

Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Weltweit und am Standort Deutschland stehen Anlagen- und Maschinenbau vor einer großen Bewährungsprobe: neben Lösungen für CO₂-neutrale und digitale Technologien müssen auch resiliente Wertschöpfungsstrukturen entwickelt und eingesetzt werden. Wir stellen uns diesen Herausforderungen und bringen unsere technologische Kompetenz ein, zum Beispiel durch die Simulation von Anlagen oder die Erstellung digitaler Zwillinge.

© iStockphoto

Heilende Pigmente gegen Korrosion

Korrosion verkürzt die Lebensdauer metallischer Oberflächen von Flugzeugen oder Automobilen. Das von der Europäischen Union geförderte Projekt VIPCOAT (Virtual Open Innovation Platform for Active Protective Coatings Guided by Modelling and Optimization) sucht nach neuen Lösungen für den Korrosionsschutz.

Korrosion ist mehr als Rosten: Es ist die elektrochemische Reaktion unedler Metalle mit Sauerstoff oder anderen Komponenten aus der Umwelt. Um diesen Prozess aufzuhalten, werden zum Beispiel in der Luft- und Raumfahrt Chromate eingesetzt, die jedoch giftig, krebserregend und umweltschädlich sind. Das Fraunhofer ITWM bringt auf der Suche nach chromatfreien Alternativen seine Expertise aus »Optimierung« und »Bildverarbeitung« ein.

Aus Schadstoff Vorteil machen

Die Außenhaut von Flugzeugen wird beispielsweise durch Steinschlag beschädigt, erleidet also Risse und Kratzer, durch die Wasser eindringt. Dies führt zu Korrosion. »Die Idee: aus der Gefahrenquelle Wasser einen Vorteil machen, nämlich durch Einsatz von Antikorrosionspigmenten, die mit Wasser reagieren und Ionen freisetzen, die den Riss schließen«, so Dr. Katja Schladitz aus der Abteilung »Bildverarbeitung«. Mit jedem Kratzer entstehen Kanäle, durch die das Wasser hinein-, aber auch wieder hinausfließt. Dabei löst es die aus Salzen bestehenden Antikorrosionspigmente aus der beschichteten Außenhaut des Flugzeugs und repariert sie Schicht für Schicht. Der Riss schließt sich quasi von selbst, wenn das Flugzeug für einen bestimmten Zeitraum im Regen steht. »Active-reactice« wird dieser Mechanismus genannt.

Wie genau die optimale Schicht zusammengesetzt ist, wollen die VIPCOAT-Forschenden herausfinden, indem sie die Mikrostruktur chromatfreier Beschichtungen inklusive der Transportkanäle nachbauen und die Zusammensetzung



optimieren. Informationen über die Größe, Form und Anordnung der Korrosionshemmer werden aus 3D-Bildern gewonnen, die am Deutschen Elektronensynchrotron (DESY) in Hamburg aufgenommen wurden.

Projektleiterin Dr. Natalia Konchakova (HEREON) besuchte Dr. Katja Schladitz (links) und Dr. Peter Klein am Fraunhofer ITWM.

Partikel dingfest machen

Die Präparation der Lackproben und ihre 3D-Abbildung sind aufwendig, weil die Partikel sehr klein sind. Um deren Form korrekt zu erfassen, muss man sie extrem hoch auflösen, sehr kleine Proben (100 µm Durchmesser) herstellen und sie für die Messung stabil platzieren. Auch dieser Schritt ist komplex, weil die Größen stark variieren, jedoch die Grauwerte verschiedener Partikeltypen teilweise identisch sind bzw. sich nicht deutlich von dem von Luft unterscheiden. VIPCOAT fokussiert sich derzeit auf den Flugzeugbau, die Ergebnisse sind aber auch für die Automobilbranche, Windradunternehmen oder die Produktion medizinischer Geräte interessant.



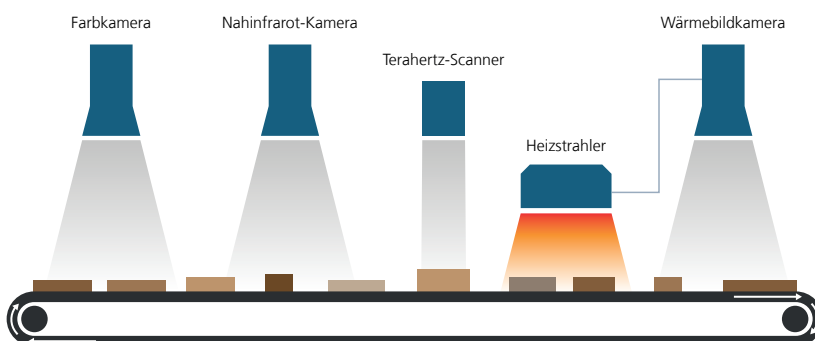
Recycling leicht gemacht – mit ASKIVIT mehr Holz aus Sperrmüll retten

