



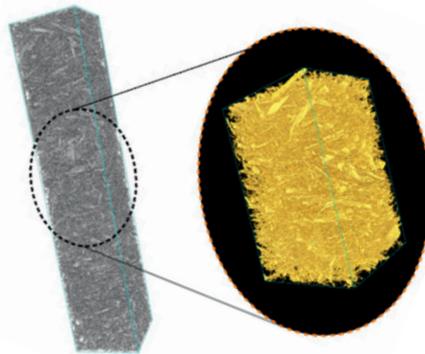
Maschinenbau und Produktion

Weltweit und am Standort Deutschland stehen Anlagen sowie der Maschinenbau vor einer großen Bewährungsprobe: neben energieeffizienten und digitalen Technologien müssen auch resiliente Wertschöpfungsstrukturen entwickelt als auch eingesetzt werden. Wir stellen uns diesen Herausforderungen und bringen unsere technologische Kompetenz ein: Hauptziel dabei ist es, Ressourcen zu sparen, zum Beispiel durch die Simulation von Anlagen oder dem Erstellen Digitaler Zwillinge.

Optimierung holzbasierter Dämmstoffe

Dämmstoffe aus regenerativen Rohstoffen sind nachhaltiger und besser für das Klima als konventionelle Dämmstoffe wie Mineralwolle sowie Hartschäume, haben aber auch einen Nachteil: Ihre Wärmeleitfähigkeit ist höher und ihre Wärmedämmung deshalb geringer. Dies zu ändern ist das Ziel eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts, an dem auch Kolleg:innen unserer Abteilung »Bildverarbeitung« beteiligt sind.

Entscheidend für die Wärmedämmung sind Verteilung und Orientierung der Zellulosefasern. Darum wollen die Forschenden die Richtungsabhängigkeit der Zellulosefasersysteme nutzen und gezielt unterschiedlich orientierte Schichten so anordnen, dass die Wärmedämmung optimiert wird.



*Computertomografische Aufnahme der Mikrostruktur holz-faserbasierter Dämmplatten
Grau: säulenförmige Probe, (entspricht der Plattendicke)
Gelb: detaillierte Visualisierung des Volumenbilds der Probenmitte*

Welchen Einfluss hat die Wärmestrahlung?

Die Dämmstoffplatten enthalten aber neben Einzelfasern auch Faserbündel unterschiedlicher Größe, was ihre geometrische Modellierung erschwert. Den Part des Fraunhofer ITWM beschreibt Projektleiterin Dr. Katja Schladitz so: »Unsere Aufgabe ist die Bildverarbeitung und Simulation der effektiven Wärmeleitfähigkeit der Holzfaserdämmplatten. Dazu analysieren wir zunächst die Holzfasergeometrien anhand von 3D-Bilddaten. Im zweiten Schritt simulieren wir den Wärmetransport auf der Skala der Plattendicke.«

Beim Industriepartner, der Firma Steico, weiß man, dass bei Porositäten bis 90 Prozent Materialdichte und Wärmeleitfähigkeit proportional sind. Das passt aber bei hochporösen Materialien wie den untersuchten Dämmplatten nicht mehr, zum Beispiel weil der Einfluss der Wärmestrahlung noch nicht abschließend untersucht wurde.

Modellieren statt messen

Benötigt wird daher ein sehr feines Modell mit aufgelösten Faserwänden; die Kontaktstellen der Fasern werden geometrisch modelliert. Das geht nur für winzige Volumina, maximal einen Kubikzentimeter. Solche kleinen Proben kann man weder präparieren noch messen, aber modellieren. »Wir versuchen ein vereinfachtes Geometriemodell aus Zylindern oder Balken zu kalibrieren und schreiben diesen quasi »effektive Wärmeleiteigenschaften« zu«, so Katja Schladitz. Aus diesen einfacheren Elementen kann man dann virtuelle Proben generieren, die repräsentativ für die Plattenskala – also die Plattendicke – sind. Und auf dieser größeren Skala wollen die Forschenden dann optimieren; dafür müssen sie die Wärmeleitung in zehn Zentimeter dicken Dämmplatten simulieren. Die Ergebnisse können auf andere hochporöse Materialien übertragen werden.

