

Jahresbericht 2022/2023

Forschung voller Energie

Titelbild

Unsere Atrien sind Orte der Energie: Durch ihr besonderes Raumklima geben sie tropischen Pflanzen ein Zuhause und schaffen eine einzigartige Atmosphäre. Auf dem Titelbild ist die Oberfläche unseres Fahrsimulators RODOS zu sehen.

Jahresbericht 2022/2023



Forschung voller Energie

Forschung voller Energie

Liebe Leserinnen und Leser,

ich freue mich, dass Sie unseren Jahresbericht 2022/2023 in den Händen halten. Auch in diesem Jahr möchten wir wieder einen Einblick in unsere Forschungsprojekte und Aktivitäten aus den vergangenen Monaten geben, in die unsere Mitarbeitenden am Fraunhofer ITWM ihr Wissen, ihre Erfahrung und viel Herzblut gesteckt haben.

Besonderes Augenmerk in diesem Jahr auf Energie

»Mathematik für eine gute Zukunft«, das ist das Motto, das uns antreibt. In diesem Jahr richten wir unser Augenmerk speziell auf ein Thema, das weite Teile unserer Welt in jüngster Zeit so stark wie vielleicht niemals zuvor beschäftigt hat: Energie.

Die Energiewende in Deutschland ist beschlossene Sache und in vollem Gange. Fossile Kraftstoffe werden schrittweise durch erneuerbare Energien ersetzt. Neue Verkehrskonzepte sind gefragt. Gleichzeitig befindet sich der globale Energiemarkt im Umbruch. Wir am Fraunhofer ITWM setzen uns dafür ein, Energie, ihre Entstehung, Beschaffung und Verteilung berechenbar zu machen. Daran arbeiten wir in zahlreichen Projekten – wie vielfältig diese sind, erfahren Sie im Titelthema. Auch in den anderen Kapiteln kommen wir immer wieder auf energetische Fragen zurück. Zudem haben wir unseren Führungskräften für die Vorstellungen ihrer Bereiche bzw. Abteilungen Fragen rund um das Thema Energie gestellt.

Fraunhofer will Vorbild sein

Wir arbeiten und forschen an konkreten Hilfestellungen, aber wir setzen uns bei Fraunhofer auch selbst große Ziele: Bis 2030 will die Fraunhofer-Gesellschaft klimaneutral werden und damit Vorbild für Wissenschaft und Verwaltung sein. Die eigens dafür gegründete Taskforce Klimaneutralität startet nicht bei null: Denn an jedem unserer Institute laufen bereits Maßnahmen zum Klimaschutz.

So wurde beim Bau unseres Gebäudes schon vor über 25 Jahren vieles bedacht: Wir nutzen die Abwärme aus unseren Serverräumen zum Erwärmen unserer Atrien, so dass selbst im Winter die Temperatur dort nicht unter 17 Grad fällt. Zwei Blockheizkraftwerke im Keller arbeiten rund um die Uhr. Sie heizen im Winter und im Sommer wird die Wärme durch Absorptionsverfahren für die Kälteerzeugung genutzt.

2030
– bis dahin will
Fraunhofer klima-
neutral sein

Energie gar nicht erst verbrauchen

Zusätzlich haben unsere Mitarbeitenden in den vergangenen Monaten am eigenen Energieverbrauch im Institut angesetzt. Es wurden Leuchtmittel ausgetauscht und auf manche ganz verzichtet. Durch die in den vergangenen Jahren allgemein steigende Akzeptanz von Videokonferenzen haben wir die Anzahl unserer Dienstreisen verringert und durch Homeoffice-Regelungen das Pendeln ans Institut reduziert. Wir schärfen am Institut wo immer möglich das Bewusstsein für den eigenen Verbrauch und leisten so individuelle Beiträge.



Forschungswelt ist spannend

Aber natürlich haben wir auch über die Energie hinaus wieder für unterschiedliche Branchen geforscht und innovative Ergebnisse geliefert. Was uns in den vergangenen Monaten besonders am Herzen lag: Junge Menschen für die Mathematik und das Arbeiten in der Forschung zu begeistern. Wir haben unsere Türen geöffnet und viele Schülerinnen und Schüler sowie Studierende eingeladen, unsere Arbeitswelt kennenzulernen. Auf diese Weise wollen wir sie für die Forschung und das Arbeiten bei Fraunhofer, insbesondere in der angewandten Mathematik, begeistern. Die Konkurrenz um die besten Nachwuchskräfte ist groß – unser Institut wächst und braucht kluge Köpfe!

Ich wünsche Ihnen eine angenehme Lektüre. Lesen Sie, wie Mathematik von Gesundheit über Mobilität bis hin zur Verfahrenstechnik und dem Maschinenbau in viele Branchen und Lebensbereiche hineinwirkt; wie wir das Zukunftsthema Quantencomputing erforschen und die Digitalisierung voranbringen – kurzum: was die Mathematik alles bewegt!

Herzliche Grüße,

Anita Schöbel

Prof. Dr. Anita Schöbel
Institutsleiterin des Fraunhofer ITWM

Inhalt

Forschung voller Energie	2
Das Institut im Profil	6
Vernetzung in der Fraunhofer-Gesellschaft	8
Spitzenposition im Fraunhofer-Ranking für das Leistungszentrum Simulations- und Software- basierte Innovation	10
Spin-Offs und weitere Kooperationen	11
Highlights 2022/2023	12
»IT kann nie statisch sein, insbesondere nicht bei uns«	16
Energie	18
Unser Auftrag: Energie berechenbar machen	19
Infrastruktur planen und auslegen	20
Ammoniak als Wasserstoffspeicher	22
Energiemanagement in Gebäuden, Wohnquartieren und Unternehmen	24
Auf dem Weg zum klimaneutralen Institut	26
Energienetze im Blick	28
Quantencomputing	30
Kaiserslautern als exzellenter Standort für Quantencomputing (QC)	31
»QUIP« sorgt für internationalen Quantennachwuchs	32
»Rymax« baut Quantencomputing-Demonstrator	32
»EniQmA« – Hybrides Quantencomputing trifft auf Anwendungsfälle	33
Quantencomputing optimiert Anlage-Portfolio von Versicherungsunternehmen	34
Gesundheit und Medizin	36
»Das wäre wirklich bahnbrechend«	37
Neue Abteilung »Optimierung in den Life Sciences«	38
Mehr Resilienz mit Onlinetraining für die psychische Gesundheit	38
SEMSAI – Aus der Pandemie lernen	40
Finanzmathematik und KI decken auf	42
Solvenzkapitalberechnung mit KI: Weniger Daten, valide Prognosen	44
Mobilität	46
Terahertz-Prüfung von Slush-Häuten: Optik, Haptik und Sicherheit müssen stimmen ...	47
MultiskalenBEV: Batteriemodelle auf allen Ebenen	48
KI-basierte kooperative Verkehrsregelung: Die Mischung macht's	49
Mehr Ruhe im Auto dank IPS Cable Acoustics	50
IPS Demify® – Boden-Wechselwirkungssimulation in Echtzeit	51
EMMA4Drive für sicheres und bequemes autonomes Fahren	51

Maschinenbau und Produktion	52
Optimierung holzbasierter Dämmstoffe	53
KI in der Qualitätssicherung schont Ressourcen	54
Schnellere Schichtdickenkontrolle dank Terahertz-Wellen	55
Edge-Computing: Die Zukunft der industriellen Prozessüberwachung	56
Neue Sensoren für den Blick in Batterieelektroden	59
Nichts leichter als waschen? Leichtbau und lange Fasern sparen Energie	60
Technische Textilien realitätsnah optimieren	62
Schäume simulieren, um optimale Schaumstoff-Bauteile zu entwickeln	63
Voller Energie – Wir sind das Fraunhofer ITWM	64
Bildverarbeitung	67
Finanzmathematik	69
High Performance Computing	71
Materialcharakterisierung und -prüfung	73
Mathematik für die Fahrzeugentwicklung	75
Optimierung	77
Strömungs- und Materialsimulation	79
Systemanalyse, Prognose und Regelung	81
Transportvorgänge	83
Impressum	84

Das Institut im Profil

Computersimulationen sind unverzichtbar beim Gestalten und Optimieren von Produkten und Prozessen. Reale Modelle werden durch virtuelle Modelle ersetzt. Der Mathematik kommt beim Entwickeln dieser digitalen Welt eine fundamentale Rolle zu. Denn sie ist die Technologie, mit der diese Abbilder erzeugt und effizient in Software umgesetzt werden, Rohstoff der Modelle und Kern jeder Computersimulation.

Angewandte Mathematik als Schlüsseltechnologie

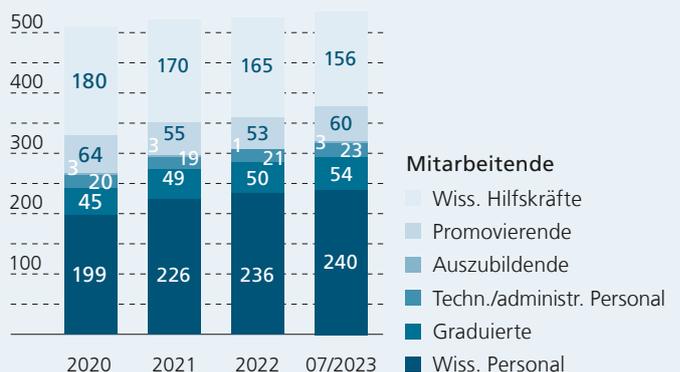
Viele kleine und mittelständische Unternehmen nutzen die Simulation zur Kostenreduzierung. Gerade diese Firmen unterstützen wir mit Beratung und Rechenleistung. Sie profitieren am Markt durch den Einsatz von Simulation in punkto Innovation und Qualitätssicherung von Produkten. Natürlich arbeiten wir auch mit großen Konzernen zusammen, vor allem im Fahrzeugbereich, im Maschinenbau, der Textilindustrie, der Mikroelektronik, der Computerindustrie und im Finanzsektor. Integrale Bausteine unserer Forschungs- und Entwicklungsprojekte sind das Beraten, Umsetzen und Unterstützen bei der Anwendung von Hochleistungsrechnertechnologie und das Bereitstellen maßgeschneiderter Software-Lösungen. Wir nutzen nicht nur Simulationssoftware, sondern entwickeln sie selbst.

Unsere vielseitigen Kernkompetenzen

- Verarbeiten der aus Experimenten und Beobachtungen gewonnenen Daten
- Aufsetzen der mathematischen Modelle
- Umsetzen der mathematischen Problemlösungen in numerische Algorithmen
- Zusammenfassen von Daten, Modellen und Algorithmen in Simulationsprogrammen
- Optimieren von Lösungen in Interaktion mit der Simulation
- Visualisieren der Simulationen

Wir am Fraunhofer ITWM wollen nicht nur selbst die Brücke zwischen realer und virtueller Welt bauen, sondern auch Bindeglied zwischen der Hochschulmathematik und ihrer praktischen Umsetzung sein. Deshalb spielt die enge Anbindung an den Fachbereich Mathematik der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau eine besondere Rolle.

62 %
der Wissenschaftler:innen sind promoviert.





Branchen – für wen arbeiten wir?

Die Kompetenzen unserer Abteilungen und das breite Spektrum ihrer Anwendungsfelder finden Einsatz in zahlreichen Branchen.

Mit unseren Kernkompetenzen in den Bereichen Modellierung und Simulation, Optimierung und Entscheidungsunterstützung, Datenanalyse und Visualisierung adressieren wir Firmen und Organisationen in den Branchen:

- Verfahrenstechnik, Maschinen-/Anlagenbau
- Fahrzeugindustrie und Zulieferer

- Medizin und Medizintechnik
- Energie- und Rohstoffwirtschaft
- Technische Textilien
- Informationstechnologie
- Finanzwirtschaft

Durch die langjährige Zusammenarbeit mit unserer Stammkundschaft haben wir eine starke Domänenkompetenz in Teilbereichen einzelner Branchen herausgebildet.

Für alle Branchen gilt: Die Modellierungs- und Simulationskompetenz des Fraunhofer ITWM generiert echte Wettbewerbsvorteile am Markt.

Kuratorium

- **Prof. Dr. Nicole Bäuerle**
Karlsruher Institut für Technologie
KIT, Karlsruhe
- **Prof. Dr. Peter Benner**
Max-Planck-Institut für Dynamik
komplexer technischer Systeme,
Magdeburg
- **Dr. Andreas Gerhardt**
Ministerium für Wissenschaft
und Gesundheit Rheinland-Pfalz,
Mainz

- **Dr. Christoph Großmann**
BASF SE, Ludwigshafen
- **Dr. Christoph March**
Bundesministerium für Bildung
und Forschung, Berlin
- **Stefanie Nauel**
Ministerium für Wirtschaft,
Verkehr, Landwirtschaft und
Weinbau Rheinland-Pfalz, Mainz
- **Barbara Ofstad**
Siemens AG, Frankfurt am Main

- **Prof. Dr. Iris Pigeot**
Leibniz-Institut für Präventionsfor-
schung und Epidemiologie, Bremen
- **Prof. Dr. Arnd Poetzsch-Heffter**
RPTU Kaiserslautern-Landau
(Vorsitzender)
- **Dr. Udo Scheff**
John Deere GmbH & Co. KG,
Mannheim
- **Dr. Christof Weber**
Daimler AG, Wörth

(Stand 2023)

Vernetzung in der Fraunhofer-Gesellschaft

Ein großes Netzwerk und kluge Köpfe sind entscheidend für den Erfolg von Projekten. Unsere spezifischen mathematischen Kompetenzen machen uns zu einem gefragten und geschätzten Kooperationspartner innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft.

Fraunhofer-Verbünde

Fachlich verwandte Institute organisieren sich in Forschungsverbänden und treten gemeinsam am FuE-Markt auf. Sie wirken in der Unternehmenspolitik sowie bei der Umsetzung des Funktions- und Finanzierungsmodells der Fraunhofer-Gesellschaft mit. Das Fraunhofer ITWM ist Mitglied im Verbund für Informations- und Kommunikationstechnologie IUK und hat Gaststatus beim Verbund MATERIALS.

Fraunhofer Cluster of Excellence

Diese Cluster fördern die kooperative Entwicklung und Bearbeitung systemrelevanter Themen durch eine institutsübergreifende Forschungsstruktur – über mehrere Standorte verteilt. Wir engagieren uns in den folgenden Clustern:

- Fraunhofer Cluster of Excellence Advanced Photon Sources CAPS
- Fraunhofer Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies CCIT
- Fraunhofer Cluster of Excellence Programmable Materials CPM

Fraunhofer Strategische Forschungsfelder

Sie bündeln die wesentlichen Zukunftsfelder der anwendungsorientierten Forschung. Institutsleiterin Prof. Dr. Anita Schöbel ist Sprecherin des Fraunhofer Strategischen Forschungsfeldes »Next Generation Computing« und gemeinsam mit Prof. Dr. Manfred Hauswirth (Fraunhofer FOKUS) verantwortlich für das Thema »Quantencomputing« bei Fraunhofer. An unserem Institut ist das rheinland-pfälzische Kompetenzzentrum mit dem Schwerpunkt »Quanten High Performance Computing« angesiedelt.

Leitmarktorientierte Allianzen

Mit den definierten Leitmärkten verfolgt Fraunhofer das Ziel, Branchen mit hoher

Relevanz für Innovationskraft anzusprechen und durch Angebote für Systemlösungen und institutsübergreifenden Transfer Mehrwert zu schaffen. Die wichtigsten für uns sind:

- Anlagen-, Maschinen- und Fahrzeugbau
- Chemische Industrie
- Digitalwirtschaft
- Energiewirtschaft
- Gesundheitswirtschaft
- Mobilitätswirtschaft

Fraunhofer-Leitprojekte: Vorlaufforschung im Verbund

Thematisch orientieren sie sich an aktuellen Bedarfsfeldern der Industrie und bündeln die Kompetenzen verschiedener Institute für eine effiziente Vorlaufforschung. Leitprojekte mit ITWM-Beteiligung sind aktuell:

- COGNAC – Cognitive Agriculture
- ShaPID – Shaping the Future of Green Chemistry by Process Intensification and Digitalization
- SUBI²MA – Sustainable, Simulation-guided Biobased and Biohybrid Materials

FCC – Starke Partnerschaft in Schweden

Einer unserer wichtigsten internationalen Partner ist das 2001 von der Fraunhofer-Gesellschaft und der Chalmers-Universität in Göteborg gegründete »Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics«, kurz FCC. 2022 arbeiteten 62 Beschäftigte an Themen wie schnellen Algorithmen, Multiphysik- und Echtzeitsimulation, Roboterbahnplanung, Bioinformatik und -statistik sowie Data Mining. Anwendungsbereiche sind u. a. die virtuelle Produkt- und Prozessentwicklung. Der Haushalt betrug rund 6,2 Millionen Euro.

20
Projekte mit
Fraunhofer-
Instituten



CHALMERS

SEB SEB

Spitzenposition im Fraunhofer-Ranking für das Leistungszentrum Simulations- und Software-basierte Innovation



Digitale Lösungen treiben die energie-effiziente und ressourcenschonende Produktion entscheidend voran. Neue Ergebnisse und Ideen möglichst schnell in die Praxis zu überführen, ist die Mission des Leistungszentrums Simulations- und Software-basierte Innovation. In den sogenannten »Transferzentren« des Leistungszentrums werden die wissenschaftlichen Ergebnisse der Forschung in Innovationen umgewandelt und Anforderungen aus Industrie und Gesellschaft unmittelbar adressiert.

Ein Gremium der Fraunhofer-Zentrale bewertet alle 21 Leistungszentren anhand eines Punktesystems; in Kaiserslautern ist dieser Schulterschluss zwischen universitärer und außeruniversitärer Forschung besonders erfolgreich: 2022 teilte sich das Leistungszentrum Simulations- und Software-basierte Innovation den ersten Platz mit dem Leistungszentrum Photonik in Jena; 2023 belegte es Platz eins allein, mit 29 von 30 möglichen Punkten!

Erfolgreiche Zusammenarbeit mit BioNTech und Varian überzeugt das Gremium

Untersucht wurden Qualität und Ambition der strategischen und operativen Planungen (Transfer-Roadmap), die tatsächlich erreichten Ergebnisse und umgesetzten Maßnahmen (Ergebnisbilanz) sowie ein selbstgewähltes Transfer-Highlight, das als herausgehobenes Beispiel den Impact des Leistungszentrums verdeutlicht.

Als besonders herausragend wurde die Kooperation mit BioNTech als Transfer-Highlight 2021 bewertet. Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickelten eine flexible Plattform, um den Produktionsprozess von individualisierten Krebsmedikamenten sowie des COVID-19-Impfstoffs bei BioNTech zu managen.

Im Folgejahr wurde die Integration von Radiotherapieplanung und Therapiemanagement in einer Software gewürdigt, die bei Varian Medical Systems, dem Marktführer für Tumorbestrahlungstechnologie, weltweit zum Einsatz kommt.

Leistungszentrum punktet mit hohem Transfererfolg

Sehr positiv angemerkt wurden die hohen Industrieerträge und insbesondere die jetzt schon beeindruckenden Software-Lizenz Erlöse. Gelobt wurde die gelebte Zusammenarbeit und zudem die Mitarbeitenden-Rotation unter den Partnern. Hervorgehoben wurde außerdem die strategisch vorausschauende Ausrichtung des Leistungszentrums.

Neben dem neuen Transferzentrum »Biotechnologie/Gesundheit« mit den Highlight-Projekten mit BioNTech und Varian Medical Systems erweitert das Leistungszentrum sein Portfolio um die strategischen Transfelder »Wasserstoff«, »Energie« und »Digitale Landwirtschaft«.

Aus Sicht der Gutachter:innen sei der Leistungszentrumscharakter, also die enge Kooperation der Partner am Standort Kaiserslautern, klar ersichtlich und führe zu dem hohen Transfererfolg des Leistungszentrums.