In unserem Sperrmüll verstecken sich einige wertvolle Rohstoffe: Buntmetalle, Holz und Holzwerkstoffe lassen sich in Bergen von alten Schränken und kaputten Fahrrädern finden. Die Wiederverwertung dieser Rohstoffe ist sowohl aus ökonomischer als auch ökologischer Sicht sinnvoll. Im Projekt »ASKIVIT« setzen unsere Forschenden automatisierte Verfahren auf Basis verschiedener Bildaufnahme- und Bildverarbeitungsverfahren sowie Künstlicher Intelligenz (KI) ein, um eine effiziente Sortierung des Sperrmülls zu ermöglichen.

Allein in Deutschland fallen jährlich zwei Millionen Tonnen Sperrmüll an. Doch nicht alles davon ist Abfall: Je nach regionalem Entsorgungskonzept besteht bis zu fünfzig Prozent des Sperrmülls aus Holz. Dieser Rohstoff wird immer stärker nachgefragt; um die ökologisch wertvollen Wälder vor übermäßiger Abholzung zu schützen, wird die Nutzung von Altholz immer wichtiger.

Die händische Auslese der holzhaltigen Teile aus dem Sperrmüll ist sowohl kostenintensiv als auch fehlerbehaftet. Unsere Forschenden der Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung« können helfen – und verfolgen mit ASKIVIT ein deutliches Ziel: Ein intelligentes System, das Sperrmüll treffsicher und ermüdungsfrei sortiert – auch ohne die vorherige Zerkleinerung.

Beim Messaufbau kommen nacheinander vier verschiedene Bildgebungsverfahren zum Einsatz. Die aufgenommenen Bilder werden durch KI-Algorithmen analysiert.



Mit Terahertz-Technik sieht man mehr

Nicht immer sind wertvolle Rohstoffe direkt sichtbar: Die zu recycelnden Materialien werden häufig durch Stoffe, beispielsweise Polster, verdeckt. Techniken, die nur die sichtbare Oberfläche betrachten, reichen daher bei der Untersuchung des Sperrmülls nicht aus. »Wir setzen deshalb einen Terahertz-Sensor ein, der auch tieferliegende Objekte erkennt«, erläutert Dr. Dovile Cibiraite-Lukenskiene aus dem Projektteam. Der Terahertz-Sensor, der als Liniensensor aufgebaut ist, ermöglicht es, durch nichtmetallische Abdeckungen hindurch zu scannen und dadurch eine Art 3D-Bild des Objekts zu erstellen.

Ein wichtiger Teil der Forschungsarbeit unserer Wissenschaftler:innen besteht darin, die Sensorgeometrie sowie die Rekonstruktionsalgorithmen an die unregelmäßige Oberfläche des Sperrmülls anzupassen. Zu Beginn des Projekts wird der Terahertz-Sensor deshalb an gut definierten Proben, später dann an tatsächlichem Sperrmüll in einem Sortierbetrieb getestet.

Ein gemeinsames System

Um den Sperrmüll zuverlässig zu untersuchen, vereint ASKIVIT gleich mehrere Techniken – und dabei auch mehrere Forschungsinstitute.



»Der Nutzungsdruck auf die Ressource Holz nimmt zu und die Preise steigen. Die Erschließung neuer Altholzquellen ist daher entscheidend für die Rohstoffversorgung der Holzwerkstoffindustrie.«



©Ulrike Balhorn

© freepik/Whyframestudio

Dr.-Ing. Jochen Aderhold

Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI

Neben unserem Terahertz-Sensor kommen weitere Bildgebungsverfahren zum Einsatz:

- konventionelle Bildaufnahmetechnik im sichtbaren Spektralbereich (Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB)
- Nahinfrarot-Spektroskopie (Fraunhofer IOSB und Fraunhofer WKI)
- aktive Wärmefluss-Thermographie (Fraunhofer WKI)

Zunächst entwickelt und erprobt jedes Institut seine eigene Technik; Ziel des Projekts ist es, die einzelnen Verfahren zu einem gemeinsamen System zusammenzuführen. Mit diesem System, in dem vier verschiedene Bildgebungsverfahren nacheinander zum Einsatz kommen, lassen sich holzhaltige Teile zuverlässig detektieren und anschließend mittels Künstlicher Intelligenz

sogar klassifizieren. Die KI-Algorithmen steuert das Institut für industrielle Informationstechnik am Karlsruher KIT bei.

