



Fraunhofer

ITWM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR TECHNO- UND WIRTSCHAFTSMATHEMATIK ITWM



JAHRESBERICHT 2014/15

Titelbild

Da steckt Mathematik drin: Abendansicht des Fraunhofer ITWM

Das Motiv ist angelehnt an das 2014 erschienene Buch »Mathematik im Fraunhofer-Institut«, herausgegeben von Helmut Neunzert und Dieter Präzel-Wolters.

INHALTSVERZEICHNIS

4	Vorwort	82	Vorträge
6	Rückblick	87	Lehrtätigkeiten
12	Das Fraunhofer ITWM	87	Publikationen
14	Institutsprofil	93	Graduierungsarbeiten
15	Organigramm	95	Messe- und Konferenzteilnahmen
16	Das Institut in Zahlen	96	Ehrungen und Preise
18	Kunden und Kooperationspartner	96	Eigene Veranstaltungen
20	Kuratorium/Vernetzung und Kooperationen	97	Gäste
21	Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick	98	Mitarbeit in Gremien, Herausgebereätigkeit
24	Transportvorgänge	99	Patente
30	Strömungs- und Materialsimulation	100	Impressum
36	Bildverarbeitung		
42	Systemanalyse, Prognose und Regelung		
48	Optimierung		
56	Finanzmathematik		
62	Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit		
70	Competence Center High Performance Computing		
78	Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC		



Das Jahr 2014 war für das ITWM ein Jahr der Konsolidierung mit positivem operativem Ergebnis im Betriebshaushalt und weiterem Übertragsabbau im Investitionshaushalt. Der Gesamthaushalt weist wie 2013 ein Volumen von rund 25 Millionen Euro auf, die Wirtschaftserträge sind 2014 jedoch leicht gesunken, bedingt u. a. durch den Rückgang der Erträge aus der Gas- und Ölindustrie aufgrund des stark gefallenen Ölpreises. Wir haben die durch das Wissenschaftsfreiheitsgesetz möglich gewordene Beteiligung aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am Institutserfolg umgesetzt und Zulagen an alle Berechtigten ausgezahlt. Insgesamt erreichten die leistungsorientierten Zulagen und Prämien einen historischen Höchststand von ca. 4 % des Betriebshaushaltes. Hier dokumentiert sich auch die große Wertschätzung des Instituts für die Leistung unserer hochmotivierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Mit 28 abgeschlossenen Promotionen wurde 2014 ein Allzeithoch in der Geschichte des ITWM erzielt. Hier haben sich die umfangreichen Investitionen des Instituts in Grundlagenforschung und Promotionsprogramme ausgezahlt. Ein signifikanter Anteil der neu eingestellten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wurde aus den eigenen Nachwuchsprogrammen rekrutiert. 2014 haben zum ersten Mal mehr Personen das ITWM verlassen als eingestellt wurden. Der Grund war eine besondere Häufung von Sonderfaktoren: Einige Mitarbeiter haben sich selbstständig gemacht oder sind in ihre Heimatregion zurückgekehrt, einige sind in Ausgründungen gewechselt oder in attraktivere Regionen gezogen. Besonders bedauerlich ist dabei, dass die Abgänge bei den Mitarbeiterinnen nicht durch Neueinstellungen kompensiert werden konnten, so dass wir das Ziel, unseren Frauenanteil zu erhöhen, leider nicht erreichten.

Das ITWM ist als Partner für Modellierung, Simulation und Optimierung (MSO) an vielen BMBF-Projekten beteiligt. Trotzdem und auch wenn die Innovationsinitiativen in Deutschland und der EU global gesehen zu den positiven Rahmenbedingungen zählen, muss konstatiert werden, dass die Mathematik quer zu den Förderlinien des BMBF liegt. Das BMBF-Mathematikprogramm ist für die angewandte Mathematik in Deutschland sicherlich eine wichtige Ressource der Forschungsförderung, auch für die DFG

hat die Mathematikförderung hohe Priorität und Mathematik ist in allen ihren Förderinstrumenten abgebildet. Aber Mathematik als Technologie hat nach wie vor kein eigenes Förderprogramm und die finanzielle Ausstattung des BMBF-Programms ist im Vergleich zu den Fördervolumen, mit denen andere Schlüsseltechnologien bedient werden, bescheiden. Die Bedeutung der angewandten Mathematik als Innovationstreiber wird aus unserer Sicht immer noch nicht ausreichend in der Politik wahrgenommen. Damit sind mathematisch orientierte Forschungsinstitute und Lehrstühle immer wieder darauf angewiesen, ihre Kompetenzen an domänenorientierte Projekte anzudocken, erhalten aber wenig exklusive Förderung für Methodenentwicklung und Ausbau ihrer Kernkompetenzen. Es fehlt ein Förderprogramm für größere Verbundprojekte mit der Industrie, in denen unter Konsortialführung der Mathematik Methodenentwicklung orientiert am Bedarf der Industrie vorangetrieben wird und die Firmen selbst Fördermittelempfänger sein können.

Festzuhalten ist allerdings auch, dass die angewandte Mathematik in Deutschland in den letzten Jahrzehnten einen enormen Auftrieb erfahren hat und als »Motor für Innovation« fest in Wirtschaft und Gesellschaft verankert ist. Einen entscheidenden Anteil an dieser positiven Entwicklung haben die Hochschulabsolventen, die in Industrie, Wirtschaft oder z. B. in Fraunhofer-Instituten arbeiten. Allerdings ist diese Gruppe wenig sichtbar. Das ITWM hat in dem 2014 veröffentlichten Buch »Mathematik im Fraunhofer-Institut« den Versuch unternommen, die Arbeit dieser Gruppe von Mathematikern in den Fokus zu rücken und ihr durch Darstellung erfolgreicher Projekte und der Grundzüge einer problemgetriebenen, modellbasierten und lösungsorientierten Mathematik und dem damit verbundenen Mathematiktransfer in Wirtschaft und Gesellschaft einen adäquaten Stellenwert zu geben. Unser Buch zeigt auf, wie unglaublich erfolgreich die Mathematik heute an der Lösung industrieller Probleme mitwirkt und wie man diese Mathematik in den Schulunterricht integrieren kann, um ihr damit Bedeutung zu geben. Es gab bereits viel positive Resonanz auf diese Veröffentlichung und wir würden uns über weitere Kommentare und konstruktive Kritik freuen.

2014 wurde wieder eine Vielzahl anspruchsvoller Projekte bearbeitet. Die Abteilung Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit hat die Technologieentwicklung zur Simulation der Fahrzeug-Umwelt-Mensch-Interaktion weiter ausgebaut. Nach der Inbetriebnahme des interaktiven Fahrsimulators RODOS® wurde 2014 mit der Markteinführung der Virtual Measurement Campaign VMC® ein weiterer Meilenstein genommen.

Die Abteilung Optimierung hat ihre branchenübergreifende Kompetenz wieder eindrucksvoll bestätigt. Neben Aktivitäten in den Bereichen chemische Verfahrenstechnik und Medizintechnik konnte mit dem Start eines vom BMBF geförderten Projekts zur Steigerung der Energieeffizienz in der Trinkwasserversorgung der Einstieg in diese für die Abteilung neue Branche realisiert werden. In der Pharmabranche wurde mit der Merck KGaA ein Neukunde für eine Forschungsk Kooperation zur End-To-End-Simulation von Wertströmen in der Medikamentenproduktion gewonnen.

Das Kompetenzzentrum für High Performance Computing hat sich erfolgreich bei den durch das weltweite Datenwachstum stark gestiegenen Anforderungen an Dateisysteme und deren Leistungsfähigkeit positioniert. 2014 wurde das bisher »Fraunhofer Parallel File System« genannte und in der akademischen Welt sehr erfolgreich eingesetzte Dateisystem für HPC-Rechner weiterentwickelt und in BeeGFS umbenannt.

Die Abteilung Transportvorgänge konnte rückläufige Erträge aus öffentlich geförderten Projekten durch Ausweitung ihrer industriellen Aktivitäten kompensieren. Die im Bereich Strömung und flexible Strukturen zur Verfügung stehenden Simulationsinstrumente (u. a. FIDYST – Fiber Dynamics Simulation Tool) erlauben die integrierte Behandlung ganzer Produktionsverfahren und haben zu einer Ausweitung und Internationalisierung des Kundenspektrums geführt.

In der Abteilung Strömungs- und Materialsimulation konnten große Forschungsprojekte abgeschlossen und viele industrielle Anschlussprojekte eingeworben werden. Laufende BMBF- und AiF-Projekte im Bereich der Optimierung poröser Materialstrukturen

u. a. für Batterie- und Brennstoffzellen sowie des Leichtbaus mit Kunst- und Naturfasern liefern erste vielversprechende Ergebnisse. Die aktuelle Kombination der Mikrostruktursimulationstechnologie mit der klassischen Fertigungs- und Systemsimulation für komplette Bauteile bzw. Apparate eröffnet vielfältige Anwendungsprojekte.

In der Leitung der Abteilung Bildverarbeitung gab es einen Wechsel: Mit Markus Rauhut und Henrike Stephani wurden zwei in der Akquisition und Personalführung erfahrene und wissenschaftlich kompetente Führungskräfte als Abteilungsleiter bzw. als stellvertretende Abteilungsleiterin eingesetzt. Ein thematisches Highlight für die Bildverarbeitung war das im EU-Forschungsprogramm Clean Sky bearbeitete Projekt AMI4BLISK: hier wurde eine integrierte Lösung zur Oberflächeninspektion und Vermessung der Turbinen- und Triebwerkskomponente BLISK entwickelt.

In der Abteilung Finanzmathematik wurden einige neue Anwendungsbereiche adressiert, so z. B. das erste größere Projekt mit einem deutschen Lebensversicherer, das auch in den Bereich der neu eingeworbenen WISA »Stochastische Modellierung und Numerische Simulation für das Risikomanagement von Versicherungsunternehmen« fällt.

Im Rahmen des Software-Cluster, einem Spitzencluster aus der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder, konnte die Abteilung Systemanalyse, Prognose und Regelung ihren Demonstrator zur Zuverlässigkeitsbewertung von Composita aus Internetdiensten in der Cloud fertigstellen und auf der Hannover Messe präsentieren. Eine vertiefte Behandlung dieser Themen und weitere Projektbeispiele finden Sie in den Abteilungsbeiträgen. Ich wünsche Ihnen jetzt viel Vergnügen bei der weiteren Lektüre unseres Jahresberichtes und möchte mich bei allen Projektpartnern für die konstruktive und angenehme Zusammenarbeit bedanken.



Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters
Institutsleiter





NACHT, DIE WISSEN SCHAFFT MIT SCIENCE SLAM

Als Besuchermagnet erwies sich der Science Slam bei der »Nacht, die Wissen schafft« Ende April: Die Türen des Auditoriums im Fraunhofer-Zentrum mussten weit geöffnet werden, damit alle Besucher dem Wissenschaftswettbewerb lauschen konnten. Vier junge Wissenschaftler aus Kaiserlautern, Saarbrücken, München und Jena stellten in jeweils zehnminütigen Vorträgen ihre Forschungsthemen aus Informatik, Mathematik und Neurobiologie vor: knapp, pfiffig und anschaulich. Mit »Wüstenpiraten auf sechs Beinen« (Dr. Siegfried Bolek, Universität Ulm), »Komplexität und Berechenbarkeit von (Kleider-)Mode« (Johannes Kretzschmar, Friedrich-Schiller-Universität Jena), »Möchten Sie vielleicht Pommes zu den Pommes?« (Johannes Schildgen, TU Kaiserslautern) und »Scharf machen, aber richtig« (Florian Kern, Universität des Saarlandes) hatten die vier bereits an bundesweiten Science Slams teilgenommen und vordere Plätze belegt. In Kaiserslautern wurde mit den Händen abgestimmt, d. h. wer den meisten Applaus bekommt, ist Sieger; beim ersten Lauterer Science Slam gab es gleich zwei, nämlich die beiden Informatiker Johannes Schildgen und Johannes Kretzschmar.

Auch darüber hinaus hatte die vierte »Nacht, die Wissen schafft« als Schaufenster der Institute und der TU Kaiserslautern viel zu bieten. Im Fraunhofer ITWM beleuchtete der Mathematik-Professor Ralf Korn in einem kurzweiligen Vortrag den »Zufall – Dein Feind und Helfer«, die einzelnen Abteilungen des ITWM zeigten ihre Exponate in den Atrien; unter anderem wurde das neue Oberflächeninspektionssystem für Leder, Papier, Metall präsentiert, die mechanisierte Ultraschall-Prüfung mit einem Roboter sowie das optimale Schleifen von Farbedelsteinen. Mit dem »Patienten-Navi« konnten die Gäste selbst die besten Wege im Krankenhaus finden und versuchen, bessere Lösungen als der Computer zu erarbeiten. Sehr gut besucht waren auch Vorführungen des interaktiven Fahrsimulators RODOS®, einer realen Fahrzeugkabine in einer virtuellen Arbeitsumgebung. Den stündlich angebotenen Gebäudeführungen schlossen sich ebenfalls viele Besucherinnen und Besucher an.

Keine Wissenschaftsnacht ohne Musik: In diesem Jahr war die Lauterer Gruppe »Ruppert spielt« zu hören, anfangs in den Fluren unterwegs als Marching Band und bis nach Mitternacht im Foyer.

1 *Wie viel Edelstein steckt im Rohling?*

2 *Prof. Dr. Norbert Wehn moderierte den Science Slam*

3 *Stromverbrauch verstehen*

SPASS AM JOB HABEN UND DABEI AUCH NOCH KARRIERE MACHEN GEHT NICHT.

DOCH.

Das Fraunhofer ITWM bietet nicht nur Karriere-möglichkeiten in Forschung und Entwicklung. Auch in diese Bereiche ist ein Berufsweg in Öffentlichkeitsarbeit und Marketing. Hier sind Engagierte und motivierte Personen bei uns hervorragende Arbeitsbedingungen und Aufstiegsmöglichkeiten, die sich weiter- und weiterbilden in diesen Bereichen besitzen bei uns einen hohen Stellenwert. Schließlich kann nur gefördert werden, was auch gefördert wird.

Wie können wir die Herausforderer?
 Dr. Marion Schuch-Rosen
 Verantwortliche
 www.itwm.fraunhofer.de



STÄNDIG ÜBER FEHLER STOLPERN UND DAMIT AUCH NOCH EINEN SCHRITT VORAUS SEIN GEHT NICHT.

DOCH.

Am Fraunhofer ITWM sind wir ständig auf der Suche nach neuen Ideen. Mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Kenntnissen sind wir unter anderem in der Lage, komplexe Aufgabenstellungen zu lösen. Wir suchen eine Leidenschaft, um die Herausforderungen im täglichen Leben zu meistern.

Möchtest Du die Welt mit unseren Augen sehen?
 M.Sc. Daniela Dobromil
 Datenanalystin
 www.itwm.fraunhofer.de

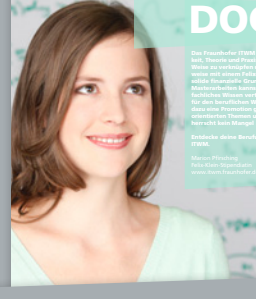


IM STUDIUM SPANNENDE THEMEN ERFORSCHEN UND DABEI DIE KARRIERE PLANEN GEHT NICHT.

DOCH.

Das Fraunhofer ITWM bietet Dir die Möglichkeit, Theorie und Praxis auf spannende Art und Weise zu verbinden und dabei gleichzeitig Deine wertvollen Fähigkeiten zu entwickeln. Hier sind Engagierte und motivierte Personen bei uns hervorragende Arbeitsbedingungen und Aufstiegsmöglichkeiten, die sich weiter- und weiterbilden in diesen Bereichen besitzen bei uns einen hohen Stellenwert. Schließlich kann nur gefördert werden, was auch gefördert wird.

Wie können wir die Herausforderer?
 Dr. Marion Schuch-Rosen
 Verantwortliche
 www.itwm.fraunhofer.de



SPINNERTE IDEEN ENTWICKELN UND DABEI NOCH ORDNUNG INS WIRRWARR BRINGEN GEHT NICHT.

DOCH.

Bei der Herstellung von Vliesen geht es ziemlich turbulent zu, denn Fäden und Fasern werden durch eine Luftströmung gewirbelt, bevor sie auf dem Transportband der Spinnvliesanlage landen. Damit diese Landung möglichst geordnet vonstattengeht und das Vlies auch die gewünschten Materialeigenschaften aufweist, simulieren und optimieren wir die Wechselwirkung zwischen Struktur und Strömung und sorgen damit für einen perfekten Vliesstoff.

Wir verknüpfen Deine Fähigkeiten mit unseren Herausforderungen.

Dr. Simone Gramsch
 Wissenschaftliche Mitarbeiterin
 www.itwm.fraunhofer.de





DOCH KAMPAGNE/FEMTEC-EXKURSION ANS ITWM

Der Frauenanteil am Fraunhofer ITWM wurde sprunghaft gesteigert, als der diesjährige Femtec-Kurs das Institut besuchte: Die Gäste sind Studentinnen der Natur- und Ingenieurwissenschaften aus Berlin, Dresden, Aachen und anderer Elite-Hochschulen; sie haben alle bereits ihr Vordiplom abgeschlossen oder befinden sich am Ende des Bachelor- oder Masterstudiums. Die Frauen sind Teilnehmerinnen eines Careerbuilding-Programms, das von der Femtec, dem vor zehn Jahren von der TU Berlin gegründeten Hochschulkarrierezentrum für Frauen, zusammengestellt wird. Teil dieses Programms sind u.a. Exkursionen zu Kooperationspartnern, um deren Aufbau und Tätigkeitsfelder kennenzulernen, Informationen über Praktika, Abschlussarbeiten, Promotionen und den Berufseinstieg zu erhalten sowie in persönlichen Kontakt zu kommen. Weitere Stationen der einwöchigen Femtec-Exkursion sind in diesem Jahr BP, Thyssen, Bosch und E.ON. Das Fraunhofer ITWM konnten die angehenden Ingenieurinnen in Vorträgen und Workshops kennenlernen, sich aber auch selbst vorstellen. Raum für den persönlichen Austausch bot vor allem das MINT-Café: in der Kaffeehaus-Atmosphäre des Atriums stellten sich Wissenschaftlerinnen des Fraunhofer ITWM den Fragen der Studentinnen und eventuell zukünftigen Kolleginnen.

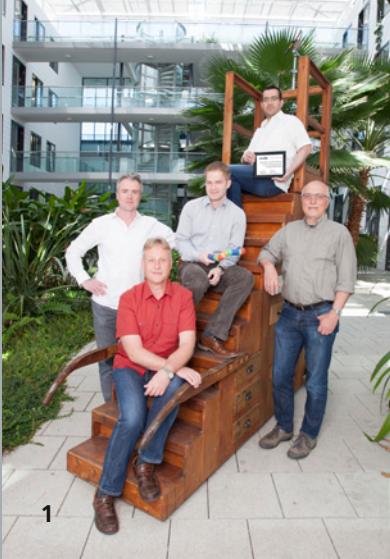
Drei Workshops wurden angeboten: Qualitätskontrolle in der Industrie mit einem Online-Inspektionssystem (Abteilung Bildverarbeitung), Optimale Verwertung von Edelsteinen (Abteilung Optimierung) sowie Interaktive Fahr- und Betriebssimulation mit dem Fahrsimulator RODOS® (Abteilung Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit). Für die Teilnehmerinnen dieses Workshops war die Baggerfahrt im Simulator ein echtes Highlight.

Insgesamt waren die Rückmeldungen sehr positiv: Neben der offenen und herzlichen Atmosphäre beeindruckte die Studentinnen, »wo überall die Mathematik in der Praxis und in der Industrie eingesetzt wird«, und wie spannend die Arbeitsbereiche sind. Speziell Mathematik-Studentinnen haben viel Motivation und Inspiration für Studium und Karriereplanung nach dem Studium mitgenommen und dazu gehörte auch eine Promotion am ITWM. Aber auch den Besucherinnen, die ihre berufliche Zukunft eher in der Wirtschaft und weniger in der Forschung sehen, wird Fraunhofer »als kreatives und spannendes Arbeitsumfeld in Erinnerung bleiben.«

1 Plakate zur DOCH-Kampagne der Fraunhofer-Gesellschaft

2 Gruppenfoto mit Betreuerinnen

3 Das MINT-Café, noch ohne Besucherinnen



1 *Dr.-Ing. Joachim Linn, Oliver Hermanns, Dr.-Ing. Clément Zémerli, Dr. Klaus Dreßler und Dr. Eder Santana Annibale*



2 *»Zu zweit« – Titelbild der Fotoausstellung »Im Lichte Indiens«*

BEST INTERNATIONAL PAPER AWARD

Beim Kongress der brasilianischen SAE (Society of Automotive Engineers) im Oktober in São Paulo hielt Dr. Eder Santana Annibale, Mitarbeiter der Abteilung Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit, einen Vortrag zum Thema: »Virtual Design and Dynamical Simulation of Flexible Cables, Hoses and Wires«. Dafür wurden er und seine Ko-Autoren mit dem »Best International Paper« ausgezeichnet. Im Fokus des Kongresses standen zukunftsweisende Technologien in der Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie sowie in der Luft- und Raumfahrt.

FOTO-AUSSTELLUNG: IM LICHT E INDIENS

»Layers of India«, so hat die aus Kaiserslautern stammende Fotokünstlerin Sabine A. Harter eine Serie digitaler Collagen betitelt, mit der sie die Vielschichtigkeit und das Rätselhafte Indiens einfing. Zu sehen waren die mehrfach belichteten Fotografien über mehrere Wochen in der Hauptmagistrale des ITWM. Die Vernissage Anfang Oktober stand zwar nicht im Lichte, aber doch ganz in Zeichen Indiens: indisches Essen, indische Klänge der ANUBHAB-ACADEMY aus Köln und nicht zuletzt Prof. Subbiah Sundar mit seinem Vortrag »Seen with Indian eyes« sowie einigen Liedern machten die Ausstellungseröffnung zu einem Indischen Abend. Subbiah Sundar, der am IIT Madras lehrt, ist Kaiserslautern als Alumni-Botschafter eng verbunden; er hat am Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern studiert und kehrt regelmäßig als Gastwissenschaftler in die Pfalz zurück.

KOMPETENZZENTRUM FÜR MATHEMATISCHE MODELLIERUNG IN DER SCHULE ERÖFFNET

Im Juni wurde auf dem Campus der TU Kaiserslautern das »Kompetenzzentrum für Mathematische Modellierung in MINT-Projekten in der Schule« (KOMMS) feierlich eröffnet, in Anwesenheit von Doris Ahnen, zu diesem Zeitpunkt Ministerin für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur in Rheinland-Pfalz. KOMMS ist eine wissenschaftliche Einrichtung des Fachbereichs Mathematik und wird vom Fraunhofer ITWM unterstützt, mit dem Ziel, die Bereiche Schulprojekte, Lehrerfortbildung/Zertifizierung, Lehrerausbildung sowie Forschung zu verstetigen. Das Zentrum richtet sein Angebot an Schulen und Hochschulen in Rheinland-Pfalz. Doris Ahnen hob in ihrer Rede die frühe Vorreiterrolle der Mathematiker in Kaiserslautern in der Modellierung hervor und lobte gleichzeitig deren Weitsicht bezüglich der Bedeutung der Modellierung.



1



2



3

ERWEITERUNGSBAU DER KITA EWGEWEIHT

Bereits bei ihrer Eröffnung im Januar 2006 fand die KiTa »Klammer@ffchen« am Fraunhofer-Zentrum in der Trippstadter Straße großen Zuspruch. Damals bot die Einrichtung Platz für zwei Gruppen von je zehn Kindern ab der neunten Lebenswoche bis zum vollendeten dritten Lebensjahr. Wegen der starken Nachfrage hat sich Fraunhofer für einen Erweiterungsbau eingesetzt und war erfolgreich: Im Juli wurde der Anbau eingeweiht, nach einer Bauzeit von nur einem Jahr. Das Gebäude mit einer zusätzlichen Grundfläche von 325 qm bietet Raum für weitere 30 Kinder, worunter 16 Plätze für Kinder ab drei Jahren bis zum Schuleintritt vorgesehen sind. Die feierliche Eröffnung mit Grußworten der damaligen Staatssekretärin Vera Reiß, ITWM-Verwaltungsleiterin Dr. Marion Schulz-Reese und dem Oberbürgermeister der Stadt Kaiserslautern, Dr. Klaus Weichel, war eingebettet in ein abwechslungsreiches Programm, das die Kinder der Tagesstätte mit Liedern und Tänzen sowie Schauspieler des Pfalztheaters gestalteten.

Die gemütlichen Gruppenräume verfügen jeweils über einen angrenzenden Schlafräum sowie ein Badezimmer mit Wickelbereich. Zudem gibt es einen neu angelegten Außenbereich mit Nutzgarten, der mit verschiedenen Spielgeräten zum Toben und Entdecken einlädt. Alle 16 Erzieherinnen haben eine Zusatzqualifikation im Bereich der Früh- und Vorschulpädagogik. Dies garantiert eine individuelle und an den Bedürfnissen der einzelnen Kinder orientierte Betreuung und bietet gleichzeitig genügend Raum für unterschiedliche Projekte und Angebote. Die Gesamtkostenhöhe des Projektes in einer Höhe von 715.000€ wurden vom Land zu 23 % und von der Stadt zu 50 % gedeckt. Die restlichen 27 % teilen sich die Fraunhofer-Gesellschaft sowie die Fraunhofer-Institute vor Ort.

Eigentümer der Einrichtung ist nach wie vor die Fraunhofer-Gesellschaft. Genutzt und getragen wird diese allerdings von der »Initiative Kindertagesstätte an der TU Kaiserslautern e. V.« Die Erweiterung der Kita ist ein weiteres Indiz für das große Engagement der Kaiserslauterer Fraunhofer-Institute, ihren Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen ein familienfreundliches Arbeitsumfeld zu bieten: flexible Arbeits- und Elternzeiten, die Möglichkeit zum Home-Office, Organisation von Gesundheitstagen und Sportangeboten sowie ein Eltern-Kind-Büro machen das Fraunhofer-Zentrum in Kaiserslautern zu einem attraktiven Arbeitgeber.

1 *Entspannte Atmosphäre nach gelungener Eröffnung*

2 *Die nüchterne Fassade umhüllt gemütliche Innenräume.*

3 *Die Erzieherinnen des »Klammer@ffchens«*



Viktoria Hieb, Dr. Marion Schulz-Reese, Manuela Hoffmann, Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters, Prof. Dr. Helmut Neunzert, Prof. Dr. Ralf Korn, Elke Münch, Waltraud Dully, Alexander Basler, Anja Nitschky, Brigitte Williard, Sabine Müller, Christian Peter, Ilka Blauth, Mirko Spell, Eva Schimmele, Martin Vogt, Michaela Grimberg-Mang, Dominic Schunk, Sylvia Gerwalin, Dominic Daneker, Gabi Gramsch, Markus Pfeffer, Katharina Parusel, Steffen Grützner, Erik Schnabel, Dieter Eubell, Tino Labudda, Martin Braun, Dr. Elmar Gerwalin, Michael Mannweiler, Klaus Linck

DAS FRAUNHOFER ITWM





INSTITUTSPROFIL

Computersimulationen sind ein unverzichtbares Werkzeug bei der Gestaltung und Optimierung von Produkten und Produktionsprozessen, Dienstleistungen, Kommunikations- und Arbeitsprozessen. Reale Modelle werden durch virtuelle Modelle ersetzt. Der Mathematik kommt bei der Gestaltung dieser virtuellen Welt eine fundamentale Rolle zu. Mathematische Modelle liegen horizontal in einer Landschaft von vertikal angeordneten Wissenschaftsdisziplinen und technologischen Anwendungen. Dieser Querschnittscharakter der Mathematik macht sie zu einer »generischen Technologie«; als Grundlage für den Brückenschlag in die Simulationswelt wird sie aber auch zur Schlüsseltechnologie für Computersimulationen, die in nahezu allen Bereichen des Wirtschaftslebens Einzug gehalten haben. Immer mehr kleine und mittelständische Unternehmen nutzen die Simulation zur Kostenreduzierung. Gerade diese Unternehmen unterstützt das Fraunhofer ITWM mit Beratung und Rechenleistung. Sie profitieren am Markt durch den Einsatz von Simulation als Ausweis für Innovation und Qualitätssicherung ihrer Produkte.

Natürlich arbeiten wir auch mit großen Firmen zusammen, vor allem im Fahrzeugbereich, im Maschinenbau, der Textilindustrie, der Mikroelektronik, mit Banken und der Computerindustrie. Integrale Bausteine unserer Arbeit sind Beratung in FuE-Fragen, Unterstützung bei der Anwendung von Hochleistungsrechner-technologie und Bereitstellung maßgeschneiderter Software-Lösungen.

Neben der Umsetzung dieser Technologie in Anwendungsprojekten und ihre Weiterentwicklung in Forschungsprojekten bildet auch die enge Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern einen Schwerpunkt des Fraunhofer ITWM. Grundpfeiler sind die klassischen Disziplinen der angewandten Mathematik, wie Numerik, Optimierung, Stochastik und Statistik sowie Differentialgleichungen. Die spezifischen Kompetenzen des ITWM sind

- Verarbeitung der aus Experimenten und Beobachtungen gewonnenen Daten
- Aufsetzung der mathematischen Modelle
- Umsetzung der mathematischen Problemlösungen in numerische Algorithmen
- Zusammenfassung von Daten, Modellen und Algorithmen in Simulationsprogrammen
- Optimierung von Lösungen in Interaktion mit der Simulation
- Visualisierung der Simulationsläufe in Bildern und Grafiken

Das ITWM ist Mitglied des Fraunhofer-Verbands Informations- und Kommunikationstechnologie sowie Gast im Verbund Materials; die gute Vernetzung innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft dokumentiert aber auch die Beteiligung an zahlreichen Allianzen: autoMOBILproduktion, Batterien, Fraunhofer-Initiative Big Data, Cloud Computing, Leichtbau, Numerische Simulation von Produkten und Prozessen, SysWasser, Verkehr, Vision.