Kontakt

Dr. Katja Schladitz
Abteilung »Bildverarbeitung«
Telefon +49 631 31600-4625
katja.schladitz@itwm.fraunhofer.de





KI in der Qualitätssicherung schont Ressourcen

Kernthema unserer Abteilung »Bildverarbeitung« sind mathematische Modelle und Bildanalysealgorithmen, die in industrietaugliche Software um- und vorwiegend in der Produktion eingesetzt werden. Mit KI-Methoden gelingt es den Forschenden, nicht nur die Produkte zu optimieren, sondern auch Ressourcen bei ihrer Herstellung zu sparen.

Beleuchtung und Algorithmik müssen stimmen für die Fehlerdetektion.



Oberflächen eine Vielfalt an Fehlerarten wie Kratzer und raue Stellen zu erkennen, es misst aber auch den Farbauftrag. Dadurch wird sichergestellt, dass die Farbsprühanlage nicht mehr Farbe verbraucht als benötigt wird für ein gleichmäßiges Erscheinungsbild der Deckenplatten.

MASC-DISC: Qualitätssicherung von Dichtungen

Das Bildverarbeitungssystem DISQ wurde für die Oberflächeninspektion von Metalldichtungen entwickelt. DISQ detektiert anhand digitaler Kamerabilder Fehler in (beschichteten) Dichtungen und klassifiziert sie nach Geometrie, Herkunft und Größe.

Häufig wird auf das Metall eine Gummierung aufgetragen, die absolut gleichmäßig verteilt werden muss. Ist die Maschine fast leer, wird die Gummierung zu dünn; aber auch das Gegenteil ist möglich, wenn das Gerät falsch eingestellt ist. Beide Fälle führen zu großen Ausschuss, der sich bereits mit diesem einfachen Condition Monitoring vermeiden lässt.

Im BMBF-geförderten Projekt EMILIE (Embedding Machine Intelligence Logic and IT Security into Edge Devices) entwickeln unsere beiden Abteilungen »Bildverarbeitung« und »Systemanalyse, Prognose, Regelung« ein komplexes Condition Monitoring System, das unter anderem mit KI und Bildverarbeitungsalgorithmen arbeitet.

Sinn und Zweck optischer Inspektionssysteme ist die Qualitätssicherung. »Für viele Produkte gibt es aber keine passenden Systeme; daher kommen mehr Produkte mit Mängeln auf den Markt als nötig«, sagt Markus Rauhut, Leiter der Abteilung »Bildverarbeitung«. »Oft sind falsch eingestellte Maschinen der Grund für fehlerhafte Produkte oder einen zu hohen Material- und Energieverbrauch. Ein KI-basiertes Inspektionssystem wie unsere MASC (Modular Algorithms for Surface Control)-Familie erkennt dies frühzeitig und optimiert die Parameter.«

MASC-STEX für Deckenplatten

Für die Qualitätskontrolle von Deckenplatten entwickelten wir das automatische Inspektionssystem MASC-STEX; mittels eines KI-Verfahrens ist es in der Lage, auf unterschiedlich texturierten

Kontakt

Dipl.-Inf. Markus Rauhut
Abteilungsleiter »Bildverarbeitung«
Telefon +49 631 31600-4595
markus.rauhut@itwm.fraunhofer.de



www.itwm.fraunhofer.de/masc

Schnellere Schichtdickenkontrolle dank Terahertz-Wellen

Rollt ein Auto glänzend vom Band, hat es einen Tauchgang und mehrere Farbaufträge hinter sich; in der Regel drei bis fünf. Im ersten wird der Rostschutz aufgetragen, anschließend die Farbschichten. Um ein gleichmäßiges Erscheinungsbild zu garantieren, wird die Schichtdicke nach jedem Auftrag gemessen, Schicht für Schicht. Mit einem neuen Verfahren unserer Kolleg:innen aus der Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung« können alle Schichten auf einmal gemessen werden.

Das bisherige Verfahren war nicht nur aufwändig, sondern auch ungenau, weil nicht immer an derselben Stelle gemessen werden kann. Auch Messfehler sind dadurch nicht auszuschließen, denn nach jedem Auftrag wird die Gesamtdicke gemessen und davon der bereits ermittelte Wert abgezogen.