Wirtschaftliche Vorteile

»Mit ASKIVIT wird deutlich mehr Holz im Sperrmüll detektiert – und das mit weniger Personalaufwand, als bisher benötigt wurde«, erklärt Dr. Dovile Cibiraite-Lukenskiene. Die Entsorgungsunternehmen profitieren von der kosteneffizienten Sortierung sowie der erhöhten Menge an gewonnenen Rohstoffen. Darüber hinaus wird die Holzwerkstoffindustrie unabhängiger von Frischholz und auch die Unternehmen, die Werkstoffe herstellen oder verarbeiten, ziehen aus der breiteren Rohstoffbasis und der steigenden Effizienz bei der Altholzgewinnung ihren Nutzen.

Kontakt

Dr. Dovile Cibiraite-Lukenskiene
Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung«
Telefon +49 631 31600-4113
dovile.cibiraite-lukenskiene@itwm.fraunhofer.de



www.itwm.fraunhofer.de/ASKIVIT

Programmierbare Materialien revolutionieren Produktdesign

Forschung verleiht Werkstoffen neue außergewöhnliche Fähigkeiten. Dafür sorgt seit 2018 das Fraunhofer Cluster of Excellence Programmable Materials CPM. Ein siebenköpfiges Team um PD Dr. Heiko Andrä, stellvertretender Abteilungsleiter »Strömungs- und Materialsimulation«, liefert die passende Mathematik und stellt Simulationsexpertise aus dem Fraunhofer ITWM.

Sportschuhe mit einer eingebauten Dämpfung, die sich je nach Belag automatisch an den Untergrund anpasst – ob Waldboden oder Asphalt. Autositze, die sich an die Körperspannung anschmiegen oder Außenbauteile, die schnell beim Crash auf Fußgänger weich werden. Klingt nach Zukunftsmusik? Um nichts Geringeres als die Zukunft neuer Materialien geht es im Cluster.

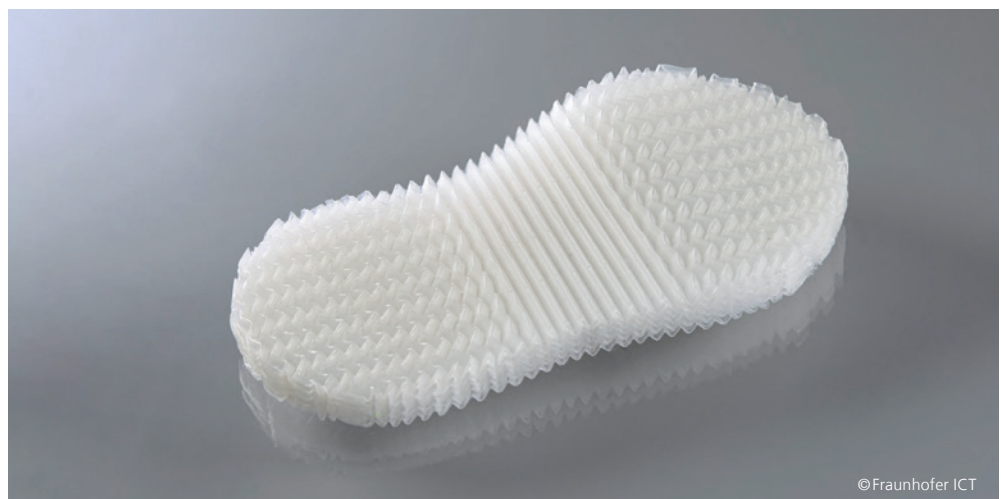
Im Fraunhofer CPM werden die Kompetenzen verschiedener Fraunhofer-Institute gebündelt und an verschiedenen Projekten zum Thema »Programmierbare Materialien« gearbeitet. Nach vier Jahren ist die erste Förderphase beendet. Seitdem ist viel passiert, auch beim ITWM-Team.

Die inneren Werte zählen

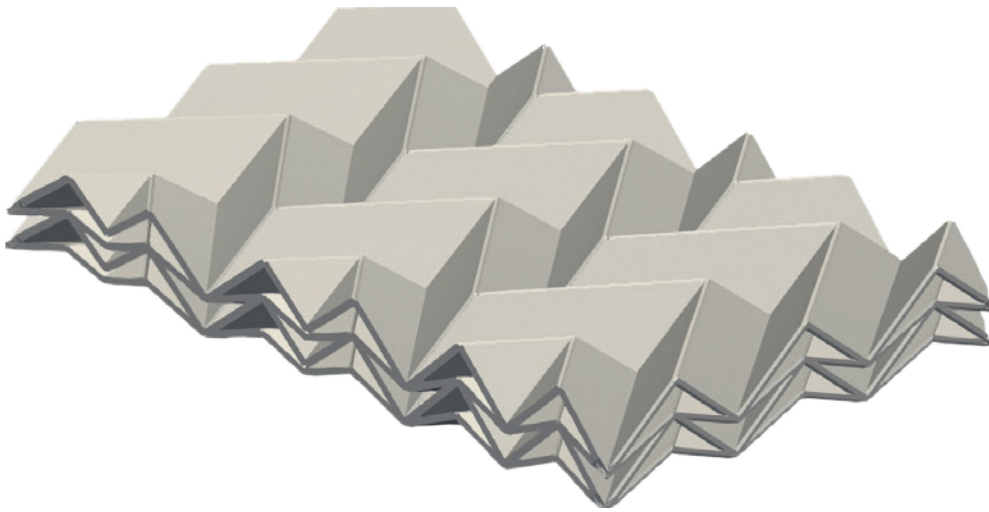
Neue Fertigungsverfahren wie der 3D-Druck machen es möglich, gezielt programmierbare Strukturen im Mikrometerbereich herzustellen, die vorher am Computer entwickelt wurden.