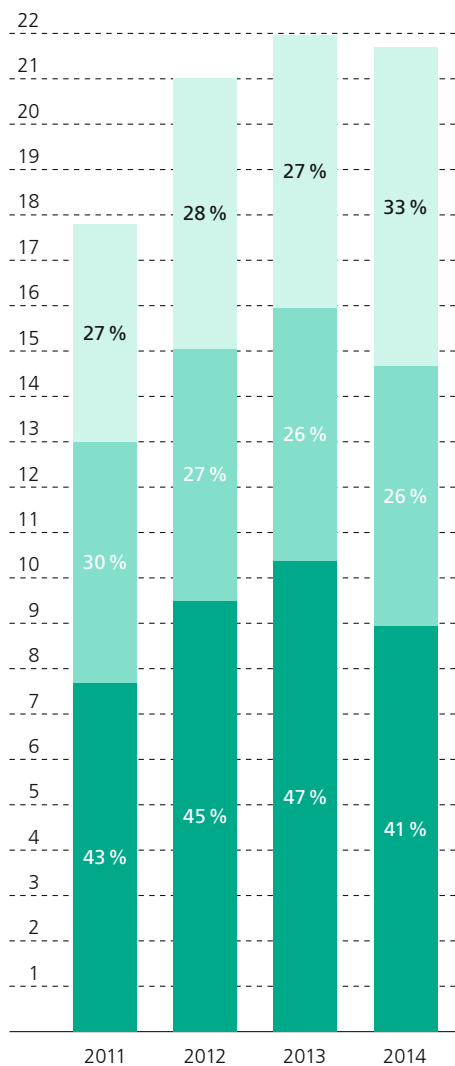
ORGANIGRAMM

Institutsleitung	Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters
Scientific Advisory Board	Prof. Dr.-Ing. Hans Hasse
	Prof. Dr. Axel Klar
	Prof. Dr. Ralf Korn
	Prof. Dr. Helmut Neunzert
	Prof. Dr. Stefan Nickel
Verwaltung	Dr. Marion Schulz-Reese
IT	Dr. Elmar Gerwalin
Presse und Öffentlichkeitsarbeit	Dipl.-Math. Steffen Grützner
Competence Center High Performance Computing	Dr. Franz-Josef Pfreundt
Transportvorgänge	Dr. Raimund Wegener
Strömungs- und Materialsimulation	Dr. Konrad Steiner
Bildverarbeitung	Dipl.-Inform. Markus Rauhut
Systemanalyse, Prognose und Regelung	Dr. Patrick Lang
Optimierung	Prof. Dr. Karl-Heinz Küfer
Finanzmathematik	Prof. Dr. Ralf Korn
Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit	Dr. Klaus Dreßler

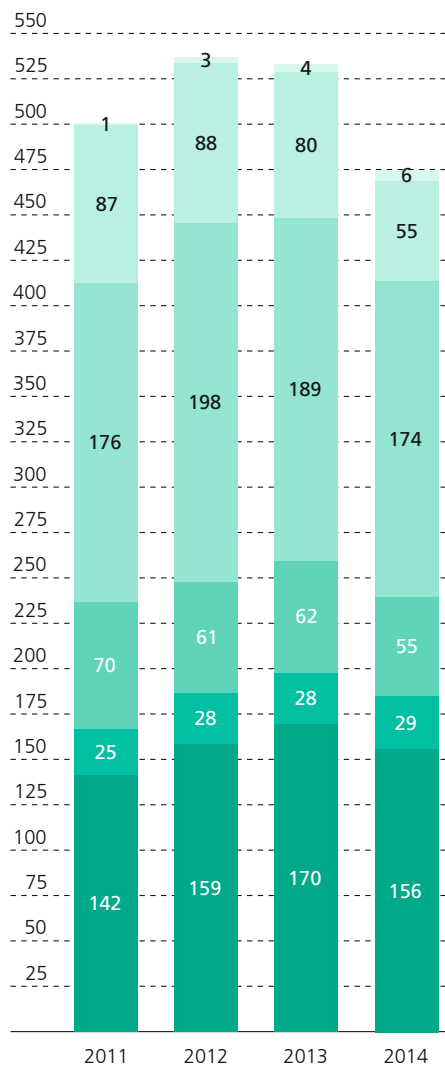
HAUSHALT UND PERSONALENTWICKLUNG

Betriebshaushalt in Mio. €

- Industrie
- Öffentliche Hand
- Grundfinanzierung und Fraunhofer-interne Programme



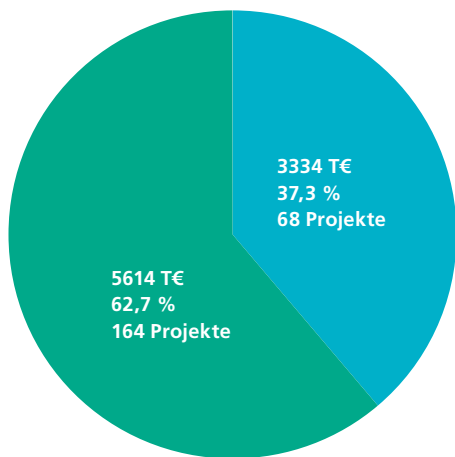
- Wissenschaftliche und technische Mitarbeiter
- Zentrale Bereiche
- Doktoranden
- Wissenschaftliche Hilfskräfte
- Praktikanten
- Auszubildende



DETAILS ZU DEN INDUSTRIERTRÄGEN (9,0 MIO. €)

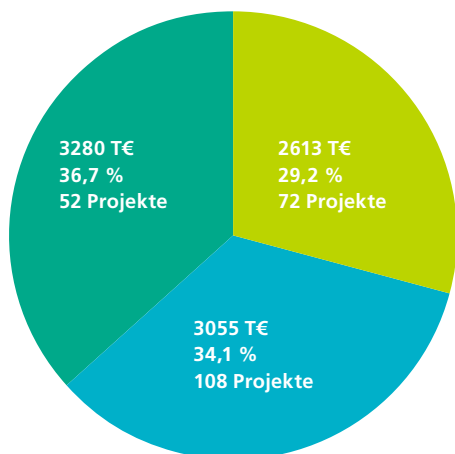
Aufteilung nach Unternehmensgröße

- Nicht-KMU
- KMU

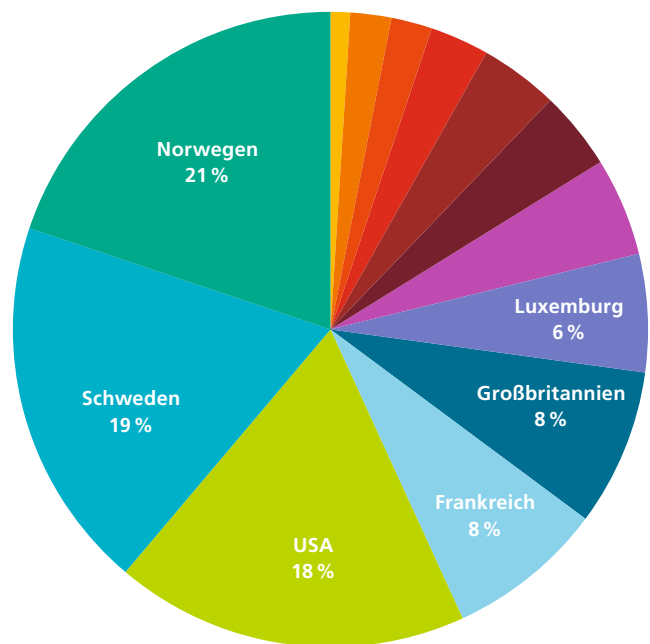


Aufteilung nach Regionen

- regionale Firmen (näher 150 km)
- andere deutsche Firmen
- ausländische Firmen



Auslandserträge nach Ländern



- Schweiz 5 %
- Niederlande 4 %
- Belgien 4 %
- Saudi-Arabien 3 %
- Irland 2 %
- China 2 %
- Japan 1 %

KUNDEN UND KOOPERATIONSPARTNER AUSWAHL 2014

- AbbVie Deutschland GmbH & Co. KG, Ludwigshafen
- ACATIS Investment GmbH, Frankfurt
- Accenture CAS GmbH, Kaiserslautern
- Adam Opel AG, Rüsselsheim
- ante-holz GmbH, Bromskirchen-Somplar
- Assyst GmbH, Aschheim-Dornach
- AUDI AG, Ingolstadt
- Autefa, Friedberg
- Autoneum Management AG, Winterthur (CH)
- BASF SE, Ludwigshafen
- BMW Group, München
- BorgWarner Turbo Systems GmbH, Kirchheimbolanden
- Burgmann, Wolfratshausen
- Centrica, Stavanger (N)
- Clean Energy Sourcing AG, Leipzig
- Continental Automotive Systems AG & Co. OHG, Frankfurt/M.
- Cummins, Marktheidenfeld
- DAF Trucks N. V., Eindhoven (NL)
- Daimler AG, Wörth, Stuttgart
- delta h Ingenieurgesellschaft mbH, Witten
- Deutsche Apotheker Bank, Düsseldorf
- Dienes, Mühlheim/Main
- ebm papst, Mulfingen
- EDITA GmbH, Dortmund
- El-QFM, Kaiserslautern
- EKF diagnostic GmbH, Barleben
- Elsevier Ltd., Kidlington (GB)
- ESB International, Dublin (IRL)
- ESI Group, Paris (F)
- EWE AG, Oldenburg
- Fachhochschulen: Berlin, Birkenfeld, Darmstadt, Kaiserslautern, Lübeck, Mainz, Mannheim, Saarbrücken
- Ford-Werke GmbH, Köln
- Frankfurt Trust GmbH, Frankfurt
- Freudenberg Filtration Technologies SE & Co. KG, Kaiserslautern, Weinheim
- Goodyear S.A., Colmar-Berg (L)
- Görlitz, Koblenz
- Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG, Damme
- Haag-Streit AG, Köniz (CH)
- HegerGuss GmbH, Enkenbach-Alsenborn
- Hilite, Nürtingen
- Hubert Stüken GmbH & Co. KG, Rinteln
- Human Solution, Kaiserslautern
- IBS FILTRAN GmbH, Morsbach-Lichtenberg
- Inergy, Brüssel
- Institut für Textiltechnik (ITA), Aachen
- IPConcept und DZ-Bank, Luxemburg (L)
- John Deere, Mannheim, Kaiserslautern
- Johns Manville Europe GmbH, Bobingen
- KITE China, Beijing (CHN)
- Kliniken und Krankenhäuser: Frankfurt/M., Essen
- Kronos, Leverkusen
- KTM-Sportmotorcycle AG, Mattighofen (A)
- Landesbank Baden-Württemberg, Stuttgart

- Liebherr, Kirchdorf, Colmar (F)
- LONZA Group AG, Basel (CH)
- Lufthansa A.G., Frankfurt
- MAN Truck & Bus Deutschland GmbH, München
- Mann+Hummel GmbH, Ludwigsburg
- Marathon Oil, Houston (USA)
- Massachusetts General Hospital (MGH)/Harvard Medical School, Boston (USA)
- Math2Market GmbH, Kaiserslautern
- Merck KGaA, Darmstadt
- mfd Diagnostics GmbH, Wendelsheim
- Miebach Consulting GmbH, Frankfurt/M.
- MTU Aero Engines GmbH, München
- Nissan, Kanagawa (J)
- NOGRID GmbH, Mainz
- Odenwaldwerke, Amorbach
- Paul Wild OHG, Kirschweiler
- Pfalzwerke AG, Ludwigshafen
- Porsche AG, Weissach
- proALPHA Software AG, Weilerbach
- Procter & Gamble, Cincinnati (USA), Schwalbach, Euskirchen
- Progress Rail Inspection & Information Systems, Bad Dürkheim
- PSA Peugeot Citroën, Velizy-Villacoublay Cedex (F)
- R+V Versicherung, Wiesbaden
- RaySearch Laboratories AB, Stockholm (S)
- Repsol, Houston (USA)
- RJL Micro & Analytic GmbH, Karlsdorf-Neuthard
- Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, Oberursel
- Scania CV AB, Södertälje (S)
- Schleifring und Apparatebau GmbH, Fürstenfeldbruck
- Schott, Mainz
- Seismic Imaging Processing SIP, Aberdeen (GB)
- Sharp Reflections, Stavanger (N), Kaiserslautern
- SIEDA GmbH, Kaiserslautern
- Siemens AG, Erlangen
- Skytron Energy GmbH, Berlin
- Solvay GmbH, Hannover
- Statoil ASA, Stavanger (N), Trondheim (N), Oslo (N)
- Stryker GmbH & Co KG, Freiburg
- Superon GmbH, Dernbach
- SWK Stadtwerke Kaiserslautern GmbH, Kaiserslautern
- Technische Werke Ludwigshafen, Ludwigshafen
- Teckpro AG, Kaiserslautern
- ThinkParQ, Kaiserslautern
- Uhde Inventa-Fischer, Berlin
- Universitäten: Bordeaux (F), Bremen, Chemnitz, Freiburg, Freiburg, Heidelberg, Kaiserslautern, Karlsruhe, Kassel, Mainz, Münster, Nancy (F), Paris/Fontainebleau (F), Saarbrücken, Thuwal (KSA), Ulm, Zürich (CH)
- Voith Hydro, Heidenheim
- Volkswagen AG, Wolfsburg
- Volvo CE, Konz, Göteborg (S)
- Webasto SE, Stockdorf
- Woltz, Wertheim

August Altherr, JOHN DEERE European Technology Innovation Center

Dr.-Ing. Erwin Flender, MAGMA Gießereitechnologie GmbH

Dr. Werner Groh, Johns Manville Europe GmbH

Johannes Heger, HegerGuss GmbH

Dr. Wilhelm Krüger, Blue Order AG

Prof. Dr. Volker Mehrmann, Technische Universität Berlin

Dr. Hannes Möller, Daimler AG

Prof. Dr. Helmut Neunzert, Fraunhofer ITWM

Barbara Ofstad, Siemens AG

MR Richard Ortseifer, Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung des Landes Rheinland-Pfalz

RD Ingo Ruhmann, Bundesministerium für Bildung u. Forschung

Prof. Dr. Helmut J. Schmidt, Präsident der TU Kaiserslautern

Dr. Mattias Schmidt, Procter & Gamble Service GmbH

Prof. Dr. Wolfgang Wahlster, DFKI GmbH

Dr. Carola Zimmermann, Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz

Das ITWM ist eingebunden in ein Netz nationaler und internationaler Kooperationen und Mitglied mehrerer Zusammenschlüsse innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft:

- Fraunhofer-Verbund »LuK-Technologie«
- Fraunhofer-Verbund »Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS« (Gaststatus)
- Fraunhofer-Allianz »Automobilproduktion«
- Fraunhofer-Allianz »Batterien«
- Fraunhofer-Allianz »Big Data«
- Fraunhofer-Allianz »Cloud Computing«
- Fraunhofer-Allianz »Leichtbau«
- Fraunhofer-Allianz »Numerische Simulation von Produkten, Prozessen«
- Fraunhofer-Allianz »Verkehr«
- Fraunhofer-Allianz »Vision«
- Fraunhofer-Innovationscluster »Digitale Nutzfahrzeug-technologie«

Weitere Kooperationen

- **Innovationszentrum »Applied System Modeling«**
Im ASM arbeiten die Fraunhofer-Institute IESE, ITWM, IPM (Abteilung Terahertz-Messtechnik) sowie die Fachbereiche Informatik und Mathematik der TU Kaiserslautern eng zusammen, um schneller hochtechnisierte Produkte zu entwickeln.
- **Center for Mathematical and Computational Modeling (CM)²** am Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern hat seinen Fokus auf mathematischen Anwendungen in den Ingenieurwissenschaften.
- **Felix-Klein-Zentrum für Mathematik**
Das FKZM ist eine institutionelle Verbindung zwischen Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern und Fraunhofer ITWM, mit Schwerpunkt auf der Nachwuchsförderung, u. a. in Form von Modellierungswochen für Schulen, Stipendien und einem Mentorenprogramm für Mathematik-Studierende.
- **Science Alliance Kaiserslautern**
Zusammenschluss der Studien- und Forschungseinrichtungen am Standort Kaiserslautern.

DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT AUF EINEN BLICK

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

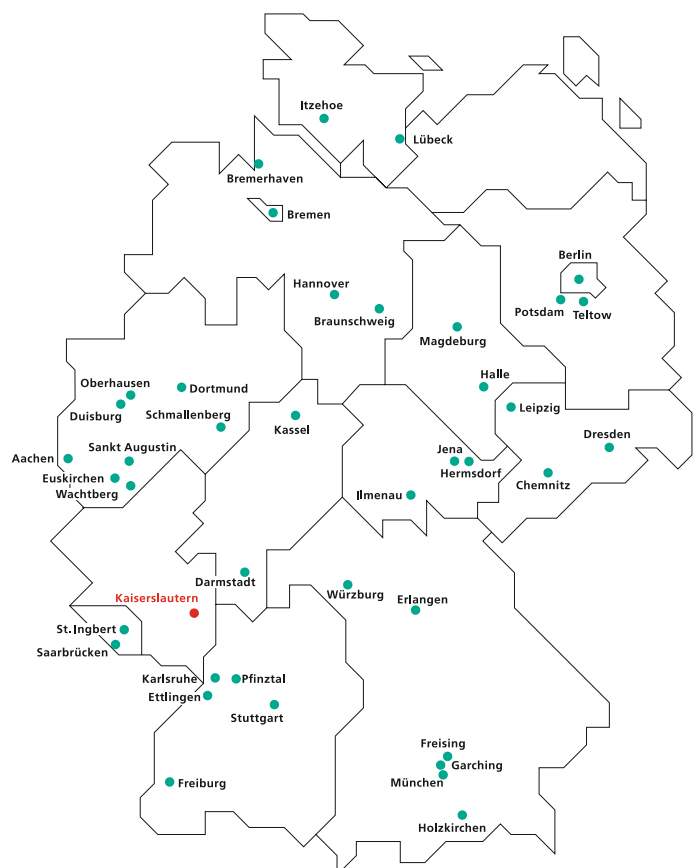
Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 66 Institute und Forschungseinrichtungen. Knapp 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,7 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

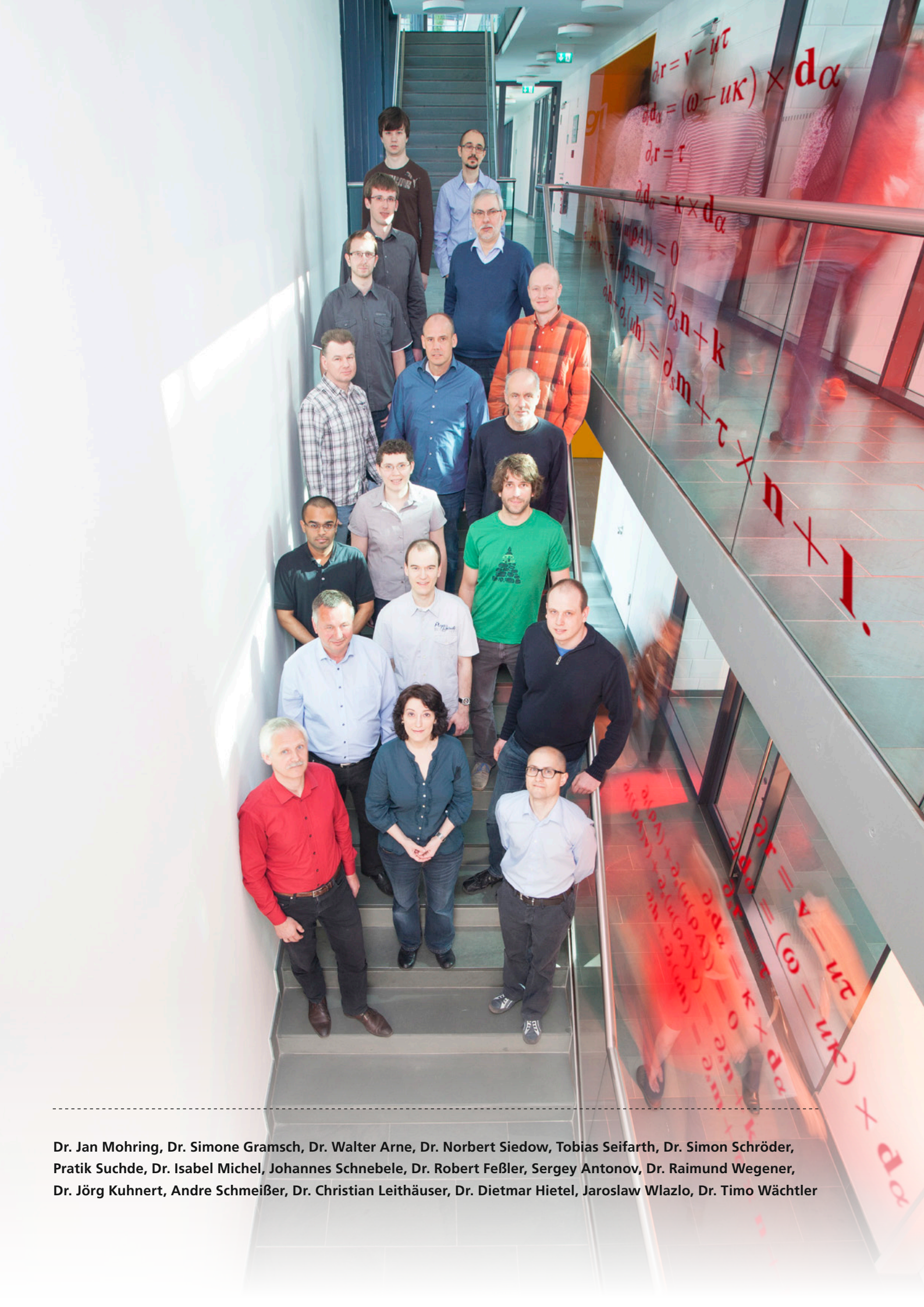
Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787 – 1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.





Dr. Jan Mohring, Dr. Simone Gramsch, Dr. Walter Arne, Dr. Norbert Siedow, Tobias Seifarth, Dr. Simon Schröder, Pratik Suchde, Dr. Isabel Michel, Johannes Schnebele, Dr. Robert Feßler, Sergey Antonov, Dr. Raimund Wegener, Dr. Jörg Kuhnert, Andre Schmeißer, Dr. Christian Leithäuser, Dr. Dietmar Hietel, Jaroslaw Wlazlo, Dr. Timo Wächtler

TRANSPORTVORGÄNGE

▪ FLEXIBLE STRUKTUREN

Modellierung und numerische Simulation flexibler Strukturen, insbesondere Fäden, in turbulenten Strömungen

▪ STRÖMUNG

Strömungsdynamik und -optimierung sowie Fluid-Struktur-Kopplungen

▪ GITTERFREIE METHODEN

Finite Pointset Methode für Simulationen strömungs- und kontinuumsmechanischer Problemstellungen

▪ OPTIK, STRAHLUNG, WÄRME

Berechnung von Freiformlinsen, Strahlungstransport, Diffusion

▪ MODELLREDUKTION

Überführung großer Finite-Elemente-Modelle in parametrische reduzierte Zustandsraummodelle

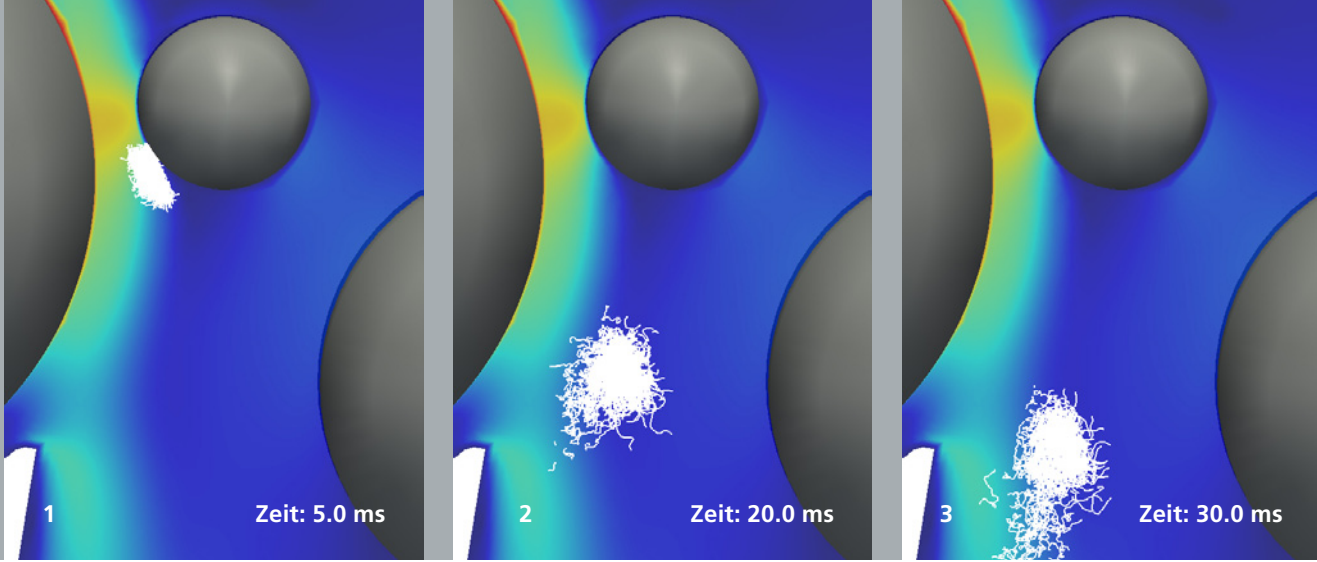




Kernkompetenz der Abteilung Transportvorgänge ist die mathematische Modellierung komplexer industrieller Problemstellungen und die Entwicklung effizienter Algorithmen zu ihrer numerischen Lösung (Simulation). Die bearbeiteten Problemstellungen sind im technisch-naturwissenschaftlichen Kontext (Strömungsdynamik, Strahlungstransport, Optik, Akustik, Strukturmechanik etc.) angesiedelt und führen aus mathematischer Sicht auf partielle Differentialgleichungen, die meist als Transportgleichungen zu charakterisieren sind. Aus Sicht der industriellen Kunden geht es typischerweise um die Optimierung von Produkten und die technische Auslegung von Produktionsprozessen. Das Angebotsspektrum der Abteilung umfasst Kooperationsprojekte mit den ingenieurwissenschaftlich ausgerichteten FuE-Abteilungen der Partnerfirmen, Studien mit Auslegungs- und Optimierungsvorschlägen, Konzeptentwicklungen sowie Softwarelösungen vom Baustein bis zum kompletten Tool.

Das Jahr 2014 verlief für die Abteilung wirtschaftlich im Bereich der Auftragsforschung höchst erfolgreich. Der Anteil der Wirtschaftserträge am Gesamthaushalt konnte im Vergleich zu den Vorjahren deutlich gesteigert werden. Dagegen blieben Akquisitionserfolg und damit Erträge im Bereich der öffentlichen Projekte hinter den gesetzten Zielen zurück. Die Abteilung hat sich aber dieser Herausforderung gestellt, neue Forschungsvorhaben beantragt und damit bereits erste Erfolge erzielt. Sie blickt daher auch in diesem Bereich sehr optimistisch auf das kommende Jahr. Im wissenschaftlichen Bereich konnte das hohe Niveau bei Publikationen und Konferenzteilnahmen erfreulicherweise gehalten werden.

Im Mittelpunkt der Beiträge des letzten Jahresberichts standen die Softwareentwicklungen der Abteilung in den verschiedenen Themenfeldern. Die zentralen Softwaretools FIDYST (Fiber Dynamics Simulation Tool) als Simulator von Filamentdynamiken und FPM (Finite Pointset Methode) als gitterfreier Löser für ein breites Feld kontinuumsmechanischer Problemstellungen werden auch diesmal in ihrer Weiterentwicklung vorgestellt, darüber hinaus aber jeweils in einer spezifischen Anwendung vertieft betrachtet. Diese Beiträge werden durch ein Forschungsprojekt aus dem Bereich der Medizintechnik ergänzt.



SIMULATION DER AERODYNAMISCHEN VLIES-BILDUNG MIT FIDYST

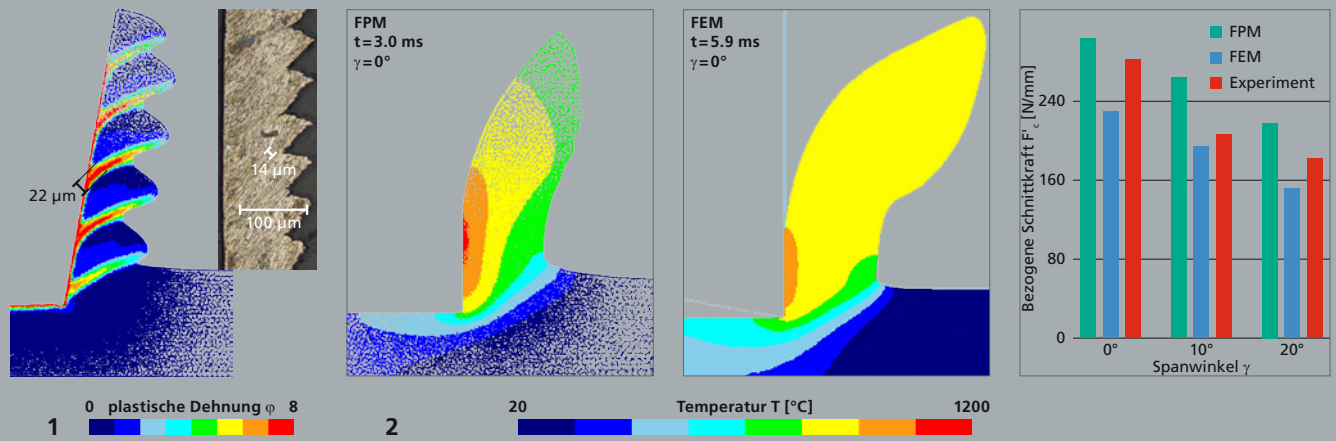
Was haben Kosmetikpads, Schallschutzmatten im Auto und Malervliese gemeinsam? Diese Produkte sind aerodynamische Wirrvliese. Insbesondere im Automobilbereich steigt der Einsatz von Vliesstoffen kontinuierlich an. Damit verbunden ist auch die Nachfrage nach den Maschinen zur Herstellung der aerodynamischen Wirrvliese stark wachsend – ebenso wie die Anforderungen der Vliesstoffproduzenten an die sogenannten Airlay-Anlagen.

Eine Airlay-Anlage funktioniert nach dem folgenden Prinzip: Zunächst wird das Rohmaterial, beispielsweise Fasermatten aus nachwachsenden Rohstoffen oder recycelten Kunststofffasern, geöffnet. Danach werden die Fasern mit der Tambour-Walze in einen Luftstrom eingebracht. Das Luft-Faser-Gemisch landet dann auf einem Band und wird dort durch Absaugung verdichtet. Ziel der Vliesstoffproduzenten ist es, bei möglichst geringem Einsatz von Rohmaterial maximal voluminöse Vliesstoffe herzustellen. Darüber hinaus soll der Energieverbrauch minimiert werden.

