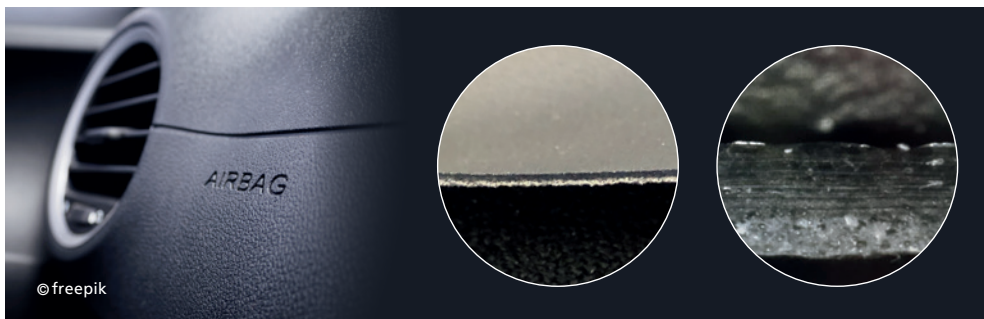


Mobilität

Das Thema »Mobilität« begleitet uns am Fraunhofer ITWM seit Beginn, darum können wir eine Vielzahl spannender Projekte in diesem Bereich vorweisen. Mit unserer Forschung optimieren wir Mobilität für Anbietende und Nutzende, unabhängig vom Verkehrsmittel. Immer wichtiger wird dabei der Energieverbrauch, daher legen wir hierauf unseren Fokus: Unsere Simulationsmethoden zeigen Wege auf, den Verkehrssektor energieeffizienter umzugestalten.

Terahertz-Prüfung von Slush-Häuten: Optik, Haptik und Sicherheit müssen stimmen

Die erste Assoziation ist falsch: Die Forschenden der Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung« testen nicht die Qualität eiskalter, farbiger Getränke aus dem Schwimmbad-Kiosk, sondern das Material von Amaturenbrettern in Autos der gehobenen Preisklasse. Diese sehen zwar aus wie Leder, sind es aber in den seltensten Fällen.



Moderne Slushhäute bestehen aus zwei Schichten, deren Übergänge nicht klar abgegrenzt und damit schwer zu modellieren sind.

Zum Einsatz kommt eine widerstandsfähige Kunststoffhaut, hergestellt im Pulversinterverfahren. Dabei wird das Pulver in einer sehr heißen Metallform zu einer Haut aufgeschmolzen, die nach dem Abkühlen über das Cockpit gezogen wird. Diese Haut ist ca. einen Millimeter dick und besteht aus zwei PVC-Schichten mit unterschiedlicher Dichte: einer massiven und einer geschäumten.

Slush-Häute sind sicherheitsrelevant

Direkt unter der Slush-Haut sind die Airbags verbaut, die »Sollriss-Stellen« brauchen, um sich bei einem Aufprall schnell und vollständig zu entfalten. Dafür schneiden scharfe Klingen von unten sehr präzise in die Slush-Haut. »Die Restwandstärke ist sehr gut einstellbar, dennoch gibt es Prüfbedarf«, erläutert Projektleiter Dr. Daniel Molter. Das Problem bei diesem Prozess: Die beiden Schichten sind nicht überall gleich dick. Es muss aber gewährleistet sein, dass beide Schichten durch den Schnitt geschwächt werden und somit durch einen sich

entfaltenden Airbag leicht zerreißen können. »Wir mussten also ein System bauen, das die Einzelschichten jeder Haut zerstörungsfrei messen kann.«

Zerstörungsfreie 100-Prozent-Prüfung

Bisher wurde das Material zerschnitten und die Schnittkante unter dem Mikroskop angeschaut; der Materialverlust war also groß und die Prüfung aufwendig. Im Vergleich zu Mehrschichtlacken, für deren Dickenmessung im Automobil-Bereich die Abteilung bereits Geräte im Einsatz hat, sind einzelne Mess-Signale an Slush-Häuten nicht gut modellierbar, denn die Grenzschichten sind hier nicht gut definiert. Außerdem sind die Schichten durch Luftbläschen inhomogen und die Oberfläche ist (gewollt) strukturiert. Trotzdem ist es gelungen, in weniger als einem Jahr ein Terahertz-System mit handgehaltenem Messkopf zu entwickeln, das inzwischen beim Automobilzulieferer Antolin Straubing GmbH im Einsatz ist.