Bei »Programmierbaren Materialien« kommt es auf die innere Struktur an, durch sie können Eigenschaften gezielt kontrolliert werden und der Werkstoff sich reversibel ändern. Im Inneren bestehen sie aus einer dreidimensionalen Anordnung von vielen kleinen Einzelzellen. Diese dienen als Basiselemente, werden auch Einheitszellen genannt und fügen sich zu Gittern zusammen. Bei der Entwicklung orientieren sich die Forschenden an der Natur. Denn genau

*Die Zukunft der Werkstoffe:
Produktdesign einer Kunststoffsohle aus Programmierbarem Material*



©Fraunhofer ICT



Origami-Mathematik: Die Einzelzellen sind gefaltete Elemente aus Kunststoff-Folien.

wie dort hat jede Zelle nicht nur eine eigene Struktur, sondern auch Eigenschaften und Funktionen, die das Material im Ganzen ausmachen. Die Anordnung tausender Zellen bietet Optionen zur Gestaltung neuartiger Werkstoffe mit einem örtlichen Verhalten, das sich an äußere Bedingungen anpasst. Das Besondere der Materialien: Sie reagieren auf gezielte Trigger von außen. Solche Schaltauslöser sind z. B. Temperatur, Last oder Feuchtigkeit. Doch was haben Unternehmen von dieser Entwicklung?

Softwaretools machen Entwicklungen reif für die Industrie

»In unserer Idealvorstellung kommt ein:e Ingenieur:in mit bestimmten Wunschfunktionen des Produktes auf uns zu und unsere Tools helfen, eine Kombination aus Einheitszellen zu finden, so dass das aus Einheitszellen zusammengesetzte Material die gewünschten Funktion erfüllt«, erklärt Andrä. »Dazu sind im Cluster die Softwaretools ProgMatDesign und ProgMatSim entstanden, die durch Auswahl und Anordnung der Zellen virtuelles Experimentieren ermöglichen.«

Mithilfe von Optimierungsmethoden wird jede einzelne Stelle im Bauteil mit unterschiedlichen Parametern versehen und moderne mathematische Algorithmen sind gefragt. Als Schnittstelle stellen die Forschenden eine grafische Oberfläche (ProgMatDesign) für die Konstruktion der Materialien bereit – die Nutzung ist einfacher

als ein CAD-Programm in der Architektur. »Außerdem bauen wir eine Datenbank auf, in der alle Informationen zu Einheitszellen zu finden sind, quasi die Rohlinge zum Bau des Materials. Mithilfe unserer selbstentwickelten Tools ProgMatSim werden Strukturen berechnet, die direkt als Eingabe für den 3D-Druck genutzt werden.« Anschließend druckt und prüft ein Team das fertige Material und es wird neu gerechnet. »Denn ganz so ideal wie in den digitalen Zwillingen ist das in der Praxis am 3D-Drucker noch nicht realisierbar. Das Material verzieht sich manchmal oder es gibt andere Störaspekte, die beim virtuellen Zwilling nicht auftauchen,« so Andrä. Aber der Mathematiker ist zuversichtlich.

Mathematische Origami-Kunst

Aktuell legt das Fraunhofer CPM wissenschaftliche Grundlagen und identifiziert Anwendungspotenziale. Dabei entsteht in institutsübergreifenden Teams auch wahre Materialkunst, wie die Origami-Materialien, die eine gewünschte Form annehmen, wenn man an ihnen zieht. Die Einzelzellen sind gefaltete Elemente aus Kunststoff-Folien. In seiner Promotion berechnet Tobias Lichti mit Unterstützung des Fraunhofer ICT und IWM die optimale Größe der Falte für jede Zelle, damit das Origami-Material schließlich die Wunschform annimmt. Das wäre ohne Mathematik nicht möglich – am Ende sind die Faltstrukturen hoffentlich mindestens so nützlich wie formschön.