Kontakt

Dr. Konrad Steiner
Geschäftsführer »Leistungszentrum Simulations- und Software-basierte Innovation«
Telefon +49 631 31600-4342
konrad.steiner@itwm.fraunhofer.de



www.leistungszentrum-simulation-software.de

Spin-Offs und weitere Kooperationen

Spin-Offs des Fraunhofer ITWM

- **flexstructures** – spezifische Engineering-Projekte und Dienstleistungen für die Simulation flexibler Bauteile
- **Math2Market** – umfangreicher Software-service, wie zum Beispiel GeoDict®, eine innovative Simulationssoftware für digitale Materialforschung und -entwicklung.
- **Produktinformationsstelle Altersvorsorge PIA** – neutrale Stelle für die Chancen-Risiko-Klassifizierung geförderter Altersvorsorgeprodukte
- **Sharp Reflections** – Big-Data-Rechentechnologien für die Zukunft der Seismik
- **ThinkParQ** – schnelle und skalierbare Lösungen für alle leistungsorientierten Umgebungen wie HPC, KI und Deep Learning
- **Wendeware AG** – Software-Ökosystem für die Energiewende

Nachwuchsförderung

Das **Felix-Klein-Zentrum für Mathematik (FKZM)** ist eine institutionelle Verbindung zwischen dem Fachbereich Mathematik der RPTU Kaiserslautern-Landau und dem Fraunhofer ITWM. Schwerpunkt ist die Nachwuchsförderung, zum Beispiel mit Modellierungswochen für Schulen, Stipendien und einem Mentoren-Programm für Mathematik-Studierende. Stipendiat:innen werden nicht nur finanziell gefördert, sie können auch Praxis und Theorie verbinden. Für Studierende höherer Semester und Promovierende gibt es Fort- und Weiterbildungen, zudem können sie Vorträge hochkarätiger Forschender hören. Der monatliche »Blick über den Tellerrand« des Felix-Klein-Zentrums bietet interessante Einblicke in unterschiedliche Themen aus Wissenschaft und Kultur.

Das Kompetenzzentrum für **mathematische Modellierung in MINT-Projekten in der Schule (KOMMS)** richtet sich vor allem an Lehrende. Angesiedelt ist es an der RPTU Kaiserslautern-Landau und verbindet die Bereiche Schulprojekte, Aus- und Fortbildung sowie Forschung.

Das nationale **Excellence-Schulnetzwerk MINT-EC** will Schülerinnen und Schüler für MINT-Fächer begeistern. Im Zuge der Zusammenarbeit werden regelmäßig Veranstaltungen wie die Math-Talent-School angeboten.

Eingebettet am Standort

Die **Science and Innovation Alliance Kaiserslautern (SIAC)** bildet ein Netzwerk für digitale Transformation, Innovation und interdisziplinäre Forschung. Über ihre Mitglieder aus Wissenschaft und Wirtschaft, insbesondere aus dem Mittelstand, ist sie regional verankert.

Vernetzung in Europa

Im **European Consortium for Mathematics in Industry (ECMI)** haben sich wissenschaftliche Institutionen und Industrieunternehmen in Europa zusammengeschlossen, mit dem Ziel, mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung noch stärker in die wirtschaftliche Anwendung zu bringen. Eine wichtige Rolle spielt die Ausbildung von Industriemathematikerinnen und -mathematikern, denn insbesondere ihre Expertise wird gebraucht.

42

Recruiting-Aktivitäten für Studierende sowie Schüler:innen in anderthalb Jahren



Highlights 2022/2023



Videoreihe »Erzähl uns Deine Lautrer Mathe-Story!«

In unserer Videoreihe lassen wir talentierte Mathematiker:innen zu Wort kommen, die über ihren Weg zum Studium an der RPTU Kaiserslautern-Landau oder ihren Eintritt in das Arbeitsleben berichten. So schaffen wir Transparenz über die vielfältigen Möglichkeiten, die sich für Studierende des Faches Mathematik am Standort Kaiserslautern ergeben. Dazu ge-

hört nicht nur der exzellente Fachbereich selbst, sondern auch dessen enge Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ITWM: Wir bieten diverse Praktika und Stellen für studentische Hilfskräfte. Das Felix-Klein-Zentrum bietet zusätzlich für besonders begabte Studierende die Möglichkeit, sich für ein Stipendium zu bewerben.



www.itwm.fraunhofer.de/lautrermathestories



FamilienLogo an das Fraunhofer ITWM verliehen

Unser Institut wurde 2022 erstmals mit dem Fraunhofer-Familienlogo zertifiziert. Die Auszeichnung der Fraunhofer-Gesellschaft wird für herausragende Rahmenbedingungen zur Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben verliehen. Die Bewertungsgrundlage bildeten

unter anderem folgende Bereiche: Flexible Arbeitsmöglichkeiten, institutsspezifische Kinderbetreuungsangebote, Gestaltung von Elternzeit und dem Wiedereinstieg ins Berufsleben danach sowie die Nutzung der Fraunhofer Unterstützungsangebote.



www.itwm.fraunhofer.de/karriere

»Mathe ins-π-riert« nicht nur am Girls' Day



Beim bundesweiten Girl's Day haben hat Fraunhofer interessierten Schülerinnen die MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) sowie aktuelle Forschungsgebiete in diesen Fachbereichen näher gebracht. So konnten sich an diesem Tag deutschlandweit Mädchen in verschiedenen digitalen Fraunhofer-Workshops und -Livestreams ausprobieren, spannende Berufe kennenlernen und in direkten Kontakt mit

Wissenschaftler:innen treten. Natürlich haben auch unsere Forscherinnen ihre spannenden Arbeitsfelder vorgestellt: den Schülerinnen wurde beispielsweise die ITWM-Software »FIDYST« – die bei der Optimierung von FFP2-Masken zum Einsatz kam – und der Fahrsimulator »RODOS« vorgestellt. Inspiration kam zudem von der aus Kaiserslautern stammenden Youtube-Influencerin Susanne Scherer alias »MathemaTrick«.



www.itwm.fraunhofer.de/girlsday

Wissenschaftliche Fellows am Institut

Um den Austausch mit internationalen Forschenden zu fördern, wurde 2022 ein Fellow-Programm am Fraunhofer ITWM ins Leben gerufen: Prominente Gastwissenschaftler:innen arbeiten in diesem Rahmen für maximal sechs Monate an unserem Institut und bringen ihre Expertise in unsere Forschungsarbeit mit ein. Den Anfang machte Narayan Rangaraj, Professor für Wirtschaftsingenieurwesen und Operations

Research am Indian Institute of Technology in Mumbai. Er beschäftigt sich mit den Bereichen Verkehrsplanung (insbesondere Eisenbahnbetrieb), Logistik und Lieferkettenmanagement, Produktionsplanung und mit Anwendungen im Gesundheitswesen. Im Juni und Juli 2022 arbeitete er zusammen mit unseren Kolleg:innen aus dem Bereich »Optimierung« im Feld der integrierten Verkehrsplanung.



www.itwm.fraunhofer.de/interview_rangaraj

Minister Clemens Hoch übergibt Förderbescheid für »MultiskalenBEV«

Die E-Mobilität als Forschungsfeld verspricht sowohl beim Klimaschutz als auch im Hinblick auf die Effizienzsteigerung innerhalb unserer Verkehrssysteme aussichtsreiche Perspektiven. Im ITWM-Projekt »MultiskalenBEV« (Multiskalen-Batteriemonitoring zur regionen- und nutzungsabhängigen Fahrzeugsimulation) konzentrieren sich unsere Expert:innen auf maßgeschneiderte Lösungen in der virtuellen Entwicklung von E-Fahrzeugen. Im Fokus stehen dabei optimierte Batteriemodelle: Sie sollen

eine hohe rechnerische Effizienz vorweisen, zuverlässig sein und im Entwicklungsprozess eingesetzt werden, um beispielsweise Zustandsverläufe von relevanten Batteriegrößen vorherzusagen. Der rheinland-pfälzische Wissenschaftsminister Clemens Hoch besuchte im Juli 2022 das Institut und übergab unserer Institutsleiterin Prof. Dr. Anita Schöbel einen Förderbescheid über rund 424 000 Euro, mit denen das Land die Forschungsarbeiten von »MultiskalenBEV« bis Ende 2023 unterstützt.



www.itwm.fraunhofer.de/bescheiduebergabe-multiskalen

Highlights 2022/2023



Lebenswerkpreis für Prof. Dr. Helmut Neunzert

Der Bezirksverband Pfalz verleiht jedes Jahr den Zukunftspreis Pfalz für herausragende Innovationen, Höchstleistungen in Forschung und Wissenschaft sowie nachhaltige Entwicklung unserer Region. Mit dem Lebenswerkpreis würdigt er Personen, die sich zeitlebens um diese Bereiche verdient gemacht haben. 2022 ging eine dieser Ehrungen an Prof. em.

Dr. Helmut Neunzert, mit dem unser Institut in ganz besonderer Weise verbunden ist. Er war Mitbegründer und Leiter des Fraunhofer ITWM und ist bis heute wissenschaftlicher Berater des Instituts. In einem Interview erklärte er: »Es ist eine Freude, das Institut wachsen zu sehen und ein Privileg, im Geiste noch etwas am Fraunhofer ITWM ›mitspielen‹ zu dürfen«.



www.itwm.fraunhofer.de/interview-neunzert

High-Tech trifft Tradition – Forschung trifft Design



Das Fraunhofer-Netzwerk »Wissenschaft, Kunst und Design« lud Ende August 2022 zwölf kreative Studierende und Fraunhofer-Forschende zum Summercamp in den Natursteinbruch Schweinstal bei Kaiserslautern ein. Im Ideenwettbewerb mit dem Titel »Future Living – High Tech trifft Tradition« wurden innovative Konzepte und Prototypen entwickelt. Dabei stand die Frage im Vordergrund, wie regionale

Ressourcen verwendet werden können, um Lösungen für urbane Transformationsprozesse zu finden. Die Teilnehmenden bildeten drei Teams und erarbeiteten ein Konzept für eine neue Begegnungsstätte auf dem Pfaff-Gelände in Kaiserslautern sowie neue Produktideen für das Gestaltungsmaterial Sandstein. Ein Team erprobte darüber hinaus Innovationspotenziale bei traditionellen Architekturmodellen.



www.itwm.fraunhofer.de/wkd-summercamp

Hohe Auszeichnung für Kaiserslauterer Finanzmathematiker



Der Gründer und ehemalige Leiter unserer Abteilung »Finanzmathematik« Prof. Dr. Ralf Korn wurde Ende August zum korrespondierenden Mitglied der Schweizer Aktuarvereinigung (SAV) gewählt und ist damit seit deren Gründung 1905 erst der sechste Deutsche, dem diese Ehre zuteil wird. Korn ist darüber hinaus auch Vorstands-

mitglied bei der Deutschen Aktuarvereinigung (DAV) sowie Vorstandsvorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Versicherungs- und Finanzmathematik. Neben diesen Tätigkeiten ist er auch international ein wichtiger Akteur, wenn es darum geht, das Verständnis für Finanz- und Versicherungsrisiken zu verbessern.



www.itwm.fraunhofer.de/korn-sav



Auszeichnung für Dissertation

Unsere Kollegin Dr. Petra Gospodnetić aus der Abteilung »Bildverarbeitung« wurde mit dem Preis des Freundeskreises der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau für ihre herausragende Dissertation ausgezeichnet. Sie hat im Rahmen ihrer Forschung eine Software entwickelt, die eine

automatische Inspektion ermöglicht und so die Qualitätssicherung in der industriellen Produktion verbessert. Dieser Fortschritt ist ein bedeutender Beitrag auf dem Weg zu einer Industrie-4.0-Produktion, beispielsweise in der Fahrzeugherstellung oder der Luft- und Raumfahrt.

 <https://s.fhg.de/auszeichnung-gospodnetic>

Die Vielfalt von KI – eine interaktive Veranschaulichung

Die Wanderausstellung »I AM AI – Ich bin Künstliche Intelligenz« der Organisation IMAGINARY wurde im September 2022 an unserem Institut installiert. Die interaktiven Exponate zeigten den Besucher:innen verschiedene Funktionsweisen und Handlungsmöglichkeiten Künstlicher Intelligenzen auf, darunter beispielsweise die Erkennung von Sprache und das Lernvermögen neuronaler Netzwerke.

Unter anderem besuchten auch Teilnehmerinnen der MINT-EC-Math-Talent-School 2022 die Ausstellung, welche eine ganze Woche lang bei uns am Institut an Workshops teilnahmen.



 www.itwm.fraunhofer.de/iam-ai

»IT kann nie statisch sein, insbesondere nicht bei uns«

Die IT-Infrastruktur eines Forschungsinstituts bringt einige Herausforderungen mit sich, die sich von den Bedürfnissen anderer Branchen teilweise stark unterscheiden. Seit Oktober 2022 leitet Christian Peter unseren IT-Bereich. Im Interview erläutert er, wie er seine neue Aufgabe am Fraunhofer ITWM sieht und wie es um die Energiebilanz seines Bereichs bestellt ist.

In unserem Institut werden moderne, flexible Arbeitsweisen gelebt. Dazu gehört das Teilen von Führungsaufgaben, was Sie nun auch im IT-Bereich etabliert haben. Wie ist die IT nun aufgestellt?

Mit der Übernahme der Leitungsrolle war es mir wichtig, für die IT ein neues Führungsmodell umzusetzen. Bei den Leitungsaufgaben werde ich unterstützt durch drei langjährige Mitarbeiter, die mit mir zusammen den IT-Führungskreis bilden: Dieter Eubell, Mirko Spell und Dominic Schunk. Jeder von uns ist gleichzeitig als Teamleiter verantwortlich für einen der vier Teilbereiche unserer IT.

Unverändert ist die Mission der IT, die mit ihrer Unterstützung für die beiden Betriebssystemwelten Windows und Linux die Grundlagen für die wissenschaftliche Forschung am Institut schafft – vom Mobilgerät über den schlanken, virtualisierten Arbeitsplatz bis hin zum Hochleistungsrechner.

Die IT muss Anforderungen unterschiedlichster Gruppen erfüllen ...

... ja, als zentrale Abteilung decken wir die IT-Anforderungen in einem breiten Spektrum ab. In einem Forschungsinstitut gilt es dabei besonders, sich auf kontinuierliche Modernisierung, neue Technologien und auch auf ständig wechselnde Anforderungen einzustellen. Diese Anforderungen und Wünsche nehmen wir im Tagesgeschäft über den IT-Servicedesk auf, beraten und unterstützen per E-Mail, telefonisch, im Videochat oder vor Ort. Die IT-Kommission (ITK) bietet uns monatlich die Gelegenheit, die größeren Themen mit Vertreterinnen und Vertretern der Fachabteilungen abzustimmen und in die Gestaltung und Planung einzusteigen. Über das IT Strategy Board werden größere IT-Projekte mit den Fachabteilungsleitungen abgestimmt und das notwendige IT-Budget diskutiert.

Fortschreitende Digitalisierung und Virtualisierung bestimmen den Arbeitsalltag; welche Herausforderungen ergeben sich damit?

In den letzten beiden Jahren hat die Chipkrise gezeigt, wie zerbrechlich die Lieferketten für Elektronikkomponenten und IT-Ausstattung sind. Lieferzeiten im gesamten IT-Bereich wurden dadurch plötzlich unvorhersagbar, es kam dadurch auch bei uns zu Verzögerungen bei einigen internen Projekten.

2000
physische und
virtualisierte
Computersysteme bilden
das Rückgrat für
die Forschungsarbeiten.



Der Herr der Rechner: IT-Leiter Christian Peter vor einem der drei Compute-Cluster des Instituts

Eine weitere, noch aktuelle Herausforderung ist der Bereich der Cyber Security bzw. Informationssicherheit. Wachsenden Bedrohungen begegnet man durch steigende regulatorische Anforderungen im Bereich der Informationssicherheit. Ein Beispiel dafür ist die TISAX-Prüfung des Instituts als Grundlage für die Kooperation mit der Fahrzeugindustrie. Die Umsetzung entsprechender Maßnahmen ist dann eine zusätzliche, ständig wachsende Aufgabe für die IT – aber auch für andere Bereiche des Instituts.

Das energieintensive Hochleistungsrechnen ist eine der Kernkompetenzen des Instituts; wie sieht die Energiebilanz unserer Hardware insgesamt aus?

Von Anfang an war das Thema Energieeffizienz ein wichtiges Entscheidungskriterium – von der Konzeption des Gebäudes bis hin zur Auswahl und dem Betrieb der IT-Komponenten.

Unsere Rechenzentren werden die meiste Zeit des Jahres mit Außenluft gekühlt statt auf klassische Klimaanlage zu setzen. Die Abwärme unserer Rechenzentren kann zum Heizen der Bürotage und Atrien genutzt werden, das reduziert den Bedarf an klassischer Heizenergie bzw. Fernwärme enorm. Innerhalb der Serverräume achten wir nicht nur auf die Auswahl leistungsfähiger und stabiler Hardware-Komponenten, sondern wir behalten immer die Energieeffizienz im Blick. Dazu gehört eine dynamische Lastregelung bei unseren Hochleistungsrechnern genau wie der Einsatz modernster Virtualisierungstechnologie. Durch sie verringern wir die Anzahl nötiger Systeme und erschließen neue Einsatzfelder im wissenschaftlichen Bereich, wo früher noch energieverschwendende Workstations notwendig waren.

Energie

Wir leben die Energiewende: Denn ein Schwerpunkt unserer Forschung liegt auf erneuerbaren Energien, Effizienztechnologien, intelligenten Netzen sowie auf der Digitalisierung der Energiewirtschaft. Vor allem kleinen und mittelständischen Unternehmen bieten wir unsere Entwicklungsangebote an. Immer steht dabei eine sichere, nachhaltige wirtschaftliche sowie sozial gerechte Versorgung im Zentrum.

Unser Auftrag: Energie berechenbar machen

Wie Energie erzeugt, verteilt und genutzt wird, ist täglich Thema im öffentlichen Diskurs. Denn Energie ist eines der dominierenden politischen und gesellschaftlichen Themen unserer Zeit – und aus diesem Grund erklärter Leitmarkt der Fraunhofer-Gesellschaft. Seit Jahren befassen sich daher viele Forschende am Fraunhofer ITWM mit unterschiedlichen Aspekten rund um das Thema Energie. Sie leisten einen Beitrag für die Energieversorgung der Zukunft.

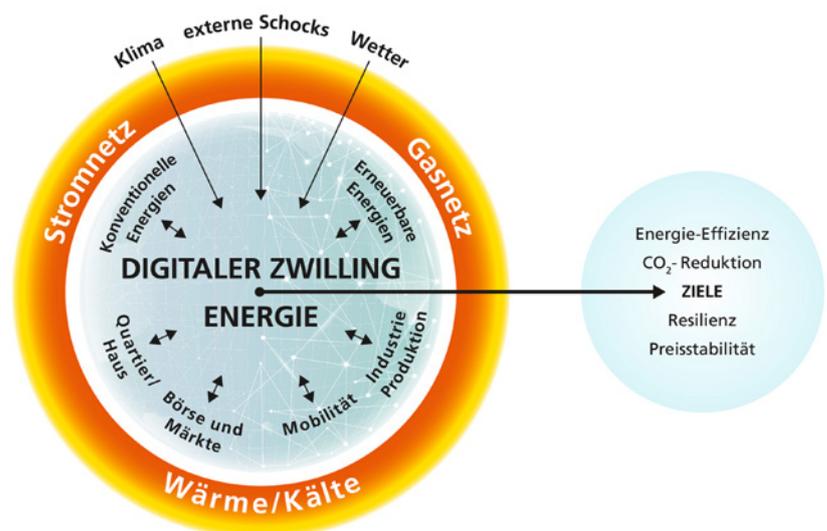
In vielen Projekten und Bereichen suchen wir nach Lösungen, um unser Leben nachhaltiger zu gestalten: Wir entwickeln innovative Batterietechniken, forschen an einer verbesserten Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität, optimieren bestehende Technologien zum Erzeugen erneuerbarer Energie oder managen deren Nutzung und Verbrauch. Wir arbeiten an neuen klimafreundlichen Technologien und suchen gemeinsam mit Unternehmen nach Lösungen, deren Energieverbrauch zu reduzieren, um nur einige Beispiele zu nennen. Hinzu kommen zahlreiche Projekte, die sich mit dem Energie- und Flexibilitätsmarkt beschäftigen.

Mit Mathematik Energie sparen

Mathematik kommt also bei uns in unterschiedlichen Bereichen rund um das Thema Energie zum Einsatz. Dieses vielfältige Wissen unserer Forschenden gilt es für unsere Vision zusammenzuführen: die Entwicklung eines Digitalen Zwilling, der verfügbare Energie, den benötigten Verbrauch sowie Einsparpotenziale abbildet und so zu mehr Resilienz und Preisstabilität am Strommarkt beiträgt. Das ist ein Ziel, an dem viele von uns auf ganz unterschiedliche Weise mitarbeiten. Denn am Fraunhofer ITWM modellieren, simulieren und optimieren wir Energie und machen sie berechenbar.

