehung und -ausbreitung im Reifen) und CDTire/NVH (Linearisierung des Reifenmodells CDTire/3D und Weiterverwendung in FEM-basierten NVH-Tools).

CDTire ist für folgende Simulationsplattformen verfügbar: MSC.Adams, Simpack®, Altair MotionSolve, LMS Virtual Lab® Motion, Matlab® und Simulink®

Kabel und Schläuche

Eigens zur physikalisch korrekten Berechnung des Verhaltens von Kabeln und Schläuchen in der virtuellen Montage, im Digital Mock-up sowie im digitalen Absicherungsprozess wurde zusammen mit dem Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics ein neues echtzeitfähiges Verfahren entwickelt und in die Software IPS Cable Simulation implementiert. Es ermöglicht die virtuelle Montageplanung und Robotik-Simulation mit flexiblen Strukturen wie Hydraulik- oder Pneumatikschläuchen, einzelnen Kabeln, Kabelbäumen oder auch an Robotern angebrachten Versorgungsschläuchen.

1 *Einbeziehung der Fahrzeug-Umwelt-Mensch-Interatkion in die virtuelle Produktentwicklung*

2 *Interaktive Simulation mit RODOS® in einem Punktewolkeszenario*

3 *Berechnung von Geschwindigkeitsprofilen entlang einer Route*

4 *Reifensimulation mit Temperatur- und Kontaktkraftverteilung*

5 *Simulation von Kabelbäumen*