Kontakt

PD Dr. Heiko Andrä
Themenfokussprecher »Programmierbare Formänderung und Mechanik«
im Fraunhofer CPM
Telefon +49 631 31600-4470
heiko.andrae@itwm.fraunhofer.de



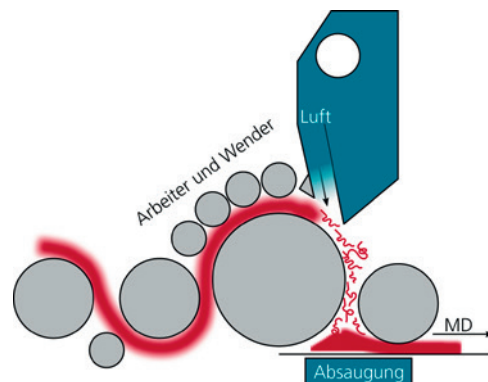
Wie in »ViDestoP« Lösungen unserer Abteilungen »zusammenvliesen«

Vliesstoffe sind vielfältig und in den unterschiedlichsten Bereichen einsetzbar – etwa in der Medizin als Schutzkleidung oder im Autoinnenraum. Die Nachfrage nach den Stoffen wächst und mit ihr auch die Anforderungen an die Produkteigenschaften. In der immer komplexer werdenden Industrie ist das Optimieren der Herstellungsprozesse eine Schlüsselkompetenz, mit der sich unsere Forschenden abteilungsübergreifend im Projekt »ViDestoP« (Virtuelles Design und stochastisches Prototyping) beschäftigen.

3 Abteilungen, ein Projekt und eine ganze Kette im Blick

Die Prozess- und Produktoptimierung erfolgt heute in der Regel durch Versuche nach dem Trial-and-Error-Prinzip direkt an den Produktionsanlagen. Dies ist aufgrund der notwendigen Produktionsunterbrechungen ein kosten- und zeitaufwändiger Prozess. In Teilbereichen der Vliesstoffproduktion ermöglichen digitale Zwillinge und Softwarelösungen unseres Instituts bereits virtuelle Optimierungen. Das interdisziplinäre ViDestoP-Team hat den Fokus nun auf die gesamte Produktionskette ausgeweitet.

und Luftströmungen entstehen. Im sogenannten »Airlay-Prozess« werden aus dem Kunststoff-Rohmaterial zunächst einzelne Fasern gewonnen und anschließend mit Hilfe eines großen Zylinders von einem Luftstrom miteinander verwirbelt. Die stark turbulente Luftströmung legt die Fasern anschließend auf einem Transportband ab. Dort werden sie durch eine Luftabsaugung zum Vliesstoff verdichtet und weiterverarbeitet. Je nach Material- und Prozesseigenschaften werden so unterschiedliche Vliesstoffe produziert.



Skizze des Airlay-Vliesstoffproduktionsprozesses

Simulation von Prozess und Produkteigenschaften

Bei der Produktion von Vliesstoff jeglicher Art sind für das Endprodukt besonders die Wechselwirkungen wichtig, die zwischen den Fasern

Unsere Abteilung »Transportvorgänge« simuliert mit der Software FIDYST (Fiber Dynamics Simulation Tool) bereits seit Jahren diese Dynamik von Fasern in turbulenten Strömungen mit dem Fokus auf Energieverbrauch und die Faser-Ablage auf dem Transportband. Für die Simulation mechanischer und thermischer Materialeigenschaften hat unsere Abteilung »Strömungs- und Materialsimulation« zudem das digitale Materiallabor GeoDict genutzt. Mit der Software lassen sich beispielsweise Vliesstoffeigenschaften wie Durchlässigkeit oder Leitfähigkeiten und vieles mehr berechnen. Im Projekt ViDestoP wurden diese etablierten ITWM-Softwarelösungen für den Prozess (FIDYST) und die Materialeigenschaften (GeoDict) miteinander zu einer integrierten Lösung zusammengeführt. Projektleiterin Prof. Dr. Simone Gramsch betont: »ViDestoP hat nicht nur die Kette unserer Simulationstools geschlossen, sondern auch die Verbindung der Abteilungen gestärkt und es sind ganz neue Ideen entstanden«.



© Wolfram Scheible

Faserablage als stochastisches 3D-Modell, validiert mit 3D-Druck

Im Zuge der Prozesssimulation wurde ein neuartiges 3D-Modell entwickelt, mit dem das Übereinanderlagern der Fasern abgebildet wird, so dass sowohl die Einzelfaserablage als auch die Prozessparameter der Produktionsanlage berücksichtigt sind. Mit diesem Modell ist es erstmals möglich, einen dreidimensionalen Vliesstoff mit realer Dicke, Breite und einer ausreichend großen Länge zu simulieren.