All in one: hundertprozentige Inline-Kontrolle möglich mit neuem System

»Unser System steht am Ende der Produktionslinie und misst alle Schichten gleichzeitig. Dafür reicht dem Terahertz-Sensor eine 3×4 Millimeter große Fläche«, sagt Projektleiter Dr. Joachim Jonuscheit. »Das ist ein großer Fortschritt, da man nur noch ein einziges Messgerät benötigt und alle Schichten an exakt der gleichen Position misst.« Die Messzelle mit dem Terahertz-Sensor befindet sich direkt hinter dem Decklacktrockner und erfasst fünfzig über die gesamte Karosserie verteilte Messpunkte. Die Positionierung des Sensors und die Messung dauert wenige Sekunden. Das komplette Auto ist in zehn Minuten erfasst, was die Qualitätsprüfung enorm beschleunigt.



© das-Nano

Um fehlerhafte Lackierungen zu erkennen, muss nicht jedes Auto einer eingehenden Prüfung unterzogen werden. Es reicht in etwa jedes zehnte, denn dass von einem Auto zum nächsten Auto etwas schiefeht, ist ausgeschlossen. Man erkennt Tendenzen und entdeckt frühzeitig, welcher Lackierroboter nicht richtig arbeitet, weil beispielsweise die Farbschicht immer dünner wird.

Technologieakzeptanz von Volkswagen

Entwickelt wurde das System mit dem Automobilzulieferer, unserem Partner und Lizenznehmer das-Nano; eingesetzt wird es beispielsweise im VW-Werk in Pamplona. Um den Standard einer »Accepted Technology« zu erreichen, müssen 20 000 Autos damit getestet werden – mittlerweile sind bereits mehr als 200 000 Autos überprüft worden!

Der Terahertzsensor misst auf einer Fläche von 3×4 Millimeter.

Kontakt

Dr. Joachim Jonuscheit
Stellv. Abteilungsleiter »Materialcharakterisierung und -prüfung«
Telefon +49 631 31600-4911
joachim.jonuscheit@itwm.fraunhofer.de





Edge-Computing: Die Zukunft der industriellen Prozessüberwachung



© freepik

Industrieanlagen verfügen über ausgeklügelte Sensorik zum Steuern und Überwachen der Prozesse, deren Daten in eigenen Cloudsystemen gespeichert werden. Im Zeitalter des Internet of Things und 5G gewinnt zudem Edge-Computing immer mehr an Bedeutung. Im Projekt EMILIE (Embedding Machine Intelligence Logic and IT Security into Edge Devices) beschäftigen sich Forschende aus unseren Abteilungen »Bildverarbeitung« und »Systemanalyse, Prognose und Regelung« mit den dafür verwendeten Geräten, sogenannten Edge-Gateways.

Die Daten werden dabei dezentral, also am »Netzwerk-Rand« lokal verarbeitet statt in entfernten Rechenzentren. »So können wir möglichst nah am Sensor, direkt im Schaltschrank rechnen«, erläutert Projektleiter Dr. Benjamin Adrian. »Die Edge-Gateways sind Teil der elektronischen Infrastruktur, erfassen Informationen sicher und robust und nutzen eine Künstlichen Intelligenz (KI) für die Verarbeitung. So optimieren wir die Steuerungs- und Überwachungsprozesse der Anlage«, ergänzt Mark Maasland aus der Abteilung »Bildverarbeitung«.

Effiziente Schwingungsüberwachung

Die Edge-Geräte im Projekt EMILIE sind entweder in Sensoren und hochauflösenden Kameras

integriert oder per Kabel via Edge-Gateways angebunden. Dies ermöglicht eine kamera-basierte Schwingungsüberwachung, in der beobachtete Bildpunkte quasi als Beschleunigungssensoren dienen – Drehmoment, Drehwinkel und Drehzahl werden über einen einzelnen Sensor berührungslos erfasst.

Dabei greifen die Forschenden auf Methoden des Maschinellen Lernens (ML) aus der Signal- und Bilddatenverarbeitung zurück. Die Integration von KI-Verfahren in signalverarbeitenden Analysen innerhalb der Netzwerke zur Steuerung der Betriebstechnologie ermöglicht die sichere Überwachung von Betriebszuständen und deren ressourcenschonende, prädiktive Instandhaltung. Die Anlage arbeitet in der Folge effizienter und insgesamt unter niedrigerem Energieverbrauch.