Kontakt

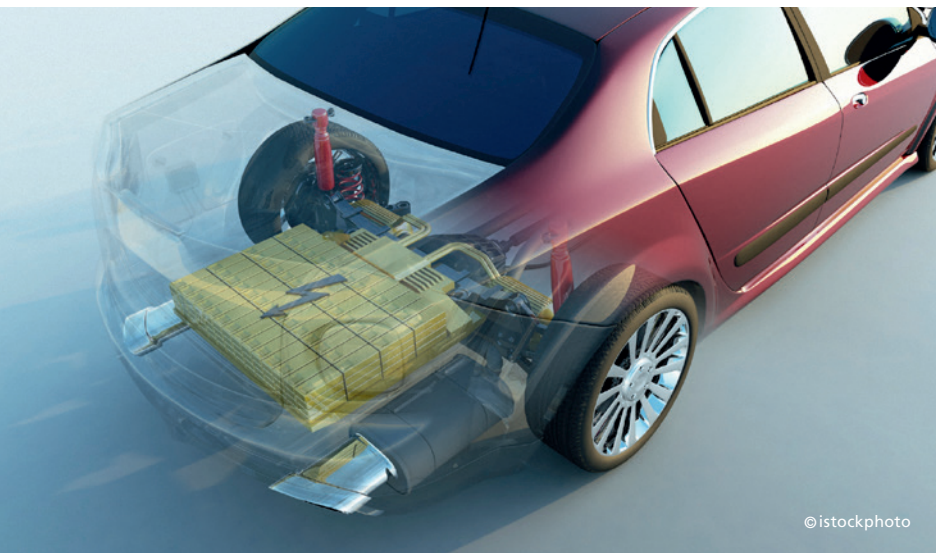
Dr. Daniel Molter
Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung«
Telefon +49 631 31600-4921
daniel.molter@itwm.fraunhofer.de





MultiskalenBEV: Batteriemodelle auf allen Ebenen

Im Projekt »MultiskalenBEV – Multiskalen-Batteriemodellierung zur regionen- und nutzungsabhängigen Fahrzeugsimulation« beschäftigen wir uns mit optimierten Batteriemodellen: Während die Abteilung »Strömungs- und Materialsimulation« auf Batteriezellen forscht, hat der Bereich »Mathematik für die Fahrzeugentwicklung« das Gesamtsystem im Blick. Dazu zählt nicht nur das Fahrzeug selbst, sondern auch die Art der Nutzung und der Umgebung, inklusive Verkehr.

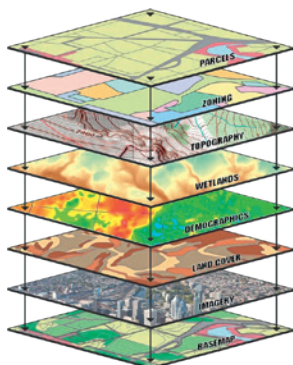


© istockphoto

sich das Innenleben einer Batteriezelle auf der Partikelebene detailliert beschreiben. »Dieses Wissen und die aus den entsprechenden Detailmodellen abgeleiteten Ansätze fließen nun ein in eine Modellstruktur mit geeigneter Komplexität, die auch Simulationen auf Systemebene möglich macht«, beschreibt Projektleiter Dr. Michael Burger die erfolgreiche Zusammenarbeit der beiden Abteilungen.

Zur Plausibilisierung, Validierung und für virtuelle Studien dienen Testfahrten rund um Kaiserslautern. Die Routen umfassen verschiedene Straßentypen: Stadtstraßen, Ortsstraßen, Landstraßen, Bundesstraßen und Autobahnen. Die für die Simulationen nötigen Umgebungsdaten werden aus einer geo-referenzierten Datenbank der ITWM-Software »Virtuelle Messkampagne VMC« abgeleitet. Zur Referenz werden die Routen mit dem ITWM-eigenen Messfahrzeug »REDAR (Road and Environmental Data Acquisition Rover)« eigens vermessen.

Übersicht der simulierten Daten-Layer: Topologie, Demografie, Straßennetz und Straßenbeschaffenheit, Klimazonen etc.