Was dann folgte, war konzeptionelles und methodisches Neuland: Zur Validierung der simulierten Produkteigenschaften wurden durch ein Team der Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung« in verschiedenen Schritten 3D-Drucke erstellt. Anhand dieser Arbeiten konnten wiederum die mikroskopischen Modelle der Simulationen angepasst und verfeinert werden. Dieses Vorgehen

nennt sich »stochastisches Prototyping«, was auch den Titel des Projektes erklärt.

Demonstrator als Praxistest: Optimieren eines Dämmstoffes

Um die Anwendung des virtuellen Designs beim Optimieren von Vliesstoffprodukten zu belegen, erprobten die Forschenden den Prozess anhand eines Demonstrators. Aus dem Design of Experiments (DoE) wurde eine optimale virtuelle Mikrostruktur für den Dämmstoff abgeleitet und durch 3D-Druckanfertigungen validiert. Daraus lassen sich in der Industrie klare Schlussfolgerungen für den Herstellungsprozess ableiten.

Mit diesem Portfolio ist das ViDestoP-Team bestens gerüstet, um Unternehmen bei der Produktion von Vliesstoffen durch Simulationen in ihren Fragestellungen zu unterstützen.

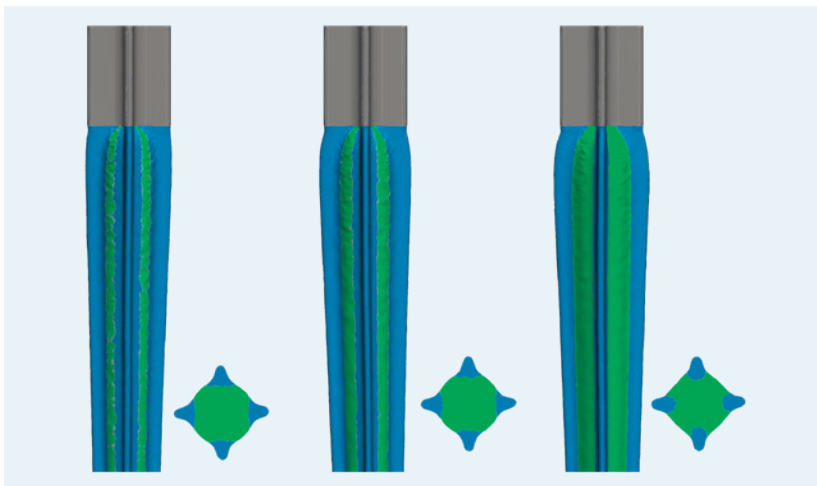
Kontakt

Prof. Dr. Simone Gramsch
Projektleiterin »ViDestoP«
Telefon +49 631 31600-4427
simone.gramsch@itwm.fraunhofer.de



Dank Simulation nicht den Kunststoff-Faden verlieren

Nicht alle Fasern sind rund. Aber wie schafft man es, dass es trotzdem rund läuft und eine Kunststofffaser z.B. mit einem kleeblattförmigen Querschnitt gesponnen wird? Ein Team unserer Abteilung »Transportvorgänge« entwickelt Simulationsmethoden für solche komplexen Aufgabenstellungen.



Drei verschiedene BiGOFil-Fasern mit unterschiedlichen Rohstoff-Eigenschaften; die Grafik zeigt jeweils die Faser beim Ausspinnen aus der Düse und den finalen Faserquerschnitt.

Ein Alltag ohne Kunststofffasern ist heute undenkbar. In nahezu allen Lebensbereichen begegnen sie uns, ob im Ölfilter oder in einer medizinischen Gesichtsmaske aus Vliesstoff – dabei setzen sie sich je nach Funktion unterschiedlich zusammen. Im Kern kommt es aber bei allen auf die Fasern im Kleinen und den Produktionsprozess im Großen an.

Bei Spinnprozessen zur Herstellung von synthetischen Fasern wird geschmolzene oder gelöste Masse durch feine Düsen gepresst und zu Fasern versponnen. Diese werden meist zum Aushärten durch eine Luftströmung geführt. Bekannte Verfahren sind Schmelzspinnen oder Trockenspinnen. Allen gemein: Es ist immer ein anspruchsvoller Prozess, bei dem alle Komponenten optimal zusammenspielen müssen. Deshalb

hat unsere Abteilung »Transportvorgänge« bereits Software-Lösungen entwickelt, die den Spinnprozess als digitalen Zwilling virtuell abbilden. Solche Simulationen sparen den Herstellenden kosten- und zeitintensive Experimente, erlauben neue Einblicke und ermöglichen systematische Parametervariationen, die dann beim Produktdesign unterstützen.