Vielfalt schafft Veränderung

Die Vielfalt der Themen, mit denen wir uns befassen, zeigt, dass die Energiewende eine Gemeinschaftsaufgabe ist. Viele Zahnräder müssen ineinandergreifen, um das große Ganze zu bewegen. Am Fraunhofer ITWM haben wir bereits einiges in Gang gesetzt. Eine Auswahl unserer Projekte stellen wir auf den nächsten Seiten vor.



Unsere Projekte decken viele Bereiche rund um das Thema Energie ab. Das übergeordnete Ziel und unsere Vision: Ein Digitaler Zwilling, der die unterschiedlichsten Ebenen abbildet.



Infrastruktur planen und auslegen

Existenz und Wohlstand jedes Einzelnen hängen von der Energieversorgung ab

Die Basis für das erfolgreiche Umsetzen der Energiewende ist eine leistungsfähige Infrastruktur: Auf das intelligente Zusammenspiel von Strom-, Gas- und Wärmenetzen kommt es an. Zahlreiche Projekte an unserem Institut tragen dazu bei – die Auswahl zeigt die Vielfalt der wissenschaftlichen Herausforderungen.

Li-Ionen-Batterien modellieren und simulieren

Das Fraunhofer ITWM ist Mitglied der Fraunhofer Allianz Batterie. Diese sieht leistungsfähige Batterien als Schlüsselkomponente mobiler und stationärer elektrisch betriebener Anwendungen und erforscht die hohen technischen Anforderungen beispielsweise hinsichtlich Lebensdauer und Betriebssicherheit. Denn die Elektromobilität stellt hohe Anforderungen an die elektrochemischen Speicher, vor allem Lithium-Ionen-Batterien. Computersimulationen unterstützen beim Beurteilen der Leistungsfähigkeit möglicher neuer Batteriezellen sowie beim Verstehen der mikroskopischen Zusammenhänge. Dazu bietet unsere Abteilung »Strömungs- und Materialsimulation« mit dem »Battery and Electrochemistry Simulation Tool« (BEST) ein Simulationswerkzeug, das den Ionen-, Ladungs- und Energietransport durch physikalische Gesetze beschreibt – und damit die Automobilproduktion sowie Unternehmen zur Herstellung elektrischer Energiespeicher dabei unterstützt, langlebige und sichere Batterien mit höherer Kapazität und gleichzeitig verbesserter Leistungsdichte zu bauen.



www.itwm.fraunhofer.de/elektrochemie-batterien

EU-Projekt UPWARDS: Simulation der Physik von Windkraftanlagen und Rotordynamiken

Das EU-Projekt »UPWARDS – Understanding of the Physics of Wind Turbine and Rotor Dynamics through an Integrated Simulation Framework« hat das Ziel, sowohl größere und besser ausgelegte Windkraftanlagen zu ermöglichen, als auch die Kapazitäten der Windenergie zu erhöhen. Die Abteilung »Systemanalyse, Prognose und Regelung« entwickelt im Projekt die nächste Generation von multiphysikalischen Simulationen, die auf Windströmung, Turbinenmechanik und deren Zusammenspiel spezialisiert sind. Diese Plattform ermöglicht eine kostengünstigere und schnellere Entwicklung von Prototypen für Windkraftanlagen. Ein Konsortium von elf Partnern (Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten) aus acht Ländern sowie zwei Kontinenten setzt das Projekt um.



www.itwm.fraunhofer.de/upwards



© freepik

Seismisches Erkunden des Erduntergrundes

In einem unserer ältesten Energieprojekte entwickelte das Team um Dr. Norman Ettrich aus dem Bereich »High Performance Computing« auf dem Gebiet der seismischen Datenverarbeitung ursprünglich Algorithmen und produktionsfertige Softwarelösungen für Unternehmen aus dem Öl- und Gasbereich. Diese wurden so bei der Suche nach Erdöl und Erdgas unterstützt. Inzwischen gibt es neue Aufgaben: der Untergrund kann als Speicher für Treibhausgase künftig eine Rolle spielen. Mit verbesserten Algorithmen für Maschinelles Lernen (ML) und neuen Konzepten im High Performance Computing werten unsere Forschenden die Seismik-Daten inzwischen noch detailgenauer aus. Diese Technik hilft auch bei der Planung von Windkraftwerken im Meer und von Wärmekraftwerken im städtischen Raum.



www.itwm.fraunhofer.de/PM_seismischesimaging

Planung von Photovoltaik-Kraftwerken

Die Kraft der Sonne spielt eine wichtige Rolle mit immer größer werdenden Anteilen am Energiemix. Die Planung von Photovoltaikkraftwerken ist allerdings sehr komplex. Die große Zahl an Freiheitsgraden bei der Auswahl und Platzierung der verschiedenen Komponenten macht es nahezu unmöglich, die bestmögliche Anlage manuell zu bestimmen. Unser Bereich »Optimierung« entwickelt eine Softwarelösung für automatisierte Prozesse, die den Planungsaufwand drastisch reduzieren und dabei helfen, den vorhandenen Optimierungsspielraum gewinnbringend zu nutzen.



www.itwm.fraunhofer.de/pv-kraftwerke



© freepik

Unsere Software erleichtert die Planung großer Photovoltaikkraftwerke.

Ammoniak als Wasserstoffspeicher

Mit dem EFRE-Projekt AMMONPAKTOR entwickeln wir ein innovatives, kompaktes Reaktorkonzept, um Ammoniak als Energiespeicher für Wasserstoff verfügbar zu machen. Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM in Mainz schaffen drei Abteilungen unseres Instituts dafür gemeinsam wichtige Grundlagen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft hat die Wasserstofftechnologie als eines ihrer strategischen Forschungsfelder definiert. Sie sieht die Technologie als einen Schlüssel zur Transformation der Industrie in Richtung nachhaltige Wertschöpfung und damit auch bei der Sicherung des Industriestandorts Deutschland. »Im Projekt Ammonpaktor geht es darum, das Potenzial von Ammoniak als Speichermedium für Wasserstoff zu erforschen«, sagt Prof. Dr. Michael Bortz, der das Projekt seitens des Fraunhofer ITWM leitet.

sind Power-to-X-Kraftstoffe, die als Energieträger für erneuerbare Energien dienen. »Power-to-X« meint dabei den Prozess der Umwandlung von Strom (Power) in andere Stoffe (X).

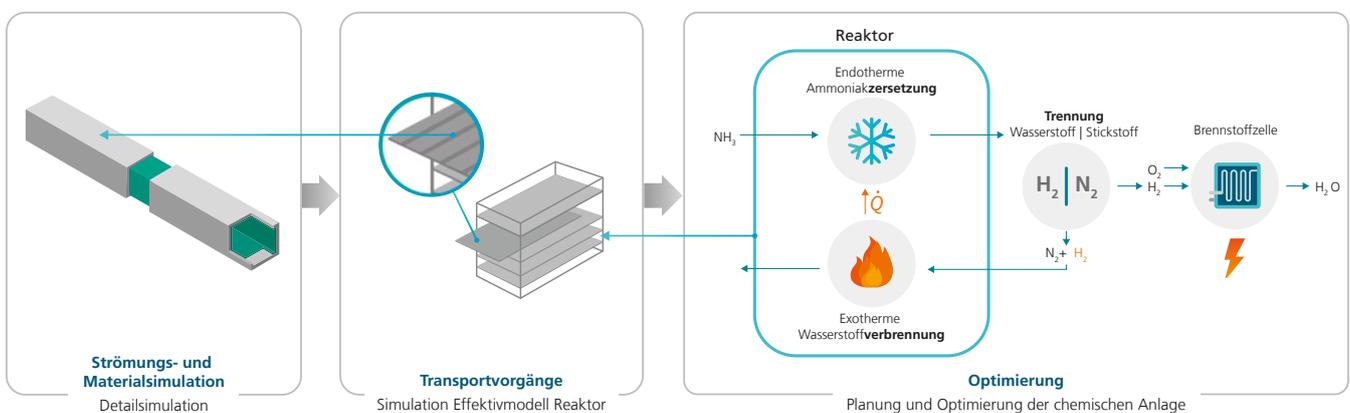
Wasserstoff gilt derzeit als wichtigster Kraftstoff dieser Art. »Bevor Wasserstoff aber großflächig zum Einsatz kommen kann, gilt es Hürden beim Transportieren und Speichern zu überwinden – dafür brauchen wir Ammoniak«, erklärt Forscherin Dr.-Ing. Julie Damay.

Power-to-X: Wasserstoff als Schlüssel zu mehr Nachhaltigkeit

Wirtschaftszweige wie Transport, Logistik oder die Fertigungsindustrie decken ihren enorm hohen Energiebedarf gegenwärtig noch überwiegend über fossile Energieträger. Alternativen

Brennstoffzellenfahrzeuge betanken

Die gasförmige Wasserstoff-Stickstoff-Verbindung Ammoniak (NH_3) findet bislang vor allem beim Herstellen von Düngemitteln, Arzneien oder auch Sprengstoff Verwendung. Das Ziel im Projekt Ammonpaktor ist es, ein



Im Projekt AMMONPAKTOR soll eine Demonstrationseinheit bestehend aus der Wasserstoffherzeugung, der Gasaufbereitung und der Verstromung in einer Brennstoffzelle entwickelt werden.



© freepik

Betankungsmodul auf Basis innovativer Katalysator-technologie und mikrostrukturierter Reaktortechnik zu entwickeln, das aus Ammoniak Wasserstoff für Tankstellen erzeugt. An diesen sollen dann Brennstoffzellenfahrzeuge mit Wasserstoff betankt werden. Es soll eine Demonstrationseinheit – bestehend aus der Wasserstoffherzeugung, der Gasaufbereitung und der Verstromung in einer Brennstoffzelle – entstehen.

Fraunhofer-Institute forschen gemeinsam

Forschende des Fraunhofer IMM entwickeln auf Ammoniak basierte Systeme zur mobilen und dezentralen Energieversorgung. »Wir an unserem Institut erarbeiten einen Vorschlag für einen optimalen Reaktor, der das Herstellen von Wasserstoff aus Ammoniak effizient gestaltet«, so Damay. An diesem Digitalen Zwilling wirken drei Abteilungen mit:

- Abteilung »Strömungs- und Materialsimulation« führt Detailsimulationen der Reaktion unter Berücksichtigung der Katalysatorschicht und -verteilung in einzelnen Kanälen durch.
- Abteilung »Transportvorgänge« simuliert ein Effektivmodell des gesamten Reaktors.
- Bereich »Optimierung«: Leitet das Projekt und plant die chemische Anlage.

AMMONPAKTOR wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für die regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.



www.itwm.fraunhofer.de/ammonpaktor

Innovatives Reaktorkonzept

Die Virtualisierung von Reaktordesign und Betriebsführung ist das Ziel der Forschungsarbeiten am Fraunhofer ITWM. Zunächst erarbeiten wir eine methodische Herangehensweise zur Gesamtprozessmodellierung und beziehen unterschiedliche Modellierungsskalen mit ein: Die Vorgänge im Reaktor werden durch eine Simulation der reaktiven Strömung abgebildet; die Ergebnisse werden in einem nächsten Schritt mit Messdaten kalibriert. Anschließend steht ein verlässliches Modell zur Verfügung, das eine Formoptimierung des Reaktors sowie eine Optimierung der Betriebsführung ermöglicht. Die Betriebsweise des Reaktors soll dann auf jeweilige Gegebenheiten bestmöglich angepasst werden können.

Energiewende weiter antreiben

Die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IMM kombiniert dessen Expertise mit unseren detaillierten Simulationsrechnungen. »Noch besteht erheblicher Forschungsbedarf, um die industrielle Anwendung von Wasserstoff als Energieträger zu realisieren. Gelingt das Vorhaben, leisten wir einen weiteren Beitrag zur Beschleunigung der Energiewende«, unterstreicht Bortz.

Kontakt

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



Energiemanagement in Gebäuden, Wohnquartieren und Unternehmen

Wenn die Infrastruktur steht, kommt Energie in Fluss – in vielen Projekten forschen wir an reibungslosen Abläufen, einem optimierten Betrieb oder verbesserten Steuerungsmechanismen. Unsere Projektauswahl bietet einen Einblick.

OpenMeter – Daten- und Analyseplattform zur Steigerung der Energieeffizienz

Die Digitalisierung der Energiebranche erfordert, dass immer mehr Messdaten erfasst werden. Auch der Bedarf, diese abzurufen und auszuwerten steigt. Der einfache, offene Zugriff auf vielfältige und umfangreiche reale Verbrauchsdaten aus dem deutschen Energiesystem ist ein wichtiges Anliegen von Forschung, Industrie und öffentlichen Institutionen, für das die Abteilung »Systemanalyse, Prognose und Regelung« gemeinsam mit fünf Partnern im Projekt »Open Energy Meter Data« eine digitale Plattform entwickelt. Hierbei werden basierend auf einer performanten offenen Datenplattform mathematische Methoden der Künstlichen Intelligenz mit Expertenwissen aus der Energietechnik kombiniert.



www.itwm.fraunhofer.de/open-meter

Software GEOS: Energieversorgung von Gebäuden planen

Bei der Planung eines Gebäudes von Anfang an das optimale Energiekonzept mitplanen – dafür hat unser Bereich »Optimierung« gemeinsam mit der Firma Goldbeck eine Energie-Optimierungs-Software (GEOS) entwickelt. Sie rechnet binnen Sekunden hunderte Energie-Szenarien durch und

visualisiert die vielversprechendsten verständlich. Diese dienen anschließend als Grundlage für nachfolgende Detailplanungen. GEOS vergleicht sinnvolle Kombinationen von Energieerzeugern bezüglich verschiedener Kennzahlen. Das sind insbesondere Investitions- und Betriebskosten, aber auch zu erwartenden CO₂-Ausstoß oder den Komfort des Kühlsystems.



www.itwm.fraunhofer.de/geos

Bisher lag in der Entwicklung ein Schwerpunkt auf Bürogebäuden und Schulen, nun werden Lösungen für andere Gebäudetypen erarbeitet.



© freepik

Amperix in schwimmendem Wohnquartier

Schoonschip ist ein schwimmendes, energieautarkes Wohnquartier in Amsterdam und ein ganz besonderer Einsatzort von Amperix. 30 Häuser mit 47 Wohneinheiten teilen sich einen sehr klein dimensionierten Netzanschluss mit rund 150 kW Gesamtleistung und heizen mittels Wärmepumpen. Das von unserem Team »Green by IT« im Bereich »High Performance Computing« entwickelte Energiemanagementsystem steuert die dortigen Stromspeicher und implementiert eine Sektorenkopplung: Ein Wärmespeicher mit Wärmepumpen ist mit Ladestationen für Elektroautos kombiniert. Verbrauchsspitzen werden kontrolliert und dadurch die Lastverschiebung optimiert.

Ganzheitliches Energiemanagement ist unser Ziel



www.itwm.fraunhofer.de/amperix

Ganzheitliches Energiemanagement mit ENERDIG

ENERDIG steht für »Energiemanagement 2.0, Digitalisierung, KI, Optimierte Prozesse« und zielt auf ein ganzheitliches Energiemanagement ab. Angesiedelt ist das Projekt im Leistungszentrum »Simulations- und Software-basierte Innovation«, welches die Forschung von vier beteiligten ITWM-Abteilungen bündelt. Forschende aus den Bereichen »Optimierung« und »High Performance Computing« sowie den Abteilungen »Transportvorgänge« und »Systemanalyse, Prognose und Regelung« bringen ihre Expertise ein. Digitalisierung und Künstliche Intelligenz sollen den Energieverbrauch in Produktion und Gebäuden reduzieren, ihn an die fluktuierende Erzeugung anpassen und Energieumwandlungsprozesse effizienter steuern.



www.itwm.fraunhofer.de/enerdig-pm

Risikocontrolling für Energieunternehmen

Energieunternehmen sind einer Vielzahl von Risiken ausgesetzt, deren Kontrolle und Steuerung elementare Bestandteile der Unternehmensführung sind. Unsere Abteilung »Finanzmathematik« bietet eine Risiko-Controlling Software, die über Standards hinausgeht und alle relevanten Risiken bewertet. Auch das Erweitern um individuelle Risiken (zum Beispiel Niederschlag bei Wasserkraft) sind möglich. Ein breites Methodenportfolio steht dabei zur Verfügung.



www.itwm.fraunhofer.de/Risikocontrolling-Energie



Auf dem Weg zum klimaneutralen Institut

Es ist das erklärte Ziel der Fraunhofer-Gesellschaft, die eigene Organisation bis zum Jahr 2030 klimaneutral zu betreiben und Fraunhofer als Vorbild für Wissenschaft und voranzugehen. Zur Umsetzung der Klimastrategie hat der Vorstand die Taskforce Klimaneutralität ins Leben gerufen, der auch Dr. Franz-Josef Pfreundt, Chief Strategy Officer des Bereichs »High Performance Computing« am Fraunhofer ITWM, angehört. Die Themen Klimaschutz und Energie begleiten ihn seit Jahren.

High Performance Computer und Energie – das sind zwei Themen, die wir am Fraunhofer ITWM seit langer Zeit mit Ihrer Person verbinden. Wie gehören diese beiden Themenkomplexe zusammen?

Die Themen passen auf mehrere Weise zusammen: Offensichtlich verbrauchen HPC-Rechner

viel Strom, deshalb spielt das Thema der Energieeffizienz für uns eine große Rolle. In der HPC-Welt gibt es die »Green500-Liste«, das ist eine Umsortierung der 500 schnellsten Rechner der Welt nach ihrer Energieeffizienz. Das Fraunhofer ITWM hat übrigens im Jahre 2008 mit einem System basierend auf dem IBM Cell Prozessor den ersten Platz belegt. Eher Software-technisch ist der Bezug zu unserem Energiesystem.

Zur Person

Dr. Franz-Josef Pfreundt ist Mitbegründer des Fraunhofer ITWM in Kaiserslautern und hat unseren Bereich High Performance Computing aufgebaut. Er wurde gemeinsam mit seinem Forschungsteam mit dem Fraunhofer Forschungspreis für die Entwicklung der Mikrostruktursimulation ausgezeichnet und hat den IBM Faculty Award für die Entwicklung von Anwendungen auf der innovativen IBM Cell BroadBand Engine erhalten.

Seine Forschungsschwerpunkte sind die Programmierung verteilter Rechnersysteme, das Entwickeln von Big Data Anwendungen sowie von Software-Werkzeugen im Bereich HPC und KI. Die Entwicklung von IT-Lösungen, die den Anteil an erneuerbaren Energien für die Energieversorgung steigern, bilden einen weiteren Schwerpunkt seiner Forschungsaktivitäten.

In unserem Bereich geht es um verteiltes Rechnen, um die Frage, wie ich Software, die auf vielen Rechnersystemen läuft, koordiniere und dazu bringe gemeinsam eine Aufgabe zu lösen. Damit verwandt ist die Aufgabe, unser stark dezentrales Energiesystem zu managen. Beides zusammen hat dazu geführt, dass wir in der HPC 2011 die Gruppe »Green by IT« gegründet haben. Aus diesem Team ist schließlich das Spin-Off »Wendeware AG« entstanden, die mit ihrem Energiemanagementsystem erfolgreich komplexe Energiesysteme managed.

Sie gehören zu den Urgesteinen des Instituts, waren stark in die Planung des Gebäudes involviert. Wie kommt es, dass Sie sich als Mathematiker so stark auch auf dieses Gebiet spezialisiert haben?

Ich habe in den Jahren der Ölkrise Mathematik und Physik studiert und habe von Anfang an versucht mein Know-how als mathematischer Physiker in den Dienst der Umwelt – hier des effizienten Einsatzes von Energie – zu stellen. So habe ich während meiner Promotionszeit als Nebenjob verschiedene Energiesysteme simuliert. Das Thema hat mich seither nicht mehr losgelassen – privat wie auch beruflich.

Heute unterstützen Sie das Fraunhofer ITWM als Projektleiter der Arbeitsge-

meinschaft »Klimaneutralität«. Welche Ziele verfolgen Sie?

Unser Ziel ist es unser Institut im Rahmen der Fraunhofer-Strategie zur Klimaneutralität so schnell wie möglich CO₂ neutral zu machen. Da wir viel Energie verbrauchen, ist das nicht ganz einfach und auch nicht preiswert. Wie schon beim Bau des Fraunhofer ITWM im Jahr 2004 setzen wir dabei auf Maßnahmen in der Architektur – das ist immer die günstigste Variante – sowie auf die Nutzung von Umweltenergie; in Zukunft hier eher auf Geothermie und die Eigenerzeugung von elektrischer Energie.