© USGS/Ontario County, NY

Dafür braucht man gute und passende Modelle; diese müssen hohe Recheneffizienz vorweisen, zuverlässig sein und frühzeitig im Entwicklungsprozess eingesetzt werden können, um Zustandsverläufe von relevanten Batteriegößen vorherzusagen.

Von der Batteriezellebene auf die Systemebene

Mit dem Battery and Electrochemistry Simulation Tool BEST, entwickelt in der Abteilung »Strömungs- und Materialsimulation«, lässt

Simulation spart Zeit und Kosten

Die Simulation spart viel Zeit und erlaubt alle Einflussfaktoren der Batterie-Performance zu berücksichtigen: individuelle Fahrweise, Verkehrsaufkommen, Streckenbeschaffenheit, Klimazonen etc. Auch die sind wichtig, denn die Außentemperatur beeinflusst das Verhalten einer Batterie.

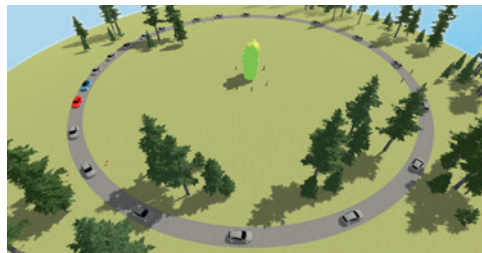




KI-basierte kooperative Verkehrsregelung: Die Mischung macht's

Vernetzte Maschinen und Systeme agieren zunehmend autonom. Das gilt auch für unsere Mobilität. Doch welche Auswirkungen haben hoch-automatisierte Verkehrssysteme, autonome Fahrzeuge und vernetzte Verkehrsteilnehmende auf Verkehrssicherheit, Ressourceneffizienz, Umweltfreundlichkeit sowie die Auslastung existierender Verkehrsinfrastrukturen? Mit diesen Fragen beschäftigt sich unser Bereich »Mathematik für die Fahrzeugentwicklung« im Projekt »SOPRANN«.

SOPRANN steht für »Synthese optimaler Regelungen und adaptiver Neuronaler Netze für Mobilitätsanwendungen« und betrachtet unter anderem das Miteinander von automatisierten und von Menschen gesteuerten Fahrzeugen. Ziel ist der Einsatz datenbasierter Modelle und KI zur sicheren und optimalen Regelung in der Mobilität.



Mit dabei sind Forschende der Technischen Universität Chemnitz sowie der Universität der Bundeswehr in München.

Wer regelt den Verkehr am besten?

Den Verkehrsfluss kann man über die Infrastruktur steuern, zum Beispiel mit Ampeln, aber auch durch intelligent(er) geregelte Fahrzeuge, welche die übrigen Verkehrsteilnehmenden durch ihr Fahrverhalten »dirigieren«. »In unserem Ansatz reicht schon ein einziges Fahrzeug, um ein Ensemble von etwa zwanzig Autos zu effizienterem Fahrverhalten zu bewegen«, erklärt Projektleiter Dr. Michael Burger. Das kann es, weil es über einen Modell- und KI-basierten Regler verfügt und auch Daten und Informationen der anderen Fahrzeuge nutzt, um menschliche Unzulänglichkeiten auszugleichen.

Fährt zum Beispiel jemand zu dicht auf oder sind bereits Stop-and-go-Wellen entstanden,

versucht das taktgebende Fahrzeug dies zu kompensieren, indem es beispielsweise einen relativ großen Abstand lässt, langsam fährt, aber nicht bremst, damit der Verkehr weiterhin fließt. Experimentell abgesichert wird diese Annahme derzeit im ITWM-Fahrsimulator RODOS®.

Weniger Stop-and-go

Der Nutzen dieses intelligent gesteuerten Fahrverhaltens liegt auf der Hand: weniger Stop-and-go-Wellen, weniger Staus. Das spart sowohl Zeit als auch Emissionen, denn die Durchschnittsgeschwindigkeit aller Fahrzeuge steigt in der Regel mit einem gleichförmigen Verkehrsfluss. Vor allem bedeuten weniger Staus auch ein deutlich reduziertes Unfallrisiko und damit mehr Sicherheit für die Menschen. Michael Burger umreißt die Zukunftsvision: »Man könnte automatisierte Fahrzeuge ganz systematisch in Regionen mit hohem Verkehrsaufkommen und vielen Staus einsetzen und den Verkehr so im Fluss halten.«