BiGOFil: Simulation von Kunststofffasern am Projektbeispiel

Die Arbeit der vergangenen Jahrzehnte hat unsere Forschenden inzwischen zu weltweit führenden Expert:innen auf diesem Gebiet werden lassen. In zahlreichen Projekten wurde modelliert, simuliert und optimiert. So auch im zweijährigen Projekt BiGOFil, das 2022 zum Abschluss kommt. Das ZIM-Projekt (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert. Es sind sowohl drei Industrieunternehmen – u.a. auch unser Spin-off Math2Market – als auch drei Forschungsinstitutionen beteiligt.

Um beispielsweise feine Öltröpfchen aus einer Luftströmung zu filtern, kommen Koaleszenzfilter zum Einsatz. Wir unterstützen unsere Projektpartner bei der Entwicklung spezieller Bikomponentenfasern, die dem Filter beige-mischt werden, um das gesammelte Öl besser abzuleiten. Für die funktionalen Eigenschaften ist besonders die Form der Fasern wichtig, die



wir durch das Design der feinen Kapillaren der Spinnöse beeinflussen können.

»Wir greifen auf zwei unserer etablierten ITWM-Werkzeuge zurück und erreichen so eine nie dagewesene Simulationstiefe«, so Dr. Christian Leithäuser, Projektleiter BiGOFil. »Unsere Lösung VISPI simuliert den Spinnprozess im Ganzen. Im nächsten Schritt ist dann unsere Software MESHFREE gefragt. Sie übernimmt die gitterfreien Detailsimulationen einer Einzelfaser. Dabei lassen sich gleich mehrere Bereiche und Eigenschaften in den virtuellen Blick nehmen. Zum Beispiel beeinflusst der Temperaturverlauf die Form und Eigenschaften der fertigen Faser.« Die Erkenntnisse aus dieser Mikrobetrachtung spiegeln die Forschenden dann wieder zurück auf der Makroebene: Wie sieht die Faser in der Simulation aus und wie muss deshalb dann die Düse konstruiert sein?

Ausblick: Neue Herausforderungen durch biobasierte Materialien

Die Portfolio-Erweiterung des Teams um Chrisitan Leithäuser lässt sich nicht nur auf Kunststofffasern für Filter übertragen, sondern kann in Zukunft auch bei der Herstellung biobasierter Kunststoffe helfen. Die Mehrzahl bisheriger Materialien wird auf Basis von Erdöl hergestellt. Das soll sich ändern. »Eine Alternative sind zum Beispiel Materialien, die teilweise aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen und/oder biologisch abbaubar sind. Hier sucht die Industrie ständig nach Möglichkeiten, die klassischen Rohstoffe zu ersetzen. Die Verarbeitung dieser neuartigen Materialien ist eine Herausforderung. Dazu sind auch abgewandelte Produktionsprozesse nötig.« Prozesse, bei denen das ITWM-Team zukünftig sicher auch mit digitalen Zwillingen unterstützen kann.

Kontakt

Dr. Christian Leithäuser
Abteilung »Transportvorgänge«
Telefon +49 631 31600-4411
christian.leithaeuser@itwm.fraunhofer.de



Verfahrenstechnik: KI für Industrieprozesse nutzen

Es ist eine der großen Visionen des Bereichs »Optimierung«: das nächste Level der Künstlichen Intelligenz (KI) für die Verfahrenstechnik nutzbar machen. Dabei wollen die Forschenden in völlig neue Regionen vordringen.

Wann immer aus Rohmaterialien ein Produkt wird, kommt Verfahrenstechnik zum Einsatz. Prozesse in diesem industriellen Zweig sind in der Regel über Jahre erprobt und bewährt. Die Entscheidung, in Arbeitsschritte einzugreifen, muss wohl überdacht sein – Fehlentscheidungen können nicht nur die Qualität eines Produkts verändern, sondern auch hohe Kosten verursachen.

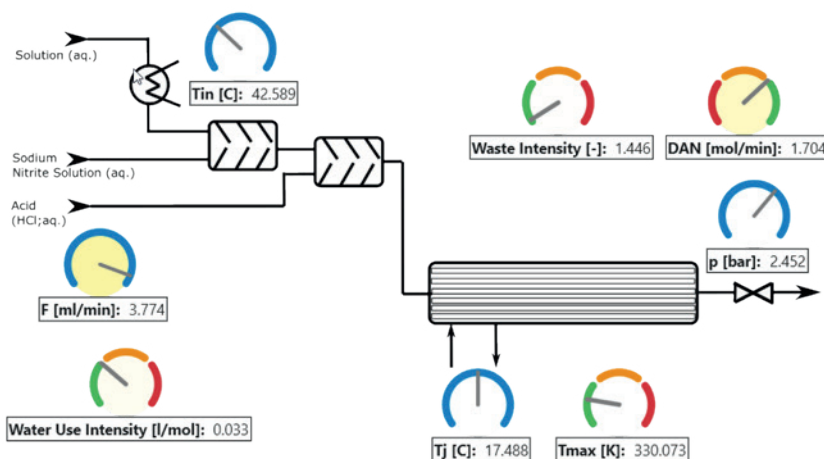
KI soll Verbesserungspotenzial aufzeigen