Zur optimalen Auslegung von Airlay-Prozessen hat das Fraunhofer ITWM im BMBF-Projekt OPAL in enger Kooperation mit dem Maschinenhersteller Autefa Solutions und dem Vliesstoffproduzenten Ideal Automotive den Airlay-Prozess K12 simuliert. Dazu wurde zunächst die unbeladene Luftströmung simuliert und diese Strömungssimulationen anschließend durch direkte Vergleichsmessungen an der Anlage K12 validiert. Parallel zu diesen Aktivitäten erweiterte das Fraunhofer ITWM das Simulationstool FIDYST (Fiber Dynamics Simulation Tool) um ein neues Modul zur Simulation von Fasern. Um eine repräsentative Anzahl von Fasern simulieren zu können, war es notwendig, die Simulation der Faserdynamik zu parallelisieren. Darüber hinaus entwickelte das Fraunhofer ITWM eine Cluster-Variante von FIDYST, um auf dem hauseigenen Rechencluster »Beehive« Tausende von Fasersimulationen durchführen und auswerten zu können. Die Simulationsstudie mit 6.000 Fasern mit unterschiedlichen Materialparametern fand dann im Herbst 2014 statt, nachdem Ideal Automotive ein Referenzszenario spezifiziert hatte. Die ersten Simulationsergebnisse geben bereits Hinweise auf die Verteilung der Fasern auf dem Band und damit auf die Gleichmäßigkeit der flächigen Vliesstruktur. Die Untersuchungen der dreidimensionalen Vliesstruktur bezüglich Homogenität und die Validierung der Simulationsergebnisse mit CT-Aufnahmen der produzierten Vliesstoffe sind Aufgabe der beteiligten OPAL-Projektpartner und dauern derzeit noch an.

Damit steht in FIDYST ein neues Simulationswerkzeug bereit, um eine erweiterte Palette an Produktionsprozessen technischer Textilien zu simulieren und gezielt zu optimieren.

1–3 Simulationsergebnisse
des Airlay-Prozesses K12
der Firma Autefa Solutions



GITTERFREIE SIMULATION VON SPANENDEN FERTIGUNGSVERFAHREN

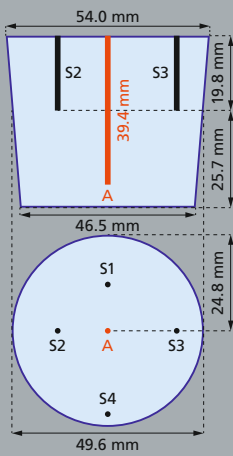
1 Segmentbildung durch partielles Materialversagen (lokale Scherzonen)

2 Vergleich der Spanbildung bei FPM-, FEM-Simulation und Experiment

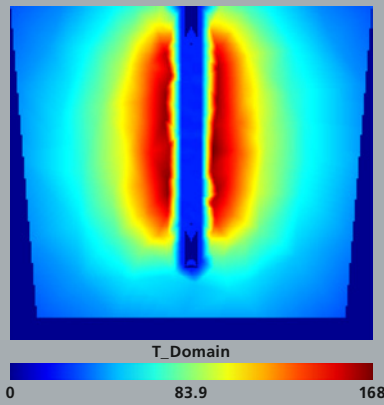
Spanabhebende Fertigungsverfahren werden bei fast allen Maschinenbauproduzenten eingesetzt. Es gibt daher ein großes Optimierungspotenzial. Die dabei interessierenden Fragestellungen betreffen sowohl Prozesseigenschaften (z. B. Schnittkräfte, Spanform, Abnutzung des Werkzeugs etc.) als auch Produkteigenschaften (z. B. Restspannungen nach der Bearbeitung, Oberflächenbeschaffenheit, Gefügestruktur, Gratbildung etc.). Die hier genannten Kriterien werden im industriellen Alltag vorwiegend empirisch angepasst. Die Simulation von Zerspanvorgängen wird derzeit vornehmlich im wissenschaftlich-technischen Umfeld eingesetzt.

Eine simulationsbasierte Optimierung im industriellen Maßstab wäre von großem Vorteil, denn sie legt alle Prozesse beim Zerspanen bis ins kleinste Detail (plastische Deformation, Materialversagen, Spanbildung, Temperaturbelastung, innere Spannungen etc.) offen und würde so zu einer sehr effektiven Optimierung der Bearbeitungsprozesse führen. Das setzt ein leistungsfähiges Computermodell voraus. Im DFG-Projekt »Anwendung der Finite Pointset Method (FPM) zur Simulation der Spanbildung« hat das ITWM zusammen mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb IWF der TU Berlin eine Simulationsmethode für spanabhebende Fertigungsverfahren entwickelt, die den o. g. Anforderungen besser als bisherige Tools gerecht wird. Die numerische Basis ist dabei die Finite Pointset Methode (FPM), eine am ITWM entwickelte gitterfreie Simulationsmethode in der Kontinuumsmechanik, die bereits erfolgreich in Bereichen wie Airbagentaltung, Glasformgebung, Füll- und Schwappsimulationen, Fahrzeugentwicklung oder Turbinenbau eingesetzt wird.

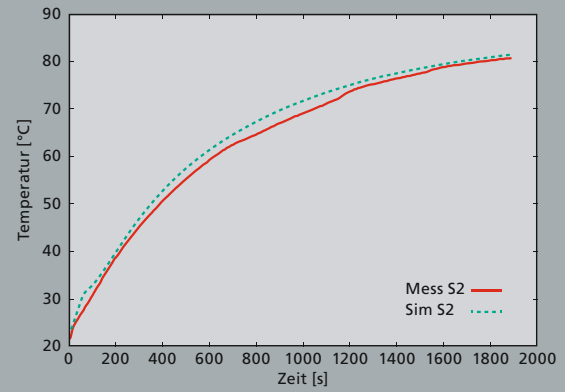
Im Bereich Zerspanen wurde bisher daran gearbeitet, den FPM-Solver für das dynamische Verhalten metallischer Werkstoffe anzupassen und eine flüssige Kühl- bzw. Schmierphase mit in die Simulation einzubinden. Im kommenden Entwicklungsabschnitt soll der Schwerpunkt auf der Kopplung der Zerspanung mit der sog. Minimalmengenkühlung bzw. -schmierung liegen. Dabei wird statt einer kompakten Flüssigkeitsphase zur Kühlung lediglich ein Spray von Flüssigkeitströpfchen verwendet. Dieses bildet einen Film auf der Werkstückoberfläche bzw. auf dem Span. Kühleffekte entstehen neben klassischem Wärmeübergang hauptsächlich durch Verdampfung. Für die gitterfreie FPM-Simulation entstehen dadurch neue Ansprüche. Neben der Werkstück- und Werkzeugphase muss nun auch die umgebende Luft und das Spray als 3D-Phase modelliert werden. Zusätzlich muss der entstehende Flüssigkeitsfilm mit allen Effekten (Wärmeübergang und Verdampfung) als weitere Phase (2D-Manifold) modelliert werden. Schlussendlich werden alle fünf Phasen numerisch miteinander gekoppelt.



1



2



3

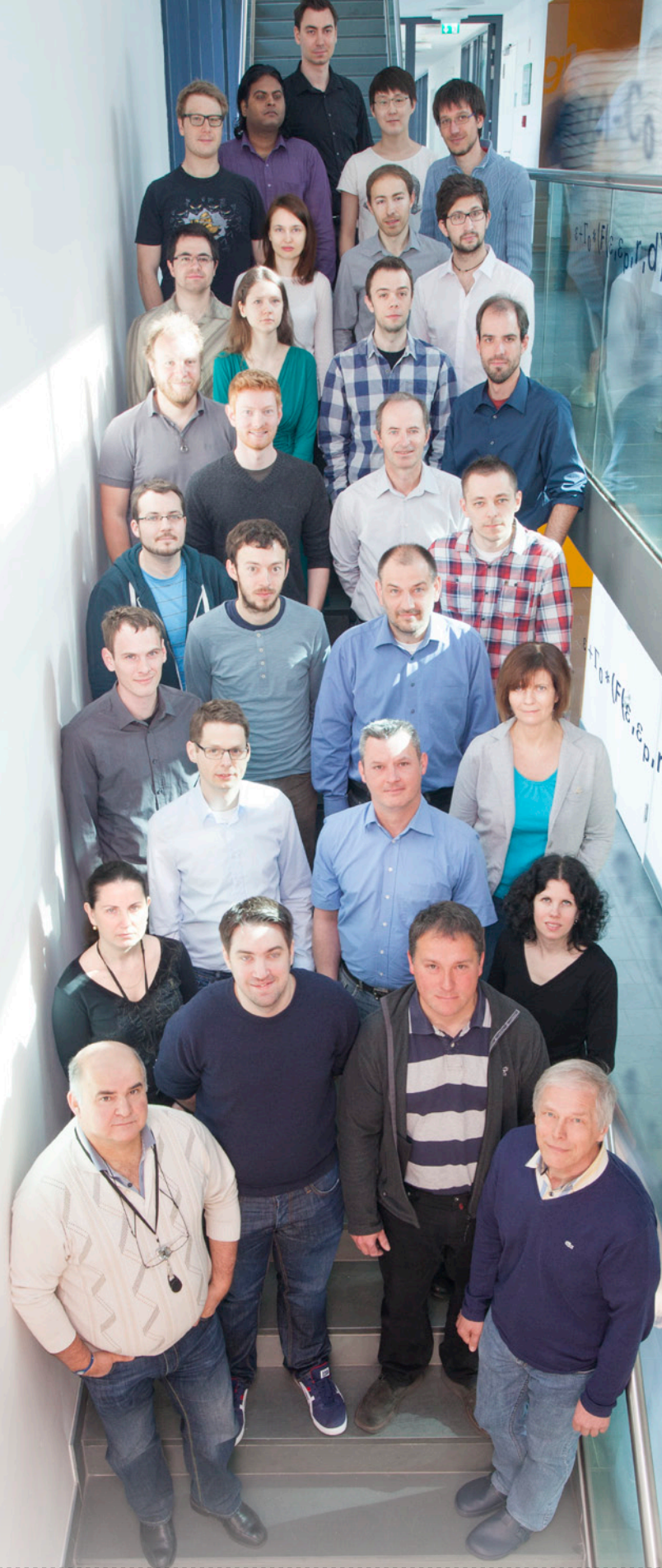
LASERINDUZIERTE THERMOTHERAPIE

Die magnetresonanzgesteuerte laserinduzierte interstitielle Thermotherapie (LITT) ist ein etabliertes Verfahren zur minimal-invasiven Ablation verschiedenster Tumoren. Bei der LITT wird durch optische Fasern Laserenergie direkt in den Tumor gebracht und dieser durch Proteindenaturierung zerstört. Um die Koagulation der Tumoren während der Therapie zu kontrollieren und die eingesetzten Energiedosen zu regulieren, ist eine Darstellung des Temperaturverlaufs während der Behandlung notwendig. Magnetresonanz-Thermometrie und Computersimulationen können zur Planung, Kontrolle und Steuerung der LITT genutzt werden.

Im gemeinsam mit der Radiologie der Uniklinik Frankfurt/Main bearbeiteten DFG-Projekt »Invitro Temperaturbestimmung und Computersimulation der Temperaturverteilung zur optimalen Planung und Steuerung der laserinduzierten Thermotherapie« wurde ein mathematisches Modell verwendet, welches das praktische Vorgehen bei der LITT widerspiegelt. Der Energieeintrag des Laserlichts in das Gewebe wird durch eine Kopplung von Strahlungstransport- und Wärmeleitungsgleichung modelliert. Der MR-kompatible Laser-Applikator ist wassergekühlt, um hohe Gewebetemperaturen in der Nähe des Applikators zu verhindern und somit wesentlich größere Tumoren behandeln zu können. Der Kühleffekt wird mathematisch durch die Randbedingung der Wärmeleitungsgleichung realisiert. Das Ziel der Vorwärtssimulation besteht darin, die durch die Laserenergie hervorgerufene thermische Zerstörung des Gewebes zeitlich zu lokalisieren. Die Zerstörung der Gewebezellen ist ein chemischer Prozess, der unter Berücksichtigung der thermischen Geschichte das Tumorgewebe in koaguliertes Gewebe verwandelt. Die Zerstörungsfunktion wird mithilfe von Aktivierungsenergie und eines Frequenzfaktors als Arrhenius-Gesetz beschrieben. Die Lösung des gekoppelten direkten Wärmeleitungs-Strahlungssystems erfordert eine effiziente Numerik. Für das inverse Problem der Parameteridentifikation ist dies natürlich noch viel wichtiger, da das direkte Problem sehr oft für unterschiedliche Parameter gelöst werden muss.

Im Projekt wurde eine Software zur effizienten direkten Simulation entwickelt. Die Grundlage bietet ein Finite-Element-Programm, bei dem die wesentlichen Gebiete um den Applikator sehr viel feiner aufgelöst werden können als weiter entfernte Gebiete. Große Blutgefäße werden durch eine Robin-Randbedingung berücksichtigt. Zur effektiven Behandlung von Tumoren werden in der klinischen Praxis mehrere Applikatoren eingesetzt, was die Simulationssoftware berücksichtigt. Vergleiche zwischen Simulation und Messungen an einem Phantom zeigten gute Übereinstimmungen in den Temperaturwerten.

- 1 *Phantomaufbau*
(A: Applikator, S1-S4: Temperaturmesssonden)
- 2 *Temperatursimulation*
- 3 *Temperaturvergleich zwischen Simulation und Messung an der Sonde 2*



Prof. Dr. Oleg Iliev, Dr. Aivars Zemitis, Torben Prill, Dr. Stefan Rief, Inga Shklyar, Dr. Sarah Staub, Dr. Matthias Kabel, Dr. Ralf Kirsch, Christine Roth, Jonathan Köbler, Dr. Sebastian Rau, Dr. Konrad Steiner, Tobias Hofmann, Dr. Dariusz Niedziela, Dominik Gilberg, Dr. Heiko Andrae, Dr. Sebastian Schmidt, Dr. Jochen Zausch, Dr. Katherine Leonard, Alexander Leichner, Maxim Taralov, Vassilena Taralova, Sven Linden, Simone da Vita, Rolf Westerteiger, Sebastian Osterroth, Ruturaj Deshpande, Petr Zakharov, Dimitar Iliev

STRÖMUNGS- UND MATERIALSIMULATION

▪ MIKROSTRUKTURSIMULATION UND VIRTUELLES MATERIALDESIGN

Struktur-Eigenschaftsbewertung und Auslegung von porösen Materialien und Verbundwerkstoffen mit der Software GeoDict

▪ HYDRODYNAMIK UND CFD

Numerische Strömungssimulation insbesondere in und mit porösen Medien mit Multiskalenmethoden mithilfe der Filterelementsimulations-Toolbox FiltEST

▪ KOMPLEXE FLUIDE

Strömungssimulation rheologisch komplexer Fluide zur Auslegung prozesstechnischer Apparate unter der Softwareplattform CoRheoS

▪ FESTKÖRPERMECHANIK

Multiskalensimulation zur Vorhersage der Deformation, Steifigkeit und Festigkeit sowie des Kompressions- und Ausdehnungsverhaltens von Verbundwerkstoffen mit der Software FeelMath

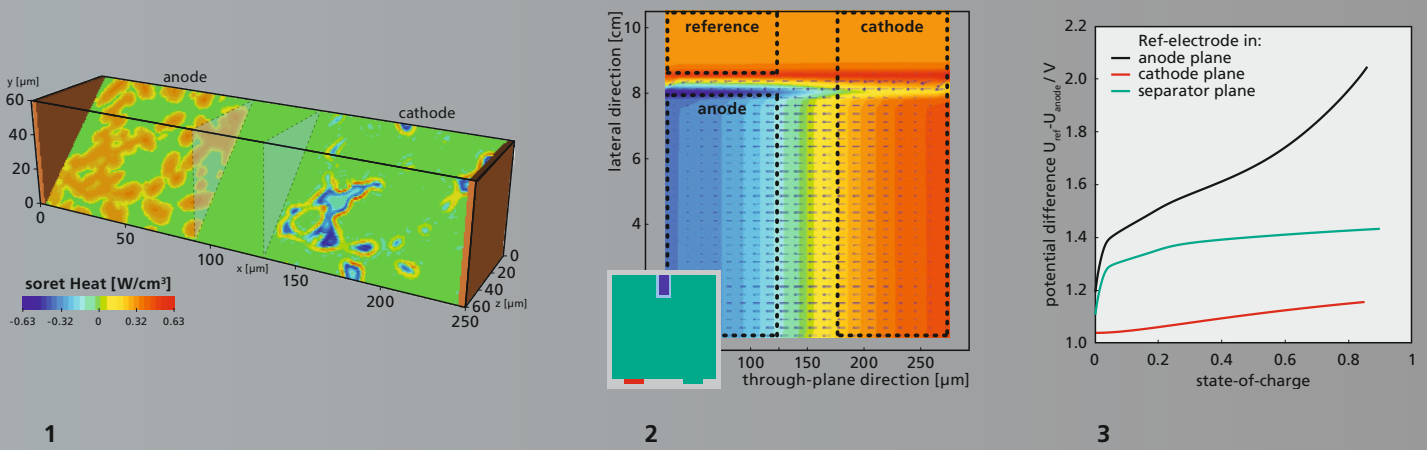




Die Abteilung »Strömungs- und Materialsimulation« beschäftigt sich mit der Multiskalenmodellierung und Entwicklung effizienter und robuster Simulationsmethoden und Softwaretools für ein in die Produktentwicklung und Prozessauslegung integriertes virtuelles Materialdesign mittels Mikrostruktursimulation. Die Alleinstellung der Abteilung ist gekennzeichnet durch die Entwicklung, Bereitstellung und spezifische Anwendung von industriell tauglichen Multiskalen- und Multiphysics-Methoden und firmenspezifischen Softwarelösungen.

Die Modellierung und Simulation der Herstellungsprozesse (Mischen, Dispergieren, Einspritzen, Auffiltrieren, Beschichten) der komplexen Verbund- bzw. Hybridmaterialien wird dabei zusätzlich in den virtuellen Auslegungsprozess mit einbezogen. Die simulationstechnische Beherrschung der wechselseitigen Beeinflussung von Fertigungsverfahren und -restriktionen mit den multifunktionalen lokalen Materialeigenschaften bei dynamischen Beanspruchungen kompletter Bauteile ist für viele Anwendungsbeispiele typisch. Durch die aktuell stattfindende Integration und Kombination der Mikrostruktursimulationstechnologie mittels Multiskalenansätzen mit der klassischen Fertigungs- und Systemsimulation für komplette Bauteile bzw. Apparate eröffnen sich der Abteilung vielfältige Anwendungsprojekte insbesondere bei der Auslegung von technischen Filtern bzw. allgemein von verfahrenstechnischen Apparaten und Maschinen, von innovativen Batterie- bzw. Brennstoffzellensystemen oder dem funktionsgerechten Design von faser- und partikelverstärkten Leichtbauteilen.

Im Jahr 2014 konnten in der Abteilung einige große Forschungsprojekte wie auch fünf Promotionen erfolgreich abgeschlossen und viele industrielle Anschlussprojekte eingeworben werden. Neue BMBF- und AiF-Projekte im Themenbereich der Optimierung poröser Materialstrukturen u. a. für Batterie- und Brennstoffzellen sowie im Bereich des Leichtbaus mit faserverstärkten Kunststoffen und Naturfasern wurden gestartet. Die große Anzahl der Anschlussprojekte bei der industriellen Auftragsforschung ergibt einen hohen Auftragsbestand und lässt für 2015 ein weiteres sehr erfolgreiches Jahr erwarten. Die wissenschaftliche Zusammenarbeit am Standort Kaiserslautern wurde mit dem Start der zweiten Projektphase des Innovationszentrums Applied System Modeling und im Rahmen des weiter laufenden Forschungszentrums (CM)² an der TU Kaiserslautern mit Lehrstühlen aus den Fachbereichen Mathematik sowie Maschinenbau und Verfahrenstechnik deutlich intensiviert. U. a. wurden zukünftige gemeinsame Auftragsarbeiten für die Industrie vereinbart.



BATTERIEZELLEN MIT INTEGRIERTER SENSORIK: SIMULATIONSUNTERSTÜTZTE KONZEPTFINDUNG

Der verstärkte Ausbau der Elektromobilität erfordert eine Weiterentwicklung und Verbesserung der Kernkomponente eines Elektrofahrzeugs: dem elektrischen Energiespeicher. Aktuell wird hierfür hauptsächlich auf Lithium-Ionen-Akkumulatoren gesetzt. Während diese eine hohe spezifische Leistungs- und Energiedichte aufweisen, werden gerade im Automobilbereich hohe Anforderungen an Sicherheit und Lebensdauer gestellt. Hierfür ist ein gutes thermisches und elektrisches Batteriemanagementsystem (BMS) von Nöten. Je genauer der Zustand einzelner Zellen im Akkupack bekannt ist, desto besser kann das BMS für einen sicheren und dauerhaften Betrieb des Packs sorgen. Ein Teilaspekt des Verbundprojekts »Temperaturoptimierte Batteriemodule mit instrumentierten Zellen« (TopBat) ist daher die Konzeptentwicklung und Erprobung von Zellen, die individuell mit Potenzial- und Temperatursensorik ausgestattet werden. Die Instrumentierung soll mit möglichst geringem Einfluss auf den Fertigungsprozess möglich sein.

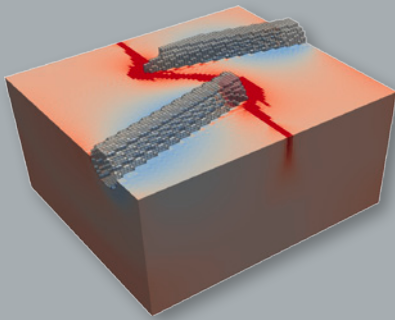
Potenzialmessungen dienen zur Beurteilung des sog. Platingrisikos – einem Degradationsprozess, bei dem sich metallisches Lithium abscheidet und zu einem gefährlichen Kurzschluss innerhalb der Zelle führen kann. Zusätzlich zu den beiden Batterieelektroden (Anode und Kathode) wird hierfür noch eine Referenzelektrode in die Zelle eingebracht, durch die kein Strom fließt und die lediglich der Potenzialmessung dient. Die Idee des Projektpartners Fraunhofer ISIT ist, diese Elektrode mit einem Referenzmaterial genauso als poröse Elektrode auszuführen wie Anode oder Kathode, was eine leichte Integration in bestehende Fertigungsprozesse gewährleistet. Wie die Geometrie einer solchen instrumentierten Zelle aussehen muss (Position und Größe der Referenzelektrode), um sinnvolle Messergebnisse zu erhalten, wird in diesem Projekt durch Computersimulationen untersucht. Hierfür wurde das ITWM-Simulationswerkzeug BEST (Battery and Electrochemistry Simulation Tool) entsprechend erweitert und für Simulationsstudien eingesetzt. BEST basiert auf einem Satz partieller Differentialgleichungen zur Beschreibung der Prozesse innerhalb einer Lithium-Ionen Batterie. Diese werden für eine realistische Zelle voll dreidimensional gelöst. Somit lassen sich Referenzpotenziale berechnen und im Detail untersuchen, wie diese im Hinblick auf das Platingrisiko zu bewerten sind.

Die Berechnung der Wärmeentwicklung und ihre Wechselwirkung mit dem Batterieverhalten ist ein weiterer wichtiger Fokus des Projekts. Hierfür wurde ein thermisch-elektrochemisches Batteriemodell in BEST integriert, so dass eine lokal aufgelöste Temperaturverteilung ermittelt werden kann, was im Zusammenhang mit der Interpretation von Messungen zellinterner Temperatursensoren sehr wertvoll ist.

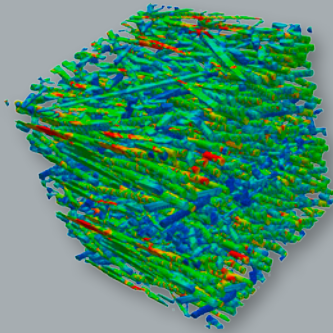
1 Der Schnitt durch die mikroskopische Elektrodenstruktur zeigt die sehr inhomogene Verteilung der Wärmeproduktion.

2 Der Querschnitt durch die Pouchzelle zeigt die Lithium-Konzentration im Elektrolyten (Pfeile stellen den Ionenstrom dar). Der Inset zeigt die Zelle in der Aufsicht.

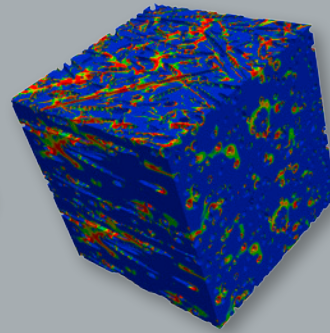
3 Berechnete Spannungsdifferenz zwischen Referenz und Anode für verschiedene Positionen der Referenz innerhalb des Folienstapels



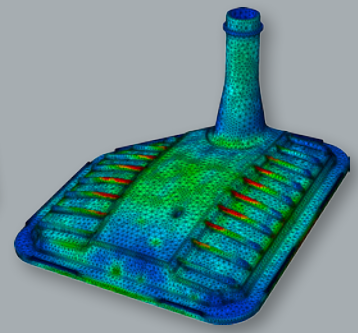
1



2



3



4

ADAPTIVE APPROXIMATIONSVERFAHREN ZUR MULTISKALENSIMULATION DES NICHTLINEAREN VERHALTENS VON KOMPOSITEN

1 *Simulation des lokalen Schädigungsverhaltens, Matrixschädigung verursacht durch Mikrorisse: hohe Schädigung im roten Bereich, niedrige Schädigung im blauen Bereich*

2 *Virtuelle Mikrostruktur (Strukturgenerierung mit der Software GeoDict) eines kurzfaserverstärkten Kunststoffes mit 30% Glasfasergehalt: Spannungsverteilung in Fasern*

3 *Matrixschädigung: hohe Schädigung in roten Bereichen und niedrige im blauen Bereichen*

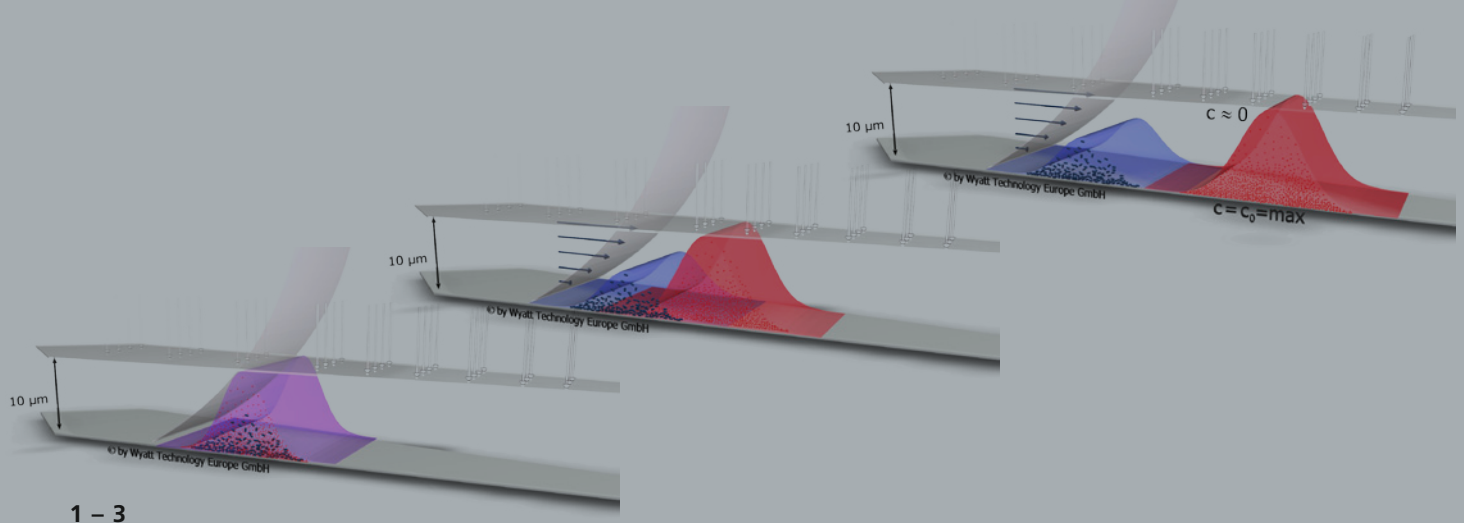
4 *Spannungsverteilung in Filtergehäuse der Firma Filtran unter Innendruck, hohe Spannung im roten Bereich, niedrige Spannung im blauen Bereich*

Im Leichtbau – sowohl im Automobil- als auch im Consumer-Bereich (z. B. Bohrmaschinengehäuse) – ersetzen faserverstärkte Kunststoffe immer mehr Metalle als Werkstoff. Die Vorhersage der Festigkeit und des Schädigungsverhaltens dieser Bauteile ist aufgrund der Richtungsabhängigkeit des mechanischen Werkstoffverhaltens kompliziert, weshalb aufwendige Mehrskalensimulationen für präzise Vorhersagen notwendig sind. Hierbei stellt vor allem der hohe Bedarf an Rechenzeit und Speicher ein Problem dar.

Am ITWM werden zur Reduktion dieses hohen Aufwands Methoden entwickelt, um basierend auf sogenannten Konfigurationskräften makroskopische Indikatoren zu definieren, mit denen die Mikrostruktur im Bauteil adaptiv nur an den notwendigen Stellen berücksichtigt wird.

Standardkräfte beschreiben die äußere Einwirkung, die einen festgehaltenen Körper verformen. Im Gegensatz zu diesen Kräften erfassen Konfigurationskräfte die Wirkung der mikrostrukturellen Inhomogenität auf die Verformung. In Bereichen eines Bauteils ohne großen Einfluss der Mikrostruktur wird auf einfache und schnelle Homogenisierungsmethoden zurückgegriffen, während in den Bereichen mit größerem Einfluss der Mikrostruktur auf die Festigkeit aufwendigere und genauere Methoden verwendet werden. Hierbei kommen je nach Bereich Randelementmethoden, Finite Element-Methoden oder die Fast-Fourier-Transformation der Lippmann-Schwinger-Gleichungen zum Einsatz. Durch diese adaptive Wahl des Mikrostrukturlösers wird eine sehr hohe Genauigkeit bei reduziertem Speicher- und CPU-Bedarf erzielt.