Jetzt wird's persönlich: Wie wichtig ist Ihnen das Thema Klimaschutz und was liegt Ihnen besonders am Herzen?

Meine Antwort auf die zweite Frage hat es schon angedeutet: Ich bin seit 1981 politisch für das Thema einer lebenswerten Umwelt aktiv. Das Problem der Klimaerwärmung durch menschliche Aktivitäten ist mir seit 40 Jahren bewusst und treibt mich immer wieder an, mich für den Klimaschutz zu engagieren. Besonders am Herzen liegt mir, dass wir es endlich angehen, den Autoverkehr in unseren Städten drastisch zu reduzieren und den Menschen in den Mittelpunkt der Stadtplanung stellen. In Kaiserslautern ist da bisher wenig passiert – es gab ja auch keine langfristige Stadtplanung – aber es gibt Hoffnung.

Kontakt

Dr. Franz-Josef Pfreundt
Chief Strategy Officer »High
Performance Computing«
Telefon +49 631 31600-4459
franz-josef.pfreundt@itwm.fraunhofer.de



Energienetze im Blick

Zukunfts-
technologien
für die
Energiewende
entwickeln

Wie hoch ist der Energiebedarf von Wirtschaft und Gesellschaft, wie viel Energie steht überhaupt zur Verfügung? Dieses Wissen ist für den Wirtschaftsstandort Deutschland enorm wichtig. Unterschiedliche Projekte liefern hierauf Antworten.

Enerquant: Quantencomputing für die Energiewirtschaft

Im BMWi-geförderten Projekt entwickeln unsere Abteilung »Finanzmathematik« Algorithmen für Qubit-basierte Quantencomputer und Quantensimulatoren zur Lösung eines energiewirtschaftlichen Fundamentalmodells mit stochastischen Einflussgrößen. Die entwickelten Algorithmen werden in einem Prototyp implementiert und auf einem Quanten-Annealer getestet.



www.itwm.fraunhofer.de/enerquant

ENets: Energienetze modellieren und steuern

Bislang werden die Strom- und Gasmärkte getrennt voneinander analysiert – um den tatsächlich zu erwartenden Energieverbrauch insgesamt zu erkennen, erstellt das Projektteam von ENets mathematische Prognosemodelle. Diese geben zum Beispiel Aufschluss darüber, wie sich der Bedarf an Strom im Jahresverlauf entwickelt. Im BMBF-Projekt arbeiten vier wissenschaftliche Partner gemeinsam mit vier aus der Industrie.



www.itwm.fraunhofer.de/enets

COpt2: Trinkwasserversorgung energieeffizienter machen

Das durch den Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung und das Land Rheinland-Pfalz geförderte Projekt COpt2 untersuchte Arbeitsabläufe von Wasserversorgungsunternehmen, um diese zu verbessern. Zusätzlich wurden Ideen entwickelt, um Ausfällen vorzubeugen. Die von unserem Bereich »Optimierung« entwickelte Software lief zunächst als Digitaler Zwilling parallel zum laufenden Betrieb, inzwischen werden die Pumpen nach unseren Vorschlägen gesteuert.



www.itwm.fraunhofer.de/copt2



© freepik

DingFEST: Digitaler Zwilling überwacht und steuert Fernwärmenetze

Das Potenzial von Fernwärmenetzen als regionale Energiespeicher für den Stromsektor wird bisher kaum ausgeschöpft. Die Fernwärme der Zukunft als zentraler Baustein eines nachhaltigen Energiesystems erfordert innovative Regelungskonzepte sowie neue kommunikative Ansätze. Im vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderten Projekt »EnEff:Wärme – DingFEST« entwickelt ein Team unserer Abteilung »Transportvorgänge« gemeinsam mit der GEF Ingenieur AG und den Technischen Werken Ludwigshafen AG einen »Digitalen Zwilling zur flexibilisierten und effizienzoptimierten Steuerung dezentralisierter Fernwärmenetze«.



www.itwm.fraunhofer.de/dingfest

MathEnergy: Energienetze der Zukunft gestalten

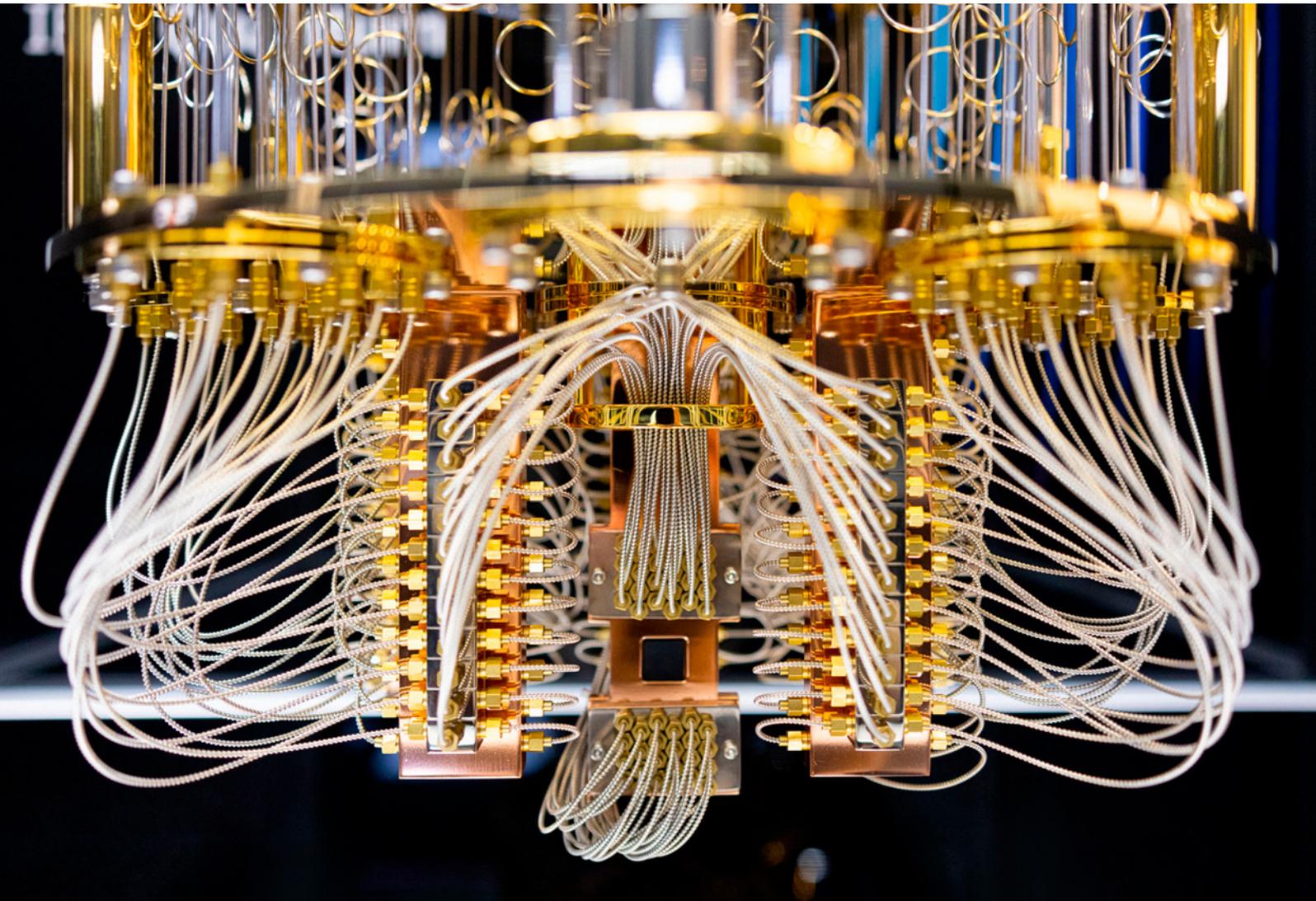
Das Projekt MathEnergy steht für die Berechenbarkeit der Energiewende und richtet den Blick auf den kompletten Energiekreislauf: Die Forschenden unserer Abteilungen »Systemanalyse, Prognose und Regelung« und »Transportvorgänge« berücksichtigen in ihren Modellierungen und Simulationen das Erzeugen und Umwandeln, den Transport, die Speicherung und den Verbrauch von Energie in Strom-, Gas- und Wärmenetzen. Dabei werden insbesondere netzübergreifende, modellbasierte Monitoring- und Regelungskonzepte für Planung und Betrieb des elektrischen Transport- und Verteilnetzes erarbeitet.



www.itwm.fraunhofer.de/mathenergy



*Anregende Diskussion:
Jan Moring und Andreas
Wirsén gehören zum Team
von MathEnergy.*



Quantencomputing

Das Fraunhofer-Kompetenznetzwerk Quantencomputing ist die erste Anlaufstelle für alle, die am und mit dem Quantencomputer forschen wollen. In diesem Netzwerk haben sich regionale Kompetenzzentren in sieben Bundesländern mit jeweils eigenen Forschungsschwerpunkten, die sich wiederum aus Fraunhofer-Instituten zusammensetzen, zusammengeschlossen. Das gemeinsame Ziel: Die Erforschung und Entwicklung von neuen technologischen Lösungen auf dem Gebiet des Quantencomputings.

Kaiserslautern als exzellenter Standort für Quantencomputing (QC)

Seit 2020 steht das Kompetenzzentrum Quantencomputing am Fraunhofer ITWM für Forschung der Zukunftstechnologie. Es bündelt aktuell rund 15 Projekte mit verschiedensten Ausrichtungen und legt seinen Fokus auf Quanten High Performance Computing. Von Quantenchemie über Finanzmathematik, Projekten mit Energieschwerpunkt über Materialsimulation bis hin zur Bildverarbeitung – alle Projekte gehen der Frage nach, wie und wo quantenbasierte Rechenstrategien zum Einsatz kommen und welche komplexen Fragestellungen damit (besser) gelöst werden können.

Das Zentrum ist eines von inzwischen acht, die zusammen das deutschlandweite Fraunhofer-Kompetenznetzwerk Quantencomputing bilden. Sie tragen dazu bei, die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen in Deutschland zu stärken. Auch Grundlagenschulungen oder Workshops für Quanten Maschinelles Lernen (QML) gehören inzwischen zum Repertoire des Kompetenzzentrums, darunter auch zwei zertifizierte Schulungsreihen im internen Fraunhofer-Projekt »Quantum Technology Professional«. Unsere Abteilung »Finanzmathematik« gibt darüber hinaus spezifische Schulungen für die Finanzwelt.

Quantencomputing als Investition in die Zukunft

Dr. Valeria Bartsch leitet die abteilungsübergreifende QC-Gruppe von Beginn an. Das Kernprojekt nennt sich AnQuC – kurz für Anwendungsorientiertes Quantencomputing. Es ist bereits Phase drei von AnQuC. »Sie haben die Anschubfinanzierung gut genutzt«, betonte der Rheinland-Pfälzische Wissenschaftsminister Clemens Hoch bei der Bescheidübergabe. In der nächsten Förderphase vertiefen die Forschenden die Arbeitspakete. Dazu gehört auch, weitere Anwendungen zu identifizieren – eine Strategie, die auch der Industrielle Beirat bestärkt. Er besteht aus Vertretenden von BASF, Debeka, der Deutschen Bahn und Schaeffler.



Knapp drei Mio. Euro für das Angewandte Quantencomputing am Fraunhofer ITWM: Wissenschaftsminister Clemens Hoch übergibt den Förderbescheid an Institutsleiterin Prof. Dr. Anita Schöbel.

»Die Technologie galt vor Jahren noch als großes Versprechen weit in der Zukunft. Auch jetzt ist noch vieles offen, deshalb braucht es unsere Forschung«, so Bartsch. »Aber bereits in naher Zukunft werden wir in der Lage sein, abzuschätzen wie ein Weg zur Quantenüberlegenheit in der Industriepraxis aussehen kann. Wir sind bereits in Verhandlungen mit Unternehmen zu weiteren Projekten.«

Bartsch wurde zudem 2022 in den Vorstand des Arbeitskreises »High Performance und Quantum Computing« der Bitkom gewählt. »Das Ziel der Gruppe ist es vor allem auch kleine Firmen über die Bedeutung von Höchstleistungsrechnen und Quantencomputing zu informieren und den Zugang zu erleichtern«, so die Expertin.

Kontakt

Dr. Valeria Bartsch
Teamleiterin Next Generation
Computing – Quanten Computing
Telefon +49 631 31600-4741
valeria.bartsch@itwm.fraunhofer.de



www.itwm.fraunhofer.de/quantencomputing



© freepik

15

Projekte mit vielfältigen Ausrichtungen

»QUIP« sorgt für internationalen Quantennachwuchs

Eins der neuen Projekte ist »QUIP«. Die Quanten-Initiative Rheinland-Pfalz stellt den wissenschaftlichen Nachwuchs in den Mittelpunkt. Im Zusammenschluss der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU), dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) und dem Fraunhofer ITWM ist das Ziel junge Forschende mit konkreten Maßnahmen für das Wirtschaftsfeld »Quantencomputing« fit zu machen. Die Initiative wird vom Rheinland-Pfälzischen Ministerium für Wissenschaft und Gesundheit (MWG) gefördert und bietet ein detailliertes und breites Forschungsprogramm zur Aus- und Weiterbildung sowie Vernetzung.

Besonders wichtig: Internationale Menschen auch für den Standort zu begeistern. »Wir ermutigen Studierende sich bei uns in Rheinland-

Pfalz einzubringen«, so Dr. Xiaoyin Cheng, Projektleiterin am Fraunhofer ITWM. »Zum Beispiel in unserem Quanten-Graduiertenzentrum, ein zentrales Element von QUIP. Alle Promovierenden mit Themen »Quantencomputing« oder »Quantentechnologien« sind eingeladen, sich hierfür zu bewerben. Wir unterstützen sie aktiv mit individuellen Fortbildungen und einem breiten Programm«.

Den Auftakt zu den QUIP-Veranstaltungen bildete im Juni 2023 ein zweitägiger Workshop mit Postersession und mehreren Gastvorträgen. Zudem organisieren die Verantwortlichen zukünftig regelmäßig Sommer- und/oder Winterschulen und Praktika. Außerdem ermöglichen Forschungsaufenthalte Einblicke in die QC-Arbeiten an den beteiligten Einrichtungen.



www.itwm.fraunhofer.de/quip

Kontakt

Dr. Xiaoyin Cheng
Projektleiterin »QUIP«
Telefon +49 631 31600-4860
xiaoyin.cheng@itwm.fraunhofer.de



»Rymax« baut Quantencomputing-Demonstrator

In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt entwickeln wir gemeinsam mit unseren Projektpartnern einen Quantencomputing-Demonstrator auf Basis von Rydberg-Atomen – den Rymax One. Die Vision: Optimierungsprobleme, zum Beispiel in der Logistik, schneller und besser lösen.

Das Akronym »Rymax« setzt sich aus folgenden Bestandteilen zusammen: RY steht für Rydberg-Atome – eine vielversprechende Möglichkeit, Quantencomputer zu realisieren – und MAX beschreibt, dass das Team das Maximum aus dieser Technologie herausholen

möchte. Der Quantencomputer selbst entsteht in dem neu errichteten RPTU-Forschungsbau »Laboratory for Advanced Spin Engineering« (LASE) auf dem Universitätscampus Kaiserslautern und an der Universität Hamburg.

Gemeinsam verfolgen wir das Ziel einen Quantencomputer zu entwickeln, der in der Lage ist, Optimierungsprobleme möglichst effizient zu lösen – etwa in der praktischen Anwendung bei Logistikabläufen, Lieferketten und Prozessoptimierung. Unser Institut bildet dabei die Brücke zwischen den Technologiepartnern, die den Quantencomputer konstruieren und



der Anwendungspartner. Die Hamburger Hafen und Logistik AG sowie die OTTO Gruppe steuern die Praxiserfahrung bei.

Quantencomputer haben das Potenzial, bestimmte mathematische Probleme besser und schneller zu lösen als klassische, digitale Computer – eine große Herausforderung, dafür aber auch eine riesige Chance für uns als Institut für Angewandte Mathematik.

Unsere Aufgabe im Projekt »Rymax« ist es, die praktischen Anwendungsfälle der assoziierten Industriepartner geeignet zu modellieren sowie passende Algorithmen und Software bereitzustellen, um dieses Potenzial möglichst gut auszuschöpfen. Seitens des Fraunhofer ITWM bringen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Bereichen »High Performance Computing« (HPC) und »Optimierung« (OPT) ihre Expertise mit ein.



www.itwm.fraunhofer.de/rymax

»EniQmA« – Hybrides Quantencomputing trifft auf Anwendungsfälle

Die bisher als »industriell relevant« identifizierten Anwendungen im Bereich Quantencomputing sind fast immer hybrid. Das heißt die klassischen Systeme kommen in Kombination mit Quantenschaltkreisen zum Einsatz. Im August 2022 gestarteten Projekt »EniQmA« (Ermöglichung hybrider Quantum-Anwendungen) arbeiten wir daran, diese hybriden Prozesse gezielt zu systematisieren.

»Wir unterstützen bei der strukturierten Entwicklung hybrider Quantenanwendungen durch Software, Methoden und Werkzeuge«, erklärt Projektleiterin Dr. Valeria Bartsch. »Konkret heißt das: Wir helfen bei der Orchestrierung klassischer Software und Quanten-Software. Dafür schafft unser EniQmA-Team ein Set an Tools für den gesamten Lebenszyklus hybrider Quantenanwendungen.« Im Projekt geschieht dies anhand konkreter industrieller Use Cases. In der ersten Phase sind die großen Anwendungsschwerpunkte: Risikoanalyse und Auffäl-

ligkeitsdetektion in Produktionsprozessen. Seitens unseres ITWM-Teams bringen Forschende aus den Bereichen »High Performance Computing«, »Finanzmathematik«, »Strömungs- und Materialsimulation« und »Bildverarbeitung« ihre Expertise mit ein. Außerdem dabei sind das Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS, die Universität Stuttgart, die Freie Universität Berlin, die umlaut Solutions GmbH und die Deutsche Bahn/DB Systel GmbH sowie über 20 assoziierte Partner.

Das gemeinsam gewonnene Wissen ermöglicht es der Fraunhofer-Gesellschaft zukünftig das Angebot zu Quantencomputing auszubauen und genauer zu definieren. Interessierte Unternehmen können sich dann an die Kompetenzzentren wenden, um sich umfassend zu den verschiedenen Aspekten der hybriden QC-Algorithmen beraten zu lassen und ihre eigene industrielle QC-Forschungsprojekte voranzutreiben.

Kontakt

Dr. Valeria Bartsch
Projektleiterin »EniQmA«
Telefon +49 631 31600-4741
valeria.bartsch@itwm.fraunhofer.de



www.itwm.fraunhofer.de/eniqma

Quantencomputing optimiert Anlage-Portfolio von Versicherungsunternehmen

Asset-Allokation gehört seit Jahren zu einem Schwerpunkt der Abteilung »Finanzmathematik«. Darunter versteht man das Aufteilen eines Vermögens auf verschiedene Anlageklassen wie Anleihen, Aktien, Immobilien, Währungen und Edelmetalle. Unsere Mathematik unterstützt bereits im Portfoliomanagement der R+V Lebensversicherung AG. Im BMBF-Projekt »QuSAA – Quantenalgorithmien für Strategische Asset Allokation« untersucht ein Team um Dr. Pascal Halffmann und Dr. Ivica Turkalj jetzt zudem mögliche neue Wege mit Quantencomputing.

Viele Unternehmen und Investoren stehen mindestens einmal im Jahr vor der Frage, wie ihr vorhandenes Kapital im kommenden Jahr am besten angelegt wird. Hierbei umfasst die Bewertung »am besten« mehrere Punkte, bei denen die jeweiligen Zielsetzungen miteinander in Einklang gebracht werden müssen. Besonders in Anbetracht mehrerer Krisen und ökonomischer Unsicherheiten ist es aktuell komplexer denn je diese Entscheidungen zum Portfolio zu treffen. Unsere Algorithmen und Software helfen dabei.