Maschinelles
Lernen trifft
auf Künstliche
Intelligenz



Da Kalksteinmahlwerke in entlegenen Gebieten betrieben werden, ist lokale Datenverarbeitung zur Automatisierung nötig. Unsere Mahlwerke erweitern wir mit implementierten smarten Edge Devices, um energieeffiziente Betriebspunkte zu erreichen.«

Lukas Schmitt

Gebrüder Pfeiffer SE

Projektleiter Predictive Maintenance

*Koloss mit intelligenter Technik:
Zementmühle des Materialaufbe-
reiters Gebrüder Pfeiffer SE*

© Gebrüder Pfeiffer SE

Anwendungsfall: Zementmühlen der Gebrüder Pfeiffer SE

In Zementmühlen der Gebrüder Pfeiffer SE werden die Edge-Geräte im realen Produktionsbetrieb getestet. Die Fertigung von Zement ist ein hochkomplexer Prozess, der nicht nur äußerst viel Energie verbraucht, sondern zugleich auch sechs bis acht Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen erzeugt. Eine mittelgroße Zementmühle hat allein für das Aufmahlen des

Zementklinkers einen Energiebedarf von etwa 20 GWh pro Jahr. Hier setzt EMILIE an: »Beim Zerkleinern von Bauschutt wirken große Kräfte, die zum Aufschwingen der Mühlen führen und deren Verschleiß beschleunigen. Das können wir verhindern, indem wir mit einem Digitalen Zwilling Maschineneinstellungen optimieren und auf die realen Mühlen übertragen«, beschreibt Benjamin Adrian, Abteilung »Systemanalyse, Prognose und Regelung«, das Projektziel.

Kontakt

Dr. Benjamin Adrian
Projektleiter »EMILIE«
Telefon +49 631 31600-4943
benjamin.adrian@itwm.fraunhofer.de



www.itwm.fraunhofer.de/emilie



Gitterfreie Simulationen leichter nutzbar machen

Unser Softwareprodukt MESHFREE ist eine etablierte Marke im Forschungsfeld zu gitterfreien Simulationen und kommt in vielen Industriebereichen produktiv zum Einsatz. Im vergangenen Jahr haben wir zwei Projekte erfolgreich abgeschlossen, die das Anwendungsgebiet von MESHFREE erweitern und leichter für Entwicklerinnen und Entwickler nutzbar machen: SimuSTART und SpraySim.

In vielen Branchen forschen kleine und mittlere Unternehmen (KMU) an Lösungen für ihr jeweiliges Geschäftsfeld. Der Fokus auf Spezial- und Nischenanwendungen führt zu beträchtlichen Innovationserfolgen. »Aber selten gibt es eigene Forschungsabteilungen. Die Mitarbeitenden forschen neben ihren eigentlichen Aufgaben«, sagt Dr. Isabel Michel. Die Entwicklung einer vereinfachten Benutzeroberfläche (GUI) für MESHFREE hat hier Abhilfe geschaffen.

Simulation erleichtert. »Viele Anwendungen erfordern eine hohe Rechenleistung, was den Einsatz von Rechenclustern und IT-Unterstützung bedingt. Auch hier fehlen KMU oftmals Kapazitäten«, nennt Michel eine weitere Herausforderung für Forschungswillige.

Kontakt

Dr. Isabel Michel
Abteilung »Transportvorgänge«
Telefon +49 631 31600-4667
isabel.michel@itwm.fraunhofer.de



SimuSTART: Einstieg in gitterfreie Simulation

Um sie bei ihren Forschungsaktivitäten bestmöglich zu unterstützen, haben wir mit dem Fraunhofer-Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI im Projekt SimuStart eine speziell auf KMU zugeschnittene Lösung entwickelt, die den Einstieg in MESHFREE und damit in die Welt der gitterfreien numerischen

SpraySim: Spritzstrahlsimulation für Reinigungsarbeiten

Ein anderes abgeschlossenes Projekt des MESHFREE-Teams ist SpraySim, die Simulation automatisierter Reinigungsprozesse, wie sie in der Lebensmittel-, Getränke- und Pharmaindustrie eingesetzt werden. Dabei gelangt Reinigungsflüssigkeit über Düsen als zerfallener Spritzstrahl auf die zu reinigenden Oberflächen. »SpraySim steigert die Effizienz dieser Systeme maßgeblich. Die Simulation der Prozesse hilft dabei, die Reinigungsprozesse besser zu verstehen.«