In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Technische Mechanik der TU Kaiserslautern werden am Fraunhofer ITWM Indikatoren für die Auswahl des Mikrolösers, basierend auf den Konfigurationskräften, sowie die Schnittstellen für die Skalenkopplung entwickelt. Für Bereiche, in denen die hohe Auflösung einer komplexen Mikrostruktur erforderlich ist, kommt der am ITWM entwickelte schnelle Mikrostrukturlöser FeelMath zum Einsatz. Das vom BMBF geförderte Verbundforschungsvorhaben MuSiKo wird gemeinsam mit dem Institut für Angewandte Mathematik und dem Lehrstuhl für Technische Mechanik der Universität des Saarlandes, sowie des Instituts für Angewandte und Numerische Mathematik des Karlsruher Institutes für Technologie durchgeführt. Zudem unterstützen die Industriepartner Robert Bosch GmbH und Siemens PLM Software das Projekt.



1 – 3

© Wyatt Technology Europe GmbH

MODELLIERUNG UND SIMULATION ASYMMETRISCHER FLUSS-FELDFLUSS-FRAKTIONIERUNG

Die asymmetrische Fluss-Feldfluss-Fraktionierung (AFFFF) und die elektrische Feldfluss-Fraktionierung (EFFF) sind einfache und robuste Methoden zur Separierung von Nano- und Mikropartikeln in Lösungen und Dispersionen. AFFFF ist eine ausgereifte und häufig von der pharmazeutischen Industrie und an Hochschulen eingesetzte Technologie. Sie macht sich die Interaktion von Diffusion und Strömungsfeld auf Partikeln mit unterschiedlichen Radien zunutze. Die führenden Produkte in diesem Bereich werden von der Superon GmbH entwickelt.

Die Konzeption des Trennsystems beruht auf einer sorgfältigen analytischen Studie der Strömungsverhältnisse und der Trennung in einem Mikrokanal. Eine weitere Verbesserung der Leistung dieser Geräte ist mithilfe mathematischer Modelle und Computersimulationen möglich. Dreidimensionale Strömungssimulationen liefern eine detaillierte Ansicht der Strömungen und der Partikelbewegung im Inneren des Spacers. Im Vergleich zu analytischen Verfahren liefern Strömungssimulationen (CFD, Computational Fluid Dynamics) bei komplexen Geometrien detailliertere Informationen. Diese Informationen ergänzen den analytischen Ansatz bei der Optimierung der Strömungsverhältnisse und helfen bei der weiteren Entwicklung des Geräts.

Insbesondere erlauben es Simulationen mit verschiedenen Größen und Anordnungen des Injektionsrohrs und mit verschiedener Anzahl bzw. Größe der Auslässe, die Wirkung dieser Parameter auf die wichtigsten Komponenten des Prozesses zu untersuchen. Zu diesen Komponenten zählen die Größe und Form des Fokussierungsbereichs, die Symmetrie und die Trennung von Maximalwerten in dem Fraktogramm. In diesem Fall ermöglichen die CFD-Simulationen die Untersuchung der Position der Fokussierungszone bei allen praktikablen Verhältnissen der Durchsatzraten und den verschiedenen Formen und Größen des Spacers. Größe und Form der Fokussierungszone beeinflussen wesentlich die Trennung der Partikel in der Elutionsphase. Ihre Untersuchung ist daher für die weitere konstruktive Verbesserung der Fraktionierungseinrichtung von besonderer Bedeutung. Die Kombination der Simulation mit optimalen Flusssteuerungsalgorithmen macht es möglich, die Dichte der Probe in dem Fokussierungsbereich zu optimieren. Dies ist sehr wichtig für die Hohlfasern-FFF, bei welcher der kleine Fokussierungsbereich zu hohen Konzentrationen der Probe führen kann (ungewünschte Agglomeration von Partikeln bzw. Molekülen).

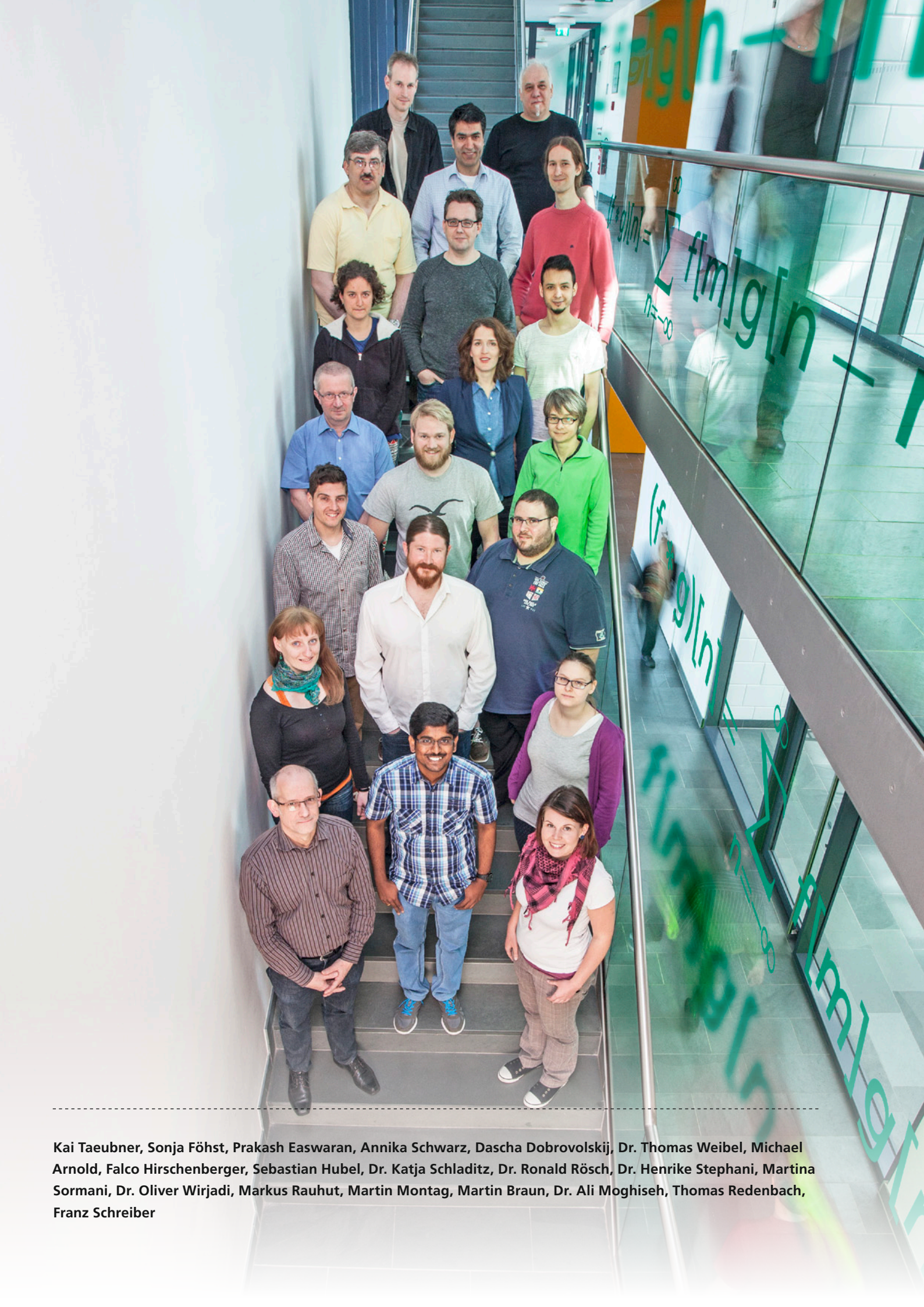
Die EFFF-Technologie ist sehr hilfreich für die Separierung von Partikeln gleicher Größe mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften. Eine Kombination von EFFF und AFFFF erlaubt die Separierung eines breiteren Spektrums von Partikeln und somit die Reduzierung der notwendigen Anlagen. CFD-Simulationen ermöglichen die Bewertung und Vorauswahl verschiedener neuer Konstruktionsvarianten, ohne dass hierzu teure Prototypen gebaut werden müssen.

Schematische Darstellung der AFFFF: Die Partikel werden separiert wegen der Interaktion von parabolischer Strömung nach rechts und vertikaler Querströmung mit unterschiedlicher Diffusion.

1 *Anfangsstadium: Die Partikel sind gemischt (Verteilungsfunktionen liegen aufeinander).*

2 *Mit der Zeit verschieben sich die Verteilungsfunktionen, da die kleineren Partikel (höhere Diffusion) schneller nach rechts transportiert werden.*

3 *Das Ziel ist erreicht, wenn beide Typen von Partikeln getrennt sind.*



Kai Taeubner, Sonja Föhst, Prakash Easwaran, Annika Schwarz, Dascha Dobrovolskij, Dr. Thomas Weibel, Michael Arnold, Falco Hirschenberger, Sebastian Hubel, Dr. Katja Schladitz, Dr. Ronald Rösch, Dr. Henrike Stephani, Martina Sormani, Dr. Oliver Wirjadi, Markus Rauhut, Martin Montag, Martin Braun, Dr. Ali Moghiseh, Thomas Redenbach, Franz Schreiber

BILDVERARBEITUNG

- **OBERFLÄCHENINSPEKTION**

Online-Prüfung des optischen Erscheinungsbildes von Industrieprodukten

- **MIKROSTRUKTURANALYSE**

Charakterisierung und stochastische Modellierung von Mikrostrukturen anhand von 3D-Bilddaten

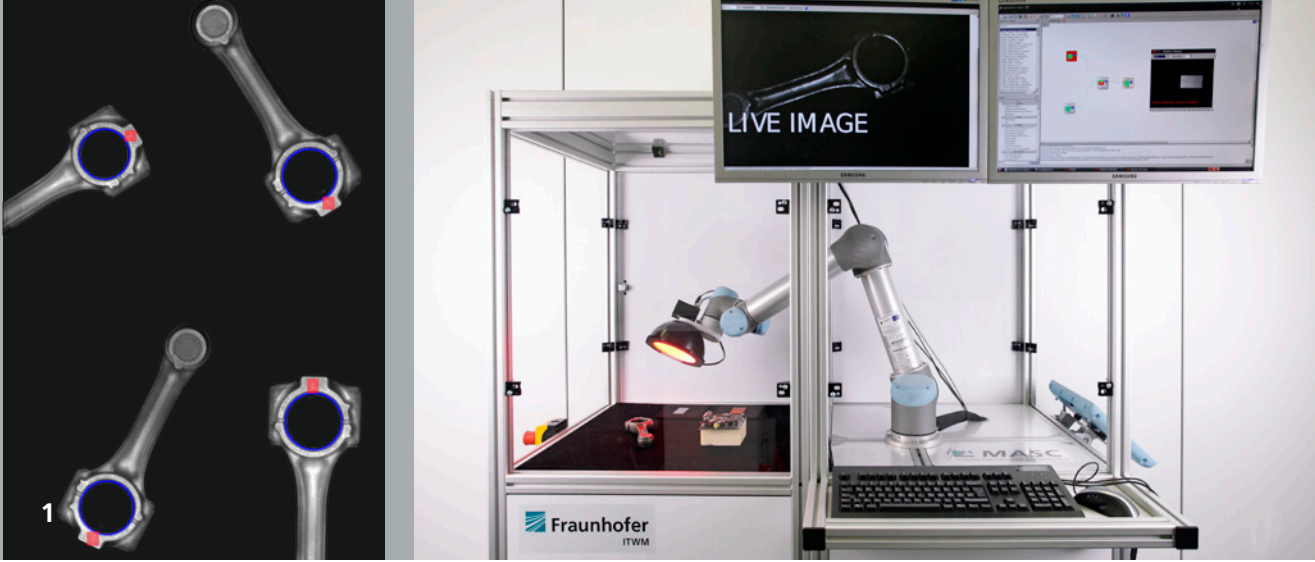




Bildverarbeitung ist heutzutage ein wichtiger Bestandteil der industriellen Produktion geworden. Seit einigen Jahren werden Prüfsysteme direkt bei der Planung einer Fertigungsstraße berücksichtigt statt nachträglich installiert zu werden. Vor allem die Oberflächeninspektion, d. h. die Prüfung des optischen Erscheinungsbildes eines Produktes, ist eine der wichtigsten Qualitätssicherungsmaßnahmen geworden. Fehler können dabei funktioneller oder ästhetischer Art sein. Insbesondere für ästhetische »Fehler« ist es schwierig, subjektives Empfinden in mathematischen Modellen abzubilden. Im letzten Jahr hat die Abteilung viele derartige Projekte durchführen können, d. h. der Bereich Qualitätssicherung und Optimierung ist stark gewachsen.

In diesem Bereich hat die Abteilung auch 2014 wieder Oberflächeninspektionssysteme, Ultraschall-Prüfsysteme, aber auch Simulationssoftware z. B. für die Bestimmung der POD (Probability of Detection) entwickelt und erfolgreich in die Praxis gebracht. Ziel der dazugehörigen Projekte war dabei immer 100%-Kontrolle in der Produktion, d. h. die Inline-Defekterkennung und Überwachung der Prozessstabilität. Ein weiteres Arbeitsfeld war die Oberflächen- und Materialcharakterisierung. Die Mikro- und Nanostruktur moderner Werkstoffe bestimmt maßgeblich deren makroskopische Materialeigenschaften. Die Abteilung entwickelt Algorithmen zur Charakterisierung und stochastischen Modellierung solcher Strukturen anhand dreidimensionaler Bilddaten. Die Analyse der räumlichen Geometrie und der Struktur-Eigenschafts-Beziehungen in Werkstoffen eröffnen so neue Möglichkeiten zur Optimierung von Materialeigenschaften durch virtuelles Materialdesign. Konkrete Projekte dazu waren die Mikroanalyse von Faserverbundwerkstoffen, die Partikelanalyse bei Mikro-Spritzgussverfahren, aber auch die 3D-Rekonstruktion poröser Materialien aus FIB-REM-Aufnahmen (Focused-Ion-Beam-Rasterelektronenmikroskopie). Erst seit kurzer Zeit beschäftigt sich die Abteilung mit dem Thema Bildverstehen und Szenenanalyse. Weit gefasst geht es dabei darum, Bildinhalte automatisiert zu verstehen. Im Speziellen hat die Abteilung folgende Projekte bearbeitet: Das Auffinden visuell ähnlicher und inhaltsidentischer Videos aus einer Datenbank, die Detektion von in einer Datenbank abgelegten Objekten in Kamerabildern, z. B. von Smartphones, und die Erfassung und Analyse des Straßenraums mittels Kameras, z. B. die Erkennung von Straßenschildern.

Insgesamt hat die Abteilung im letzten Jahr wieder erfolgreich in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie und Forschung maßgeschneiderte Lösungen auf den Gebieten der Bild-/Signalverarbeitung und des bildgebenden Ultraschalls entwickelt und implementiert. Auch die beiden Bildverarbeitungs-Softwarepakete – MAVI und ToolIP – fanden wieder zahlreiche Abnehmer in Industrie und Forschung.



AUTOMATISCHE INSPEKTION NICHT-LAMBERTSCHER OBERFLÄCHEN MIT 4D-LICHTFELDERN

Die optische Inspektion von Bauteilen mit nicht-lambertschen Oberflächen stellt eine große Herausforderung dar. Mit steigender geometrischer Komplexität des Bauteils und wachsender Spekularität der Oberfläche wachsen auch die Anforderungen an Inspektionssysteme. Abbildung 1 zeigt, wie die Oberfläche eines Bauteils je nach Betrachtungswinkel teils stark spiegelnd oder diffus reflektiert.

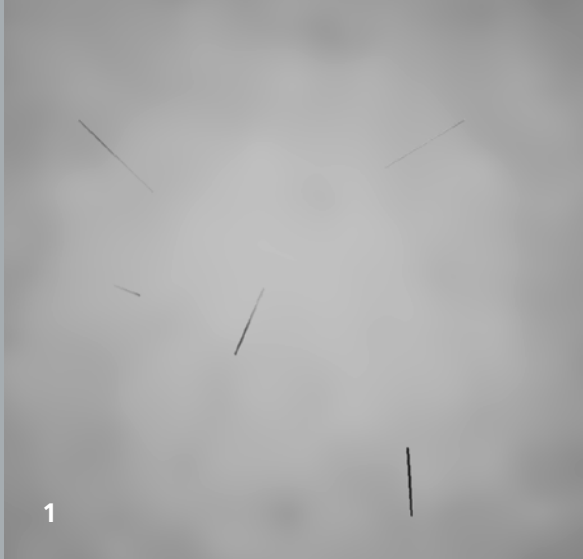
Ein in der Abteilung neu entwickelter Ansatz ermöglicht nun eine robuste Fehlerdetektion auf komplexen Oberflächen, selbst unter unbekannter Translation und Rotation des Bauteils. Die Aufnahme vierdimensionaler Lichtfelder erlaubt den Erhalt der vom Betrachtungswinkel abhängigen Reflexionsintensitäten an jedem Punkt der Bildebene. Abbildung 2 zeigt eine Maximum-Projektion aus dem 2D-Unterraum der Reflexionen in den herkömmlichen 2D-Bildraum. Diese ist unabhängig von Lage und Orientierung des Bildraums konstant und lässt in vielen Fällen bereits eine einfache, aber robuste Fehlerdetektion zu. Ebenso enthält ein 4D-Lichtfeld auch implizit die 3D-Objektgeometrie. Mittels neuartiger Rekonstruktionsalgorithmen lässt sich auch dann noch robust eine 3D-Oberfläche berechnen, wenn klassische Stereo-Algorithmen aufgrund von Spekularitäten scheitern.

Zur Aufnahme von Lichtfeldern sind seit einiger Zeit sogenannte Lichtfeldkameras auf dem Markt. Diese verwenden verschiedene Anordnungen von Mikrolinsen nahe des Kamerachips. Die einfallenden Lichtstrahlen, welche aus unterschiedlichen Richtungen auf einen Bildpunkt abbilden, werden so über mehrere Pixel verteilt. Dadurch lässt sich ein 4D-Lichtfeld in der Kameraebene rekonstruieren. Ein Nachteil dieses Ansatzes ist jedoch, dass sowohl der Messbereich als auch die Auflösung der Einfallswinkel durch den optischen Aufbau eingeschränkt sind. Daher verfolgt das ITWM einen anderen Ansatz: den der virtuellen Lichtfeldkamera. Dabei wird Vorwissen (z. B. aus CAD-Daten) über das zu inspizierende Objekt benutzt, um eine virtuelle Kameraebene auf die Objektoberfläche zu kalibrieren. Mithilfe eines Roboters werden dann eine herkömmliche Kamera und eine diffuse Lichtquelle um das Objekt geführt. Aus den dabei gewonnenen 2D-Bildern lässt sich das 4D-Lichtfeld berechnen.

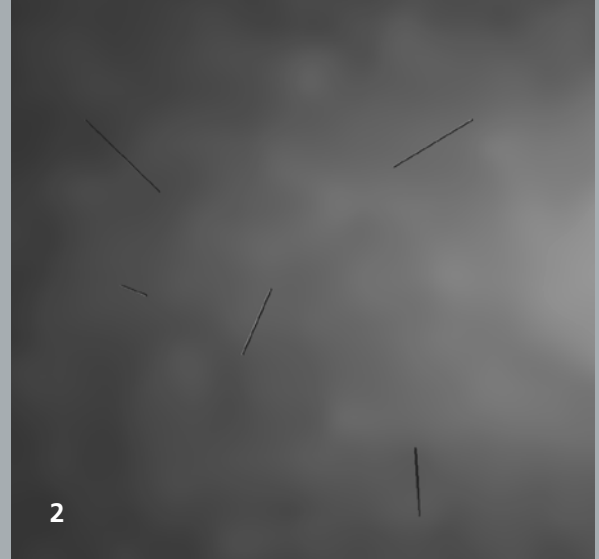
Im Lichtfeld lassen sich nun Defekte anhand von Veränderungen ihrer Textur, Reflexionseigenschaften oder 3D-Geometrie erfassen. Dabei können sowohl lokale Merkmale als auch statistische Methoden zum Einsatz kommen. Da diese Auswertungen je nach Eigenschaft in unterschiedlichen, aber stets zweidimensionalen Unterräumen des 4D-Lichtfeldes stattfinden, können dabei herkömmliche Verfahren aus der 2D-Bildverarbeitung verwendet werden.

1 Beispiele für nicht-lambertsche Oberflächen: Je nach Positionierung von Kamera und Beleuchtung lassen sich Defekte mal gut und mal schlecht erkennen.

2 Aufbau des Systems zur Messung von 4D-Oberflächenlichtfeldern. Der Roboter bewegt Standardkomponenten um das Objekt. Aus den Einzelaufnahmen lässt sich dann das 4D-Lichtfeld berechnen.



1 *Virtuell erzeugtes Bild einer Hellfeldaufnahme; die Risse sind mit dem Auge schwer zu erkennen.*



2 *Virtuell erzeugtes Bild einer Dunkelfeldaufnahme; die Risse sind viel besser zu erkennen als in Abbildung 1.*

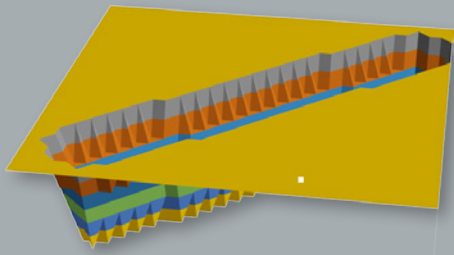
SIMULATION VON OBERFLÄCHENDEFEKTEN MITTELS RAYTRACING ZUR BESTIMMUNG DER FEHLERAUFFINDWAHRSCHEINLICHKEIT (POD)

Bei optischen Prüfsystemen entscheidet das Erreichen der vom Endanwender vorgegebenen Detektionsrate und Auffindwahrscheinlichkeit darüber, ob ein solches System in der Praxis einsetzbar ist. Eine Möglichkeit, diese Parameter quantitativ zu bestimmen, bieten \hat{a} versus a -Analysen zur Bestimmung der Fehlerauffindwahrscheinlichkeit (Probability of Detection, POD). Die POD-Analyse erlaubt, die sicher detektierbaren minimalen Fehlergrößen quantitativ zu berechnen. Eine Möglichkeit, die POD-Analyse für optische Systeme zu evaluieren, ist die Erstellung von Prüfkörpern mit eingebrachten Soll-Fehlern, z. B. Nuten zur Beschreibung von Rissen. Aufgrund der hohen Vielfalt kann so aber nur ein kleiner Teil von Defekten abgedeckt werden. Wir haben daher mittels Raytracing ein Verfahren zur realistischen Simulation von Oberflächendefekten entwickelt. Die so erzeugten Bilddaten ermöglichen eine POD-Analyse auf Basis einer großen Anzahl von Defekten. Die POD-Analyse ist ein wichtiges Werkzeug, um quantitative Aussagen wie z. B. »dieses Prüfsystem detektiert garantiert Fehler der Größe 0,1 mm« zu generieren.

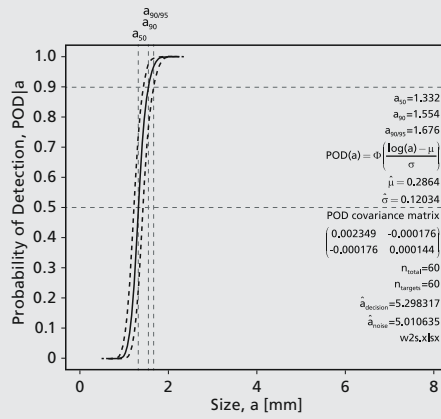
Wir haben die international anerkannte Vorgehensweise zur POD-Analyse verwendet; diese wird im vom US-Department of Defense herausgegebenen Handbuch MIL-HDBK-1823 definiert. Sie basiert auf der Annahme einer Standard-Normalverteilung der Messwerte. Dabei wird von einer linearen Abhängigkeit des Antwortsignals von der Fehlergröße und von einer konstanten Streuung/Varianz der Messwerte ausgegangen.

Um die virtuelle Simulation umsetzen zu können wurde ein Werkzeugkasten bestehend aus den folgenden Elementen entwickelt bzw. verwendet:

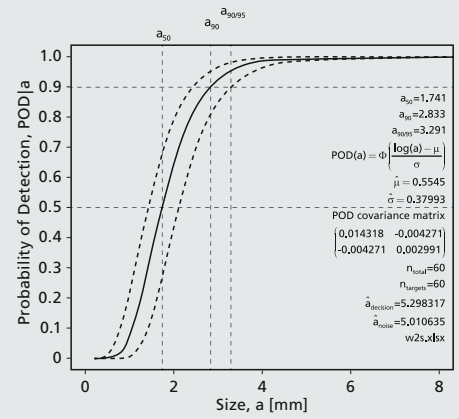
- zwei Kameramodelle für entozentrische und telezentrische Kameras (bzw. Objektive)
- Ein Verfahren zur Erstellung virtueller Bilder von Materialien ist das Raytracing; hierbei werden Strahlen, ausgehend von einer (virtuellen) Kamera in einer 3D-Szene, verfolgt. Die 3D-Szene ist aus Dreiecksnetzen zusammengesetzt. Für jeden Bildpixel wird ein Strahl konstruiert und dessen Schnittpunkt mit dem Dreiecksnetz berechnet. Von diesem Schnittpunkt wird ein Strahl zu jeder Lichtquelle in der Szene berechnet und somit der Helligkeitswert dieses Bildpixels berechnet. Wir haben für das Raytracing den OpenSource Raytracer PovRay verwendet.
- ein Algorithmus zur Erzeugung virtueller Defekte in die durch Dreiecksnetzte beschriebene Materialoberfläche (unsere Ground-Truth); wir haben ein Verfahren zur Erzeugung von Rissen entwickelt, d. h. andere Defekttypen blieben außen vor. Ausgaben des Algorithmus sind Höhenkarten, die vom Raytracer gerendert werden können.
- ein Algorithmus zur Detektion von Defekten auf den virtuell erzeugten Bilddaten; dies ist ein klassisches Detektionsverfahren. Es wurde dabei kein Vorwissen bezüglich der Position der Defekte verwendet.



3



4



5

Die Detektionsqualität eines Bildverarbeitungssystems wird durch die Konzeption der Beleuchtung stark beeinflusst. Durch die Variation des Aufnahmewinkels zwischen Kamera und Beleuchtung können bestimmte Arten von Defekten auf einer Oberfläche stärker sichtbar und somit detektierbar gemacht werden. Vereinfacht dargestellt gibt es zwei Möglichkeiten, den Winkel zwischen Kamera und Beleuchtung einzustellen: wenn die Beleuchtung aus Richtung der Kamera kommt und vom Prüfobjekt zurück in die Beobachtungsrichtung reflektiert wird, spricht man von einer Hellfeldaufnahme. Es ergibt sich ein gleichmäßig helles, gut kontrastiertes Bild. Bei der Dunkelfeldaufnahme geht die Beleuchtung am optischen System vorbei, nur die Streuung durch Defekte an der Oberfläche ist im Kamerabild sichtbar, d. h. Defekte erscheinen hell.

Ist die Simulation physikalisch korrekt, dann sollten verschiedene Aufnahmesituationen auch verschiedene Bildqualitäten erzeugen. Risse werden in der Praxis immer im Dunkelfeld detektiert, da diese Beleuchtungsart Risse besonders hervorhebt. Dies sollte schon mit dem Auge erkennbar sein; besonders im Vergleich zum Hellfeld. Ebenso sollte die quantitative Beurteilung (z. B. durch die POD) bessere Erkennungsraten im Dunkelfeld als im Hellfeld aufzeigen.

Mittels des Werkzeugkastens wurden 480 Datensätze mit verschiedenen Rissbreiten und Risstiefen erzeugt. Die Risstiefe variierte dabei von 0,01 mm bis 0,08 mm (zufällig erzeugt). Die dabei erzeugten virtuellen Bilder wurden jeweils mit einer Hell- und einer Dunkelfeldaufnahme von dem Raytracer gerendert. Nachdem die Risse schon mit dem Auge besser im Dunkelfeld als im Hellfeld erkennbar waren, wurden die POD-Werte berechnet. Die POD gibt dabei an, ab welcher Größe ein Fehler sicher detektiert werden kann:

Aufnahme/Breite in mm	0,15	0,25	0,35	0,45
Dunkelfeld	1,67	1,04	0,8	0,62
Hellfeld	3,29	1,56	1,38	1,05

Die Ergebnisse zeigen, dass die POD für die virtuell erzeugten Dunkelfeldaufnahmen wesentlich besser ist, d. h. es können viel kleinere Defekte sicher detektiert werden.

Es wurde ein erster Werkzeugkasten für die virtuelle Bildverarbeitung erstellt; die Ergebnisse entsprechen dabei den Erfahrungen aus der Praxis. Die POD ermöglicht eine quantitative Einschätzung von Inspektionsaufgaben und Raytracing ist ein probates Mittel zur Erzeugung virtueller Kameraaufnahmen.

3 Virtuell erzeugter Riss als Dreiecksnetz; diese Höhenkarte wird vom Raytracer gerendert.

4 POD-Kurve einer Dunkelfeldaufnahme bei einer Rissbreite von 0,15 mm; die POD liegt bei 1,6.

5 POD-Kurve einer Hellfeldaufnahme bei einer Rissbreite von 0,15 mm; im Vergleich zu Abbildung 4 ist die wesentlich schlechtere POD von 3,2 mm zu erkennen.



**Dr. Julia Orlik, Tjorben Groß, Dr. Jan Hauth, Hans Trinkaus, Andreas Barthlen, Dr. Patrick Lang, Dr. Andreas Wirsen,
Dr. Christian Salzig, Dr. Alex Sarishvili, Anastasia Migunova, Ferdinand Küsters**

SYSTEMANALYSE, PROGNOSE UND REGELUNG

- **SYSTEMANALYSE UND REGELUNG**

Entwicklung modellbasierter Monitoringsysteme und Regelungsstrategien sowie deren Hardware-Integration

- **DATA MINING UND ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG**

Entwicklung datenbasierter Prognosetools und visueller Analysetechniken

- **MULTISKALEN-STRUKTURMECHANIK**

Numerische Verfahren zur Berechnung effektiver mechanischer Eigenschaften multiskaliger Materialien



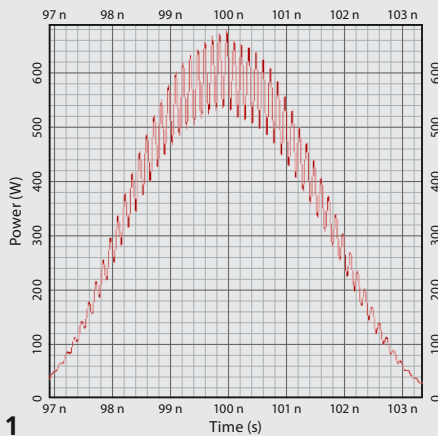


Im Fokus der Abteilung Systemanalyse, Prognose und Regelung stehen Produkte und Prozesse, die sich aufgrund ihrer Komplexität oftmals einer rein physikalischen Modellierung entziehen und in Teilen auf Basis von Messdaten und Expertenwissen beschrieben werden müssen. Hierbei greift die Abteilung auf ihre Kernkompetenzen in der System- und Kontrolltheorie, des Data Mining und der multivariaten Statistik sowie in multiskaligen Analysemethoden zurück.