Spezialfall Asset-Allokation von Versicherungsunternehmen

Versicherungsunternehmen ist es wichtig, langfristig eine möglichst hohe Rendite bei einem definierten Risikoniveau zu erzielen. Dabei gelten für Versicherungen aber spezielle Rahmenbedingungen, die bei jeder Berechnung berücksichtigt werden müssen: Unter dem Namen »Solvency II« erließ die EU 2009 eine Richtlinie, die seit 2016 für alle Versicherungen gilt. »Solvency II stellt insbesondere Anforderungen an die Eigenmittelausstattung des Unternehmens und ist somit eine weitere wichtige Zielfunktion in der Asset-Allokation und unserer Arbeit«, beschreibt Halffmann. »Wir haben gemeinsam mit der R+V Lebensversicherung AG bereits einen eigenen Ansatz der strategischen Asset-Allokation implementiert.

Dieser berücksichtigt einerseits die Solvenzquote im Rahmen von Solvency II und bezieht andererseits viele weitere relevante Portfolio-merkmale mit ein.«

Klingt bereits nach einer erfolgreichen Zusammenarbeit, aber was hat das mit Quantencomputing zu tun? »Mathematisch gesehen, formulieren wir ein Optimierungsproblem, indem wir schrittweise die Komplexität der Zielfunktionen vereinfachen«, so der Forscher. Dabei basieren die für die Optimierung notwendigen Daten der Anlageklassen auf Schätzwerte aus sehr rechenaufwändigen Simulationen. Da kommen die Quantencomputer zum Zug, denn im Projekt wird untersucht, inwieweit das Rechnen auf Quantencomputern dazu beitragen kann, die Komplexität des Problems besser zu beherrschen und robustere Ergebnisse zu liefern. Doch das »Wie« muss erst noch gefunden werden.

Quantenzukunft: Be ready, when it's ready

Halffmann ist Forschungskoordinator »Quantencomputing« in der Abteilung »Finanzmathematik«: »Wir bekommen im Projekt ein Gefühl dafür, ob solche Probleme noch effizienter auf Quantencomputern zu lösen sind und wo das überhaupt Sinn macht. Denn das ist eine völlig neue Herangehensweise an Optimierungsprobleme.« Der promovierte Mathematiker ist seit



Wir bekommen im Projekt ein Gefühl dafür, ob Probleme noch effizienter auf Quantencomputern zu lösen sind und wo das überhaupt Sinn macht.«

Dr. Pascal Halffmann

Forschungskordinator »Quantencomputing«
in der Abteilung »Finanzmathematik«

2021 am Fraunhofer ITWM und arbeitet sich seitdem durch verschiedene Projekte in die Quantenwelt ein. »Das Besondere an diesem Anwendungsprojekt: Unser Domänenwissen ist bereits Jahre erprobt, es muss nicht erst aufgebaut werden. Zu dieser Basis gehört auch die Partnerschaft mit R+V, die seit 2008 besteht. Wir kennen die Richtlinien und das Unternehmen. Das sind gute Grundlagen, um gemeinsam neue QC-Ansätze zu finden«. Im Projekt QUSAA ist noch bis Mitte 2024 Zeit die neuen Modelle und Algorithmen zu entwickeln sowie die Quantenhardware auf Herz und Qubit-Nieren zu testen. Neben der R+V Lebensversicherung AG ist auch das Quanten-Startup JoS QUANTUM GmbH mit an Bord.

Beim Blick in die Quantenzukunft ist Halffmann zurückhaltend optimistisch: »Die neue Technologie hat viel Potenzial, dennoch sind wir noch ein gutes Stück davon entfernt, einen echten Quantenvorteil in der Praxis zeigen zu können – auch in diesem Projekt. Das braucht einfach Zeit, bis wir mit dieser neuen Technologie so weit sind wie bei Hochleistungsrechnern.

Aber es ist großartig von Anfang an dabei zu sein. Denn für alle heißt es jetzt Be ready, when it's ready.« Forschung und Industrie wollen vorbereitet sein, wenn dieser Zeitpunkt kommt, und die unterschiedlichen QC-Projekte bereiten den Weg.

Kontakt

Dr. Pascal Halffmann
Forschungskordinator »Quantencomputing« in der Abteilung
»Finanzmathematik«
Telefon +49 631 31600-4110
pascal.halffmann@itwm.fraunhofer.de



www.itwm.fraunhofer.de/qc-fm

Gesundheit und Medizin

Gesundheitsversorgung verbessern, Heilungschancen erhöhen, Diagnosen unterstützen – das sind die Ziele, welche die Fraunhofer-Gesellschaft mit Ergebnissen in der Medizin-, Umwelt- und Ernährungsforschung erreichen will. Wir fokussieren uns besonders auf intelligente Tools zur Entscheidungsfindung in der Therapieplanung und zur Stärkung der Resilienz, wir unterstützen aber auch Behörden dabei Daten automatisiert einzuordnen, um Prozesse sowie Bewertungen schneller und besser zu generieren.

»Das wäre wirklich bahnbrechend«

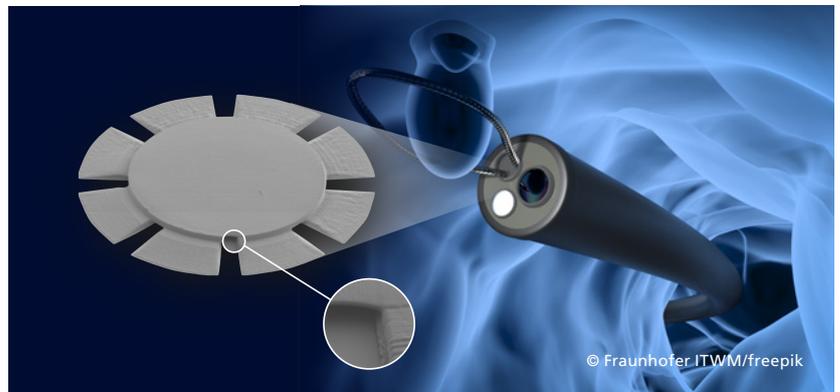
Ultraschall liefert Bilder mit Auflösungen bis in den Submillimeterbereich in Echtzeit – die Technologie gehört deswegen zu den weltweit am meisten genutzten diagnostischen Bildgebungsverfahren in der Medizin. An der Weiterentwicklung des Ultraschallverfahrens arbeitet ein Team der Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung« im Projekt »FEMUT«.

Im Projekt »FEMUT« (Innovative frequenzkodierte Volumenbildgebung mittels 3D Laser-induziert gefertigter kapazitiver Ultraschallwandler) entwickelt das Team um Dr. Erik Waller eine neue Herstellungsmethode für Ultraschallsensoren mittels 3D-Druck. Der Vorteil: Das flexible Verfahren fertigt schnell und kostengünstig Ultraschallsensoren auf beliebigen Untergründen.

Ultraschall-Sensoren auf Glasfasern

»Die Vision ist es, Ultraschallsensoren auf Glasfaserendfacetten zu entwickeln, um sie in der Medizin als minimal invasive Endoskope zu nutzen. Steht die Technologie, lässt sich diese auch in andere Branchen übertragen, etwa für die zerstörungsfreie Prüfung von Materialien«, beschreibt Waller. Moderne Systeme arbeiten mit einer großen Zahl an regelmäßig angeordneten Ultraschallschwingern aus piezoelektrischen Keramikstäben. Piezoelektrische Materialien eignen sich für das Herstellen von Sensoren, da sie bei Druck, Scherspannung oder Biegung elektrische Ladungen erzeugen.

Die einzelnen Schwinger werden individuell angesteuert und sind grundlegend für die Bildgebung. Bislang besteht ein medizinischer Ultraschallsensor aus Hunderten von Elementen mit immer den gleichen Schwingungseigenschaften; die dazugehörige Elektronik hat ebenso viele Kanäle – dies macht die Systeme komplex und teuer. Der im Projekt FEMUT verfolgte Ansatz soll mit nur einem elektronischen Kanal auskommen: Ultraschallschwinger, die mit unterschiedlichen Frequenzen schwingen und die



© Fraunhofer ITWM/freepik

Forschen für die Medizin: Wir entwickeln den Einsatz von Ultraschall in Endoskopen weiter.

flexibel mittels 3D Laserdruck hergestellt werden können, machen es möglich. Dafür gilt es mithilfe neuer Algorithmen das entsprechende Schallfeld zu designen. Diese Aufgabe liegt beim Fraunhofer-Institut für biomedizinische Technik IBMT.

Fraunhofer ITWM fertigt Prototypen

Am Fraunhofer ITWM hingegen geht es um die Herstellung. »Wir sind sehr schnell in der Produktion von Prototypen, können innerhalb von Stunden die entworfenen Designs auf leitfähigen Substraten herstellen und optimieren«, sagt Waller. »Gelingt uns das, was wir uns im Projekt vorgenommen haben, wäre das wirklich bahnbrechend: Eine große Bandbreite an Anwendungen, die von haptischen Displays, über in-vivo Sensoren bis zu autonome Mikro-roboter reichen, rückt in greifbare Nähe.«

Kontakt

Dr. Erik Waller
Abteilung »Materialcharakterisierung
und -prüfung«
Telefon +49 631 31600-4900
erik.waller@itwm.fraunhofer.de



Neue Abteilung »Optimierung in den Life Sciences«

Der Bereich »Optimierung« hat seit 2022 eine neue Abteilung. Sie wird von Prof. Dr. Karl-Heinz Küfer, der ebenso Leiter des übergeordneten Bereiches ist, geführt. Dr. Alexander Scherrer ist stellvertretender Abteilungsleiter.

»Wir sind schon seit langer Zeit erfolgreich mit Projekten in der Medizin, im Gesundheitswesen, dem Pflege- und Sozialsektor sowie der Medizintechnik unterwegs – zum Beispiel optimieren wir sehr erfolgreich Therapiepläne«, berichtet Scherrer. »In den letzten Jahren sind neue Themenfelder hinzugekommen, die das Formieren einer eigenen Abteilung notwendig gemacht haben«. So unterstützt das Team mit Angewandter Mathematik beim Analysieren von Gesundheitsdaten und bringt dafür geeignete Methoden der Künstlichen Intelligenz an den Start.

Auch entstehen in der Abteilung Systeme zur Unterstützung von Entscheidungen für die komplexe Planung in Medizin und Pflege. Die Expertinnen und Experten helfen zudem Unternehmen aus der Medizintechnik bei virtuellen Designprozessen.

Auf Erfolg und Methoden aufbauen

Die »Optimierung in den Life Sciences« baut methodisch und personell auf einer jahrelang erarbeiteten Basis auf: »Wir haben immer wieder festgestellt, wie sehr unser Erfolg im Projekt von den Lösungsansätzen und Erfahrungen aus anderen Projekten profitiert. Deshalb haben wir unsere Aktivitäten und Praxiskennt-

nisse des Bereichs unter dem Dach 'Optimierung in den Life Sciences' zusammengefasst«, so Scherrer.

Das war besonders auch für die Außendarstellung wichtig, eine neue Abteilungswebsite mit zahlreichen Projektbeispielen holt die Kundinnen und Kunden branchenspezifisch ab. »So bieten wir unseren Kooperationspartnern ein breites Spektrum an Mathematik- und IT-Kompetenzen in Kombination mit langjähriger Branchenerfahrung und es entstehen für die Life Sciences individuelle, neue Lösungen.«

Wachstum der Branche erfordert eigene Abteilung

Im Bereich »Optimierung« grenzt sich das Team damit von Anwendungsfeldern wie der Verfahrenstechnik, der Produktion oder auch Logistik und Energie ab – zumindest in punkto Branchen, methodisch bleibt die Optimierung das Mittel zur Lösung komplexer Herausforderungen.

Mehr Resilienz mit Onlinetraining für die psychische Gesundheit

Wie breit gefächert die neue Abteilung aufgestellt ist, zeigt u.a. das Projekt APPWAG. Gerade

Kontakt

Prof. Dr. Karl-Heinz Küfer
Abteilungsleiter »Optimierung in den Life Sciences«
Telefon +49 631 31600-4491
karl-heinz.kuefer@itwm.fraunhofer.de



www.itwm.fraunhofer.de/life-sciences



© ITWM/freepik

Im Mittelpunkt des Projektes steht eine Online-Plattform, bei der sich die eigene Resilienz fördern und trainieren lässt.

in Zeiten von Krisen oder stressigen Lebensereignissen sind viele Menschen in ihrer psychischen Gesundheit besonders belastet. Dem entgegenzuwirken und die eigene Resilienz zu stärken, kann gezielt trainiert werden, zum Beispiel mit digitaler Unterstützung.

Der Titel des Projektes steht für »Ausbau von Resilienzförderungsprogrammen zu einer Plattform mit zielgruppenspezifischen Angeboten der Gesundheitsförderung« und bis Ende 2023 entwickelt das interdisziplinäre Team eine solche Online-Plattform. Die Expertise kommt nicht nur aus dem Fraunhofer ITWM, sondern auch aus dem Leibniz-Institut für Resilienzforschung in Mainz. Gemeinsam stellen sie das wissenschaftlich fundierte Trainingsprogramm bereit. Ein sicheres KI-Verfahren analysiert die Daten und ermittelt automatisch aus dem entwickelten Programm individuelle Trainingsinhalte und Informationen. Das Projekt verfolgt dabei einen Gamification-Ansatz:

die Anwendenden haben spielerisch die Möglichkeit zum eigenständigen Training im stressigen Alltag. Zudem dokumentiert die qualitätsgesicherte Plattform den Fortschritt der persönlichen Resilienz.

Psychoedukative Webplattform für alle

»Das Besondere: Die Onlineplattform steht anschließend allen kostenlos und frei zur Verfügung«, erklärt Scherrer begeistert. »Perspektivisch heißt das, Resilienzförderung für alle interessierten Einzelpersonen, aber auch Unternehmen, Kommunen und Verwaltung können das digitale Training bedarfsgerecht anbieten und für ihre Zwecke anpassen.« Das ist ganz im Sinne des Förderprogramms, denn APPWAG wird durch den Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) Rheinland-Pfalz finanziell unterstützt.

Kontakt

Dr. Alexander Scherrer
Stellv. Abteilungsleiter
»Optimierung in den Life Science«
Telefon +49 631 31600-4609
alexander.scherrer@itwm.fraunhofer.de



SEMSAI – Aus der Pandemie lernen



© istockphoto

Während der Pandemie haben sich viele Menschen täglich über Prognosen informiert und daraufhin ihr Verhalten im Alltag angepasst.

In den letzten Jahren trug die Mathematik unserer Abteilungen zum Bekämpfen der COVID-19-Pandemie bei – meist unterstützt die Forschenden mit Hilfe von Modellen, die mit einem Blick in die Vergangenheit Prognosen für die Zukunft stellten. Im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt SEMSAI steht ein ganzheitlicher Ansatz im Mittelpunkt, der im Falle einer weiteren Pandemie auf diesem Wissen aufbaut und zusätzlich weiche Faktoren berücksichtigt wie z. B. den psychologischen Effekt subjektiver Risikowahrnehmung.

Kontakt

Dr. Jan Mohring
Abteilung »Transportvorgänge«
Telefon +49 631 31600-4393
jan.mohring@itwm.fraunhofer.de



Im Verlauf der Pandemie fielen politische Entscheidungen oft auf Basis von Simulationen. Die Prognosemodelle stützten sich auf vergangene Daten. Die Ergebnisse waren dabei öffentlich zugänglich und wurden vielfach medienwirksam diskutiert. »Schon eine öffentliche Beschäftigung mit den Vorhersagen, die teilweise wie Wettervorhersagen behandelt wurden, hat zu Verhaltensänderungen der Menschen geführt und so die Voraussetzung der Prognose untergraben. Die Modelle konnten also ohne das Einbeziehen von weichen Fakto-

ren der komplexen Realität nicht immer standhalten«, so Dr. Jan Mohring, Projektleiter am Fraunhofer ITWM. Ein Teufelskreis: Die vorhergesagten Infektionszahlen fielen in den mathematischen Simulationen oft zu hoch aus. Die Prognosen wurden so aber als ungenau wahrgenommen. »Das hat der Akzeptanz von Modellen und der Wissenschaft insgesamt geschadet und in der Folge auch dem Vertrauen in die Politik. Daraus wollen wir lernen und unsere Modelle u. a. um soziale und psychologische Rückkopplungen erweitern.«

SEMSAI baut auf interdisziplinären Ansatz

Wie wappnen wir uns mit diesem Wissen für neue Pandemien? Antwort darauf gibt das Projekt SEMSAI. Die Abkürzung steht für »Self-Referential Multi-Scale Modelling and Simulation of Severe Infectious Diseases«. Die Koordination liegt beim Team um Prof. Dr. Ingo Timm vom Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Trier. Am Fraunhofer ITWM kommt die Expertise aus der Abteilung »Transportvorgänge« und dem Bereich »Optimierung«. Beide Arbeitsgruppen haben bei anderen Corona-Projekten mit dem DFKI-Team bereits erfolgreich zusammengearbeitet. Zudem ist die Katastrophenforschungsstelle (KFS) der Freien Universität Berlin mit an Bord und trägt mit ihren sozialwissenschaftlichen Kompetenzen bei.

Verschiedene Bausteine und Vorarbeiten des Konsortiums ebnen den interdisziplinären Ansatz: Die KFS führt Erhebungen durch, um die komplexen Zusammenhänge zu untersuchen – sie erfragen Faktoren wie Kommunikation, Risikowahrnehmung, Vertrauen und gesundheits-schützendes Verhalten. Diese Daten unterstützen das DFKI beim Erstellen eines Simulationsmodells auf Mikroebene – einer sogenannten »agentenbasierten Sozialsimulation«. Aber wie wirkt sich das individuelle Verhalten auf das große gesamte Infektionsgeschehen aus? Denn Menschen ändern ihr Verhalten im gesellschaftlichen Kontext angesichts einer Epidemie. Das Modell ist dadurch in der Lage, Prognosen bezüglich der Ausbreitung von Infektionen bei bestimmten Szenarien zu treffen. Der agentenbezogene Ansatz schaut sich das für einzelne Situation und kurze Zeiträume genauer an.

Wie nah kommen wir der Realität mit Simulationsmodellen?

Das ITWM-Team entwickelt darauf basierend ein Softwaretool, das die Auswirkungen von Maßnahmen differenziert vorhersagt und deren Wirksamkeit bewertet. Wie kann also der Einfluss einer Maßnahme bemessen werden, wenn sie von parallelen Maßnahmen überlagert wird? »Dazu integrieren wir die Erkenntnisse aus dem mikroskaligen, agentenbasierten DFKI-Modell in unser bereits bestehendes mathematisches Modell der Krankheitsausbreitung«, erklärt Mohring. Am Fraunhofer ITWM wurde in den letzten Jahren ein epidemiologisches, kohortenbasiertes Modell entworfen, das auf der Makroebene simuliert und vor allem an real erhobene Kennzahlen angepasst werden kann. Bei kohortenbasierten Ansätzen teilen die Forschenden die Bevölkerung in Gruppen ein, die z. B. ihren aktuellen Gesundheitszustand widerspiegeln. Solche Simulationen kamen bereits erfolgreich in der Politikberatung sowie bei internationalen Prognosevergleichen zum Einsatz. Als wesentliche Erweiterung werden den gesundheitlichen Zustandsgrößen nun auch psychologische hinzugefügt.

Am Ende gilt es, die verschiedenen Ebenen zusammenzuführen. Das klare Ziel: In Zukunft den Menschen, die die Entscheidungen treffen, eine fundierte wissenschaftliche Grundlage an die Hand zu geben, mit der sie besser einschätzen können, welche Auswirkungen ihre Maßnahmen in der Realität haben. SEMSAI soll auch einen Beitrag dazu leisten, das gesunkene Vertrauen in modellbasierte Prognosen wiederherzustellen. Das Projekt ist auf drei Jahre angelegt und wird bis 30.04.2025 vom BMBF gefördert.

Zukünftige Pandemie- modelle berücksichtigen psychologische Aspekte

Kontakt

Dr. Neele Leithäuser
Stellv. Abteilungsleiterin
»Optimierung – Operations Research«
Telefon +49 631 31600-4621
neele.leithaeuser@itwm.fraunhofer.de



Finanzmathematik und KI decken auf

Korruption und Abrechnungsbetrug im Gesundheitswesen verursachen jährlich Schäden von mehreren Milliarden Euro. Durch die Digitalisierung von Prozessen ergeben sich neue Möglichkeiten, Betrug systematisch zu entdecken – sei es in der Pflegebranche, in Krankenhäusern oder der öffentlichen Verwaltung. Große Fortschritte machen KI-Lösungen aus unserer Abteilung »Finanzmathematik«, sie unterstützen mit Künstlicher Intelligenz in mehreren Projekten bei den Ermittlungen. Die Arbeiten werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Gemeinsam mit der Generalstaatsanwaltschaft Dresden und dem Kommissariat für Wirtschaftskriminalität der Polizeidirektion Leipzig geht ein Team aus den Abteilungen »Bildverarbeitung« und »Finanzmathematik« im Projekt »PflegeForensik« gegen Abrechnungsbetrug im Pflegedienst vor.