Neue Sensoren für den Blick in Batterieelektroden

Expertise in der Schichtdicken-Messtechnik haben die Forschenden der Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung« schon seit vielen Jahren, vor allem bei Lacken und Kunststoffen. Nun nehmen sie Elektroden in den Fokus, genauer: die Leiteigenschaften von Batterieelektroden. Erforscht wird die innovative Technik im institutsübergreifenden Projekt INTENSE, kurz für Inline-Terahertz-Schichtdickensensorik.



© Fraunhofer FFB

Will man Materialschichten zerstörungsfrei untersuchen, muss die eingesetzte Terahertz-Sensorik Messdaten mit hoher Auflösung liefern; diese werden aber mit zunehmender Leitfähigkeit bzw. Absorption der Materialien schlechter. »Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik HHI entwickeln wir eine kontaktfreie, hochauflösende Inline-Schichtdicken-Messtechnik für stark absorbierende Materialien«, erläutert Dr. Fabian Friederich, der INTENSE auf Seiten des Fraunhofer ITWM koordiniert. Zu diesen gehören u. a. Batterieelektroden, wie sie beispielsweise für die Automobilbranche hergestellt werden.

Gute Auflösung bei hoher Eindringtiefe

Bisher werden entweder elektronische Terahertz-Radarsensoren eingesetzt, die eine gute Signaleindringtiefe in Materialien haben, dafür aber nur eine geringe Auflösung durch vergleichsweise kleine Signalbandbreite aufweisen, oder breitbandige photonische Terahertz-Systeme. Diese sind für eine sehr hohe Auflösung an dünnen Schichten mit geringer Absorption optimiert. Die neue Sensorik ist so

konzipiert, dass sie die Aufgaben maßgeschneidert übernimmt; Grundlage ist ein gemeinsam mit dem Fraunhofer HHI entwickeltes photonisches Terahertz-Radar, das bisher primär für einen breitbandigen Betrieb ausgelegt ist.

Neue Sensorik macht flexibel

Ziel ist ein inlinefähiges, skalierbares Terahertz-Schichtdickenmesssystem, das sich in der Zahl und Position der Messköpfe sowie der Messfrequenz flexibel an die jeweilige Aufgabe anpassen lässt. Die Optimierung auf Frequenzen zwischen 50 GHz und 1 THz, Frequenzstabilisierung durch bessere Treiberelektronik und angepasster Signalverarbeitung sollen präzise Dickenmessungen an dünnen stark absorbierenden sowie elektrisch leitfähigen Schichten ermöglichen.

Aktuell entwickeln die Forschenden aus Berlin und Kaiserslautern im Projekt INTENSE im Rahmen des Fraunhofer-internen Programms SME den Labordemonstrator für den Einsatz in der Automobilindustrie weiter.

Herstellungsstraße für Batterie-zellen beim Projektpartner, der Fraunhofer-Einrichtung Forschungsfertigung Batterie-zelle FFB

Kontakt

Dr. Fabian Friederich
Gruppenleiter »Elektronische Terahertz-Messtechnik ETM«
Telefon +49 631 31600-4908
fabian.friederich@itwm.fraunhofer.de



Nichts leichter als waschen? Leichtbau und lange Fasern sparen Energie

Im Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Projekt »DigiLaugBeh« begegnen den Forschenden gleich auf mehreren Ebenen Herausforderungen. Dabei helfen Digitale Zwillinge, den Laugenbehälter von Waschmaschinen in punkto Material zu optimieren. Durch die Simulation der Komponenten aus faserverstärkten Kunststoffen finden die Projektbeteiligten heraus, wie ein Bauteil aussehen muss, das lange hält und gleichzeitig die Geräte energieeffizienter sowie ressourcenschonender gestaltet.