Anwendungsschwerpunkte sind Energiesysteme mit Themen zur Überwachung und Stabilisierung bei Energieerzeugung und Übertragung, aber auch der Energieeffizienzsteigerung in der Produktion. Auch die Analyse und Verhaltensverifikation elektronischer Steuereinheiten im Hardware-in-the-loop-Kontext sowie von hochintegrierten elektronischen Bauteilen bereits in der Design-Phase, oftmals in Verbindung mit mechanischen Komponenten, stellt einen signifikanten Anwendungsbereich dar. Im Bereich der Medizin spielen Analyse und Bewertung von Omics-Daten im Zusammenhang mit klinischen Verlaufsdaten eine wichtige Rolle bei der Ableitung von Diagnosen, der Prognose von Krankheitsverläufen oder der Bewertung der Therapieeffizienz. Die Analyse und Optimierung verketteter Produktions- und Geschäftsprozesse im Hinblick auf Qualität, Fehlerquellen oder Energieeffizienz gehören ebenfalls zum Spektrum der Abteilung. Im Bereich Material- und Produktdesign werden Modelle zur Vorhersage, Klassifikation und Simulation von Produkt- und Materialverhalten entwickelt, auf deren Basis sich entsprechende Entwurfsentscheidungen ableiten lassen. Einen besonderen Schwerpunkt stellen technische Textilien dar, deren effektive Materialeigenschaften auf Basis mathematischer Homogenisierungsverfahren berechnet und optimiert werden.

In den genannten Anwendungsschwerpunkten werden von der Abteilung sowohl Beratungsdienstleistungen als auch kundenspezifische Softwareentwicklung sowie eigene Produkte angeboten. Während im Berichtsjahr im öffentlichen Bereich die Mittel nicht im ursprünglich geplanten Umfang akquiriert werden konnten, gab es eine Steigerung bei den Wirtschaftserträgen. Neu hinzugewonnene Kontakte im Industrieumfeld als auch eingeleitete Initiativen in der Antragsstellung lassen für 2015 ein deutlich besseres Umfeld erwarten.

Die ausgewählten Projektbeispiele bilden einen Querschnitt über die Anwendungsfelder der Abteilung; im Einzelnen werden die Analyse und Optimierung eines komplexen elektro-optischen Messsystems, die Mehrskalmodellierung gewebter Strukturen und die Unterstützung von Beratungsprozessen dargestellt.

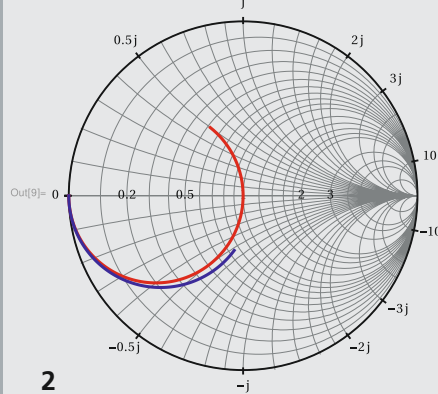


1

```

In[1]= <<AnalogInsydes
<<AnalogInsydes RF
In[3]= H1[s_]:= s / (s^2+s+1);
H2[s_]:= 1 / (s+0.9);
In[9]= SmithPlot[{H1[2*Pi*I*f],H2[2*Pi*I*f]},{f,0.1,1.*^10}]

```



2

SIMULATION ELEKTRO-OPTISCHER SYSTEME

Bei der Messung und Analyse hochfrequenter elektrischer Signale stößt die herkömmliche Messtechnik an ihre Grenzen. Andererseits verspricht aber der Einsatz höchstfrequenter Signale neue signifikante technische Potenziale, wie etwa riesige Übertragungsraten. Daher ist das Interesse groß, alternative Wege zu deren Messung zu finden, um somit die Entwicklung von Bauteilen zur Generierung, Übertragung und Verarbeitung ultraschneller Signale zu unterstützen.

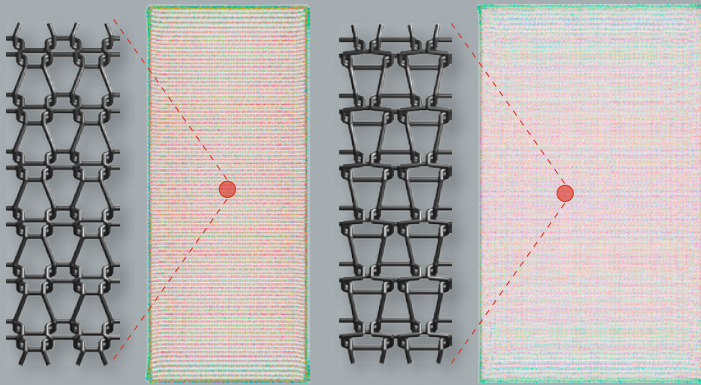
Die am Projekt OptoScope beteiligten Fraunhofer-Institute bauen dabei auf optische Technologien, die seit mehreren Jahren in einer Vielzahl von Projekten gut erforscht werden. Ziel ist es hier, ein aus elektrischen und optischen Bauteilen bestehendes Oszilloskop zu entwickeln, das elektrische Signale im Bereich größer als 100GHz messen und somit das Übertragungsverhalten von in diesen Frequenzbereichen arbeitenden Bauteilen charakterisieren kann.

Dazu wird zuerst ein optischer Puls mithilfe eines neu entwickelten elektro-optischen Modulators mit dem zu messenden elektrischen Signal moduliert. Darauf folgend wird das modulierte optische Signal mittels dispersiver Bauteile in der Zeit gedehnt. Dabei kommen Raman-Verstärker zum Einsatz, mit denen die Leistung des gedehnten Signals über dem Rauschlevel des Systems gehalten wird. Das resultierende, in der Zeit gedehnte und verstärkte Signal kann nun mithilfe von Photodioden elektrifiziert und somit mittels herkömmlicher Messtechnik erfasst werden. Durch das so gemessene elektrische Signal kann in einem letzten Signalverarbeitungsschritt auf das hochfrequente, am Modulator anliegende elektrische Signal zurückgeschlossen werden.

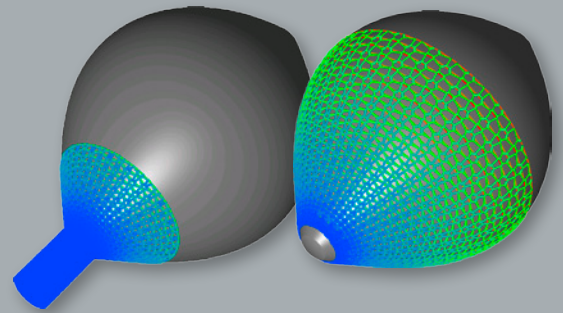
Die Aufgabe des Fraunhofer ITWM im Projekt liegt dabei darin, mit der Modellierung und Simulation der elektrischen sowie optischen Teilkomponenten als auch des Gesamtsystems entscheidende Unterstützung beim Design des am Fraunhofer IPM aufgebauten Prototyps zu liefern. Mittels Simulation wird zuerst die Funktionalität des Prototypen vor seiner Hardwareumsetzung per Simulation analysiert. Anschließend werden alle Teile des Gesamtsystems per Simulation so optimiert, so dass der erste Hardware-Prototyp von Anfang an eine gute Performanz besitzt und somit möglichst keine der kostenintensiven Bauteile im Nachhinein ausgetauscht werden müssen. Neben dem entwickelten elektro-optischen Gesamtsystemmodell wurde für das am Fraunhofer ITWM entstandene EDA-Tool Analog Insydes ein Softwarepaket entwickelt, das die nötigen Funktionen zur Analyse hochfrequenter elektrischer Signale enthält.

1 *Modulierter optischer Puls; dargestellt mit »Optical Time Domain Visualizer«*

2 *SmithPlot des Analog Insydes-Pakets zur Analyse von RF-Signalen*



1



2

MODELLIERUNG, SIMULATION UND OPTIMIERUNG DER MECHANIK GEWEBTER STRUKTUREN

1 Optimierung der Gestrückgeometrie in Bezug auf die Querkontraktionszahl

2 Aufziehen eines Textils

Im Fokus dieses gemeinsamen DFG-Projektes mit dem Lehrstuhl für Technische Mechanik der Universität Erlangen steht die Simulation und Strukturoptimierung von gewebten oder gestrickten Textilien, von 3D-Gewirken und Fasermaterialien mit heterogener Mikrostruktur unter besonderer Berücksichtigung des Kontakts zwischen einzelnen Fäden oder Fasern. Die Kontaktbetrachtungen führen auf ein nichtlineares Problem, und die unterschiedlichen geometrischen Längenskalen machen eine direkte numerische Simulation sehr aufwendig. Deshalb wird ein Mehrskalenzugang verwendet, der eine Dimensionsreduktion des Problems erlaubt.

Das Problem hat zwei Kleinparameter, wobei der erste das Verhältnis zwischen dem periodischen oder repräsentativen Textilmuster und den Gesamttextilabmessungen und der zweite die Relation zwischen dem Faser- bzw. Garndurchmesser und seiner Länge darstellt. Mathematische asymptotische Methoden im Bezug auf den ersten bzw. zweiten Kleinparameter werden entsprechend Homogenisierung bzw. Dimensionsreduktion genannt. Bei der Homogenisierung wird eine Skalenseparation angestrebt, so dass aus Hilfsproblemen auf einer Periodizitäts- oder repräsentativen Strukturelementarzelle das effektive Materialverhalten für das Gesamttextil abgeleitet werden kann. Die Dimensionsreduktion (Asymptotik in Bezug auf die Faserdicke) reduziert das Textil auf ein Balkennetzwerk, wobei sich die Gesamtverformung als Superposition von Zug, Biegung und Torsion eindimensionaler Balken berechnen lässt. Dabei ist der mechanische Kontakt zwischen den Balken explizit zu berücksichtigen.

Die entsprechenden Berechnungsalgorithmen wurden durch eine um Kontaktprobleme erweiterte Finite-Element-Methode mit Balkenelementen umgesetzt. Neben der Berechnung der effektiven mechanischen Materialeigenschaften für eine Vielzahl bereits existierender gewebter und gestrickter Textilien aus technischen und medizinischen Anwendungen bietet der Ansatz auch das Potenzial zur gezielten Auslegung neuer Textilien mit vorgegebenen mechanischen Eigenschaftsprofilen. Zum Beispiel kann die Erreichung eines bestimmten Spannungsprofils bei einem verformten Gewebe oder Gestrück das Ziel sein, unter Optimierung der lokalen Textilstruktur. In einem Zweischrittverfahren wird iterativ auf Basis des initialen Textildesigns die effektive makroskopische Spannungsverteilung berechnet, mit dem Wunschprofil verglichen und die Differenz durch ein Gradientenverfahren minimiert. Daraus resultiert ein Parametersatz, der eine für diese Anwendung optimale Textilstruktur beschreibt. Auch der Textilveredelungsprozess verschiedener Oberflächen kann simuliert und analysiert werden. Hierdurch lässt sich vorab die Qualität der resultierenden Textiloberfläche bewerten, um so letztlich die Entstehung von Falten und sonstigen optischen Inhomogenitäten zu vermeiden.



1

INTERAKTIVE WORKFLOW-UNTERSTÜTZUNG IM E-MAIL-SERVICE

Die alte Telefonzentrale – sei es in einem Unternehmen, in einer öffentlichen Dienststelle, in einem Hotel etc. – hat sich im Verlauf der letzten Jahre vom reinen Telefoncenter zu einem multimedialen Kontaktcenter gewandelt, in dem über Telefon, E-Mail, Fax oder Web eingehende Anfragen gleichermaßen bedient werden. Damit haben sich neben den Informationsansprüchen der Anfragenden auch Aufgabenvielfalt und Komplexität in den Callcentern immer weiter erhöht, so dass dort die »Agenten« zunehmend auf Wissensmanagement-Systeme zugreifen müssen, die sie bei ihrer Arbeit unterstützen.

1 *Graphical User Interface, orientiert an einem »Wide-Screen«*

E-Mails stellen einen stark wachsenden Anteil der Anfragen von Kunden oder Bürgern dar; die Informationssuchenden sollten möglichst zeitnah eine fundierte, auf die individuellen Fragen und Bedürfnisse zugeschnittene schriftliche Antwort erhalten. Die dazu benötigten Informationen bezieht der jeweilige E-Mail-Service aus internen Datenbanken, dem eigenen Internetangebot sowie aus weiteren darin verlinkten Quellen. Wesentlicher Bestandteil der Antworten ist der gezielte Verweis auf die verwendeten Quellen, insbesondere auf die im Internet zu themenbezogenen Fragestellungen bereitgestellten Informationen. Alle Arbeitsschritte werden dabei von Qualitätssicherungsmaßnahmen begleitet. Die Software-Unterstützung des entsprechenden Workflows, die interaktive Bereitstellung passender Dokumente sowie eine automatische Gewinnung relevanter, den speziellen E-Mail-Bearbeitungsprozess charakterisierende Schlüsselbegriffe wurden in einem Projekt des Schwerpunktes »Produktions- und Geschäftsprozesse« realisiert, wobei insbesondere die Auslotung moderner Interaktionsmöglichkeiten seitens der Anwender verfolgt wurde.

Viele Beratungsstellen verwenden umfangreiche Listen von Schlagwörtern (auch zusammengesetzte Begriffe), z. B. bei der Suche nach geeigneten Dokumenten oder zur Steuerung des Workflows. Die Gesamtmenge dieser Schlagwörter repräsentiert ein über lange Zeit gewachsenes umfangreiches Wissen. Das Potenzial dieses Wissens zu nutzen gab den Anstoß zur inhaltlichen Erweiterung und IT-technischen Neuentwicklung eines interaktiven semantischen Kataloges, über dessen Objekte auch auf Synonyme, alternative Schreibweisen, verwandte englische Begriffe und zugehörige Kategorisierungen zugegriffen werden kann. Alle Stationen des E-Mail-Workflows, kombiniert mit vielfältigen Zugriffsmöglichkeiten auf den semantischen Katalog, finden sich in der GUI, orientiert an einem WideScreen. Kleinere oder zusätzliche (Lese-) Bildschirme sind jedoch aufgrund des modularen GUI-Aufbaus ebenfalls verwendbar, Anwender-Interaktionen können per Finger, Maus und Tastatur erfolgen. Die Integration eines Telefon-, Fax- und Chatdienstes ist in der Gesamtkonzeption bereits berücksichtigt.



Dr. Volker Maag, Dr. Michael Bortz, Dr. Maksym Berezhnyi, Jasmin Kirchner, Dr. Alexander Scherrer, Esther Bonacker, Diana Ackermann, Dr. Tino Fleuren, Anna Hoffmann, Neil Jami, Dr. Rico Walter, Gregor Foltin, Prof. Dr. Karl-Heinz Küfer, Grete Kaffenberger, Dr. Neele Leithäuser, Dr. Peter Klein, Dr. Michael Schröder, Bastian Bludau, Dr. Heiner Ackermann, Dr. Kai Plociennik, Andreas Dinges, Dr. Jan Schwientek, Dr. Sebastian Velten, Rasmus Schroeder

OPTIMIERUNG

▪ MEDIZINISCHE THERAPIEPLANUNG

Entwicklung neuer Methoden für die klinische Therapieplanung auf Basis mehrkriterieller Optimierung

▪ OPTIMIERUNG IM VIRTUAL ENGINEERING

Modellierung physikalischer Zusammenhänge und technischer Prozesse und ihre Abbildung in Computerprogrammen in den Ingenieursdisziplinen

▪ OPTIMIERUNG VON UNTERNEHMENSSTRUKTUREN UND -PROZESSEN

Modellierung logistischer und organisatorischer Planungssysteme sowie die Entwicklung individueller Software-Komponenten

▪ MODELLIERUNG, SIMULATION UND OPTIMIERUNG IN DER VERFAHRENSTECHNIK

Individuelle Entwicklung von Software-Komponenten vom konzeptionellen Verfahrensentwurf über Prozess- und Apparatedesign bis zu Steuerungs- und Regelungsfragen





Zentrale Aufgabe der Abteilung Optimierung ist die Entwicklung individueller Lösungen für Planungs- und Entscheidungsprobleme in Logistik, Ingenieur- und Lebenswissenschaften in enger Kooperation mit Partnern aus Forschung und Industrie. Methodisch ist die Arbeit durch die enge Verzahnung von Simulation, Optimierung und Entscheidungsunterstützung geprägt. Unter Simulation wird dabei die Bildung mathematischer Modelle unter Einbeziehung von Design-Parametern, Restriktionen und zu optimierenden Qualitätsmaßen und Kosten verstanden. Die Entwicklung und Implementierung anwendungs- und kundenspezifischer Optimierungsmethoden zur Berechnung bestmöglicher Lösungen für das Design von Prozessen und Produkten sind Kernkompetenzen der Abteilung. Alleinstellungsmerkmal ist die enge Verzahnung von Simulations- und Optimierungsalgorithmen unter spezieller Berücksichtigung mehrkriterieller Ansätze sowie die Entwicklung und Implementierung interaktiver Entscheidungsunterstützungswerkzeuge. Insgesamt wird Optimierung weniger als mathematische Aufgabenstellung verstanden, sondern vielmehr als kontinuierlicher Prozess, welchen die Abteilung durch die Entwicklung adäquater Werkzeuge unterstützt. Die Forschungsschwerpunkte sind:

Optimierung von Unternehmensstrukturen und -prozessen

Das Portfolio umfasst Beratung und Unterstützung bei der Modellierung logistischer und organisatorischer Planungssysteme sowie die Entwicklung individueller Softwarekomponenten. Mit Optimierungsmethoden in eigenen Softwaretools werden Lösungsvorschläge zur Entscheidungsunterstützung erstellt, die den besten Kompromiss zwischen den konkurrierenden Planungszielen »Minimierung der Kosten« versus »Maximierung der Planqualität« bieten. Methodisch basiert auf ereignisdiskreter Simulation und kombinatorischer Optimierung beschäftigt sich dieser Schwerpunkt mit effizienten Strategien für die Transportlogistik, mit Layoutfragen, mit der Planung und Steuerung von Produktions- und F&E-Prozessen und mit Modellen und Algorithmen zur Planung und Disposition von Prozessabläufen im Krankenhaus und im Gesundheitswesen.

Optimierung in der medizinischen Therapieplanung

Die Abwägung zwischen der Aussicht auf Heilung von schwerer Krankheit und der Vermeidung von Nebenwirkungen bei der Therapieplanung stellt Mediziner im Alltag vor schwere Planungsaufgaben. Der Forschungsschwerpunkt Interaktive Therapieplanung entwickelt für die klinische Therapieplanung neue Methoden auf Basis mehrkriterieller Optimierung. Die Gruppe entwickelt innovative Planungskomponenten für die ionisierende Strahlentherapie, die Ultraschalltherapie, die Radiofrequenzablation und die systemische Therapie in der Senologie, welche medizinischen

Physikern bzw. den behandelnden Ärzten in einer besonders einfachen Weise die Abwägung zwischen Chancen und Risiken der Behandlung gestattet.

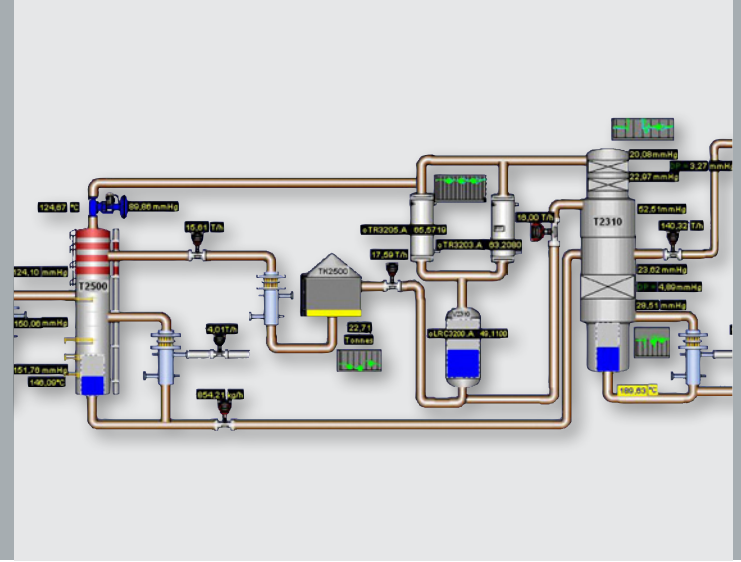
Optimierung im Virtual Engineering sowie Modellierung, Optimierung und Simulation in der Verfahrenstechnik

Der Einsatz mathematischer Optimierungsmethoden in den Ingenieursdisziplinen setzt auf einer Modellierung von physikalischen Zusammenhängen und technischen Prozessen und ihrer Abbildung in Computerprogrammen auf. Optimierung unterstützt Ingenieure dabei, Produkte und Prozesse so auszulegen, dass sie Zielvorstellungen bezüglich Qualität und Kosten bestmöglich erfüllen. In den Projekten entstehen jeweils Softwarekomponenten zur simulationsgestützten Optimierung, welche die hochdimensionalen Aufgabenstellungen unter Nutzung speziell entwickelter Integrationstechniken von Simulations- und Optimierungsalgorithmen lösen. Mehrkriteriell optimierte Produkt- bzw. Prozesslayouts werden den Entscheidern in interaktiven Entscheidungsunterstützungswerkzeugen zur Begutachtung und Auswahl vorgestellt.

Das Jahr 2014 war für die Abteilung von Wachstum und hervorragendem wirtschaftlichem Erfolg geprägt; besonders hervorzuheben sind

- Start des Forschungs- und Entwicklungsprojekts HyDisC zum konzeptionellen Verfahrensentwurf unter Berücksichtigung von Kristallisationsprozessen im Auftrag der BASF SE
- Start des Verbundprojekts H2OPT zur energieeffizienten Auslegung und Steuerung von Pumpen in der Trinkwasserversorgung in Förderung durch das BMBF
- Fertigstellung des »RescueAnalyzer«, einer strategischen Analyse- und Simulationssoftware für Standortstrukturen im Notarztwesen, im Auftrag des Landes Rheinland-Pfalz
- Start einer Forschungskooperation mit der Merck KGaA in Darmstadt zur End-to-end-Simulation von Wertströmen in der Medikamentenproduktion

Im wissenschaftlichen Bereich zählt neben drei abgeschlossenen Promotionen die Genehmigung des BMBF-Projekts H2OPT zu den wesentlichen Erfolgen.



INES – INTERFACE BETWEEN EXPERIMENTS AND SIMULATION

1 *Chemische Produktionsanlage in Ludwigshafen*

2 *Screenshot eines Prozessleitsystems mit aktuellen Messwerten an den Messstellen*

Inhalt des Projekts INES – Interface between Experiments and Simulation – ist die Bereitstellung von Werkzeugen, für die datenunterstützte Modellierung und Simulation chemischer Anlagen. Die Zielstellung besteht darin, Parametereinschätzungen auf Grundlage von archivierten Daten zu machen. Dazu sollen aus vorhandenen Daten die verlässlichsten ausgewählt werden, um aufgrund dieser eine sinnvolle Modellanpassung vornehmen zu können. Dieses angepasste Simulationsmodell steht dann zur Verfügung, um das Design chemischer Prozesse zu optimieren.

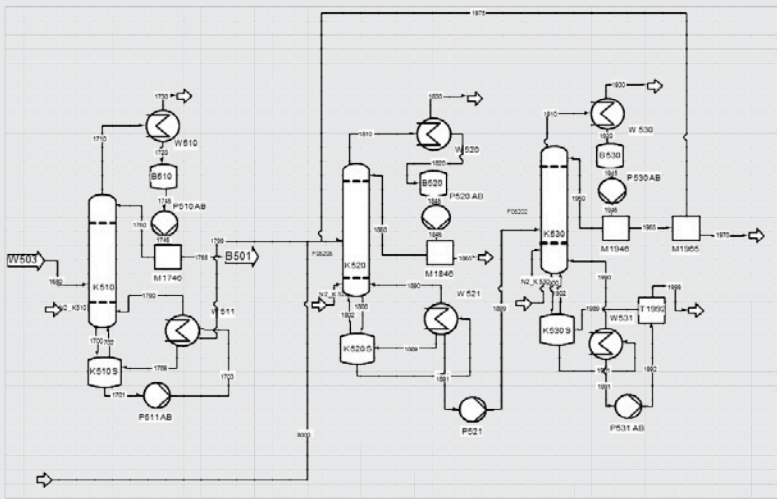
Die Verlässlichkeit der Daten wird in diesem Rahmen durch drei Kriterien beurteilt:

- keine Ausreißer
- stationäre Intervalle
- Erfüllung von Massenbilanzen

Ausreißer werden interaktiv entfernt, indem um den Median einer Zeitreihe ein Fenster definiert wird, das proportional zur Streuung des Medians (median absolute deviation) gewählt ist. Dies erlaubt dem Nutzer eine auf den jeweiligen Kontext (Messgerät, Fehlerquellen) angepasste Ausreißerkennung. Stationäre Intervalle können mittels einer heuristischen Segmentierung der Datenreihe gewonnen werden. In diesem Zugang werden sogenannte Breakpoints dort gesetzt, wo sich die Mittelwerte benachbarter Intervalle statistisch am signifikantesten unterscheiden. Für diese Intervalle werden statistische Stationaritätstests mit anpassbaren Signifikanzniveaus durchgeführt.

Die Erfüllung von Massenbilanzen wird im Rahmen eines interaktiv konfigurierbaren Datenausgleichs behandelt. Für die vom Nutzer definierten Kontrollvolumina werden – sofern aufgrund einer redundanten Datenlage möglich – Massenbilanzen gerechnet. Ist keine Redundanz in den Daten vorhanden, kann diese entlang unterstützender Vorschläge der Software hergestellt werden, beispielsweise durch die Einrichtung weiterer Messstellen für definierte Ströme. Ist Redundanz erreicht, wird ein Datenausgleich basierend auf komponentenweisen Massenbilanzen durchgeführt. Die Statistik der Unterschiede zwischen den ausgeglichenen Größen und den ursprünglichen Messwerten kann Hinweise für systematische Fehler liefern.

Verschiedene Zeitintervalle können aufgrund dieser verschiedenen Kriterien untersucht und verglichen werden. Dieser Vergleich ermöglicht den Einsatz einfacher Methoden des Data Minings, um Zusammenhänge zwischen aggregierten Werten der verschiedenen Zeitintervalle – beispielsweise Mittelwerte oder Varianzen – zu erkennen. Diese aggregierten Größen werden auch in einem von der Simulation lesbaren Format zur Verfügung gestellt.



Der Prozesssimulator kann dann genutzt werden, um eine Modellanpassung vorzunehmen. Dieses angepasste Modell steht anschließend für eine weitergehende Optimierung zur Verfügung. In diesem Projekt wurde dafür auch ein Robustheitsmaß gegenüber noch verbliebenen Unsicherheiten in den Modellparametern entwickelt. Ein wesentlicher Beitrag für die erfolgreiche Durchführung der verschiedenen Optimierungsaufgaben wird durch eine Sensitivitätsanalyse geleistet. Verschiedene Methoden der Sensitivitätsanalyse wurden umgesetzt, um sowohl qualitative als auch quantitative Aussagen über den Einfluss von Modellparametern auf Ausgabefunktionen der Simulation zu machen. Beispielfhaft seien hier Differenzenquotienten, das Faktordesign oder varianzbasierte Methoden genannt. Für die vom Nutzer ausgewählte Methode werden für vordefinierte Betriebspunkte Unsicherheitsbereiche berechnet, die auf die Unsicherheitsbereiche ausgewählter Parameter zurückgehen. Auf diese Weise werden die einflussreichsten Parameter und die am stärksten betroffenen Ausgabegrößen identifiziert. Darüber hinaus können, insbesondere bei den varianzbasierten Verfahren, statistisch relevante Aussagen über die Unsicherheitsbereiche der Ausgabefunktionen gemacht werden.

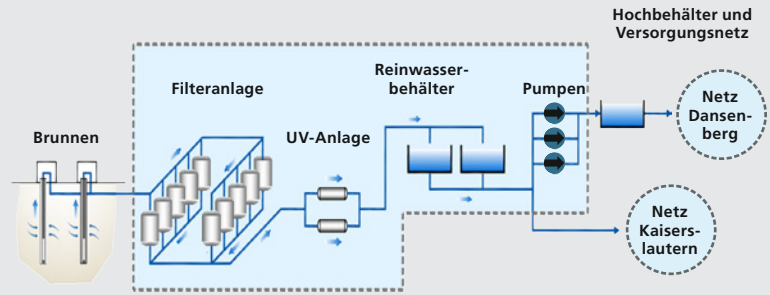
Schließlich können die Prozessparameter so gewählt werden, dass die Unsicherheitsbereiche entweder möglichst klein oder möglichst groß werden. Kleine Unsicherheitsbereiche sind erwünscht, wenn das Design möglichst robust gegenüber Unsicherheiten in den Modellparametern sein soll. Für ein experimentelles Design hingegen werden große Sensitivitäten in messbaren Ausgabefunktionen bezüglich zu schätzender Modellparameter vorgezogen. In der Praxis hat sich herausgestellt, dass die Minimierung oder Maximierung des Unsicherheitsbereichs eines von mehreren Gütemaßen ist. Daher ist ein mehrkriterieller Zugang hier besonders geeignet. Die Verwendung von nicht-lokalen Sensitivitätsmaßen hat sich hier als vorteilhaft für das Konvergenzhalten des Optimierungssolvers erwiesen und wurde standardmäßig in diesem Projekt umgesetzt.