PflegeForensik-Demonstrator auf dem Prüfstand

Sie entwickeln seit 2021 eine KI-Software, die den Behörden den Ermittlungsalltag erleichtert – das heißt Algorithmen, die die Papierberge automatisch einlesen und intelligent aus-

werten. Jeder Pflegedienst hat eigene Dokumente, sie sind unterschiedlich aufgebaut und liegen meist nur handschriftlich vor. Das Digitalisieren ist eine Herausforderung und das Finden von Auffälligkeiten bisher mühsame Fleißarbeit der Ermittler. Solche Auffälligkeiten in der Abrechnung sind zum Beispiel, dass Besuche bei Patient:innen oder Leistungen abgerechnet werden, die gar nicht stattgefunden haben.

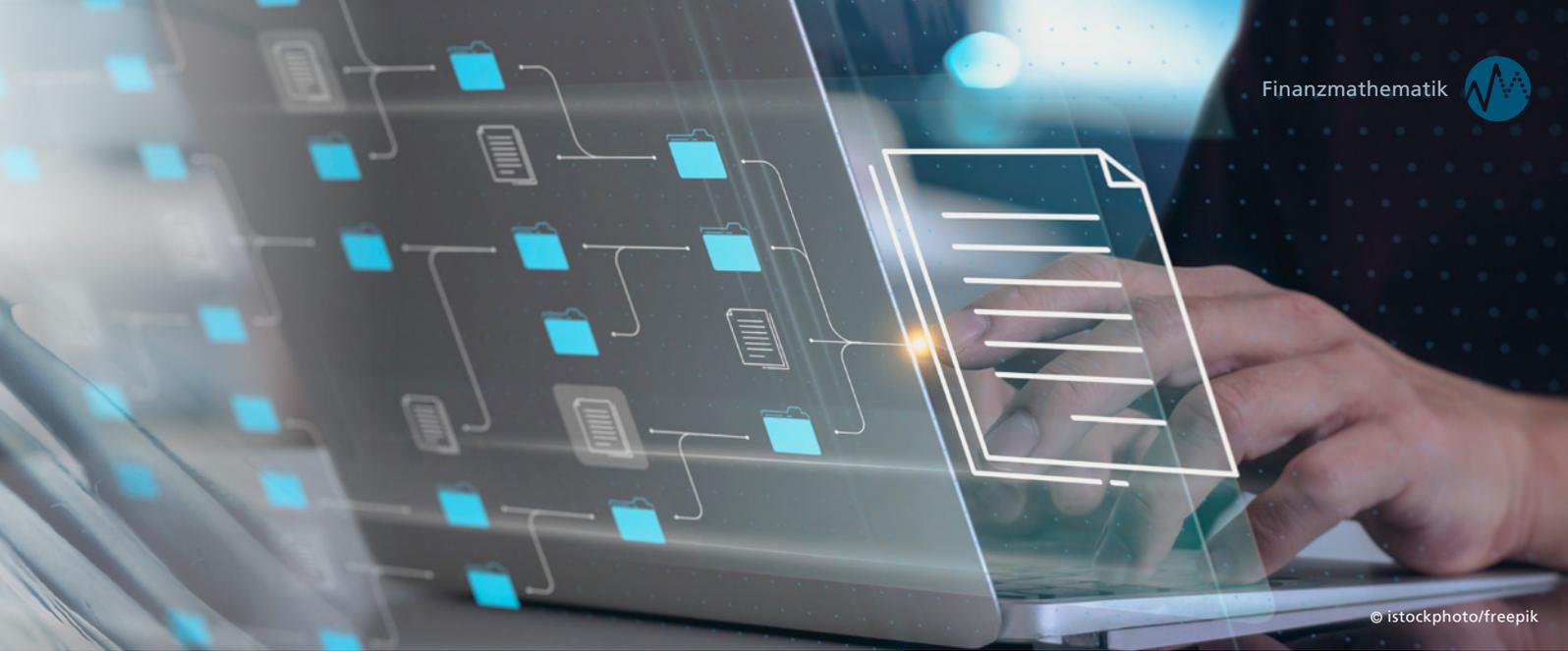
»Unsere Ergebnisse zeigen gute Fortschritte auf dem Weg zu einer Software, die die Arbeit der Strafverfolgungsbehörden vereinfacht, aber auch von Versicherungen zur Prüfung der Abrechnungsunterlagen eingesetzt werden kann«

Kontakt

Dr. Elisabeth Leoff
Projektleiterin »Pflegeforensik«
Telefon +49 631 31600-4857
elisabeth.leoff@itwm.fraunhofer.de



www.itwm.fraunhofer.de/pflegeforensik



© istockphoto/freepik

berichtet Dr. Elisabeth Leoff, stellvertretende Abteilungsleiterin der »Finanzmathematik«. »Im Moment sind wir dabei unseren Demonstrator auf Echt Daten zu testen: Wie gut funktioniert das automatische Erkennen und Auswerten der Daten? Wie gut sind unsere Algorithmen bereits?« Im Frühjahr fand zur Vertiefung dessen ein Anwendungsworkshop statt. Das Projekt endete im Juni 2023. »Im Idealfall gibt es zukünftig weitere Forschung, mit der wir die Produktivsoftware realisieren«, so Leoff zuversichtlich.

Neuronale Netze finden kriminelle Netzwerke

Im Projekt »Kriminelle Netzwerke« – ebenfalls vom BMBF gefördert – entwickelt ein weiteres Team der Abteilung Künstliche Intelligenz für Ermittlungsbehörden und Krankenkassen. Dabei geht es darum, ganze betrügerische Netzwerke aufzudecken. Im Verdachtsfall werden Massendaten wie E-Mail- oder Telefonverkehr untersucht. Das macht die Ermittlungen ressourcenaufwändig und langsam.

Ein neuer KI-Ansatz sind sogenannte Graph Neural Networks (GNN). Sie kommen bereits bei Suchmaschinen und Social Media zum Einsatz, denn die Methode eignet sich besonders gut, um Zusammenhänge zu finden. Basis der GNN-Ansätze sind künstliche Neuronale Netze, die das menschliche Gehirn nachbilden. In einem GNN sammeln Knoten Informationen von ihren benachbarten Knoten, zum Beispiel die Häufigkeit von E-Mails zu einem bestimmten Schlagwort zwischen zwei Personen. Auf diese Weise lernt das GNN und weist die ermittelnden Personen auf auffällige Beziehungen hin.

Die Finanzmathematiker:innen kombinieren die GNN mit Methoden der Zeitreihenanalyse. Sie betrachten Veränderungen über die Zeit und erkennen z. B. Saisonalitäten, wie ein unerwarteter Anstieg an Mails zwischen zwei Personen. Das Team um Dr. Stefanie Grimm hat die Arbeiten kürzlich auf dem Symposium zur europäischen zivilen Sicherheitsforschung in Brüssel vorgestellt, auch dieses Projekt läuft seit 2021 und ist auf drei Jahre angelegt.

Kontakt

Dr. Stefanie Grimm
Forschungskordinatorin »Data Science«
Telefon +49 631 31600-4040
stefanie.grimm@itwm.fraunhofer.de



Solvenzkapitalberechnung mit KI: Weniger Daten, valide Prognosen

Mit der Bestimmung des Solvenzkapitals, also dem Kapital, das Versicherungen vorhalten müssen, um auch am Ende des Jahres zahlungsfähig zu sein, beschäftigt sich unsere Abteilung »Finanzmathematik« schon sehr lange. Um die sogenannte Solvenzquote errechnen zu können, setzen die Forschenden auch auf Künstliche Intelligenz. Wie sich die Forschung in diesem Bereich entwickelt hat, erläutert Prof. Dr. Ralf Korn; er hat die Abteilung »Finanzmathematik« über Jahre geleitet und bringt seine Expertise nun als Berater sowie Mitglied des Scientific Advisory Boards des Instituts ein.

»Es gibt nicht nur die Versicherung, es gibt auch die Welt!«

Wie kann Künstliche Intelligenz Versicherungen vor schwer kalkulierbaren Risiken schützen?

Einen Schutz gibt es natürlich nicht, aber unsere Methoden tragen dazu bei, bessere Entscheidungen zu treffen. Wir bieten Versicherungen ein Neuronales Netz, welches mit vorhandenen Daten und dem internen Modell des Unternehmens trainiert. Ziel ist eine Sensitivitätsanalyse des Solvenzkapitals in »Echtzeit«. In dieses interne Modell integrieren wir nun externe Daten.

Das müssen Sie uns erklären.

Wichtig bei der Solvenzkapitalberechnung: Es gibt nicht nur die Versicherung, es gibt auch die Welt! Und sie muss einfließen in die Sensitivitätsanalyse, in Form externer Szenarien. Wir integrieren Unsicherheiten in unsere Berechnungen, um weitergehen zu können in unseren Vorhersagen. Dafür müssen wir nicht den exakten Zustand von heute kennen, sondern können auch schauen, was passiert wäre, wenn wir vielleicht einen kleinen Fehler gemacht hätten.

Wir simulieren den Zustand der Welt an bestimmten Punkten und bewerten dann die Bestände der Versicherung an genau diesen Punkten. Und dadurch, dass dieses Bewerten sehr aufwändig ist und man ca. 10000 Zustände simulieren müsste, um über die Welt Bescheid zu wissen, hat man nicht nur ein Bewertungsproblem, sondern auch ein Zeitproblem: Eine Bewertung der Aktiva und Verpflichtungen der Versicherung in jeweils einem Zustand der Welt dauert etwa eine Minute.

Und hier kommt die Künstliche Intelligenz ins Spiel?

Ja, denn 10000 Zustände der Welt können wir quasi in Echtzeit simulieren, also die Entwicklung der Zinsen, der Sterblichkeit, der Aktienmärkte und so weiter. Was Zeit kostet, ist die Bewertung der Verpflichtungen und Anlagegüter der Versicherer intern. Deshalb verfolgen wir einen Ansatz, bei dem wir tatsächlich nur eine ganz grobe Bewertung machen, indem wir in jedem Zustand der Welt quasi nur ein einziges Mal würfeln. Das gleicht sich aus, weil alle diese 10000 Bewertungen zwar nur sehr grobe Approximationen sind, aber wenn



Prof. Dr. Ralf Korn hat unsere Abteilung »Finanzmathematik« aufgebaut und unterstützt das Fraunhofer ITWM weiterhin als Berater.

man eine Regressionsrechnung – also eine Ausgleichsrechnung – macht, erhält man ein erstaunlich gutes Ergebnis. Und das schon nach wenigen Stunden, weil wir parallel auf einem sehr großen Cluster rechnen.

Wie geht es weiter?

Aktuell erforschen wir, ob man wirklich alle 10 000 Bewertungen braucht für eine valide Prognose und haben einen Demonstrator erstellt, mit dem wir die Dinge bereits gut darstellen können. Glücklicherweise haben wir mit Mark-Oliver Wolf einen neuen Kollegen, der auf dem Gebiet »Bewertungsmodelle und -algorithmen für strukturierte Produkte und Derivate« forscht und dafür Machine-Learning-Methoden anwendet.

Gemeinsam mit dem Statistiker Gerhard Stahl (früherer Chief Risk Officer der HDI-Talanx) habe ich ein revolutionäres Modell entwickelt, mit dem man leider aus ITWM-Sicht nicht viel Geld verdienen kann, mit dem aber eventuell sehr viel Geld in Windparks oder andere nachhaltige Anlagen investiert werden kann, statt es einfach nur rumliegen zu lassen.

Wir nutzen ein reduziertes Modell für die Risikobewertung, in dem die Schwankungsbreite der Eigenmittel der Versicherung als Prognose-Grundlage dient. Dies ist eine bei Aktienportfolios etablierte Methode. Dabei betrachten wir die Entwicklung über 28 Quartale, haben also viel weniger Daten. Trotzdem ist die Prognose-Qualität sehr gut und versetzt Versicherungen in die Lage, mehr investieren zu können und trotzdem die Solvenzquote zu erfüllen.

Kontakt

Prof. Dr. Ralf Korn
Wissenschaftlicher Berater der
Abteilung »Finanzmathematik«
Telefon +49 631 31600-4658
ralf.korn@itwm.fraunhofer.de

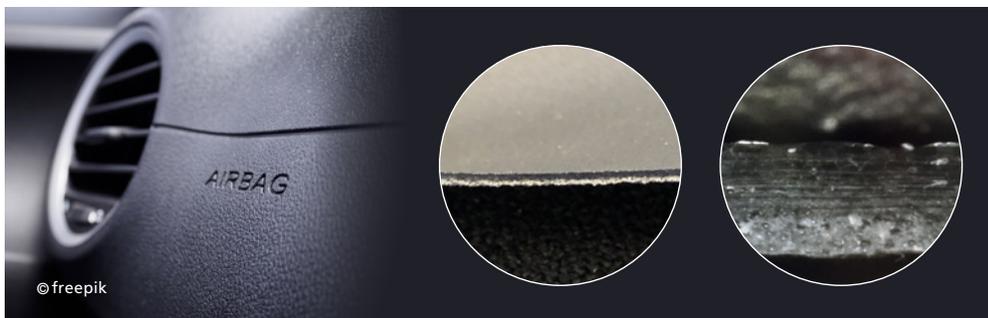


Mobilität

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

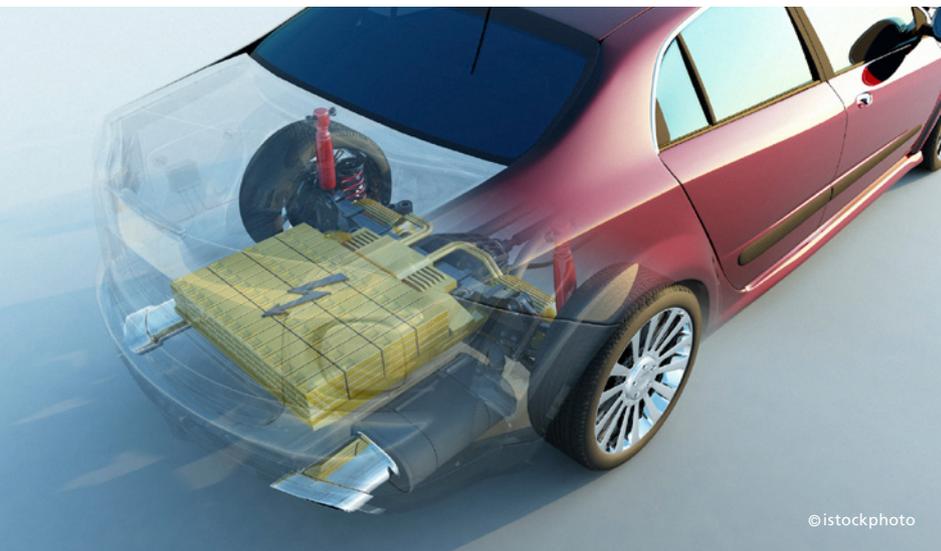
Dr. Daniel Molter
Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung«
Telefon +49 631 31600-4921
daniel.molter@itwm.fraunhofer.de





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.

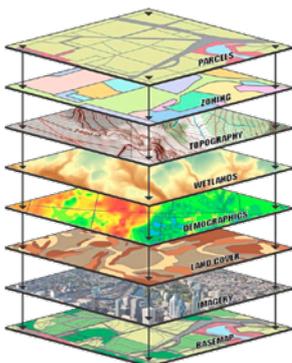


© istockphoto

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«.

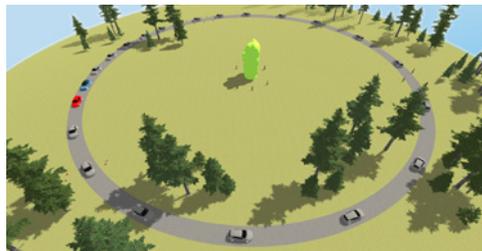
SOPRANN steht für »Synthese optimaler Regelungen und adaptiver Neuronaler Netze für Mobilitätsanwendungen« und betrachtet unter anderem das Miteinander von automatisierten und von Menschen gesteuerten Fahrzeugen. Ziel ist der Einsatz datenbasierter Modelle und KI zur sicheren und optimalen Regelung in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

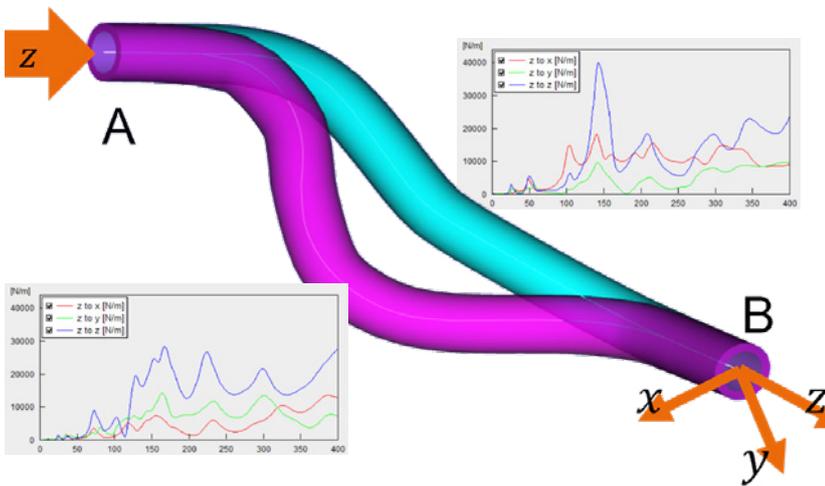
Dr. Michael Burger
Stellv. Abteilungsleiter »Dynamik,
Lasten und Umgebungsdaten«
Telefon +49 631 31600-4414
michael.burger@itwm.fraunhofer.de





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 Knicke 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



www.itwm.fraunhofer.de/kabel-schlaeuche



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-Projektleiter 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





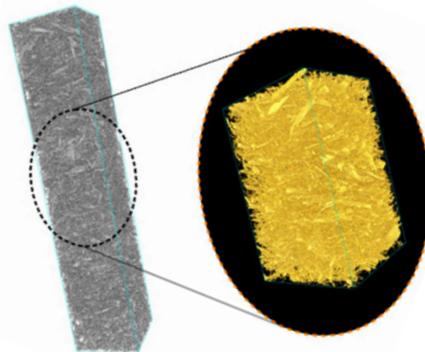
Maschinenbau und Produktion

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 holzfaserbasierter Dämmplatten
Grau: säulenförmige Probe, (entspricht der Plattendicke)
Gelb: detaillierte Visualisierung des Volumenbilds der Probenmitte*

Welchen Einfluss hat die Wärmestrahlung?

Die Dämmstoffplatten enthalten 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

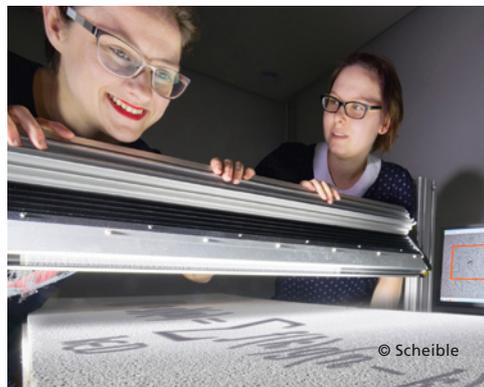
Dr. Katja Schladitz
Abteilung »Bildverarbeitung«
Telefon +49 631 31600-4625
katja.schladitz@itwm.fraunhofer.de





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.

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

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.