»KI ist inzwischen sehr gut darin, Ist-Zustände zu beschreiben«, sagt Prof. Dr. Michael Bortz, Abteilungsleiter »Optimierung – Technische Prozesse« und verdeutlicht dies am Beispiel der Spracherkennung, wie sie auf dem Mobiltelefon eingesetzt wird: »Sie erkennt Worte, die der Nutzende häufig verwendet und schlägt diese daher vor, sobald er eine bestimmte Buchstabenfolge zu schreiben beginnt.

Das System wird also individuell vom User trainiert und lernt dazu.«

Soll KI zur Optimierung von Produktionsprozessen eingesetzt werden, geht es um mehr: Optimierung heißt, Kombinationen von Freiheitsgraden zu finden, die zu besseren als den bislang bekannten Ergebnissen führen. Dazu bedarf es rigoroser physikalischer Modelle und Optimierungsalgorithmen, die möglichst nah an Verbesserungspotenziale herankommen. »Ziel ist es, dass eine KI in der Verfahrenstechnik erkennt, wo Verbesserungspotenzial besteht und damit möglichst konkrete Anhaltspunkte liefert, bestimmte Prozesse genauer zu betrachten«, so Bortz. »Bildlich gesprochen: Wenn ich in den Alpen stehe und den höchsten Punkt erreichen will, sollte KI in der Lage sein, mir zu sagen, von wo ich loslaufen soll und wie ich das Ziel erreiche. Die Anstrengungen, den zweithöchsten Berg zu erklimmen, um von dort aus zu sehen, dass es einen noch höheren gibt, ist kein befriedigendes Ergebnis.«

Schematisches Fließbild eines chemischen Produktionsprozesses



Erfolgreiche Projekte ebnen Weg

Erfahrung mit der Entwicklung rigoroser Modelle für verlässliche, realitätsnahe Vorhersagen hat das Team um Bortz unter anderem für den Chemiekonzern BASF SE gemacht: In inzwischen abgeschlossenen Projekten wurde für einen Fließbildsimulator eine nutzerfreundliche Schnittstelle zu historischen Prozessdaten geschaffen, um die Daten für Prognosen zu kalibrieren. In einem aktuellen Kooperationsprojekt geht es darum, KI einzusetzen, um die derart kalibrierten Prozesse numerisch möglichst



Das Stammwerk der BASF SE in Ludwigshafen ist der größte zusammenhängende Industriekomplex Europas. Das Fraunhofer ITWM arbeitet aktuell mit der BASF SE in einem gemeinsamen Projekt zur Realisierung virtueller »What-If-Szenarien« mithilfe von KI.

effektiv auszuwerten und so die Nutzenden in die Lage zu versetzen, schnell und intuitiv virtuelle »What-If-Szenarien« zu realisieren. So lassen sich Auswirkungen von Änderungen simulieren, bevor man sie tatsächlich durchführt.

KI-Projekte laufen

Auch im Projekt KEEN (KI-Inkubatorlabore in der Prozessindustrie) – einer Innovationsplattform für die chemische Industrie, die Start-ups, Konzerne und Forschungseinrichtungen vereint – lotet das Team um Bortz die Möglichkeiten der KI für die Verfahrenstechnik aus. Das Fraunhofer ITWM hat im vergangenen Jahr erste Software-Prototypen im Rahmen des

Projekts zur Verfügung gestellt. Für einen von diesen wurde ein neuronales Netz so trainiert, dass die Software es ermöglicht, die Vorwärtsplanung von Ingenieur:innen umzukehren. Das heißt: Statt bestimmte Faktoren zu ändern und dann ihre Auswirkungen auf das Produkt zu prüfen, beantwortet sie die Frage: »Ich wünsche mir folgendes Produkt, wie muss ich die Anlage dazu führen?«

Das Potenzial von KI für die Verfahrenstechnik bewertet Bortz als definitiv hoch, denn: »Bei numerisch aufwändigen Simulationen kann die Information darüber, wo es sich hinzuschauen lohnt, viel Zeit sparen. Je genauer diese Information vorliegt, umso konkreter können wir Hilfestellung leisten und Prozesse optimieren.«

Kontakt

Prof. Dr. Michael Bortz
Abteilungsleiter »Optimierung –
Technische Prozesse«
Telefon +49 631 31600-4532
michael.bortz@itwm.fraunhofer.de



Mehr Informationen unter www.itwm.fraunhofer.de/keen