3 Modell einer Anlage in einem stationären Fließbildsimulator



1

2



H2OPT: STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ IN DER TRINKWASSERVERSORGUNG

1 *Transportpumpen im Wasserwerk Bürstadt der EWR*

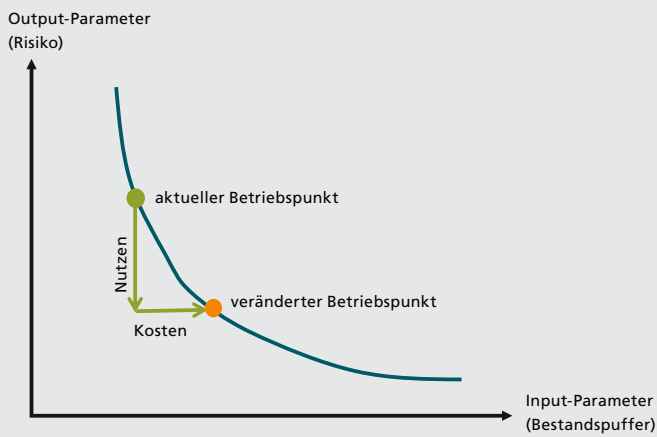
2 *Schema einer Trinkwasserversorgungsanlage am Beispiel des Wasserwerks Rote Hohl Kaiserslautern*

Auf die Trinkwasserversorgung entfällt ein wesentlicher Teil der kommunalen Stromausgaben. Dabei geht man davon aus, dass Einsparungen im zweistelligen Prozentbereich durch eine auf den Verbrauch angepasste Pumpenauswahl und -fahrweise möglich ist. Dieses Einsparpotenzial zu erschließen, ist das Ziel des vom BMBF geförderten Projekts H2Opt, das neben dem ITWM den Lehrstuhl für Strömungsmechanik und Strömungsmaschinen der TU Kaiserslautern, die Stadtwerke Kaiserslautern SWK, die EWR Netz GmbH Worms und das Planungsbüro Obermeyer einschließt.

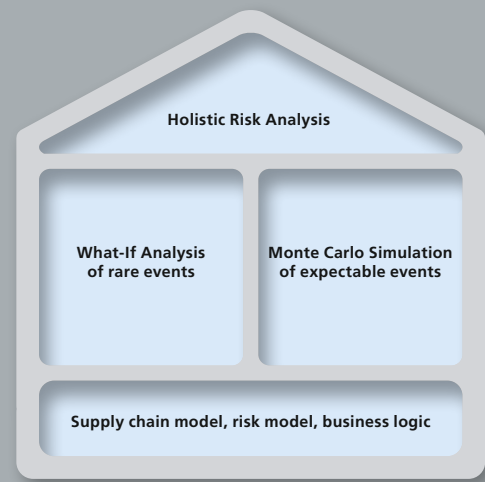
Der Abteilung Optimierung des Fraunhofer ITWM fällt hierbei die Aufgabe zu, eine prototypische Software zu entwickeln, die Wasserversorgungsunternehmen in energieeffizientem Betrieb und Auslegung ihrer Anlagen unterstützt. Der Workflow der Software ist in drei Teile gegliedert. Im ersten Schritt wird ein anpassbares Wassernetzmodell aufgesetzt, das die Gesetze der Strömungsmechanik berücksichtigt. Die Konfiguration erfolgt adaptiv und interaktiv. Daraufhin wird ein typisches Verbrauchsprofil ausgewählt, das für den jeweiligen Tag charakteristisch ist, wobei beispielsweise zwischen Werk- und Feiertagen, Schul- und Ferientagen sowie trockenen und nassen Sommertagen unterschieden wird. Der letzte Schritt erfolgt über eine Anzeige berechneter Lösungen, über die der Planer unterstützend eine Lösung finden kann, die den aktuellen Anforderungen genügt.

Der Kerngedanke zur Steigerung der Energieeffizienz liegt in dem konsequenten Einsatz von Kennlinien des Verbrauchernetzes und der Pumpen. Kennlinien des Verbrauchernetzes ordnen einem Volumenstrom eine Förderhöhe zu, die mit dem Wasserdruck im Netz korrespondiert. Diese beiden Werte, Volumenstrom und Förderhöhe, beschreiben den Betriebszustand einer Pumpe eindeutig. Insbesondere folgt daraus ein für diesen Betriebszustand charakteristischer Wirkungsgrad, der von der jeweiligen Pumpe abhängt. Im Idealfall sollte dieser Wirkungsgrad nahe dem Maximalwert für die verwendete Pumpe liegen.

Durch das Hinterlegen von Datenbanken für typische Verbrauchsprofile und für auf dem Markt verfügbare Pumpen wird durch angepasste Suchalgorithmen eine Lösungsvielfalt erzeugt, die dem Planer eine Übersicht über geeignete und ungeeignete Pumpen verschafft. Ferner stehen als Freiheitsgrade noch die Pumpenfahrpläne zur Verfügung. Diese werden im Prototypen zeitdiskretisiert auf die jeweilige Verfügbarkeit und Dimension von Hochbehältern angepasst. In einer ersten Anwendung bei dem Wormser Projektpartner konnten bereits Vorschläge für Pumpenfahrpläne mit einer signifikanten Energieeinsparung gemacht werden. Einer der nächsten Schritte wird die Unterstützung in der Auswahl neuer Pumpen für das Brunnengebiet Ost der SWK sein.



1



2

SIMULATION UND PROGNOSE IM SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT

Unternehmen verringern zunehmend ihre Wertschöpfungsanteile und übernehmen stattdessen immer speziellere Aufgaben für eine Vielzahl an Produkten. Dieser Trend, kombiniert mit der Vernetzung der Unternehmen über alle Kontinente hinweg, führt zu immer komplexeren, weltweit vernetzten und damit störungsanfälligeren Lieferketten. So können nicht nur lokale Naturkatastrophen globale Auswirkungen haben, sondern auch Rohstoffverknappung, Betriebsunterbrechungen bei Grundstofflieferanten oder politische Unruhen an Transportweg-Stationen können die Produktionsfähigkeit von Unternehmen erheblich beeinträchtigen. In der Studie »Supply Chain Resilience 2014« (The Business Continuity Institute) gaben 81 % der befragten Unternehmen an, dass mindestens ein Vorfall zu Produktionsausfällen führte. Der Bedarf nach dem aktiven Management solcher Risiken ist groß und Unternehmen sind bereit, substantiell in die Risikominimierung entlang ihrer Lieferketten zu investieren.

Im Supply Chain Risk Management (SCRM) spielen aufgrund der Komplexität und Stochastik von Lieferketten-Risiken mathematische Modelle eine große Rolle. Supply Chains sind komplexe vernetzte Strukturen und Risiken bestehen überall: in Regionen, bei Lieferanten, für Transportwege und bei einzelnen Transporten. Seltene, katastrophale Ereignisse und Alltagsrisiken sind auf unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Skalen angesiedelt. Proaktives statt reaktives Umgehen mit diesen Risiken setzt deren qualitative und quantitative Abschätzung voraus. Aus mathematischer Sicht kommen je nach Anwendung unterschiedliche Werkzeuge zum Einsatz. Störungen, die einer gewissen Regelmäßigkeit unterliegen, können mit Markovketten, Markovschen Entscheidungsprozessen, Monte-Carlo-Simulationen usw. untersucht werden. Damit können Risiken abgeschätzt und die Auswirkungen von Gegenmaßnahmen prognostiziert werden. Seltene Großschadensereignisse hingegen werden mit Szenario-Analysen adressiert.

Im BMWi-Projekt VILOMA (Visual Logistics Management) forscht ein von VW geführtes Konsortium unter Beteiligung des ITWM an Modellen und entscheidungsgerechten Visualisierungen logistischer Prozesse. Logistische Wetterkarten und logistische Kennlinien sollen zukünftig helfen, drohende Probleme frühzeitig zu erkennen und optimale Betriebspunkte in Supply Chains im Ausgleich von Risiken und SCRM-Kosten, beispielsweise durch Bestandspuffer, zu finden. In einem Projekt mit Procter & Gamble werden sowohl seltene Großschadensereignisse bei Zulieferern als auch regelmäßige, kurz anhaltende Lieferausfälle untersucht. Das zufällige Auftreten letzterer kann dabei gut mit stochastischen Verteilungen beschrieben werden. Erklärtes Ziel ist zunächst die Quantifizierung der Risiken. Daraus können dann Handlungsempfehlungen in Bezug auf die Größe und Positionierung von Material sicherheitsbeständen abgeleitet werden. Das Projekt adressiert primär strategische und taktische Planungshorizonte.

1 *Logistische Kennlinien helfen bei der Suche nach dem optimalen Betriebspunkt einer Supply Chain im Widerstreit von Risiken und SCRM-Kosten (z.B. für Bestandspuffer).*

2 *Das Methodengebäude im Projekt mit Procter & Gamble*



Dr. Christina Erlwein-Sayer, Stefanie Grimm, Dr. Tilman Sayer, Dr. Jörg Wenzel, Sarah Grün, Prof. Dr. Ralf Korn, Sema Coskun, Dr. Roman Horsky, Dr. Johannes Leitner, Dr. Gerald Kroisandt

FINANZMATHEMATIK

▪ OPTIONSBEWERTUNG

Bewertungsformeln und Algorithmen zur Preisberechnung

▪ KREDITRISIKO UND STATISTIK

Validierung und Weiterentwicklung von Ratingverfahren

▪ PORTFOLIO-OPTIMIERUNG

Bestimmung von Risikokennzahlen und Riskomanagement großer Portfolios

▪ ZINSMODELLE

Entwicklung von Zinsmodellen, insbesondere für Niedrigzinsphasen

▪ VERSICHERUNGSMATHEMATIK

Simulation und Optimierung von Asset-Liability-Managementstrategien

▪ ALTERSVORSORGE

Modellierung von Zins- und Inflationsrisiken, Langlebigkeitsmodelle, Produktentwicklung





Die Abteilung Finanzmathematik liefert moderne Lösungen zu Problemstellungen, die sich bei der Entwicklung, Analyse und numerischen Umsetzung mathematischer Modelle für den Finanz- und Versicherungsbereich ergeben. Wir stützen uns auf neueste Ergebnisse der finanzmathematischen und statistischen Forschung, um Konzepte, Algorithmen, Modelle und Softwarelösungen für die Finanz- und Versicherungsindustrie ganzheitlich zu entwickeln.

Dabei steht strategisch gerade die Altersvorsorgebranche in unserem Fokus, nicht zuletzt, da wir sowohl im theoretischen Bereich (Langlebigekeitsmodellierung, Inflations- und Zinsmodelle, Risikomanagement) als auch im Bereich der Simulation von Kapitalmarkt- und Populationsentwicklungen eine Reihe innovativer Lösungen anzubieten haben.

So startete das WISA-Projekt zusammen mit dem Fraunhofer SCAI zum Thema »Stochastische Modellierung und numerische Simulation für das Risikomanagement von Versicherungsunternehmen«. In diesem Projekt wird u. a. ein neues Zinsmodell auf der Basis eines Regime-Switching Modells entwickelt, das insbesondere in Zeiten niedriger Zinsen eine realistischere Modellierung als herkömmliche Modelle erlaubt. Im vergangenen Jahr konnten wir mit der FRANKFURT-TRUST Investment-Gesellschaft mbH sowie einer großen deutschen Versicherung zwei neue Projektpartner gewinnen. In den gemeinsamen Projekten konnten wir unsere gewachsene Kompetenz insbesondere auf dem Gebiet der Portfoliooptimierung und der Altersvorsorge erneut unter Beweis stellen. Gemeinsam mit der Landesbank Baden-Württemberg wurde die neue Version 4.0 des Derivatekalkulators Pro zertifiziert. Die neue Version konnte in der zweiten Jahreshälfte produktiv geschaltet werden.

Mehrere öffentlich geförderte Projekte wurden planmäßig fortgesetzt. Dies betrifft das vom BMU geförderte Projekt »Quantifizierung des geothermischen Fündigkeitsrisikos« (GEOFÜND) sowie das vom BMBF geförderte Projekt »Energieeffiziente Simulationsbeschleunigung für Risikomessung und -management« (ESR). Gemeinsam mit der TU Kaiserslautern wurde das von der DFG geförderte Projekt »Regime-Switching Models in Finance: Statistics and Optimization« bearbeitet. Nicht zuletzt demonstrieren diese Projekte das breite Knowhow-Spektrum der Abteilung.



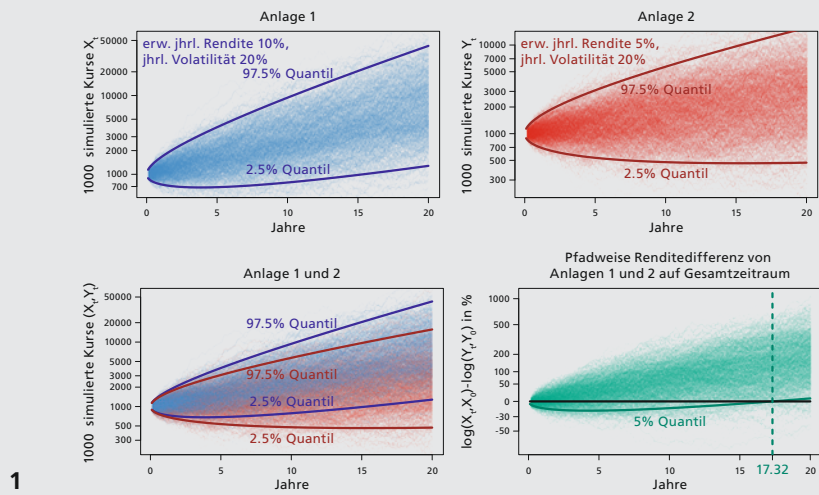
BEWERTUNG KOMPLEXER STRUKTURIERTER PRODUKTE

Gerade in der derzeitigen Niedrigzinsphase sind z. B. Lebensversicherungen gezwungen, eine attraktive Verzinsung des angelegten Kapitals zu erzielen, um den gesetzlich vorgeschriebenen Garantiezins zu erwirtschaften. Daher werden neben gewöhnlichen Bonds auch strukturierte Produkte als Anlagemöglichkeit genutzt. Der Verkäufer eines solchen Produkts kann mit diesem möglicherweise eine höhere Rendite erreichen als bei Anlage zum risikolosen Zins. Der Käufer hingegen sichert sich zusätzlich gegen Finanzmarktrisiken wie Währungs- oder Zinsschwankungen ab.

Ein Range Accrual zum Beispiel zahlt einen Zins am Ende jeder Periode (i. d. R. jährlich), der von der Zahl der Tage abhängt, an denen ein definierter Basiswert in einem vorgegebenen Bereich notiert. Der Basiswert ist in der Regel ein Referenzzinssatz, wie z. B. der EURIBOR. Zur Absicherung währungssensitiver Geschäfte oder einfach zur Umsetzung eigener Erwartungen kann als Basiswert auch ein Wechselkurs gewählt werden. Das entsprechende Produkt ist ein FX Range Accrual. Als Beispiel kann ein jährlicher maximaler Zins von 3 % vereinbart werden. Dieser Zins wird mit dem Anteil der Tage im Jahr multipliziert, an denen der USD/EUR-Wechselkurs unter 1,50 USD/EUR notiert. Hierbei wird das untere Ende des Bereiches implizit auf 0,0 USD/EUR gesetzt.

Dieser Range Accrual würde für den Verkäufer überdurchschnittliche Rendite abwerfen, solange keine unerwarteten Währungsturbulenzen auftreten. Steigt allerdings der Wechselkurs über den Referenzwert von 1,50, so liefert das Produkt möglicherweise gar keine Verzinsung mehr. Der Käufer hingegen muss im Fall eines stark steigenden Wechselkurses auf diese Finanzierung niedrigere Zinsen zahlen und erhält damit quasi eine Währungs-Absicherung. Eine negative Verzinsung ist allerdings per Konstruktion ausgeschlossen und das Nominal wird am Ende der Laufzeit zurückgezahlt. Der Wert dieses Produkts hängt ganz offensichtlich von mindestens zwei Einflussfaktoren ab: Zum einen von der Entwicklung des EUR-Zinsmarktes – steigen die Zinsen, verliert das Produkt für den Verkäufer an Wert, da am Markt möglicherweise eine bessere Verzinsung erreicht werden kann. Zum anderen hängt die Rendite direkt von der Entwicklung des Wechselkurses ab. Steigt der Wechselkurs, sinkt die erwartete Verzinsung für den Verkäufer und somit der Wert des Produkts.

Zur risikoneutralen Bewertung benötigt man also je ein Modell für die Entwicklung der Zinsrate und des Wechselkurses sowie für deren Wechselwirkung. Komplizierter wird die Bewertung, wenn zusätzlich vorzeitige Kündigungen möglich sind oder eine Mindestverzinsung vereinbart wird. In einem Industrieprojekt haben wir ein Modell implementiert, das beide Einflussfaktoren und ihre gemeinsame Entwicklung simuliert. Auf dieser Basis kann das Produkt unter Berücksichtigung der genannten zusätzlichen Verabredungen objektiv bewertet werden.



RISIKOBASIERTE PORTFOLIO-ALLOKATION

1 Illustration der Schwierigkeit der präzisen Renditeschätzung

In der aktuellen, bereits länger anhaltenden Niedrigzinsphase sind auch für langfristig orientierte Anleger durchaus Aktien und andere riskante(re) Anlageformen in verstärktem Maß attraktiv. Die klassische Portfoliotheorie (Markowitz, Merton) gibt hierzu konkrete Vorgaben, wie man sein Geld in einer solcher Situation anlegen muss, um für gegebene Risikoaversion einen optimalen erwarteten Endwert zu erzielen.

Allerdings kranken diese Ansätze daran, dass man für eine optimierte Strategie die erwartete Rendite der Investitionsalternativen kennen muss. Diese aus Vergangenheitsdaten zu schätzen, ist ein notorisch schwieriges Problem. Um zum Beispiel eine (jährliche) Rendite von 10 % von einer Rendite von 5 % zum Signifikanzniveau 95 % zu trennen, wenn beide Anlagen 20 % (jährliche) Volatilität haben und eine Korrelation von 80% aufweisen, braucht man mehr als 17 Jahre in die Vergangenheit zurückreichende Daten.

In diesem Zusammenhang ist bekannt, dass es unter realistischen Bedingungen sehr schwer ist, ein Portfolio zu schlagen, das in jede der Investitionsalternativen einen gleichen Anteil investiert (Equal-weights-Strategie). Daher wurden in letzter Zeit Strategien diskutiert, die gar nicht mehr auf die genaue Rendite achten, sondern aus einem Bündel von Alternativen (bei denen man allerdings davon ausgehen darf, dass sie sich »vernünftig« rentieren) eine Strategie so wählen, dass jede Komponente gleich viel Risiko oder Risiko gemäß einem vorgegebenen Budget erzeugt. Diese Ansätze lassen sich unter den Schlagworten »Risk Parity« bzw. »Risk Budgeting« zusammenfassen. Dabei lassen diese Ansätze durchaus verschiedene Risikoquantifizierungen zu.

Gemeinsam mit und im Auftrag der FRANKFURT-TRUST Investment-Gesellschaft mbH haben wir die bestehenden Ansätze, die allesamt für das Einperioden-Setup von Markowitz konzipiert waren, auf ein zeitkontinuierliches, dynamisches Problem im Merton-Rahmen verallgemeinert. Dieser Rahmen lässt sich insbesondere auch für Altersvorsorgepläne anwenden.



MEHR ZEIT FÜR ALTERSVORSORGE – MATHEMATISCHE ASPEKTE

Das Langlebigkeitsrisiko bezeichnet die erfreuliche Tatsache, dass die durchschnittliche Lebenserwartung der Bevölkerung in Deutschland in den zurückliegenden Jahrzehnten kontinuierlich angestiegen ist. Aufgrund fortlaufender Absenkung der staatlichen Rentenzahlungen führt dies aber auch zur Konsequenz, dass sich Individuen verstärkt privat um ihre Altersvorsorge kümmern müssen. Die Abteilung Finanzmathematik war hierzu 2014 auf mehreren Gebieten tätig.

Die Grundlage jeder Altersvorsorgeberatung stellt die verlässliche Ermittlung des dem Kunden zur Verfügung stehenden Einkommens, des ihm eventuell zustehenden Förderbeitrags und die Höhe der im Alter benötigten (Zusatz-)Rente dar. Dies geschieht mithilfe von Softwarelösungen, sogenannten Vorsorgerechnern. In Zusammenarbeit mit dem Europäischen Institut für Qualitätssicherung finanzmathematischer Produkte und Verfahren (EI-QFM) in Kaiserslautern hat die Abteilung Finanzmathematik im vergangenen Jahr mehrere Vorsorgerechner kommerzieller Anbieter auf Korrektheit überprüft und zertifiziert. Im Bemühen, dem Kunden einen Anhaltspunkt für das Preis-Leistungs-Verhältnis eines angebotenen Altersvorsorgeprodukts zu geben, hat das Bundesministerium der Finanzen eine Forschungsstudie in Auftrag gegeben, die empfiehlt, sogenannte Effektivkosten zu verwenden, die den Prozentsatz der durch Kosten entgangenen Rendite angeben. In einer Projektstudie für die teckpro AG in Kaiserslautern konnte das ITWM auf einige fachliche Mängel der BMF-Studie hinweisen sowie sinnvolle Ergänzungen und Verbesserungen vorschlagen.

Ein Großteil der Untersuchungen von AV-Produkten in Theorie und Praxis beschäftigt sich mit maßgeschneiderten Produkten im Hinblick auf das Chance-Risiko-Verhältnis aus Kundensicht. Die Rentenphase – also die eigentliche Verbrauchsphase, für die eingezahlt wurde – wird hingegen kaum betrachtet und klassisch gestaltet. D. h. der Kunde erhält eine lebenslange Zahlung aus seinem angesparten Vermögen, das im Deckungsstock des Versicherers konservativ investiert ist. Zwar kann der Kunde auch hier von Bonuszahlungen aus erwirtschafteten Überschüssen profitieren, doch bietet es sich bei der heute deutlich längeren Rentenphase auch an, das Guthaben des Kunden flexibler anzulegen, um so eine bessere Rendite zu erzielen. Hier war das ITWM 2014 für einen großen deutschen Versicherer beratend tätig, hat Möglichkeiten der innovativen Gestaltung vorgeschlagen und vom Versicherer erarbeitete Vorschläge mittels stochastischer Kapitalmarktszenarien analysiert.

1 Kuratoriumstreffen
des EI-QFM am
Fraunhofer ITWM



Dietmar Weber, Christoph Mühlbach, Christine Biedinger, Dr. Sascha Feth, Michael Kleer, Dr.-Ing. Joachim Linn, Eduardo Pena Vina, Fabio Schneider, René Reinhard, Dr. Andrey Gizatullin, Thomas Halfmann, Dr. Michael Burger, Dr. Klaus Dreßler, Christine Rauch, Tim Rothmann, Dr. Sebastian Steidel, Björn Wagner, Michael Lübke, Axel Gallrein, Marius Obentheuer, Dr. Michael Speckert, Thomas Stephan, Thorsten Weyh, Johannes Krebs, Dr. Clément Zémerli

MATHEMATISCHE METHODEN IN DYNAMIK UND FESTIGKEIT

- **MODELLIERUNG UND SIMULATION VON NUTZUNGSVARIABILITÄT UND ZUVERLÄSSIGKEIT**

Bemessungsgrundlagen für die Zuverlässigkeit und Optimierung stark vom Einsatzspektrum abhängiger Größen wie Energieeffizienz und Kraftstoffverbrauch

- **SYSTEMSIMULATION IN DER FAHRZEUGENTWICKLUNG**

Reifen-, Boden- und Fahrermodelle

- **NICHTLINEARE STRUKTURMECHANIK**

Simulation stark deformierbarer Komponenten und Strukturen wie Reifen, Elastomer- und Hydrolager, Luftfedern, Kabel, Schläuche



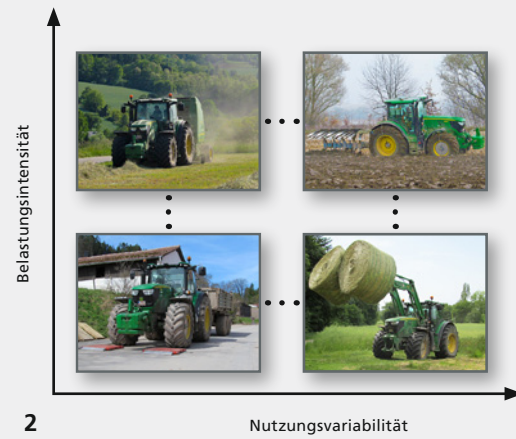
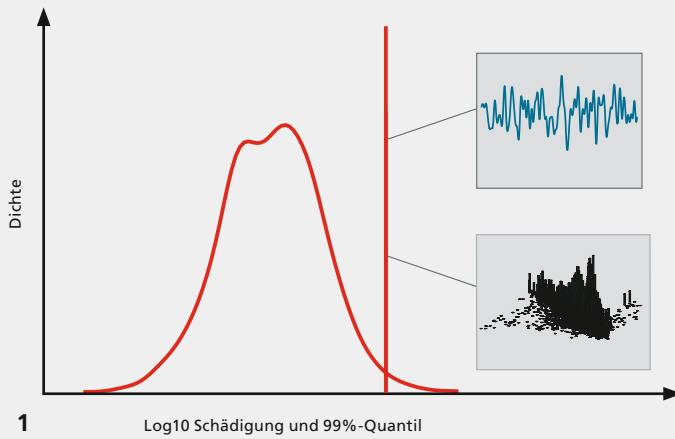


Die Abteilung Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit beschäftigt sich mit der Modellierung und Simulation von Nutzungsvariabilität, Beanspruchung und Energieeffizienz von Fahrzeugen und Maschinen. Dabei kommen statistische Methoden zur Modellierung von Nutzungs- und Variantenvielfalt sowie Mehrkörpersystemsimulation (MKS) und Finite-Elemente-Methoden (FEM) zur System- und Bauteilanalyse zum Tragen. In unseren Industrieprojekten beschäftigen wir uns mit Zuverlässigkeit, Betriebsfestigkeit sowie Struktur- und Systemdynamik, überwiegend in der Fahrzeugindustrie.

Im Rahmen des Fraunhofer-Innovationsclusters Digitale Nutzfahrzeugtechnologie/Fahrzeug-Umwelt-Mensch (www.nutzfahrzeugcluster.de), trägt die Abteilung MDF die Gesamtkoordination und bearbeitet mit den Industriepartnern Bosch, BPW, Daimler, Goodyear, John Deere, Liebherr, Schmitz Cargobull und Volvo die Teilprojekte Nutzungsvariabilität, Energieeffizienz, on-Board Simulation, Reifen- und Bodensimulation und Strukturmechanik. Hier verfolgen wir langfristig das Ziel, in der virtuellen Produktentwicklung nicht nur das Fahrzeug, sondern auch die Umgebung (»die Welt«) und den Fahrer simulierbar zu machen. Ein großer Schritt in diese Richtung ist unsere Virtual Measurement Campaign (VMC) zur systematischen Analyse der Nutzungsvariabilität von Fahrzeugen auf Basis georeferenzierter Daten. Hierdurch wird die Herleitung von Bemessungsgrundlagen für die Zuverlässigkeit und die Optimierung weiterer Größen wie Energieeffizienz und Kraftstoffverbrauch auf eine neue Grundlage gestellt.

Ein wichtiger Baustein ist die Einbeziehung elektronischer Steuergeräte und Assistenzsysteme sowie des Fahrers in die virtuelle Produktentwicklung. Daher ist die Entwicklung neuer Methoden zur hybriden und interaktiven Simulation für uns ein zentrales Thema. Wir arbeiten ferner an der Weiterentwicklung und Anwendung von Methoden der Mehrkörpersimulation (MKS) und der Simulation gekoppelter physikalischer Systeme. Dabei entwickeln wir Verfahren zur invarianten Systemanregung, zur Reifensimulation (CDTire), zur Boden- und Materialsimulation sowie zur Simulation stark deformierbarer Strukturen wie Elastomerlager, Kabel und Schläuche (IPS Cable Simulation).

Die Einbeziehung des Fahrers bzw. Bedieners von Fahrzeugen und mobilen Arbeitsmaschinen steht auch im Mittelpunkt unserer Anwendungsprojekte mit dem interaktiven Fahrsimulator RODOS®. Das System wird aktuell zur Entwicklung von Fahrermodellen, zur Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstelle sowie zur Entwicklung und Absicherung von Assistenzsystemen eingesetzt.



U-SIM – MODELLIERUNG UND SIMULATION DER NUTZUNGSVARIABILITÄT FÜR DIE FAHRZEUGENTWICKLUNG



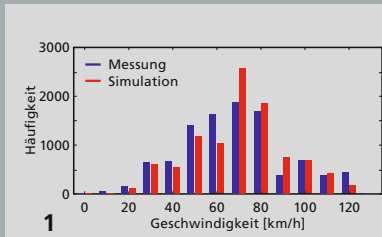
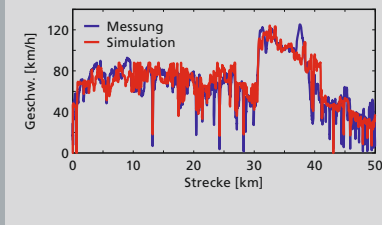
In der Fahrzeugentwicklung muss immer auch ein Kompromiss gefunden werden zwischen Zuverlässigkeit und Festigkeit auf der einen und Kosten- und Energieeffizienz auf der anderen Seite. Ein ideales Komponentendesign hat nur eine moderate Überdimensionierung als Sicherheitsfaktor. Für solch ein Design ist es notwendig, das tatsächliche Fahrzeugnutzungsverhalten im Betrieb durch verschiedene Kunden(-gruppen) während des gesamten Fahrzeuglebens zu verstehen. Zu diesem Zweck führen die meisten Fahrzeughersteller umfangreiche Messkampagnen auf öffentlichen Straßen durch. Um daraus ein qualifiziertes Designziel ableiten zu können, muss zunächst beantwortet werden, was wo zu messen ist und wie die Ergebnisse auf eine bestimmte Ziellaufleistung zu extrapolieren sind. Da Kunden sehr verschieden sind, genügt es nicht, einen einzelnen Kunden durch eine Messkampagne nachzubilden. Stattdessen sollte eine Messkampagne sicherstellen, dass insbesondere alle Randfälle und extremen Situationen gut erfasst sind, auch wenn diese nur durch einen kleinen Anteil aller Kunden erlebt werden.