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



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



© istockphoto

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.«



www.meshfree.eu

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

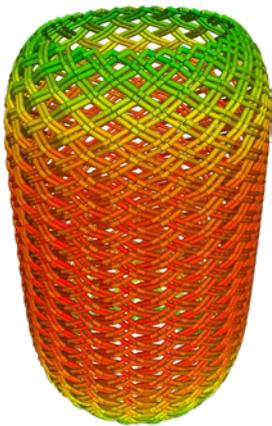
Basis zum Vorgehen bildet eine langjährige Kooperation zwischen BOSCH und dem Fraunhofer ITWM, in der die Machbarkeit eines solchen Ansatzes bereits für SFT im industriellen Forschungsumfeld erfolgreich gezeigt wurde. Das BMWK-Projekt »DigiLaugBeh« läuft seit November 2021 im Technologietransfer-Programm 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



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

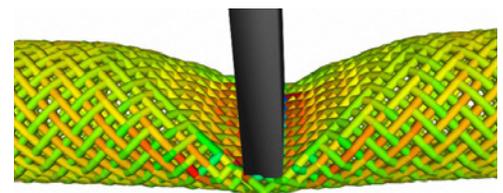
Mit neuesten mathematischen Modellen berechnet das Softwaretool TexMath seit Kurzem auch Geflechte und insbesondere geflochtene Schläuche. Die Schlaucheigenschaften lassen sich für jede textile Struktur berechnen, so dass beispielsweise gestrickte und geflochtene Schläuche hinsichtlich ihrer Festigkeit 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

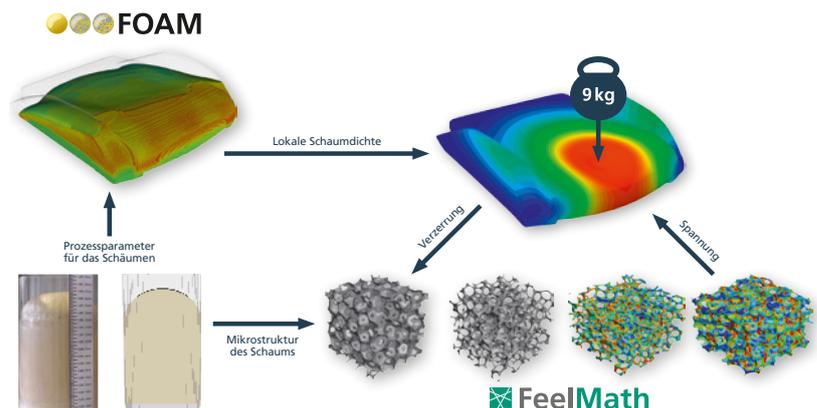
Der Digitale Zwilling für Schaumstoff-Komponenten beginnt mit der Simulation des Aufschäumprozesses mit unserer Software FOAM, um die lokale Dichte und Porengrößenverteilung des Schaumstoffbauteils zu bestimmen.

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



Voller Energie – Wir sind das Fraunhofer ITWM



Bildverarbeitung

Mathematische Modelle und Bildanalysealgorithmen für die Industrie 66



Finanzmathematik

Methodenkompetenz in Finanzmathematik, Stochastik und Data Science 68



High Performance Computing

Innovation, Disruption und ganzheitliches Denken in der Welt des verteilten Rechnens 70



Materialcharakterisierung und -prüfung

Durchblick mit Millimeter-, Terahertz- und optischen Wellen 72



Mathematik für die Fahrzeugentwicklung

Simulationsgestützte Entwicklung und Produktionsoptimierung in der Fahrzeugindustrie 74



Optimierung

Interaktive Entscheidungsunterstützung auf Basis von Modellen und Daten 76



Strömungs- und Materialsimulation

Industriell einsetzbare Multiskalensimulation und kundenspezifische Softwarelösungen 78



Systemanalyse, Prognose und Regelung

Analyse und Vorhersage von komplexem System- und Prozessverhalten 80



Transportvorgänge

Mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung von Transportvorgängen 82



Fraunhofer

Fraunhofer
ESE
IFWI
← Hauptzugang
Aufsicherung
↓ City
Besucher

BESUCHER

Fraunhofer
ESE
IFWI
← Hauptzugang
Aufsicherung
↓ City
Besucher



Schwerpunkte

- Oberflächen- und Materialcharakterisierung
- Qualitätssicherung und Optimierung
- Virtuelle Bildverarbeitung
- Industrial Image Learning
- Quantenbildverarbeitung
- Condition Monitoring und Predictive Maintenance

© istockphoto

Themen der Abteilung in diesem Bericht:

■ Auszeichnung für Dissertation	15
■ Kaiserslautern als exzellenter Standort für Quantencomputing (QC)	31
■ »QUIP« sorgt für internationalen Quantennachwuchs.	32
■ »EniQmA« – Hybrides Quantencomputing trifft auf Anwendungsfälle.	33
■ Finanzmathematik und KI decken auf	42
■ Optimierung holzbasierter Dämmstoffe	53
■ KI in der Qualitätssicherung schont Ressourcen.	54
■ Edge-Computing: Die Zukunft der industriellen Prozessüberwachung	56

Bildverarbeitung

Womit beschäftigt sich Ihre Abteilung?

Wir entwickeln Algorithmen für Bildanalysen und wandeln diese in industrietaugliche Software in der Produktion um. Die Anwendungsgebiete umfassen dabei anspruchsvolle Oberflächenprüfungen und Analysen von Mikrostrukturen. Dazu hat sich das Thema Quantencomputing in den vergangenen Jahren als sehr wichtig erwiesen. Wir versuchen das Potenzial von Quantencomputern für die industrielle Bildverarbeitung zu nutzen. Zudem entwickeln wir sowohl neue Methoden als auch domänenspezifische Machine-Learning-Algorithmen.

Wo liegen die Forschungsschwerpunkte Ihrer Abteilung beim Thema »Energie?«

Im Schwerpunkt »Industrial Image Learning« nutzen wir KI-Methoden zur ressourcenschonenden Qualitätssicherung. Hier geht es immer darum, den Ressourcenverbrauch zu minimieren und durch die effiziente Nutzung von Aktorik und Sensorik möglichst wenig Energie einzusetzen – immer unter der Prämisse, dass die Qualität nicht leiden darf. Auch durch die ganzheitliche Modellierung der Produktion mithilfe Digitaler Zwillinge verbessern wir den Materialverbrauch.

Die »Energiewende« wird viel zitiert und kritisch diskutiert; was wird in fünf Jahren (in Deutschland) erreicht sein?

Sicherlich wird der Anteil erneuerbarer Energien weiter steigen. Ob die offiziellen Zielzahlen der Regierung wirklich erreicht werden, ist allerdings noch unklar. Wichtig ist dabei die Erneuerung der Energienetze; ohne deren Modernisierung wird die Energiewende nicht möglich werden. Der Anteil von Elektrofahrzeugen wird weiter steigen und der Ausbau von Ladestationen scheint bereits jetzt zügig voranzugehen. Der Wechsel zu CO₂-neutralen Heizungen wird wahrscheinlich sehr langsam stattfinden, da die Kosten für die Sanierung alter Bausubstanz massiv sein werden.

Die beste Energie ist die, die nicht verbraucht wird, darum nun noch die Gretchenfrage: Wo spart Ihre Abteilung im Alltag Energie?

Wir haben in Fluren und Laboren ca. die Hälfte der Leuchtmittel ausgeschaltet. Rechner werden nach Möglichkeit über Nacht runtergefahren. Virtuelle Meetings ersetzen inzwischen viele Dienstreisen.

Kontakt

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





Schwerpunkte

- Abrechnungsprüfung
- Altersvorsorge und Lebensversicherung
- Flexible Lasten am Energiemarkt
- Data Science
- Quantencomputing

© istockphoto

Themen der Abteilung in diesem Bericht:

■ Risikocontrolling für Energieunternehmen	25
■ Enerquant: Quantencomputing für die Energiewirtschaft	28
■ ENets: Energienetze modellieren und steuern.	28
■ Kaiserslautern als exzellenter Standort für Quantencomputing (QC)	31
■ »QUIP« sorgt für internationalen Quantennachwuchs.	32
■ »EniQmA« – Hybrides Quantencomputing trifft auf Anwendungsfälle.	33
■ Quantencomputing optimiert Anlage-Portfolio von Versicherungsunternehmen	34
■ Finanzmathematik und KI decken auf	42
■ Solvenzkapitalberechnung mit KI: Weniger Daten, valide Prognosen.	44

Finanzmathematik

Womit beschäftigt sich Ihre Abteilung?

Wir simulieren Altersvorsorgeverträge und optimieren Anlagestrategien für Lebensversicherungen. Wir erfassen Auffälligkeiten in Abrechnungen mithilfe statistischer Methoden und Data Science. Und wir sparen Kosten und Energie durch verbesserte Lastabnahmen.

Wo liegen die Forschungsschwerpunkte Ihrer Abteilung beim Thema »Energie?«

Zum einen optimieren wir Handelsstrategien an Strombörsen, zum anderen forschen wir an der marktgetriebenen Steuerung von Energieerzeugung und -verbrauch. Große Gewerbekunden unterstützen wir durch datengestützte Analyse ihres Verbrauchs. Die Modellentwicklung zur Risikoanalyse gehört generell zu unserm Portfolio. Sie kommt auch in Energieprojekten zum Zuge.

Die »Energiewende« wird viel zitiert und kritisch diskutiert; was wird in fünf Jahren (in Deutschland) erreicht sein?

Aus Abteilungssicht: Wir hoffen, dass bis dahin eine hinreichende Digitalisierung verfügbar ist, insbesondere Smart Meter für alle Haushalte, um den Verbrauch zu flexibilisieren. Persönlich fürchte ich, dass das Klimaziel von 1,5 Grad bereits vorfristig verfehlt wird. Die Atomkraftwerke werden abgeschaltet, ohne einen Zusammenbruch der Energienetze zu verursachen. Ob es schon ganz ohne Kohle gehen wird – da bin ich gespannt.

Die beste Energie ist die, die nicht verbraucht wird, darum nun noch die Gretchenfrage: Wo spart Ihre Abteilung im Alltag Energie?

Wir begeben uns auf Dienstreisen mit der Bahn, wann immer möglich. Außerdem arbeiten wir viel im Homeoffice und reduzieren damit den Pendelverkehr.

Kontakt

Dr. habil. Jörg Wenzel
Abteilungsleiter »Finanzmathematik«
Telefon +49 631 31600-4501
joerg.wenzel@itwm.fraunhofer.de





Schwerpunkte

- Green by IT
- Fraunhofer paralleles Dateisystem (BeeGFS)
- Visualisierung
- Seismische Datenverarbeitung
- Datenanalyse und Maschinelles Lernen
- Skalierbare parallele Programmierung
- Quantencomputing

© freepik

Themen des Bereichs in diesem Bericht:

■ Seis4Wind: Offshore Windparks durch seismische Erkundung	21
■ Amperix in schwimmendem Wohnquartier	25
■ Ganzheitliches Energiemanagement mit ENERDIG	25
■ Auf dem Weg zum klimaneutralen Institut	26
■ Kaiserslautern als exzellenter Standort für Quantencomputing (QC)	31
■ »QUIP« sorgt für internationalen Quantennachwuchs.	32
■ »Rymax« baut Quantencomputing-Demonstrator	32
■ »EniQmA« – Hybrides Quantencomputing trifft auf Anwendungsfälle	33



High Performance Computing

Womit beschäftigt sich Ihr Bereich?

Wir sind ein weltweit anerkannter Partner, wenn es um die Entwicklung neuer Technologien geht, insbesondere für verteiltes und Hochleistungsrechnen. Wir engagieren uns für eine ganzheitliche und zukunftsorientierte Entwicklung, Optimierung und Forschung. Zu unseren Themen gehören effiziente und skalierbare Hard- und Softwarelösungen sowie Methoden, die industrielle und gesellschaftliche Herausforderungen bewältigen. Mit Unternehmen aus dem Energiesektor verfügen wir über potente Anwender unserer Technologien und garantieren somit die Praxisrelevanz unserer Forschungsergebnisse.

Wo liegen die Forschungsschwerpunkte Ihres Bereichs beim Thema »Energie?«

Unser Green by IT-Team setzt sich mit der Steuerung erneuerbarer Energien auseinander und arbeitet an ihrer Integration in die Sektoren Strom, Wärme, Mobilität und Speicherung. Dabei spielt das Vernetzen und optimierte Steuern von Verbrauchern, Erzeugern und Speichern in Energiegemeinschaften eine große Rolle. Das Team Seismik erforscht Methoden zur Interpretation des Erduntergrundes für die Öl- und Gasexploration sowie für das Auffinden von Gebieten mit hohem geothermischem Potenzial; auch Standortplanung für Offshore-Windkraftanlagen spielt eine Rolle.

Die »Energiewende« wird viel zitiert und kritisch diskutiert; was wird in fünf Jahren (in Deutschland) erreicht sein?

Die Gesetzgebungsinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz wird den Ausbau erneuerbarer Energien beschleunigen. In fünf Jahren wird der Einbau von Gas- und Ölheizungen nur noch in Sonderfällen möglich sein. Günstige Strompreise durch Erneuerbare und CO₂-Abgaben fördern die Elektromobilität. Deutschland wird energiebewusster sein. Als HPC treiben wir Green-Computing durch sparsame Prozessoren und effiziente Software voran.

Die beste Energie ist die, die nicht verbraucht wird, darum nun noch die Gretchenfrage: Wo spart Ihr Bereich im Alltag Energie?

Generell beschäftigt sich unser Bereich mit der Steigerung der Leistungsfähigkeit von rechenintensiver Software zur effizienten und damit energiesparenden Nutzung von Hardware. In einem ganzheitlichen Ansatz wird dabei einerseits die Software auf allen Ebenen auf die Hardware angepasst (Code Optimierung). Andererseits entwickeln wir aber auch für spezielle Probleme spezifische und damit maximal effiziente Hardware (Software / Hardware Co-Design). Außerdem wird die Abwärme unserer Computercluster für die Heizung des Gebäudes genutzt.

Das HPC-Führungsteam besteht aus Dr. Valeria Bartsch, Dr. Norman Etrich, Dr. Daniel Grünewald, Dr. Janis Keuper, Matthias Klein-Schlöbl, Dr. Jens Krüger, Dr. Mirko Rahn und Dr. Rui Mário da Silva Machado. Sprecherteam sind Dr. Valeria Bartsch und Dr. Daniel Grünewald.

Kontakt

Dr. Valeria Bartsch
Sprecherin der Bereichsleitung
»High Performance Computing«
Telefon +49 631 31600-4741
valeria.bartsch@itwm.fraunhofer.de



Dr. Daniel Grünewald
Sprecher der Bereichsleitung
»High Performance Computing«
Telefon +49 631 31600-4519
daniel.gruenewald@itwm.fraunhofer.de





Schwerpunkte

- Anwendungszentrum TeraTec
- Schichtdickenmessung
- Optische Messtechnik
- Materialanalyse
- Zerstörungsfreie Prüfung
- Quantencomputing

© Thomas Brenner

Themen der Abteilung in diesem Bericht:

- Kaiserslautern als exzellenter Standort für Quantencomputing (QC) 31
- »QUIP« sorgt für internationalen Quantennachwuchs. 32
- »Das wäre wirklich bahnbrechend« 37
- Terahertz-Prüfung von Slush-Häuten: Optik, Haptik und Sicherheit müssen stimmen. . . . 47
- Schnellere Schichtdickenkontrolle dank Terahertz-Wellen 55
- Neue Sensoren für den Blick in Batterieelektroden 59

Materialcharakterisierung und -prüfung

Womit beschäftigt sich Ihre Abteilung?

Im Zentrum unserer Arbeiten steht die zerstörungsfreie Prüfung zur Qualitätskontrolle im industriellen Fertigungsprozess. Beispiele für unsere Anwendungen sind die Rohrwandstärken-Messung, die Charakterisierung von Mehrschicht-Lacksystemen oder die Elektroden in der Batteriefertigung. Dafür setzen wir elektromagnetische Wellen im gesamten Spektralbereich vom sichtbaren Licht bis in den Terahertz-Wellen-Bereich ein und nutzen sowohl Quanten-inspirierte Messtechnik als auch die Möglichkeiten des Maschinellen Lernens, um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen.

Wo liegen die Forschungsschwerpunkte Ihrer Abteilung beim Thema »Energie?«

Wir konzentrieren uns hier auf die Ressourcenoptimierung, beispielsweise im Lackierprozess durch die Kontrolle der Schichtdicken oder durch in-Line Qualitätskontrolle von Materialien direkt während der Herstellung. Darunter fällt auch die Standzeitverlängerung von Kraftwerksgeneratoren durch Qualitätskontrolle der Isolationsschichten. Und wir prüfen Faserverbundwerkstoffe (z. B. für Windkraftanlagen oder Leichtbau), um eine hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Die »Energiewende« wird viel zitiert und kritisch diskutiert; was wird in fünf Jahren (in Deutschland) erreicht sein?

Photovoltaik und Solarthermie werden sich im privaten und öffentlichen Bereich weiter durchsetzen, ein Tempolimit ist eingeführt, die Elektromobilität wächst weiterhin deutlich. Durch die Möglichkeit zum bidirektionalen Laden schafft die Elektromobilität Speicherkapazitäten, um Spitzenlasten aus Solar- und Windenergie aufzufangen und sie in ertragsärmeren Zeiten einzuspeisen. Entsprechende Ladestationen sind im öffentlichen Raum vorhanden. Ein intelligentes Netzmanagement koordiniert die Ein- und Ausspeicherung der Energie.

Die beste Energie ist die, die nicht verbraucht wird, darum nun noch die Gretchenfrage: Wo spart Ihre Abteilung im Alltag Energie?

Dienstreisen machen wir mit der Bahn, wann immer es möglich ist. Um Pendlerverkehr zu reduzieren, nutzen wir die Möglichkeit, zu Hause zu arbeiten. In unseren Laboren setzen wir auf neueste energieeffiziente Technologie und energiesparende Beleuchtung; Letzteres gilt für das gesamte Institutsgebäude.

Kontakt

Prof. Dr. Georg von Freymann
Abteilungsleiter »Material-
charakterisierung und -prüfung«
Telefon +49 631 31600-4901
georg.von.freymann@
itwm.fraunhofer.de





Schwerpunkte

- Digitale Umgebungsdaten
- Lastdaten und Betriebsfestigkeit
- Dynamik und Systemsimulation
- Menschmodelle und Mensch-Maschine-Interaktion
- Kabel, Schläuche und flexible Strukturen
- Reifenmodelle – CDTire
- MF-Technikum: Fahrsimulatoren und technische Versuchseinrichtungen

Fraunhofer
ITWM

Themen des Bereichs in diesem Bericht:

- MultiskalenBEV: Batteriemodelle auf allen Ebenen 48
- KI-basierte kooperative Verkehrsregelung: Die Mischung macht's 49
- Mehr Ruhe im Auto dank IPS Cable Acoustics 50
- IPS Demify® – Boden-Wechselwirkungssimulation in Echtzeit 51
- EMMA4Drive für sicheres und bequemes autonomes Fahren 51



Mathematik für die Fahrzeugentwicklung

Womit beschäftigt sich Ihr Bereich?

Der Bereich gliedert sich in zwei Abteilungen sowie die Projektgruppe »Reifensimulation« und die Querschnittseinheit »MF-Technikum«, die sich um die Versuchs- und Messtechnik kümmert.

In der Abteilung »Dynamik, Lasten und Umgebungsdaten« entwickeln wir Methoden und Werkzeuge zur Systemsimulation und beziehen dabei Umgebungsdaten und Nutzungsvariabilität mit ein. Damit adressieren wir insbesondere folgende Aspekte in der Fahrzeugentwicklung: Betriebsfestigkeit, Zuverlässigkeit, Energieeffizienz und ADAS/AD.

Die Abteilung »Mathematik für die digitale Fabrik« bündelt die Aktivitäten zum Design von Softwaretools für das virtuelle Entwickeln von Produkten; darunter fällt zum Beispiel IPS Cable Simulation: Mit dieser Software-Familie lässt sich die Montage von Kabeln, Kabelbäumen und Schläuchen virtuell auslegen und im Betrieb absichern.

Wo liegen die Forschungsschwerpunkte Ihres Bereichs beim Thema »Energie?«

Wir beschäftigen uns umfassend mit der Energieeffizienz von Fahrzeugen und Verkehrssystemen. Dazu gehört die Analyse und Optimierung des Energiebedarfs in realistischer Nutzung. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf neuen Antriebskonzepten. Wir befassen uns auch mit der energieoptimalen Planung von Speditionstransporten, von ÖPNV-Systemen und mit intelligenter Verkehrsleitung durch optimierte Ampelsteuerung.

Die »Energiewende« wird viel zitiert und kritisch diskutiert; was kann unser Institut in den nächsten Jahren zu ihrem Gelingen beitragen?