*Testfahrt im Fahrsimulator:
Kann das rote Auto als
Taktgeber den vom blauen
Auto verursachten Stau durch
intelligentes Fahrverhalten
auflösen?*

Kontakt

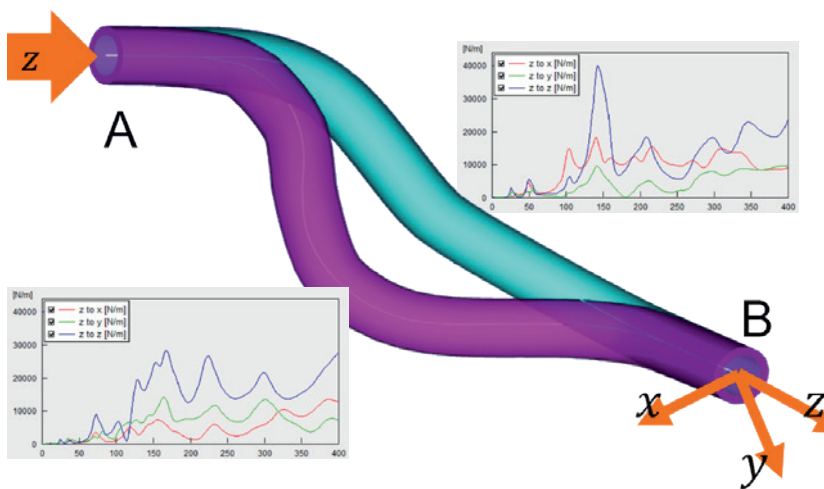
Dr. Michael Burger
Stellv. Abteilungsleiter »Dynamik,
Lasten und Umgebungsdaten«
Telefon +49 631 31600-4414
michael.burger@itwm.fraunhofer.de





Mehr Ruhe im Auto dank IPS Cable Acoustics

Selbst in modernsten Autos können Bauteile klackern oder vibrieren. Diese Geräusche werden dann entlang von Schläuchen bis in den Fahrzeuginnenraum transportiert. In der Regel sind es Kühlmittleitungen, die schwingen und dadurch nicht nur ihren Inhalt übertragen, sondern auch für eine unangenehme Akustik im Fahrzeuginnenraum verantwortlich sind. Wie sich diese Störgeräusche bereits in frühen virtuellen Entwicklungsphasen vermeiden lassen, beschreibt ein neues Projekt unseres Bereichs »Mathematik für die Fahrzeugentwicklung«.



Zwei unterschiedlich vorgeformte Schläuche; für beide werden Einträge der Impedanz-Matrix geplottet und verglichen. Die starke Geräuschübertragung bei ca. 150 Hz kann durch eine Anpassung der Schlauchkrümmung deutlich reduziert werden.

Frequenzen besonders stark von einem Ende zum anderen übertragen werden.« Verschiedene Leitungsführungen zu simulieren und einzustufen ist damit komfortabel und schnell machbar.

Neues Werkzeug für IPS Cable Simulation

Die am Fraunhofer ITWM mitentwickelte Software IPS Cable Simulation ermöglicht echtzeitfähige und dennoch physikalisch korrekte Simulationen von Leitungen. Interaktiv, d. h. durch »Anfassen« mit der Maus, kann man Kabel und Schläuche zum Beispiel verbiegen oder deren Länge ändern. Viele Analyse-Tools helfen Aspekte wie den Abstand zu anderen Bauteilen, das Auftreten besonders starker Krümmungen oder ungeeignete Leitungslängen zu untersuchen. Mit IPS Cable Acoustics kommt nun ein neues Werkzeug hinzu, das es erlaubt, mit wenigen weiteren Klicks die Geräuschübertragung verschiedener Konfigurationen anzuschauen und miteinander zu vergleichen.

Mit dem Tool lassen sich ganz konkrete Fragen beantworten, zum Beispiel: Wie stark ist die Vibration, die am Ende noch ankommt? Oder: Bei welchen Frequenzen ergeben sich gravierende Störgeräusche? Fahrzeughersteller können damit schon früh in der Designphase die akustische Übertragung entlang von Schläuchen bewerten, Störgeräusche vermeiden und dadurch den größtmöglichen Komfort im Innenraum sicherstellen.