Die Software U-Sim wurde entwickelt, um die Nutzungsvervielfältigung einer großen Anzahl verschiedener (virtueller) Kunden basierend auf ausgewählten Messungen für das gesamte Fahrzeugleben zu simulieren. Der Schlüssel zur Problemlösung liegt in der Trennung zwischen Vermessung verschiedener Betriebszustände (Was kommt vor?) und Kombination dieser Messungen zu virtuellen Kunden basierend auf einem Nutzungsmodell (Wie häufig kommt etwas vor?). U-Sim generiert mittels Monte-Carlo-Simulation Kunden, indem verschiedene Nutzungsprofile gemäß dem Nutzungsmodell generiert werden und dazu passende Messabschnitte (Atome) zufällig zugeordnet werden. Jeder so entstandene Kunde wird durch ein Mehrkanallastkollektiv – Rainflow-Matrizen für gemessene Kräfte, Momente, Beschleunigungen usw. – bestehend aus ausgewählten Atomen und Wiederholfaktoren, repräsentiert. Daraus ergeben sich Pseudoschädigungen und mithin eine empirische Verteilung in jedem Messkanal für alle simulierten Kunden. Die Quantilkunden (z. B. 99 % Kunde) definieren in Kombination mit Sicherheitsfaktoren und Sondermanövern (z. B. Bordsteinüberfahrten) ein Designtarget, das explizit mit Bedingungen im Feld verknüpft ist.

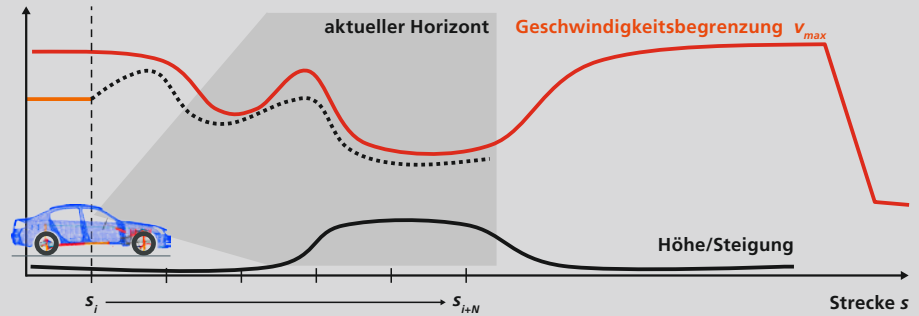
U-Sim ist bereits bei mehreren Herstellern produktiv im Einsatz. Aktuell wird der Prozess in einem Projekt inklusive einer Promotion bei John Deere in der Traktorenentwicklung implementiert. Auch in der Landwirtschaft steigen die Anforderungen an Effizienz, Emissionsgrenzwerte und Leichtbau stetig. Eine konventionelle Produktentwicklung wird dadurch zusehends unwirtschaftlicher. Durch die extrem hohe Variabilität in Nutzung und Belastung der Fahrzeuge, ist die Modellierung des Nutzungsmodells hier von besonderer Bedeutung. Der U-Sim Prozess unterstützt unsere Partner dabei und erhöht gleichzeitig Transparenz, Prozesssicherheit sowie Reproduzierbarkeit und verbessert die Dokumentation der Resultate und Entscheidungen.

1 Beanspruchungsverteilung

2 Nutzungsvervielfältigung vs. Belastungsintensität bei Ackerschleppern



1



2

BERECHNUNG VON GESCHWINDIGKEITSPROFILEN IN VMC

1 *Geschwindigkeitsprofil: Vergleich Messung (blau) und Simulation (rot) oben: Geschwindigkeit über zurückgelegtem Weg, unten: Häufigkeiten*

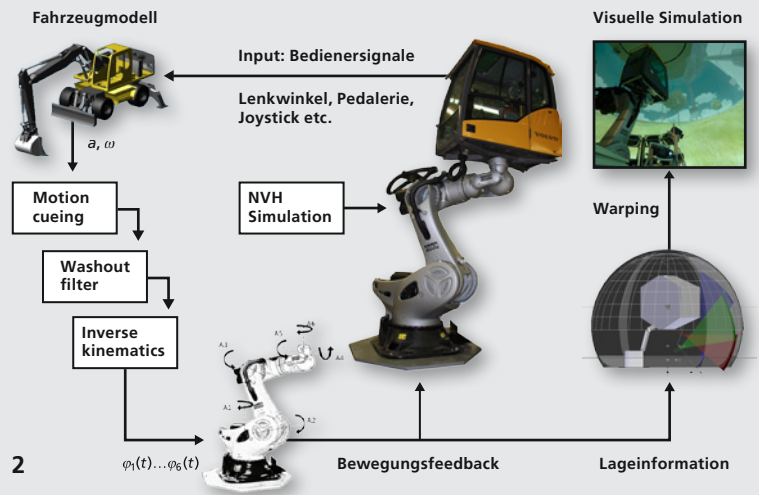
2 *Gleitender-Horizont-Ansatz zur Geschwindigkeitsprofilberechnung mit Optimalsteuerungsmethoden*

Gefahrere Geschwindigkeitsprofile sind eine sehr wichtige Kenngröße für die fahrdynamische Beanspruchung eines Fahrzeugs während der Fahrt wie auch hinsichtlich Energie- und Ressourceneffizienz des Fahrzeugs. Es liegt daher nahe, Geschwindigkeitsprofile basierend auf gegebenen Streckendaten, Fahrer- und Fahrzeuginformationen im Vorfeld prädiktiv durch Simulation zu bestimmen, um die genannten Kriterien möglichst frühzeitig für ein Fahrzeug bzw. eine Strecke bewerten zu können. Das Software-Paket Virtual Measurement Campaign (VMC), das in den vergangenen Jahren am ITWM entwickelt wurde, stellt dazu die nötigen Daten und numerischen Methoden bereit.

Bei der Geschwindigkeitsprofil-Berechnung müssen im Wesentlichen drei Haupteinflussfaktoren berücksichtigt werden: Erstens sogenannte Streckendaten für eine gegebene Route; dazu gehören topographische Informationen (Steigung, Kurvigkeit) sowie Informationen über Ampeln, Verkehr und gesetzliche Geschwindigkeitsbeschränkungen. Zweitens spielt das Fahrerverhalten eine wichtige Rolle, welches z. B. durch maximal tolerierbare Beschleunigungen oder durch Fahrerziele mathematisch beschrieben werden kann. Die dritte wichtige Komponente ist das betrachtete Fahrzeug selbst. Hier wird ein vereinfachtes längsdynamisches Modell verwendet, das in verschiedenen Komplexitätsstufen eingesetzt werden kann. So reichen beispielsweise Kenngrößen wie Masse, maximale Antriebs- und Bremsleistung aus, um ein Profil zu berechnen. Wenn verfügbar, können aber auch detailliertere Daten wie z. B. Motorkennfelder oder Getriebekennfelder hinterlegt werden, um qualitativ hochwertigere Ergebnisse zu erzielen. Darüber hinaus können auch motorcharakteristische Verbrauchskennfelder zur direkten Analyse des Kraftstoffverbrauchs und zur Ermittlung verbrauchsoptimaler Geschwindigkeitsprofile eingesetzt werden.

Mathematisch wird ein (Optimal-)Steuerungsproblem formuliert, d.h. die gegebene Strecke soll unter ihren entsprechenden Randbedingungen unter Berücksichtigung der Längsdynamik sowie den Fahrereigenschaften und -wünschen durchfahren werden. Das Längsdynamikmodell stellt das dynamische System dar, Streckendaten und Fahrereigenschaften werden als Nebenbedingungen aufgefasst. Das Problem wird nun numerisch durch geeignete Diskretisierungs- und Optimierungsverfahren und einen sog. »gleitenden Horizont«-Ansatz gelöst, bei dem jeweils überlappend Daten aus einem vorausschauenden Streckenabschnitt berücksichtigt werden.

Das so ermittelte Geschwindigkeitsprofil kann nun für weitere Analysen innerhalb der VMC-Software benutzt werden, es kann aber auch als Input für ein komplexes Vollfahrzeugmodell verwendet werden, mit dem dann weitergehende Untersuchungen durchgeführt werden können.



INTERAKTIVE FAHR- UND BETRIEBSSIMULATION MIT RODOS®

Fahrzeugsimulationen helfen, Attribute wie Energieeffizienz, Produktivität, Betriebsfestigkeit und Zuverlässigkeit einer neuen Entwicklung zu optimieren und abzusichern. Dazu müssen alle äußeren Einflüsse, die auf das Fahrzeug einwirken sowie die Einflüsse des Bedieners berücksichtigt werden. Die Arbeit mit Prototypen ist in frühen Entwicklungsphasen häufig nicht möglich. Hinzu kommt, dass Feldmessungen an Prototypen im Vergleich zur Simulation schlechter reproduzierbar sind. Zudem erschweren die notwendigen Umrüstzeiten etwa bei Variantentests die Bewertung durch Testfahrer, da die Tests unter Umständen mehrere Wochen auseinander liegen.

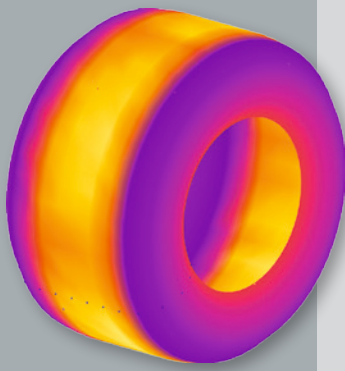
Abhilfe schafft der Einsatz einer interaktiven Simulation. Hierdurch lassen sich komplexe Situationen zusammen mit dem Fahrereinfluss reproduzierbar und unter Laborbedingungen untersuchen. Variantentests sind durch Umstellung der Parameter sehr einfach möglich, sodass die Dauer der Iterationszyklen drastisch gesenkt werden kann. Am Fraunhofer ITWM wurde dazu in den letzten Jahren der Simulator RODOS® aufgebaut, der auf Basis einer 6-achsigen Roboterkinematik mit 1000 kg Nutzlast einen besonders großen Bewegungsraum ermöglicht. RODOS® wird derzeit dazu genutzt, erweiterte Assistenz- und Sicherheitssysteme für Baumaschinen zu entwickeln, unter realistischen Bedingungen zusammen mit Experten zu studieren und weiter zu verbessern. Dabei werden neue Betriebskonzepte, Mensch-Maschine-Schnittstellen, Informationssysteme und Maschinenkonfigurationen als virtuelles Computermodell von Testfahrern, Experten und Entwicklern erprobt und optimiert, lange bevor ein erster Prototyp entstehen muss.

Daraus ergeben sich in der Praxis mehrere Vorteile: Größere Änderungen am Design einer neuen Maschine können auf Basis von Computermodellen durchgeführt und abgesichert werden. Zudem sind alle modellierten Systemzustände zur Laufzeit beobachtbar und manipulierbar, sodass leicht verschiedene Varianten durchgetestet werden können. Die Bewertung einer Variante ist dabei nicht nur auf die Auswertung von Messkurven beschränkt; ein Experte kann die neue Konfiguration mit allen Sinnen im Simulator erleben, indem er Arbeitszyklen durchfährt und dabei die Reaktion der Maschine erprobt.

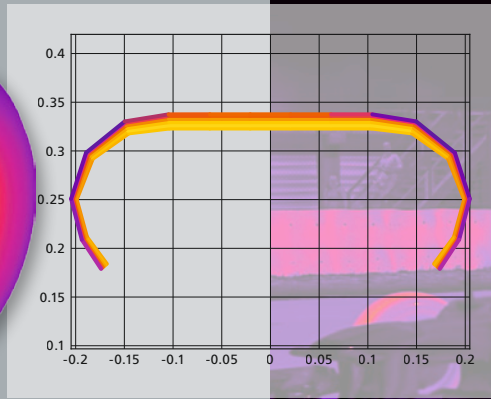
Da alle Algorithmen und Kernkomponenten von RODOS® innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt wurden und als Quellcode zur Verfügung stehen, sind Anpassungen an neue Herausforderungen auch in Zukunft möglich. Auch die Integration diverser kommerzieller Simulationslösungen in RODOS® ist etabliert und ermöglicht in den laufenden Projekten eine effiziente Ankopplung der Modelle von Projektpartnern an den Simulator.

1 *Interaktive Simulation mit RODOS®*

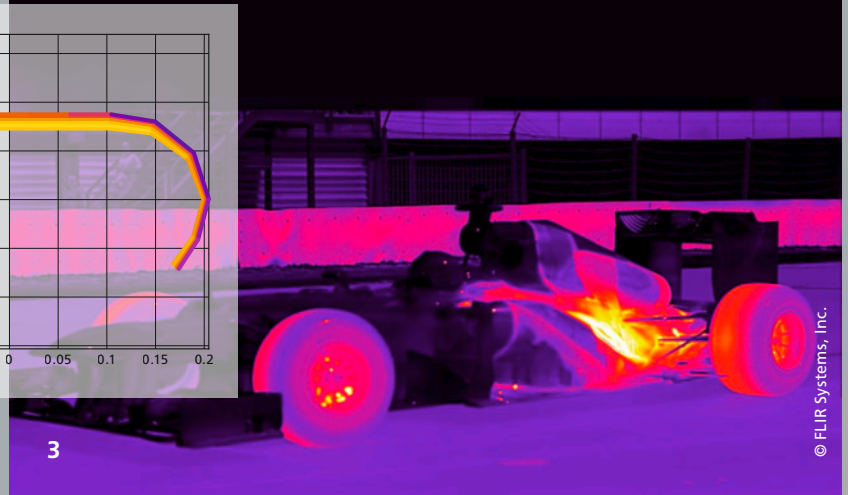
2 *RODOS®: Hardware Set-up*



1



2



3

CDTire – KOPPLUNG DES STRUKTURMECHANISCHEN REIFENMODELLS MIT EINEM DETAILLIERTEN THERMODYNAMISCHEN MODELL

1 *Bremssimulation mit CDTire/3D und CDTire/Thermal*

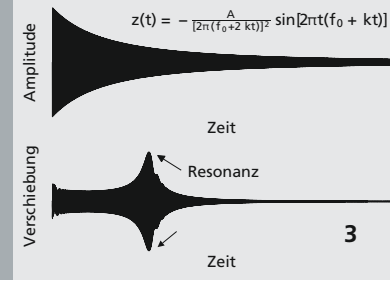
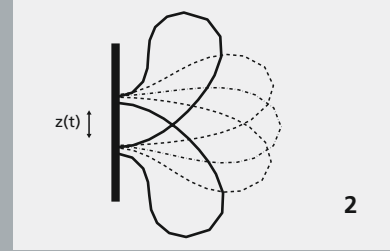
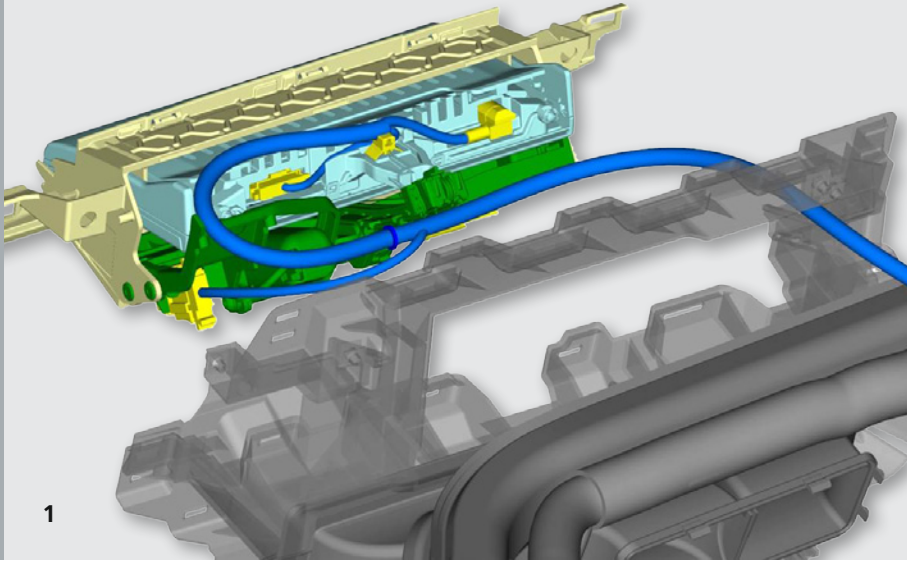
2 *Temperaturverteilung im Reifenquerschnitt*

3 *Wärmebild eines Formel 1-Fahrzeugs, aufgenommen mit einer FLIR Thermo-Kamera*

In den letzten Jahren wurde am ITWM das Reifenmodell CDTire/3D entwickelt; dabei handelt es sich um ein spezielles Schalenmodell, bei dem die Seitenwände und der Gürtel vollständig materiell modelliert werden. Speziell daran ist, dass alle funktionalen Lagen des realen Reifens wie Inner Liner, Karkasse, Stahlgürtellagen, Bandage und Laufstreifen durch separate Schalenlagen repräsentiert werden, die am Ende auf die geometrische Schalenrepräsentation kondensiert werden. Damit können die Struktureigenschaften der Lagen separat und auch örtlich lokal parametrisiert werden. Durch diese Art der Modellierung wurde ein idealer Kompromiss zwischen Rechenaufwand und Genauigkeit gefunden, der es erlaubt, Gesamtfahrzeugsimulationen für alle gängigen Applikationen zur Bewertung und Optimierung von Fahrwerk, Fahrzeugstruktur und Fahrverhalten in mehr als akzeptablen Simulationszeiten durchzuführen.

Wurde die Temperaturabhängigkeit der Reifeneigenschaften in der Vergangenheit mangels entsprechender Modelle und Möglichkeiten weitgehend vernachlässigt, so gibt es seit einiger Zeit speziell bei den Herstellern sportlicherer Fahrzeuge die Erkenntnis, dass die Temperatur(abhängigkeit) gerade im fahrdynamischen Grenzbereich nicht außer Acht gelassen werden kann. Ähnliches gilt auch für die Prädiktion des Rollwiderstandes eines Reifens. Auch hier ist die Temperaturabhängigkeit nicht zu vernachlässigen. Um diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, entwickelte das ITWM 2014 ein ganzheitliches thermodynamisches Modell des Reifens (CDTire/Thermal), das mit dem strukturmechanischen Modell CDTire/3D, aber auch mit anderen Submodellen der CDTire-Familie gekoppelt werden kann.

Das thermodynamische Modell beruht auf einer Finite-Volumen-basierten, dreidimensionalen Realisierung der Wärmeleitungsgleichung mit konduktivem Wärmeaustausch zur Innenluft, zur Felge und zur Straße und konvektivem Austausch zur Außenluft. Dabei wird der konvektive Austausch zur Außenluft über den von Nusselt stammenden vereinfachten Ansatz der Bestimmung einer geschwindigkeits- und reifengeometrieabhängigen Ersatzkonduktionszahl realisiert. Die Diskretisierung über Finite Volumen ist dabei in Lateral-, Umfangs- und Dickenrichtung frei wählbar. In Dickenrichtung kann darüber hinaus eine nicht-äquidistante Diskretisierung gewählt werden. Als Temperaturquellen wirken die lokalen Strukturdämpfungen des mechanischen Modells und die Reibkontakteinträge in der Kontaktfläche. Das Modell ist softwaretechnisch weitgehend entkoppelt vom strukturmechanischen Reifenmodell und kann deshalb auch an andere mechanische Reifenmodelle gekoppelt werden. Das Modell wurde in Zusammenarbeit mit Goodyear für Rollwiderstandsberechnungen von Lkw-Reifen und dem Sauber F1-Team zur Abstimmung der F1-Rennwagen validiert.



VIRTUELLE MONTAGEPLANUNG MIT IPS CABLE SIMULATION



Moderne Fahrzeuge werden wegen der steigenden Elektrifizierung und neuen Sicherheitssystemen mit immer mehr Kabeln und Schläuchen gebaut. Studien der Automobilindustrie zeigen, dass ungefähr 25 Prozent aller Qualitätsprobleme mit diesen flexiblen Komponenten zusammenhängen. Das FCC und die Abteilung MDF haben mit IPS Cable Simulation ein innovatives, benutzerfreundliches Tool für die virtuelle Montageplanung und Designaufgaben mit flexiblen Komponenten entwickelt und zusammen mit Industriepartnern für die Anwendung optimiert. Für die physikalisch korrekte Simulation der Deformation von Kabeln und Schläuchen wird in IPS ein geometrisch exaktes Balkenmodell eingesetzt, das präzise Simulationen in Echtzeit ermöglicht.

1 *Kabelauslegung und -analyse in IPS*

In praktischen Aufgabenstellungen hat man es meist mit langsamen Bewegungen und Verformungen zu tun, die in IPS sehr gut durch eine sequenzielle Berechnung quasistatischer Gleichgewichtszustände abgebildet werden können. Die im Fahrbetrieb vorhandenen Schwingungen von Karosserie, Motor und Antriebsstrang und die Übertragung externer dynamischer Lasten von der Fahrbahn über Reifen und Fahrwerk verursachen jedoch einen dynamischen Lasteintrag in alle im Fahrzeug vorhandenen Kabel und Schläuche, der zu Schwingungen mit einer Varianz im Frequenz- und Amplitudenspektrum führt. Die Berücksichtigung solcher dynamischen Effekte wird zunehmend auch für die Montageplanung wichtig. Dies hat das IPS-Team veranlasst, das Balkenmodell für die dynamische Simulation von Kabeln und Schläuchen zu erweitern. Das dynamische Modell berücksichtigt durch große Deformationen bedingte geometrische Nichtlinearitäten, Trägheitseffekte und die Dämpfungseigenschaften von Kabeln. Ein auf die Anwendung angepasstes Zeitintegrationsverfahren ermöglicht dabei sehr effiziente und stabile Simulationen.

2 *Kabelschleife mit einem Sinus-Sweep auf beiden Endpunkten angeregt*

3 *Sinus-Sweep-Signal, Bewegung des Mittelpunktes und die Resonanz*

Für die Identifizierung kritischer Stellen eines angeregten Kabels bzw. Schlauchs wurde ein Tool für die Beanspruchungsanalyse entwickelt. Aus den Kräften und Momenten des Balkenmodells wird die örtliche Verteilung der Spannungen berechnet. Mit der Methodik der kritischen Schnittebenen ermittelt man die akkumulierte Beanspruchung eines Kabels bzw. Schlauchs unter dynamischen Lasten. Im aktuellen BMBF-Projekt MusiKa testen wir mit AUDI und STIHL als Industriepartnern diese neue Technologie in der Praxis. Eine wichtige Anwendung ist die Simulation von Prüfstandsversuchen zur Identifizierung von Resonanzfrequenzen und Abschätzung der Lebensdauer eines Kabels. Eine andere Anwendung ist die dynamische Simulation unter gemessenen Motoranregungen. Damit können Ingenieure schon in der Vorentwicklung entscheiden, welche Montagestrategie für Kabel und Schläuche sich im Betrieb günstig auswirkt und welche Anpassungen notwendig sind.



Tina Hill, Frauke Santacruz, Dr.-Ing. Janis Keuper, Dr. Abel Amirbekyan, Clemens Koch, Sven Breuner, Delger Lhamsuren, Dr. Mirko Rahn, Matthias Deller, Dr. Alexander Klauer, Christian Mohrbacher, Dr. Rui Mário da Silva Machado, Dr. Franz-Josef Pfreundt, Bernd Lietzow, Frank Kautz, Matthias Klein, Dr. Matthias Balzer, Bernd Lörwald, Dr. Daniel Grünwald, Ely Wagner Aguiar de Oliveira, Valentin Fütterling, Lukas Ristau, Dr. Martin Kühn, Dr. Dimitar Stoyanov, Dr. Tiberiu Rotaru

COMPETENCE CENTER HIGH PERFORMANCE COMPUTING

- **BIG DATA – BeeGFS, GPI, GPI-Space**
- **HPC TOOLS**
- **SEISMIC IMAGING**
- **VISUALISIERUNG GROSSER DATENMENGEN**
- **PERFORMANCE OPTIMIERUNG**
- **E-ENERGIE, SMART GRIDS**

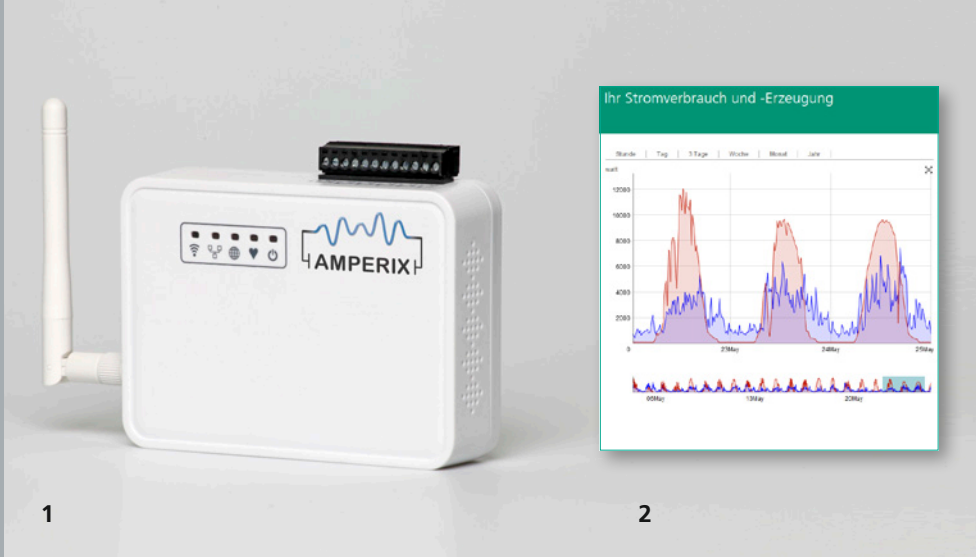




Hoch- und Höchstleistungsrechnen – High Performance Computing (HPC) – ist für die Wettbewerbsfähigkeit von Wissenschaft und Wirtschaft unerlässlich. Ohne detaillierte Simulationen sind moderne Grundlagenforschung in der Energieforschung, den Material- und Lebenswissenschaften oder auch der Klimaforschung undenkbar. Das gilt auch für Schlüsselbereiche der deutschen Wirtschaft: Ob elektronische Geräte, Autos, Flugzeuge, moderne Medikamente oder neuartige Operationsverfahren – sie alle basieren auf Erkenntnissen aus Simulationen. High Performance Computing erschließt neue Anwendungsfelder im Bereich der Simulation komplexer sozialer Phänomene oder anspruchsvoller Aufgaben in der Logistik.

Gleichzeitig steigt die Komplexität der zugrundeliegenden HPC-Architekturen und ihre effiziente Nutzung stellt industrielle Anwenderinnen und Anwender vor große Herausforderungen: Programme müssen heute massiv parallel arbeiten und dabei sowohl lokale Speicher berücksichtigen als auch Speicher, auf deren Inhalte nur über Netzwerke zugegriffen werden kann. Die sich zusätzlich eröffnenden Möglichkeiten durch die Verwendung spezialisierter Hardware, wie Grafikprozessoren, erhöhen die Komplexität der Programmierung weiter. Das Competence Center High Performance Computing beschäftigt sich in enger Zusammenarbeit mit industriellen und akademischen Partnern mit der Frage, wie die immer komplexer werdenden Prozessoren und Parallelrechner effizient genutzt werden können und stellt neben Werkzeugen zum Umgang mit Supercomputern auch komplette Softwarelösungen her.

Bei den Werkzeugen ist das Global Address Space Programming Interface (GPI) zu nennen, das die Programmierung skalierbarer eng gekoppelter Software erlaubt, also Software, die einerseits mit hoher Frequenz kleine Datenpakete austauscht und andererseits ein Problem bei Bereitstellung von mehr Ressourcen tatsächlich schneller löst. Setzt GPI explizite Formulierung der Kommunikationsmuster durch die Anwendung voraus, geht das Werkzeug GPI-Space weiter und automatisiert sowohl Parallelisierung und Fehlertoleranz als auch Speichermanagement. Diese Werkzeuge und auch das am CC HPC entwickelte weltweit führende parallele Dateisystem BeeGFS werden erfolgreich in komplexen kundenspezifischen Anwendungen eingesetzt. Last but not least arbeitet das CC HPC am Management der Energiewende mit ihrer fluktuierenden Produktion erneuerbarer Energien. Zeitliche Entkopplung von Energieerzeugung und -verbrauch, Verbrauchsprognose und -verlagerung, Optimierung des Eigenverbrauches sowie netzdienliches Management verteilter Batteriesysteme werden in allen Facetten behandelt. Umfangreiches Wissen über die Konstruktion und die Steuerung komplexer IT-Systeme fließt ein in die Verfolgung des Ziels einer sicheren, ökologischen und wirtschaftlichen Energieversorgung und Green by IT ist zu einem wichtigen Geschäftsfeld geworden.



SMART METER: BESSERES RAUMKLIMA, NIEDRIGERER STROMVERBRAUCH

Das EEG 2014 sieht vor, bis 2050 den Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch kosteneffizient auf mindestens 80 Prozent auszubauen. Gleichzeitig steigen Energiekosten stetig. Durch die Projekte mySmartGrid und EMOS möchten wir diesem Trend entgegensteuern und Möglichkeiten zur individuellen Kosteneinsparung aufzeigen.

In mySmartGrid wurden intelligente Mess-, Regel- und Steuersysteme entwickelt, um den Energieverbrauch der Energieerzeugung anzupassen. Etwa 300 Testhaushalte wurden mit entsprechender Messhardware ausgestattet, die den Stromverbrauch erfasst. Über einen Internetanschluss werden Messwerte an die zentrale mySmartGrid-Website übertragen. Teilnehmer haben über einen Account Einblick in Verbrauchs- bzw. Erzeugungsdaten ihrer PV-Anlage, welche auf der Website in Form von Graphiken dargestellt werden. Die Teilnehmer können ihren Stromverbrauch analysieren und herausfinden, wo sich »Stromfresser« befinden. Ein weiterer Bestandteil der Website ist das Forum, eine Austauschplattform für die Teilnehmer untereinander sowie mit dem Projektteam. Ideen werden diskutiert, Probleme erörtert und gemeinsam gelöst. Teilnehmer, die über eine PV-Anlage verfügen, können durch die Installation einer wechselrichterunabhängigen PV-Anlagenüberwachung den Eigenverbrauch über individuelle Ertragsprognosen erhöhen. Eine Kernkomponente des Projektes ist das HexaBus-System: Um Haushaltsgeräte automatisch zu steuern, muss eine Kommunikation mit den Geräten umgesetzt werden. Der HexaBus als IPv6-basiertes Funksystem kann noch mehr: Neue Geräte können das System nutzen, um beliebige Zusatzfunktionen umzusetzen. Eine Waschmaschine könnte also warten, bis der Teilnehmer von unterwegs das Startzeichen gibt.