Längere Lebensdauer, bessere CO₂-Bilanz

Faserverstärkter Kunststoff und Leichtbau sind in der Produktion von Fahrzeugen, aber auch bei der Materialwahl von Haushaltsgeräten kaum mehr wegzudenken. Bei Waschmaschinen kommen bisher meist spritzgegossene Bauteile aus kurzfaserverstärkten Thermoplasten (SFT) zum Einsatz. Sie haben Faserlängen zwischen 200 und 350 Mikrometern. »Seit März 2021 gelten EU-weit neue Umwelt-Labels. Diese teilen alle Waschmaschinen in Effizienzklassen von A bis G ein. Immer bessere Geräte kommen auf den Markt und die Menschen achten beim Kauf bewusster auf die Zertifikate. Alle wollen ein Gerät mit Klasse A. Labels mit A und Pluszeichen gibt es nicht mehr«, berichtet Dr. Matthias Kabel, Teamleiter »Leichtbau und Dämmstoffe« der Abteilung »Strömungs- und Materialsimulation«.

digitale Auslegungen immer wieder validieren und erproben. Es wird der Laugenbehälter einer Waschmaschine simuliert, der das Trocknen und Waschen in einem Gerät ermöglicht. Dieser wird bereits in großer Stückzahl hergestellt.

Der Prozess setzt hohe Anforderungen an das Material des Behälters – nicht nur an die mechanischen Eigenschaften und die Lebensdauer, sondern auch an die Energiebilanz. »Nicht jeder Kunststoff kommt langfristig mit Lauge klar«, so der Wissenschaftler. »Und gleichzeitig gilt schnelleres Schleudern und Leichtbau mit langen Fasern als die Lösung beim Energie sparen. Das erfordert auch robustes Material. Der widerstandsfähige Kunststoff Polypropylen ist eine Möglichkeit«. Die steigende Faserlänge (zwei bis drei Millimeter im Bauteil) verlängert die Lebensdauer des Materials.



Als Demonstrator für das Projekt dient der Laugenbehälter einer Waschmaschine.

Auf den Kunststoff in der Wanne kommt es an

Die Anforderungen an die Geräte und die Produktion sind gestiegen. Bisherige Konzepte mit Kurzfasern werden dem nicht mehr gerecht. »In unserem Projekt zeigt sich, dass langfaserverstärkte Kunststoffe eine gute Alternative sind«, so Kabel. Bei »DigiLaugBeh« steht ein Demonstrator im Fokus, an dem wir

Simulationskette bis zum Schluss gedacht

Das interdisziplinäre Team hat sich aber noch mehr vorgenommen: Eine ganze Simulationskette bezieht Makro- und Mikroebenen mit ein. »Wir wollen nicht nur den Prozess und das Material digital auslegen, sondern auch die Produktion im Spritzgussverfahren mit



Das aktuelle Energieeffizienzlabel teilt alle Waschmaschinen in Effizienzklassen von A bis G ein. Das bedeutet auch höhere Anforderungen an die Geräte.

einbeziehen sowie die Umweltbilanz mitdenken – vom CO₂-Fußabdruck, dem Energieverbrauch bis hin zum Recycling. Dafür kombinieren wir in vielen Schritten verschiedene Simulationsverfahren.«

Wir, das sind bei »DigiLaugBeh« neun Partner, die sich zusammengenommen haben. Die Projektleitung liegt bei der Robert Bosch GmbH. Mit an Bord sind neben unserem mathematischen Institut aus Kaiserslautern außerdem die Math2-Market GmbH – eine Ausgründung des Fraunhofer ITWM –, das Institut für Akustik und Bauphysik (IABP) der Universität Stuttgart, das Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA) der Universität Stuttgart, der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung an der RWTH Aachen (IKV) sowie die Plastics Engineering Group GmbH (PEG) – ein Spin-off der Hochschule Darmstadt. Die zwei assoziierten Partner BSH Hausgeräte GmbH und Celanese Services Germany GmbH stellen Geräte und Material.