Erfahrene Konstruktionsingenieur:innen wissen, an welchen Stellen sich Knick in den Schläuchen günstig auf die Übertragung von Geräuschen auswirken, also welche Routen günstig sind, damit möglichst wenig Geräusche ankommen. »Aber der Bauraum wird immer enger, das heißt, sie haben eventuell gar nicht die Möglichkeit, die Dinge so zu verlegen, dass es günstig ist für die Akustik«, beschreibt Projektleiter Dr. Fabio Schneider-Jung die Problematik.

»Um die Übertragung von Geräuschen zu bewerten, berechnen wir die Impedanz-Matrix der Leitung, sozusagen die Übertragungsfunktion zwischen eingeleiteten Vibrationen und resultierenden Kraftantworten. Das dauert nur wenige Sekunden und daran lässt sich erkennen, welche

Kontakt

Dr. Fabio Schneider-Jung
Abteilung »Mathematik für die Fahrzeugentwicklung«
Telefon +49 631 31600-4730
fabio.schneider@itwm.fraunhofer.de





IPS Demify® – Boden-Wechselwirkungssimulation in Echtzeit

Demify® ist ein Modul der Softwarefamilie IPS und wird eingesetzt, um Interaktionskräfte zwischen granularen Materialien und Festkörpern vorherzusagen. Die Forschenden unseres Bereichs »Mathematik für die Fahrzeugentwicklung« simulieren dabei beispielsweise die Wechselwirkungen zwischen Bau- bzw. Landmaschinen und dem Untergrund, den sie bearbeiten. Die Interaktion von Werkzeugen wie Schaufeln oder Pflügen mit feinem Boden oder grobem Gestein ist hierbei eine ebenso große Herausforderung wie die Interaktion einer Erntemaschine mit dem Erntegut. Bisher werden solche komplexen Wechselwirkungen meist messtechnisch

erfasst und sind dadurch schwer in die virtuelle Produktentwicklung zu integrieren. Die Software IPS Demify® for Heavy Machinery and Vehicles ermöglicht nun die Modellierung und Simulation von Böden, Gestein und Material sowie deren Wechselwirkung mit Werkzeugen und realisiert die Unterstützung des virtuellen Produktentwicklungsprozesses.

Jüngste Forschungen zu Algorithmen, die auf Methoden des Maschinellen Lernens basieren, ermöglichen eine echtzeitfähige Boden-Werkzeug-Interaktion. Ein Ziel ist die interaktive Bodensimulation am Fahrsimulator RODOS®.



www.itwm.fraunhofer.de/demify

Kontakt

Dr. Sebastian Emmerich
Abteilung »Mathematik für die Fahrzeugentwicklung«
Telefon +49 631 31600-4079
sebastian.emmerich@itwm.fraunhofer.de



EMMA4Drive für sicheres und bequemes autonomes Fahren

Bisher werden Menschmodelle entweder in Crash-Simulationen oder in Ergonomie-Analysen verwendet. Wir wollen aber auch die Auswirkungen unterschiedlicher Fahrmanöver auf den Menschen, wie z. B. dessen Reaktions-Verhalten sowie die Auswirkungen auf den Fahrzeugsitz untersuchen. Genau deshalb arbeiten unsere Forschenden gemeinsam mit der Universität Stuttgart und unserem Spin-off flexstructures GmbH am Projekt »EMMA4Drive« der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG): »Hier verwenden wir einen Optimierungsalgorithmus,

um automatisch neue Körperhaltungen und ganze Bewegungsabläufe über ein längeres Zeitfenster mit den dazugehörigen Muskelaktivitäten zu berechnen«, erklärt ITWM-Projekt-leiter Dr. Marius Obentheuer.

Der daraus entstehende Prototyp fungiert als digitaler Zwilling der Insassen und hilft, neue Sitzkonzepte hinsichtlich Sicherheit und Ergonomie bei Fahrmanövern zu analysieren sowie zu bewerten – angepasst an die menschlichen Bewegungsmuster.



www.itwm.fraunhofer.de/EMMA4Drive

Kontakt

Dr.-Ing. Marius Obentheuer
Abteilung »Mathematik für die Fahrzeugentwicklung«
Telefon +49 631 31600-4766
marius.obentheuer@itwm.fraunhofer.de