Der Bereich MF leistet vor allem Beiträge im Sektor Mobilität. Die politisch gewollte Umstellung der Antriebstechnik weg von Benzin und Diesel hin zu Batterieelektrik und Wasserstoff bringt wegen der schlechteren Energiedichte (Batterie) und schwierigeren Handhabbarkeit (Wasserstoff) viele Herausforderungen mit sich. Das betrifft einerseits die Fahrzeugentwicklung selbst, vor allem im Hinblick auf die Reichweitenproblematik, und andererseits die notwendig stärkere Verzahnung mit der Infrastrukturplanung. Genau diese Themen werden in unseren Forschungsaktivitäten adressiert.

Die beste Energie ist die, die nicht verbraucht wird, darum nun noch die Gretchenfrage: Wo spart Ihr Bereich im Alltag Energie?

Im Forschungs- und Büroarbeitsalltag sind die Möglichkeiten überschaubar. Aber wir achten bei Rechnerausstattung und Betrieb auch auf die Energieeffizienz und reduzieren die Reisetätigkeit mithilfe des verstärkten Einsatzes von Web-Meetings.

Kontakt

Dr. Klaus Dreßler
Bereichsleiter »Mathematik für die Fahrzeugentwicklung«
Telefon +49 631 31600-4466
klaus.dressler@itwm.fraunhofer.de





Schwerpunkte

- Verfahrens- und Prozesstechnik
- Maschinelles Lernen und Hybride Modelle
- Anordnungs- und Zerlegeprobleme
- Lieferkettenoptimierung
- Energie und Versorgung
- Produktionsplanung und -steuerung
- Optimierung in den Life Sciences
- Quantencomputing

© BASF SE

Themen des Bereichs in diesem Bericht:

■ Planung von Photovoltaik-Kraftwerken	21
■ Ammoniak als Wasserstoffspeicher	22
■ Software GEOS: Energieversorgung von Gebäuden planen	24
■ Ganzheitliches Energiemanagement mit ENERDIG	25
■ COpt2: Trinkwasserversorgung energieeffizienter machen	28
■ Kaiserslautern als exzellenter Standort für Quantencomputing (QC)	31
■ »QUIP« sorgt für internationalen Quantennachwuchs.	32
■ »Rymax« baut Quantencomputing-Demonstrator	32
■ Neue Abteilung »Optimierung in den Life Sciences«	38
■ Mehr Resilienz mit Onlinetraining für die psychische Gesundheit	39
■ SEMSAI – Aus der Pandemie lernen	40

Optimierung

Womit beschäftigt sich Ihr Bereich?

Wir behandeln die modellbasierte Simulation und Optimierung komplexer organisatorischer Fragen in der Abteilung »OPT-Operations Research«, technische Fragen in der Abteilung »OPT-Technische Prozesse« und Fragen aus den Lebenswissenschaften in der Abteilung »OPT-Life Sciences«. Ziel ist dabei, Komplexität zu beherrschen, indem vielversprechende Lösungen interaktiv zugänglich gemacht werden. Wir machen Verbesserungspotenziale transparent und nachvollziehbar, so dass die Nutzenden sie schnell erkennen.

Wo liegen die Forschungsschwerpunkte Ihres Bereichs beim Thema »Energie?«

In Kooperation mit der chemischen Industrie loten wir Einsparpotenziale durch Verbesserungen in Prozesslayout und -steuerung aus. Darüber hinaus entwickeln wir ein ganzheitliches Planungstool zur Auslegung großer Freiflächen-PV-Anlagen. Auch die optimierte Gebäudeenergieversorgung für Industrie- und Wohnanlagenbau spielt eine große Rolle in unserer Forschung.

Die »Energiewende« wird viel zitiert und kritisch diskutiert; was kann unser Institut in den nächsten Jahren zu ihrem Gelingen beitragen?

Eine wichtige Aufgabe wird sein, der Industrie in Europa angesichts veränderter Preisgefüge fossiler Energieträger und gesellschaftlich gewollter Energiewende bei der energieeffizienten Produktion durch bessere Organisation und durch verbesserte technische Prozesslayouts zu helfen. Ersteres zum Beispiel durch die Verschiebung energieintensiver Produktion in Zeitfenster mit günstigem Überschussstrom. Zentral ist auch die bessere Nutzung von Solarstrom und Windkraft durch ein gutes Zusammenspiel flexibler Verbrauchszeiten und verbesserter Speicherung bzw. Energiewandlung am Produktionsort in Gase bzw. Flüssigkeiten als Energieträger. Politische Stichworte sind hier »grüner Wasserstoff« bzw. »synthetische Kraftstoffe«. Das Fraunhofer ITWM hat alle Kompetenzen, um diese Prozesswende durch Modellierung, Simulation und Optimierung zu unterstützen.

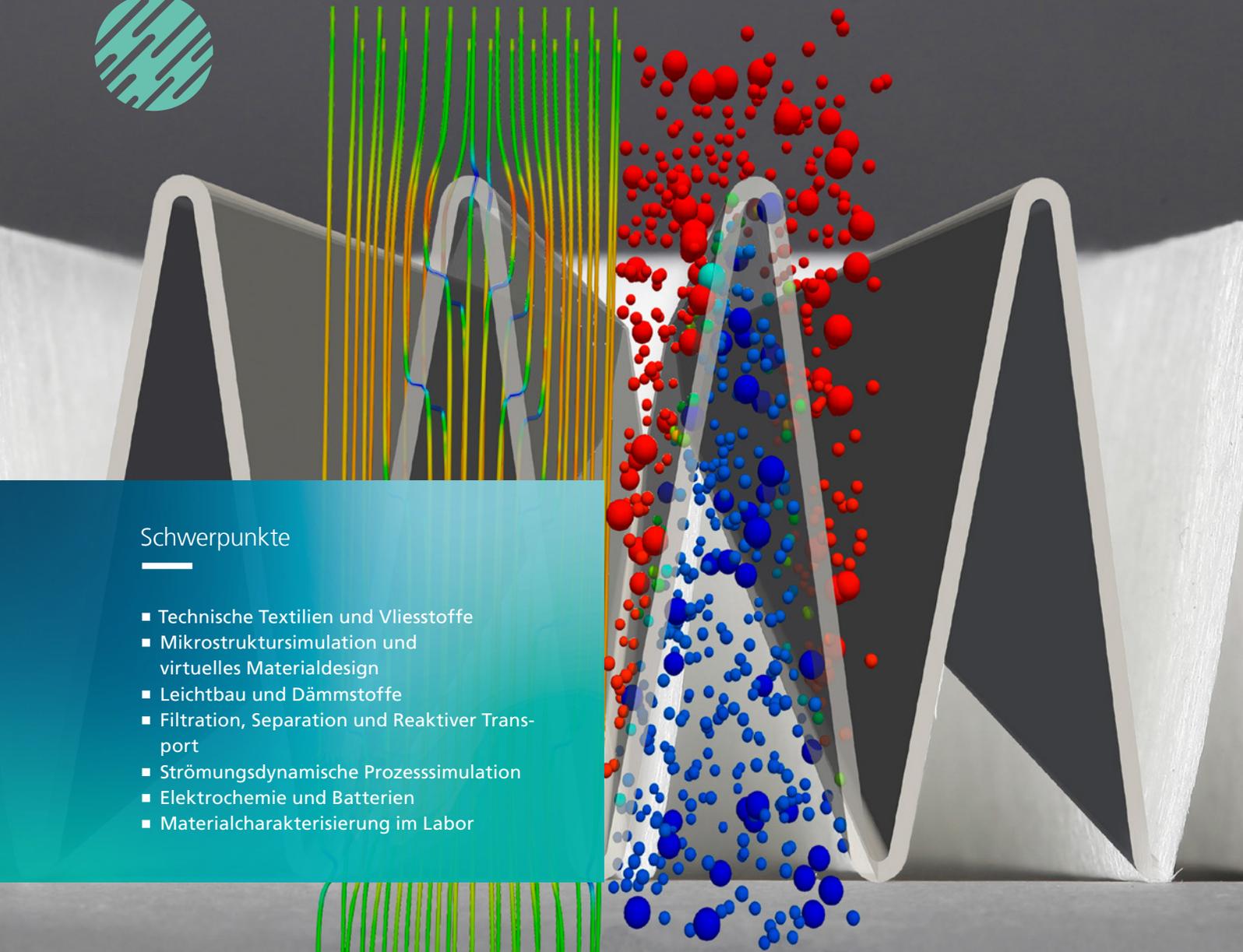
Die beste Energie ist die, die nicht verbraucht wird, darum nun noch die Gretchenfrage: Wo spart Ihr Bereich im Alltag Energie?

Wir nutzen nahezu ausschließlich kleine Rechner und führen keine großen algorithmischen Studien mit energieintensiven Clustern durch. Angeregt und finanziert von unserem Bereich werden im ganzen Gebäude Leuchtstoffröhren durch LED-Technik ersetzt, was den Energieverbrauch um ca. 50 Prozent senkt. Bei Routinetreffen mit Projektpartnern wird überwiegend auf Remote-Meetings gesetzt.

Kontakt

Prof. Dr. Karl-Heinz Küfer
Bereichsleiter »Optimierung«
Telefon +49 631 31600-4491
karl-heinz.kuefer@itwm.fraunhofer.de





Schwerpunkte

- Technische Textilien und Vliesstoffe
- Mikrostruktursimulation und virtuelles Materialdesign
- Leichtbau und Dämmstoffe
- Filtration, Separation und Reaktiver Transport
- Strömungsdynamische Prozesssimulation
- Elektrochemie und Batterien
- Materialcharakterisierung im Labor

Thema der Abteilung in diesem Bericht:

■ Minister Clemens Hoch übergibt Förderbescheid für »MultiskalenBEV«	13
■ Li-Ionen-Batterien modellieren und simulieren	20
■ Ammoniak als Wasserstoffspeicher	22
■ Kaiserslautern als exzellenter Standort für Quantencomputing (QC)	31
■ »QUIP« sorgt für internationalen Quantennachwuchs.	32
■ »EniQmA« – Hybrides Quantencomputing trifft auf Anwendungsfälle	33
■ MultiskalenBEV: Batteriemodelle auf allen Ebenen	48
■ Nichts leichter als waschen? Leichtbau und lange Fasern sparen Energie	60
■ Technische Textilien realitätsnah optimieren	62
■ Schäume simulieren, um optimale Schaumstoff-Bauteile zu entwickeln	63

Strömungs- und Materialsimulation

Womit beschäftigt sich Ihre Abteilung?

Wir bieten kompetente Forschungs- und Entwicklungsunterstützung beim Modellieren, Simulieren und Optimieren der Produktion, der Funktion und des Einsatzverhaltens von porösen Werkstoffen und Verbundmaterialien. Wir erstellen simulationsbasierte Digitale Zwillinge bis auf die Materialebene, um Produktionsprozesse und Produktentwicklung (Filtration und Batterien) nachhaltig zu verbessern sowie Rohstoff- und Energiebilanzen quantitativ mitzubewerten.

Wo liegen die Forschungsschwerpunkte Ihrer Abteilung beim Thema »Energie«?

Unsere Batteriesimulation BEST unterstützt Automobilproduzenten und Hersteller elektrischer Energiespeicher dabei, langlebige und sichere Batterien mit höherer Kapazität und verbesserter Leistungsdichte zu bauen. Unsere Prozesssimulationen mit FOAM, TexMath und FLUID optimieren Rohstoffeinsatz, Energie und Produktionszeit bei der Herstellung von porösen Werkstoffen (Schäume, Textilien, Dämmstoffe) und faserverstärkten Verbundmaterialien.

Die digitale Bauteiloptimierung unter Einsatz unserer Software FeelMath spart Energie durch deutlich geringere bewegte Massen bei Fahrzeugen, kann aber genauso die Lebensdauer von Waschmaschinen erhöhen. Die optimale Filterauslegung mit unserer Software FiltEST hat das Ziel, die Filtrationseffizienz zu steigern, insbesondere die Reinigungsleistung und Standzeit der Filtermedien zu verbessern und gleichzeitig den benötigten Druck und damit den Energieverbrauch zu reduzieren.

Die »Energiewende« wird viel zitiert und kritisch diskutiert; was wird in fünf Jahren (in Deutschland) erreicht sein?

Wahrscheinlich zu wenig. Trotzdem kümmern wir uns auf breiter Ebene darum, so schnell wie möglich eine CO₂-neutrale Wirtschaft zu ermöglichen.

Die beste Energie ist die, die nicht verbraucht wird, darum nun noch die Gretchenfrage: Wo spart Ihre Abteilung im Alltag Energie?

Eine Berechnung auf einem Computer ist oft viel energieeffizienter als ein realer Versuch, aber ein Hochleistungsrechner verbraucht eben auch viel Strom. Wir setzen unsere Kompetenzen in der mathematischen Modellierung und der Entwicklung effizienter Algorithmen ein, um möglichst wenige Operationen auf einem Rechner ausführen zu müssen. Das spart Energie und Zeit.

Kontakt

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





Schwerpunkte

- Energieerzeugung und -verteilung
- Echtzeit-Anlagenbetrieb und Antriebstechnik
- Biosensorik und Medizingeräte
- Maschinelles Lernen
- Regelung komplexer Systeme
- Modellidentifikation und Zustandsschätzung

© istockphoto

Themen der Abteilung in diesem Bericht:

- EU-Projekt UPWARDS: Simulation der Physik von Windkraftanlagen und Rotordynamiken 20
- OpenMeter – Daten- und Analyseplattform zur Steigerung der Energieeffizienz 24
- Ganzheitliches Energiemanagement mit ENERDIG 25
- MathEnergy: Energienetze der Zukunft gestalten 29
- Edge-Computing: Die Zukunft der industriellen Prozessüberwachung 56

Systemanalyse, Prognose und Regelung

Womit beschäftigt sich Ihre Abteilung?

Wir erforschen und entwickeln KI-gestützte Technologien für den Echtzeitanlagenbetrieb und Antriebstechnik, um eine nachhaltige Produktion (Industrie 4.0) sowie eine intelligente Energieerzeugung und -verteilung mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Erzeugern zu gestalten. Wir unterstützen Anlagenbetriebe, -hersteller und Forschungspartner, um mittels einer KI-gestützten Erweiterung ihre Anlagen intelligent zu überwachen und automatisieren. Bei der ressourcenoptimierten Anlagenregelung berücksichtigen wir durch die multikriterielle prädiktive Steuerung die verschiedenen produktionsrelevanten Zielgrößen: Produktqualität, Einsatz der verwendeten Rohstoffe, Durchsatz, aber insbesondere auch Energienutzung (Minimierung oder Flexibilisierung) sowie den Zustand der Produktionsanlage selbst.

Wo liegen die Forschungsschwerpunkte Ihrer Abteilung beim Thema »Energie?«

Sowohl physikalisch als auch datenbasiert entwickeln wir digitale Zwillinge in den Bereichen prädiktive Instandhaltung und ressourcenoptimierte prädiktive Regelung von Verbrauchern und Netzen. Ein weiterer Schwerpunkt sind das Entwickeln und Umsetzen von KI-Algorithmen zur Überwachung, Diagnose und Prognose von Anlagenzuständen. Aber wir programmieren auch prädiktive Regelungsalgorithmen auf Basis physikalischer und/oder datengetriebener Modelle. Ganz aktuell ist unsere Forschung an Lösungen auf Edge Devices für den Schaltschrank.

Die »Energiewende« wird viel zitiert und kritisch diskutiert; was wird in fünf Jahren (in Deutschland) erreicht sein?

Es sind aktuell leider noch viele Herausforderungen zu meistern. So erfordert z. B. der stabile Betrieb der Energienetze deren Umbau, die Integration von vielen Erzeugungseinheiten und Speichern sowie neue Konzepte zur Netzsteuerung mit vielen Erzeugern, Verbrauchern und neuen Stellgrößen. Ich glaube, dass es bei enger Zusammenarbeit von Wissenschaftler:innen, Herstellern und Betreibenden für viele Probleme in fünf Jahren Lösungen gibt, deren Umsetzung im Feld aber noch einige Zeit benötigen wird.

Die beste Energie ist die, die nicht verbraucht wird, darum nun noch die Gretchenfrage: Wo spart Ihre Abteilung im Alltag Energie?

Wir sparen bei der Verwendung von Hardware-Ressourcen mit hohem Energieverbrauch z. B. unsere HiL-Plattform, die nur in Betrieb genommen werden, wenn sie direkt benötigt werden.

Kontakt

Dr. Andreas Wirsén
Abteilungsleiter »Systemanalyse,
Prognose und Regelung«
Telefon +49 631 31600-4629
andreas.wirsén@itwm.fraunhofer.de





Schwerpunkte

- Flexible Strukturen
- Strömungsdynamische Prozessauslegung
- Gitterfreie Methoden
- Energienetze und Modellreduktion

© istockphoto

Themen der Abteilung in diesem Bericht:

■ Ammoniak als Wasserstoffspeicher	22
■ Ganzheitliches Energiemanagement mit ENERDIG	25
■ DingFEST: Digitaler Zwilling überwacht und steuert Fernwärmenetze	29
■ MathEnergy: Energienetze der Zukunft gestalten	29
■ SEMSAI – Aus der Pandemie lernen	40
■ Gitterfreie Simulationsmethoden leichter nutzbar machen	58

Transportvorgänge

Womit beschäftigt sich Ihre Abteilung?

Wir modellieren komplexe industrielle Fragestellungen und entwickeln effiziente Algorithmen zur numerischen Simulation und Optimierung dieser Probleme. Die Anwendungen liegen meist im Kontext Strömungsdynamik, Strukturmechanik, Wärme- und Energietransport. Aus Sicht unserer industriellen Kundinnen und Kunden geht es um das Auslegen und Optimieren von Produktionsprozessen und Produkten.

Wo liegen die Forschungsschwerpunkte Ihrer Abteilung beim Thema »Energie«?

Mit der Simulation von Energienetzen beschäftigen wir uns schon seit vielen Jahren; aktuell steht das Optimieren der dynamischen Betriebsführung von Fernwärmenetzen im Fokus. Wichtig für das Gelingen der Energiewende ist die Sektorenkopplung, auch hierzu forschen wir. Zentrales Thema unserer Abteilung ist die strömungsdynamische Optimierung von Produktionsprozessen. Damit erhöhen wir die Energieeffizienz von Industrieanlagen.

Die »Energiewende« wird viel zitiert und kritisch diskutiert; was wird in fünf Jahren (in Deutschland) erreicht sein?

Die Energienetze sind auf den massiven Einsatz regenerativer Energieerzeugung eingestellt und durch sektorielle Vernetzung in der Lage, sich den dynamischen Schwankungen anzupassen. Die Energieeffizienz von Produktionsprozessen wird deutlich verbessert und die Prozessführung zur Nutzung regenerativer Energien dynamisiert. Im Umfeld der Diskussion um das Gebäude-Energie-Gesetz startet die Bundesregierung eine strategische Offensive zur Fernwärme. Ziel ist es, 100 000 Gebäude pro Jahr an solche Wärmenetze anzuschließen. Mit geeigneten Förderinstrumenten und intelligentem Netzausbau kann das durchaus erreicht werden. Fernwärmenetze bilden bereits einen Anwendungsschwerpunkt der Abteilung, den wir aufgrund dieser Entwicklung ausbauen werden.

Die beste Energie ist die, die nicht verbraucht wird, darum nun noch die Gretchenfrage: Wo spart Ihre Abteilung im Alltag Energie?

Der Aufwand für Dienstreisen hat sich durch virtuelle Meetings und verstärkte Nutzung des ÖPNV deutlich reduziert. Außerdem hat das systematische Etablieren von mobilem Arbeiten die Anzahl von Fahrten zur Arbeitsstätte gesenkt.

Kontakt

Dr. Dietmar Hietel
Abteilungsleiter »Transportvorgänge«
Telefon +49 631 31600-4627
dietmar.hietel@itwm.fraunhofer.de



Impressum

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Techno- und
Wirtschaftsmathematik ITWM
Team Kommunikation
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

presse@itwm.fraunhofer.de
www.itwm.fraunhofer.de

Redaktion

Ilka Blauth, Eva Fröhlich, Steffen Grützner, Esther Packullat
Anika Sedlmeier, Christian Weimer (Redaktionsassistenten)

Grafikdesign und Layout

Gesa Ermel, Antonia Rinck

Fotografie

Gesa Ermel, Fraunhofer ITWM

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

© Fraunhofer-Institut für Techno- und
Wirtschaftsmathematik ITWM, Kaiserslautern 2023



Kontakt

Fraunhofer-Institut für Techno- und
Wirtschaftsmathematik ITWM

Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

Telefon +49(0)631/3 1600-0

E-Mail info@itwm.fraunhofer.de

www.itwm.fraunhofer.de