Zukunft Kommerzialisierung in der Industrie

Basis zum Vorgehen bildet eine langjährige Kooperation zwischen BOSCH und dem Fraunhofer ITWM, in der die Machbarkeit eines solchen Ansatzes bereits für SFT im industriellen Forschungsumfeld erfolgreich gezeigt wurde. Das BMWK-Projekt »DigiLaugBeh« läuft seit November 2021 im Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) und ist auf drei Jahre angesetzt. Zum Projektende wird ein an die erhöhten Anforderungen angepasster Demonstrator ausgelegt, gefertigt und erprobt. Der Digitale Zwilling wird immer wieder im Real-Experiment validiert und angepasst. Parallel entwickelt das Projektteam ein Konzept zur Rückführung von Material, sodass Kunststoff von alten Geräten unter Zugabe von neuem Granulat wieder in den Produktkreislauf findet. Im Idealfall fließen all diese vielschichtigen Ergebnisse in den nächsten fünf Jahren in der industriellen Produktion mit ein.

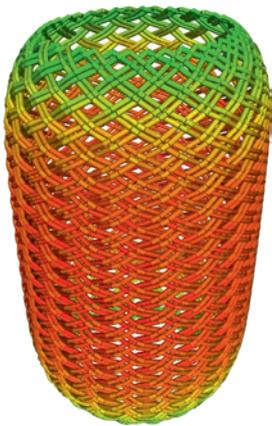
Kontakt

Dr. Matthias Kabel
Teamleiter »Leichtbau und Dämmstoffe«
Telefon +49 631 31600-4649
matthias.kabel@itwm.fraunhofer.de



www.itwm.fraunhofer.de/DigiLaugBeh

Technische Textilien realitätsnah optimieren



Schlauch unter Druckbelastung

In der Sport-, Medizin- und Bekleidungsindustrie wird zunehmend eine realitätsnahe Simulation technischer Textilien nachgefragt: Der Bedarf ist groß, um den Entwicklungsprozess zu beschleunigen, die Anzahl an Experimenten und Prototypen zu reduzieren sowie das Produktdesign zu optimieren. Das Software-Programm TexMath ermöglicht die Simulation mechanischer Materialeigenschaften – und mehr.

Das Team »Technische Textilien« der Abteilung »Strömungs- und Materialsimulation« des Fraunhofer ITWM erforscht Simulationsmethoden, die beispielsweise eine effiziente Vorhersage des textilen Verhaltens bei Streckung, Schub, Biegung, Torsion oder Kompression ermöglichen. »Dabei simulieren wir Details wie die Faltenbildung beim Drapieren oder kritische Scherwinkel«, sagt Teamleiterin Dr. Julia Orlik.

Neu: Faltenbildung in geflochtenen Schläuchen simulieren

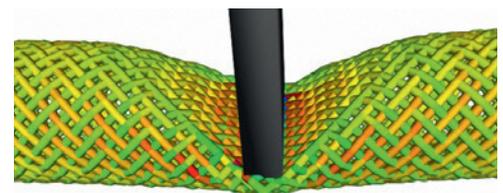
Mit neuesten mathematischen Modellen berechnet das Softwaretool TexMath seit Kurzem auch Geflechte und insbesondere geflochtene Schläuche. Die Schlaucheigenschaften lassen sich für jede textile Struktur berechnen, so dass beispielsweise gestrickte und geflochtene Schläuche hinsichtlich ihrer Festigkeit miteinander verglichen werden können. Darüber hinaus lässt sich vorhersagen, wie sich bestimmte Falten oder Biegungen auf den Schlauch auswirken. Diese Möglichkeit ist für viele Branchen bedeutsam – Schläuche werden in der Medizin, der Bauindustrie oder der Fahrzeugindustrie verwendet. »Unsere mathematischen Modelle simulieren etwa die Faltenbildung von Drainageschläuchen, die zur Rohrsanierung eingesetzt werden«, erklärt Orlik. »Durch Dimensionsreduktionsmethoden lässt sich die Falten-

form in Abhängigkeit von Schlauchradius, Rohrkrümmung, Schlauchdicke und effektive Textileigenschaften vorhersagen.«

Optimales Design funktionaler Textilien

TexMath ist modular aufgebaut: Es lassen sich alle gängigen Textilarten (Gestricke, Gewirke, Geflechte, Gewebe) digital erzeugen und die resultierenden mechanischen Textileigenschaften berechnen und optimieren. Die Textilstruktur kann automatisch aus Maschinenformaten von Strick- oder Webmaschine erstellt werden.

Umgekehrt kann die Textilmaschine unter Einsatz unserer modellangepassten Optimierungsalgorithmen so angesteuert werden, dass sie hinsichtlich Form und Funktionalität individuell angepasste Textilien produziert. Eine Demoversion der Software ist erhältlich.



Schlauch mit eingeschlagenem Quader

Kontakt

Dr. Julia Orlik
Teamleiterin »Technische Textilien«
Telefon +49 631 31600-4330
julia.orlik@itwm.fraunhofer.de



www.itwm.fraunhofer.de/simulation-schlauch-geflechte

Schäume simulieren, um optimale Schaumstoff-Bauteile zu entwickeln

Schäume sind ideale thermische oder akustische Dämmstoffe und ein guter Ersatz für schwere strukturelle sowie mechanische Systeme, wie etwa Verbundwerkstoffe. Sie sind daher nicht nur in Sitzen aller Art zu finden, sondern kommen auch als Stoßdämpfer oder für die Schall- und Wärmedämmung zum Einsatz. Mithilfe unserer Digitalen Zwillinge ermöglichen wir das vollständige Digitalisieren der Entwicklungs-, Konstruktions- und Fertigungsprozesse von Schaum-Komponenten – unter Berücksichtigung der lokalen Schaumeigenschaften.

Multiskalen-Simulationskette für Schaumstoff-Komponenten

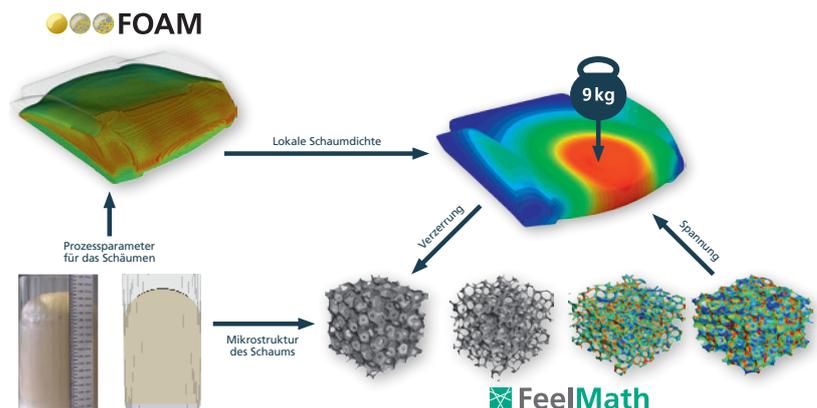
Der Digitale Zwilling für Schaumstoff-Komponenten beginnt mit der Simulation des Aufschäumprozesses mit unserer Software FOAM, um die lokale Dichte und Porengrößenverteilung des Schaumstoffbauteils zu bestimmen.

Auf der Grundlage der FOAM-Ergebnisse wird dann eine Schaumstoffdatenbank für verschiedene Dichten und Porengrößen dynamisch erstellt. Dieser Schritt stützt sich auf Mikrostruktursimulationen des Schaumes, die mit unserem Tool FeelMath durchgeführt werden.

»In einer auf dem Materialgesetz der Datenbank beruhenden Finite-Elemente-Simulation berücksichtigten wir die spezifischen Material- und Prozesseigenschaften des Schaums, um das Produkt optimal, belastungsgerecht ausulegen«, erklärt Dr. Konrad Steiner.

Belastungsgerechte Auslegung eines Fahrzeugsitzes

Beispielhaft wendeten wir diesen digitalen Zwilling für einen Kinderfahrzeugsitz an. Die Prozesssimulation mit FOAM liefert die lokale



Schaumdichte in einem Bereich zwischen 50 und 100 kg/m³.

In diesem Dichtebereich simulieren wir die mechanischen Mikrostrukturen, wobei sich die lokale Schaumstruktur mit zunehmender Dichte hin zu mehr geschlossenporigen Schäumen ändert. Die Mikrostruktursimulationen liefern die Datengrundlage zur Bestimmung dichteabhängiger Materialgesetze, die bei der Belastungssimulation Verwendung finden.

Der Vergleich mit einer herkömmlichen FE-Simulation zeigt, dass die Multiskalensimulation die Verschiebungen und Belastungen deutlich genauer vorhersagen kann.

Kontakt

Dr. Konrad Steiner
Abteilungsleiter »Strömungs- und Materialsimulation«
Telefon +49 631 31600-4342
konrad.steiner@itwm.fraunhofer.de