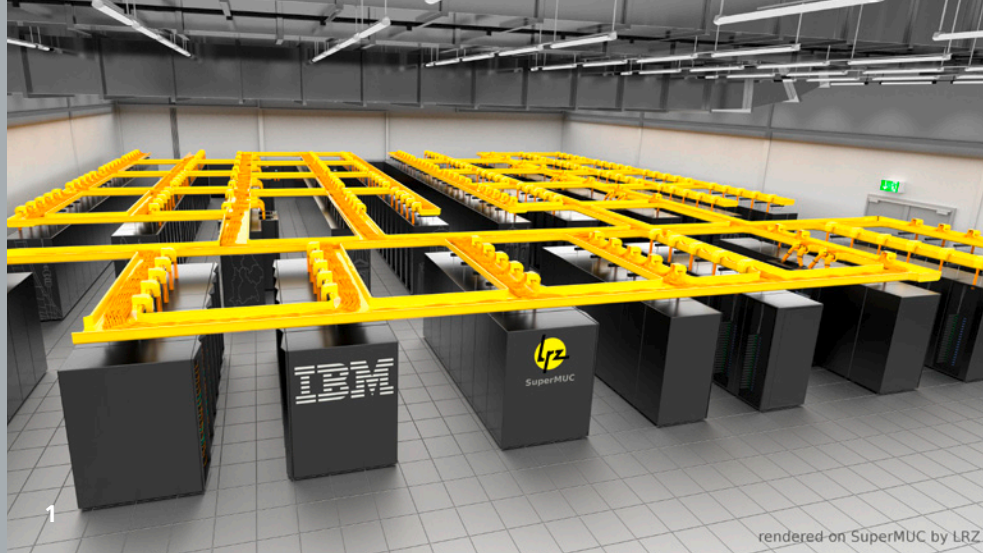
Aufbauend auf mySmartGrid untersucht das Projekt Energiemanagement für Mietwohnungen mit Open-Source Smart Metern (EMOS) seit 2013, wie ein optimales Raumklima erreicht werden kann. Ein optimales Raumklima spart Energie und damit klimaschädliches CO₂. Dies dient nicht nur der Umwelt, sondern trägt auch zum eigenen Wohlbefinden bei. Folglich kann durch effizientes Heizen und Lüften das Wohlfühl-Wohnklima energiesparend gesteuert werden. Basierend auf unserem Heimautomatisierungssystem HexaBus wurden Geräte entwickelt, die Temperatur und Luftfeuchte messen und Handlungsempfehlungen für Bewohner aufzeigen. Die aufgezeichneten Werte sind für Teilnehmer auf der mySmartGrid-Website durch visualisierte Darstellungen vergleichbar. Die Rückmeldung über Stromverbrauch und Raumklima der eigenen Wohnung hilft dabei, den Eigenverbrauch und damit Heiz- und Stromkosten zu senken.

Alle Ergebnisse dieser Projekte sind frei zugänglich und basieren auf Open-Source Komponenten.

1 Der Amperix – ein flexibles internetfähiges Energiemessgerät

2 mySmartGrid-Website: Grafische Darstellungen unterstützen das Verständnis des Haushaltsstromverbrauchs; Benutzer können in die Grafik hineinzoomen.

3 Mobile mySmartGrid-Website: Ansicht mit intuitiven Icons beim Zugriff von Mobiltelefonen oder Tablets

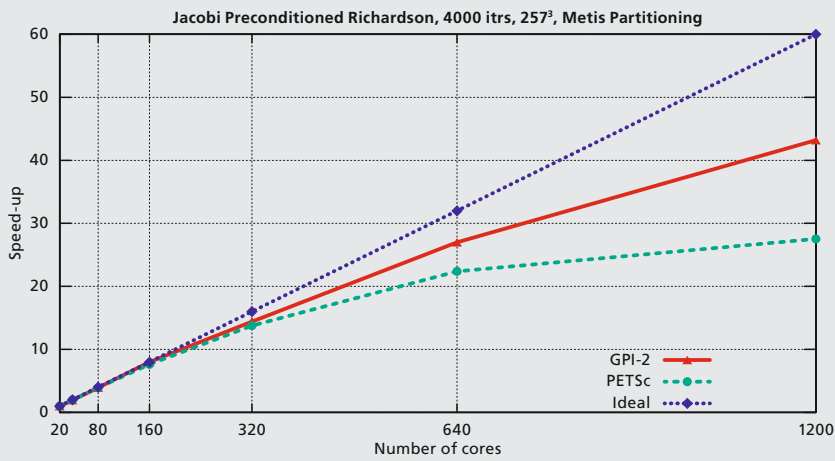


1 *Das Petascale-System
SuperMUC am Leibniz-
Rechenzentrum in München*

DEEP, EPIGRAMM UND ECA2CT: EU-PROJEKTE

Die Europäische Technologieplattform ETP4HPC hat die strategische Bedeutung des Hochleistungsrechnens als entscheidenden Vorteil für das europäische Innovationsvermögen erkannt und eine Agenda erarbeitet, um die europäische High Performance Computing-Technologie an die Weltspitze zu bringen. Das Fraunhofer ITWM ist Mitglied der ETP4HPC Plattform und die Abteilung HPC hat wichtige Beiträge in Bezug auf die Kommunikation von massiv parallelen Programmen und hochskalierbaren I/O-Systemen geleistet. Zusammen mit der Europäischen Kommission wird die von ETP4HPC vorgeschlagene Strategie im derzeitigen Forschungsrahmenprogramm Horizon2020 umgesetzt. Das primäre Ziel ist es, bis zum Jahr 2020 Computersysteme zu bauen, die im Exa-Bereich rechnen, d. h. 10^{18} Rechenoperationen pro Sekunde ausführen. Diese neuen Systeme stellen uns vor zahlreiche Herausforderungen. Zum Beispiel muss der Energieverbrauch der Rechnerkomponenten erheblich gesenkt werden, um einen Computer mit einer Leistungsfähigkeit im Exa-Bereich wirtschaftlich zu betreiben. Das erfordert radikale Innovationen bei der Architektur zukünftiger Supercomputer und den Einsatz von Computerelementen mit geringem Stromverbrauch. Auch die Entwicklung skalierbarer Software für die zukünftigen Systeme mit Millionen von Rechenkernen erfordert einen Paradigmenwechsel bei Systemsoftware und Programmiermodellen.

Im dem europäischen Projekt DEEP als auch dem Nachfolgeprojekt DEEP-ER wird eine solche Architektur entworfen und prototypisch umgesetzt. Es handelt sich um eine sogenannte Cluster-Booster-Architektur, bei der sich das Gesamtsystem aus einem Cluster von Rechenknoten mit vielen Rechenkernen und einem Booster zusammensetzt. Diese Kombination bietet maximalen Datenfluss und Skalierbarkeit des Boosters. Der Booster-Teil des Systems kann für den Teil der Programme genutzt werden, die hochskalierbar sind, während der traditionelle Cluster für die Programme genutzt werden kann, die den Datenfluss kontrollieren und Abhängigkeiten zu anderen Daten haben. Im Projekt DEEP hat sich herausgestellt, dass die wachsende Kluft zwischen I/O-Bandbreite und Rechnergeschwindigkeit eine relevante Herausforderung für die DEEP-Architektur ist, die in DEEP-ER angegangen wird. DEEP-ER erweitert die Computerarchitektur basierend auf vielfältigen Rechnerkomponenten durch ein hochskalierbares I/O-System. DEEP-ER wird einen Prototypen mit dem Intel Xeon Phi Prozessor, einer einheitlichen Hochgeschwindigkeitsvernetzung der Computerknoten, Permanentenspeicher auf den Computerknoten (NVM) und an das Netzwerk angeschlossenen Speicher (NAM) bereitstellen, um Hochgeschwindigkeitszugriffe auf den Speicher zu unterstützen. Im Projekt passt die Abteilung HPC das hochskalierbare, effiziente parallele I/O-System basierend auf dem parallelen Dateisystem BeeGFS an die DEEP-ER-Architektur an. Erweiterungen des Posix I/O-Standards werden es den Anwendungen erlauben, die verschiedenen Ebenen des Speichersystems effizient zu nutzen.



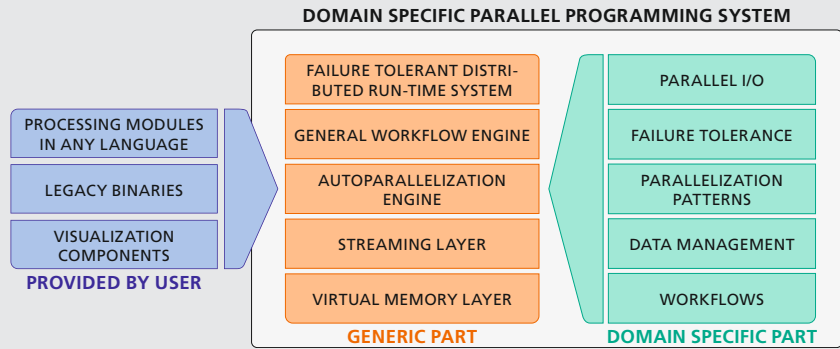
2

Generell gilt: Nutzt man mehr Kerne für dieselbe Problemgröße (starke Skalierung), sinkt die Rechenzeit für jeden Knoten, während die Kommunikationskosten konstant bleiben oder ansteigen. Das bedeutet, dass die Zeit bis zur Lösung des Problems von den Kommunikationskosten dominiert wird. Diese Entwicklung begünstigt asynchrone, nicht-blockierende Kommunikationsmodelle, die die Kommunikation an dem frühestmöglichen Zeitpunkt während der Ausführung des Programmes starten, so dass die Daten rechtzeitig empfangen werden, wenn sie benötigt werden. Außerdem erfordert die steigende Zahl von Computerkomponenten mehr Nebenläufigkeit und die Fähigkeit, granular zu kommunizieren. Das CC HPC stellt solch ein System bereit: GPI. Das Global Address Space Programming Interface (GPI) ist mit Blick auf die Skalierbarkeit paralleler Anwendungen entwickelt worden. GPI erlaubt eine effiziente, multi-threaded Kommunikation mit geringer Wartezeit und hoher Bandbreite, ohne Belastung der Prozessoren und unter Vermeidung von Zwischenkopien der Daten. GPI wird als Programmiermodell in zwei EU Projekten, und zwar EPiGRAM und EXA2CT, verwendet.

2 Skalierung einer Matrix-Vektor-Basisoperation im Vergleich

Das Ziel des Projektes EPiGRAM ist es, Programmiermodelle für Computer im Exa-Bereich vorzubereiten, indem die derzeitigen Beschränkungen grundlegend ausgewertet werden. EPiGRAM führt neue fortschrittliche Konzepte ein, um die technologische Lücke zu den Programmiermodellen im Exa-Bereich zu füllen. EPiGRAM analysiert die Philosophien verschiedener Programmiermodelle und versucht die besten Eigenschaften der Modelle miteinander zu kombinieren. Ein wichtiger Punkt ist die Interoperabilität zwischen verschiedenen Kommunikationsmodellen. GPI wird in den zwei Anwendungen des EPiGRAM Projektes verwendet: NEK5000, ein Strömungsdynamikprogramm (CFD), und IPIC3D, ein Programm zur Simulation von Weltraum und Fusionsplasmen.

Das Projekt EXA2CT bringt Experten aus der Entwicklung von Lösern numerischer Gleichungen und HPC-Softwarearchitekten von Programmiermodellen an einen Tisch. Die Weiterentwicklung von Simulationen als Wissenszweig beruht zunehmend auf rechenintensiven Modellen, die mehr Computerressourcen benötigen. Da die Leistungsfähigkeit eines einzelnen Prozessorkerns nur bis zu einer gewissen Grenze erhöht werden kann, werden Systeme im Exa-Bereich auf stark parallelisierten Programmen beruhen. Im Rahmen des Projektes unterstützt das CC HPC die Partner bei der Nutzung des GPI-Programmiermodells und entwickelt es weiter, um insbesondere die Entwicklung mathematischer Softwarebibliotheken zu unterstützen. Das wichtigste Ziel ist, dass die Programme nutzerfreundlich für die Anwendungsentwickler werden. Während des Projektes werden prototypische Anwendungen entwickelt, die als Blaupause für große realistische Anwendungsprogramme dienen.



1

BIG DATA: KOMPETENZEN UND PROJEKTE

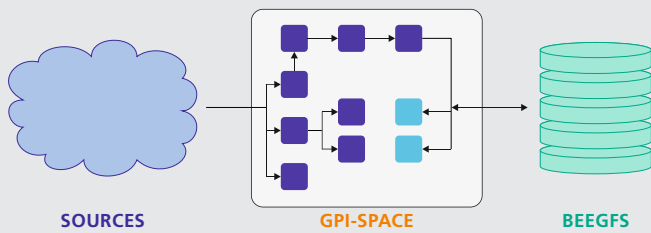
1 Die Kernkomponenten von GPI-Space in der Übersicht, zusammen mit Benutzer- und HPC-spezifischen Komponenten

Neben klassischen HPC-Anwendungen wie Simulationen hat sich Big Data in den letzten Jahren als ein wichtiges Anwendungsfeld für Großrechner etabliert. Absolute Performance und Durchsatz bei der Verarbeitung von Daten spielen für Unternehmen aus den unterschiedlichsten Bereichen eine immer größere Rolle. Die Analyse extrem großer Datenmengen erlaubt nicht nur neue Geschäftsmodelle für die Industrie, auch Forschung und Entwicklung können basierend auf fortschrittlicher Technologie neue Antworten erhalten. Personalisierte Industrie, Identifikation von Krankheitsmarkern, Genomanalysen für alle, Gebäudesteuerung oder Prozessüberwachung für einzelne Bauteile sind hier Stichworte.

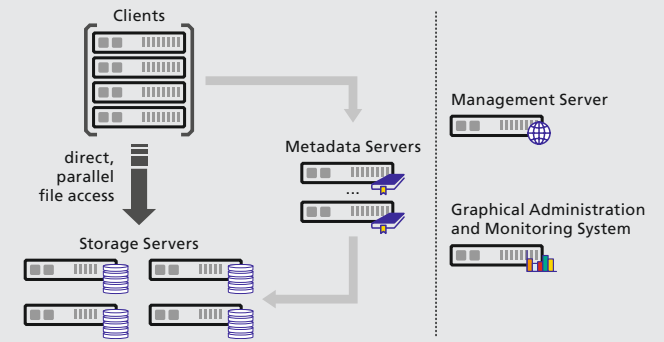
Das CC HPC hat in den letzten Jahren verstärkt an dezidiert anderen und neuen Ansätzen zu den scheinbar alternativlosen Standards im Bereich Big Data geforscht und gearbeitet. Aufbauend auf GPI und unter Berücksichtigung und Weiterentwicklung von Paradigmen aus dem Cloud-Umfeld erstellt das CC HPC die Entwicklungsplattform und Laufzeitumgebung GPI-Space. Es handelt sich dabei um ein Werkzeug, das die Entwicklung und fehlertolerante Ausführung paralleler Software erheblich vereinfacht und für Big Data-Anwendungen prädestiniert ist. GPI-Space löst dazu zwei der wichtigsten und immer noch offenen Probleme bei der Verarbeitung extrem großer Daten: das Programmiermodell für entsprechende Anwendungen und die Ausführungsumgebung.

Kennzeichnend für GPI-Space ist die Abkopplung des Anwendungsentwicklers von den Anforderungen, die an einen Entwickler für ein HPC-System gestellt werden; es gibt ihm also die Freiheit, sich auf die Lösung seines anwendungsspezifischen Problems zu konzentrieren. HPC-Experten können sich unabhängig davon und zeitgleich um die für die jeweilige Anwendungsdomäne relevanten Parallelisierungsprobleme wie I/O, Zerlegbarkeitsmuster, Fehlertoleranz, Datenmanagement und Workflows kümmern. GPI-Space führt diese Domänen- und HPC-Komponenten zusammen und ermöglicht die fehlertolerante, dynamische, parallele Ausführung selbst bereits existierender sequentieller Programme. Neben der Möglichkeit, existierende Daten auf einem schnellen lokalen Dateisystem zu analysieren, wurde auch ein Streaming-Layer integriert, der die Datenverarbeitung direkt von der Quelle und ohne Zwischenspeicherung erlaubt.

Der in GPI-Space verwendete virtuelle Speicher basiert auf einem schnellen internen Hauptspeicher und nicht, wie in anderen Big Data-Lösungen, auf einem langsamen externen Plattenspeicher. Allein dadurch verkürzen sich Antwortzeiten erheblich, insbesondere wenn gleiche Daten unter mehreren Gesichtspunkten betrachtet werden sollen. Der virtuelle Speicher ist zudem unabhängig von konkreten Anwendungen und erlaubt deren einfache und direkte Kopplung. Die Laufzeitumgebung von GPI-Space ist nicht nur fehlertolerant, sondern auch voll dynamisch



2



3

und erlaubt es, die Größe und Struktur der verwendeten Maschine während der Laufzeit eines Algorithmus zu verändern bzw. in verschiedenen Phasen die jeweils optimale Topologie zu verwenden. Auch das ist ein großer Vorteil gegenüber existierenden Lösungen, die üblicherweise während der gesamten Laufzeit so viele Ressourcen bereithalten müssen, wie der hungrigste Teil der Anwendung benötigt.

BeeGFS – bisher unter dem Namen FhGFS bekannt – ist das am CC HPC entwickelte parallele Dateisystem. Von Anfang an waren Skalierbarkeit, maximale Performance, Flexibilität sowie einfache Bedienbarkeit die Eckpfeiler bei der Entwicklung und sind heute die Eigenschaften, die es für eine immer breiter und globaler werdende Nutzerbasis so attraktiv machen. Um das beizubehalten, wurden im vergangenen Jahr vor allem auch interne Optimierungen vorgenommen, aber auch neue sichtbare Features wie Quota-Unterstützung hinzugefügt. 2014 wurden Verkauf sowie Support an ThinkParQ – ein Spin-Off des Fraunhofer ITWM – ausgelagert und auch der neue Produktname vorgestellt. Das CC HPC bleibt aber weiter treibende Kraft hinter der Entwicklung und hat jüngst das »Scalability Lab« in Betrieb genommen, mit dem Dateisystem und Komponenten fit für die Herausforderungen in einer Exascale-Umgebung gemacht werden.

Ziel einer Initiative von Fraunhofer und einigen Partnern aus der Industrie ist die Entwicklung eines Echtzeit-Überwachungssystems für intelligente Energiezähler (Smartmeter) in großen Gebäudekomplexen wie Krankenhäusern, Universitäten, Hotels, Bürogebäuden etc. Diese Smartmeter sind in Verteilerkästen an Schlüsselpositionen innerhalb der Gebäude angebracht und liefern Echtzeitdaten direkt an eine auf GPI-Space basierende Anwendung. Dort werden die Daten mithilfe modernster Algorithmen auf bestimmte Muster hin untersucht. Dies ermöglicht eine nicht-invasive, gerätespezifische Lastüberwachung, ohne jedes Gerät selbst an ein Smartmeter anschließen zu müssen. Die Analyse der Echtzeitdaten sowie Laufzeitanalysen mit gespeicherten Daten erlauben es, den Energieverbrauch des Gebäudes zu optimieren und zu planen. Mittels Data Mining kann dann u. a. eine Vorhersage über den zukünftigen Energieverbrauch auf Grundlage vorangegangener Jahre, Monate, Wochen und Tage erstellt werden, die auch zur optimalen Nutzung von vor Ort erzeugter Energie, z. B. aus Solarzellen, genutzt werden kann. Neben dieser Planung lassen sich mit dieser Methode auch einzelne Geräte mit hohem Energieverbrauch einfach überwachen, so dass diese bei Nichtnutzung automatisch ausgeschaltet oder Fehlfunktionen erkannt werden können.

2 Mithilfe des Streaming Layers kann GPI-Space Daten sowohl direkt von Quellen als auch von Dateisystemen verarbeiten und kombinieren.

3 Übersicht über die Architektur von BeeGFS: Sowohl Anzahl als auch physische Platzierung von Storage Server, Metadaten-Server und Client-Prozessen sind variabel und ermöglichen dem Nutzer größtmögliche Flexibilität.



FRAUNHOFER-CHALMERS RESEARCH CENTER FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS FCC

- **GEOMETRIE UND BEWEGUNGSPLANUNG**

Software-Entwicklung für die Bewegungsplanung von Robotern und Simulation flexibler Kabel

- **COMPUTATIONAL ENGINEERING UND DESIGN**

Numerische Methoden und Simulationstools für die Bereiche Hydrodynamik, Strukturdynamik und Elektromagnetismus

- **SYSTEM- UND DATENANALYSE**

Software-Entwicklung für dynamische Systeme, Prognose und Kontrolle, Bild- und Videoanalyse, Statistik und Quality Engineering



DR. JOHAN CARLSON
LEITER DES FCC



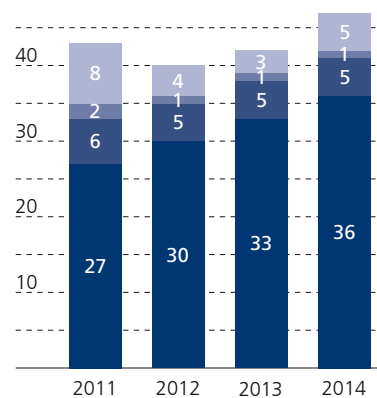
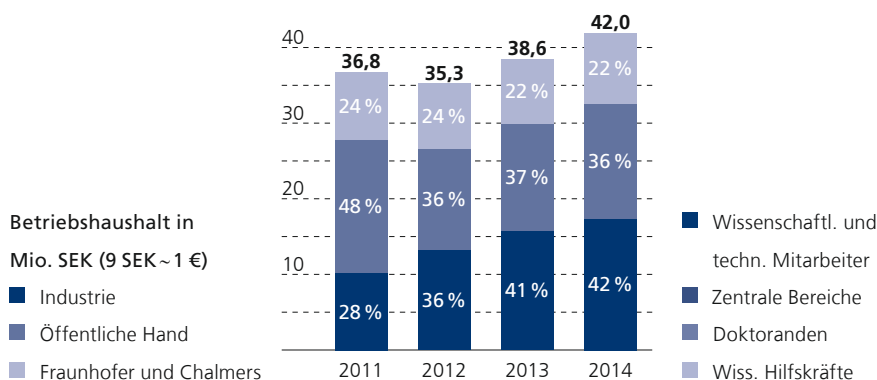
Modellierung, Simulation und Optimierung ermöglichen eine Spitzenstellung bei der industriellen Innovation von Produkten und Produktionssystemen. 2014 haben wir dies erfolgreich in 50 Projekten mit Kunden aus dem Automobil- und Nutzfahrzeugbereich sowie der pharmazeutischen Industrie, der Holz- und Papierindustrie und der Elektronikindustrie bewiesen. Beispiele sind u. a. die Simulation von Lackierverfahren, die Optimierung von Roboterstationen und -linien, die Modellierung und die Simulation der Verteilung und Wirkung von Medikamentenverbindungen und die Simulation kapillarer Saugeffekte an Papierkanten. In 20 unserer Projekte wurden wir von Institutionen wie der SSF, VINNOVA und der EU unterstützt. Der Umsatz weist ein befriedigendes Wachstum von fast 10 Prozent im Vergleich zum letzten Jahr auf, der Industrieanteil beträgt 41 Prozent und die Gesamtbilanz ist positiv. Mit unserer Arbeit konnten wir vor allem schwedische Kunden unterstützen, aber auch Kunden aus Deutschland, den USA, Finnland, Dänemark, Japan und Großbritannien. Jedoch ist das volle Potenzial der Mathematik in der Industrie bei weitem noch nicht ausgeschöpft, so dass wir hoffentlich 2015 unser Wachstum fortführen und steigern können.

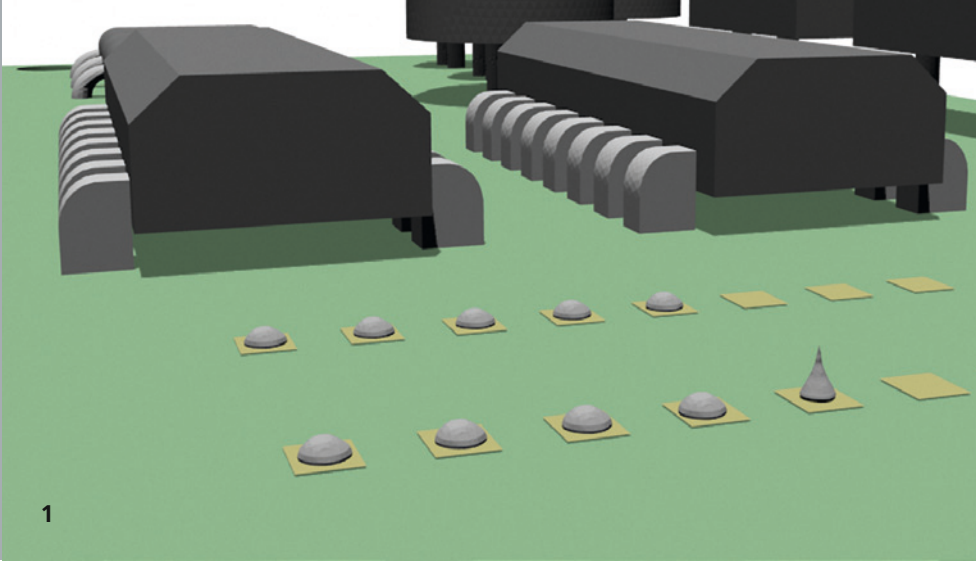
Die Kooperation und der Austausch von Projekten mit dem Fraunhofer ITWM haben uns 2014 eine Vielzahl von Themen

beschert wie etwa Messtechnik, Biomechanik, Ortungssysteme, Simulation flexibler Systeme, Simulation ultraschneller Elektronik und im Bereich Big Data. Die Kooperation mit anderen Fraunhofer-Instituten haben wir ebenfalls ausgebaut. Auch 2014 umfasste die bewährte Zusammenarbeit mit Chalmers-Zentren und -Fachbereichen Projekte und Förderanträge sowie die Betreuung von Doktoranden und Masterstudenten am Wingquist Labor, mit Schwerpunkten in der Produkt- und Produktionsentwicklung, System- und Synthetische Biologie, Fluidodynamik, Life Science Engineering.

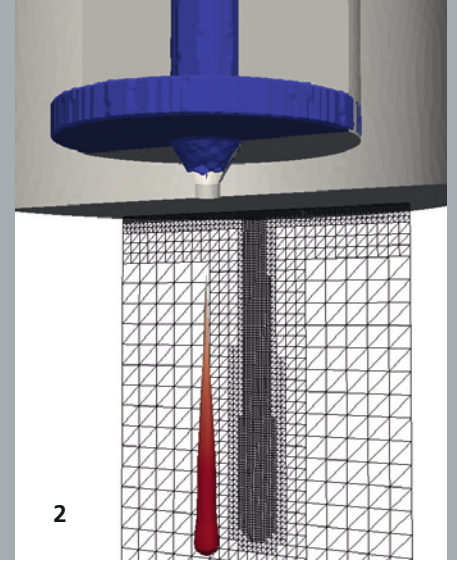
Ein besonderer Dank geht an unseren Vice Chairman Professor Helmut Neunzert, der nun nach 13 Jahren das FCC-Board verlässt. Er hat Fraunhofer 2001 durch die Einleitung der Gespräche und Verhandlungen nach Schweden gebracht und war der treibende Geist für den erfolgreichen Aufbau eines schwedischen Zentrums für Industriemathematik nach dem Fraunhofer-Modell.

Dr. Johan Carlson
Leiter des FCC





1



2

SIMULATION DES LÖTPASTENDRUCKS AUF EINE LEITERPLATTE MITTELS JET-PRINT-VERFAHREN

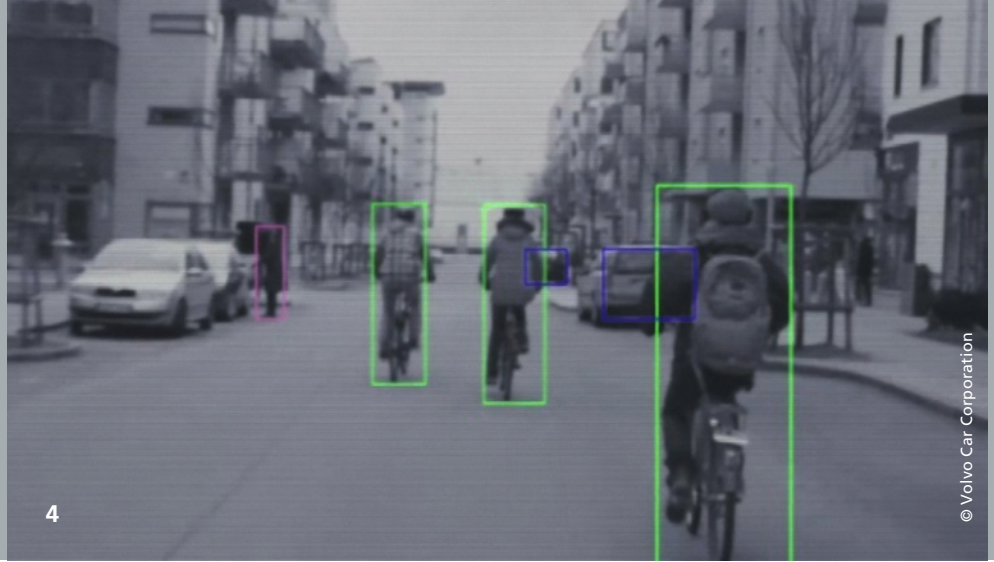
In enger Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Mycronic AB entwickelt das Fraunhofer-Chalmers Centre eine neuartige Software zur Simulation des Jet-Print-Prozesses in der Herstellung von Leiterplatten. Anhand dieser Software kann Mycronic den gegenwärtigen Wissensstand im komplexen Jettingverfahren weiter vertiefen sowie die Produktentwicklung der nächsten Generation von Jet-Druckern fördern.

Die Antriebskraft im Jet-Drucker ist ein Piezoelement, das sich rapide ausdehnt, sobald ein elektrisches Signal übermittelt wird und dadurch die Geschwindigkeit eines Kolbens beschleunigt. Die Kolbenbewegung bewirkt einen abrupten Druckanstieg in der mit Lötpaste gefüllten Kammer, wodurch das Fluid durch die Druckkopfdüse herausgepresst wird. Wird das Signal unterbrochen, zieht sich das Piezoelement zusammen und der Druck verringert sich wieder. Zu diesem Zeitpunkt ist die Dynamik des Fluids ausreichend groß, damit sich ein Tropfen ausbilden kann, der durch die Luft zur Leiterplatte wandert und sich auf die Leiterplatte aufträgt. Aufgrund der Zusammensetzung der Lötpaste, einer Mischung aus festen Körnchen und einem Flussmittel, sowie der kurzen Zeitspanne und räumlichen Größenordnung des Vorgangs gestaltet es sich schwierig, Untersuchungsdaten vom Ablauf des Düsenstrahlverfahrens (Jetting) zu erfassen. Simulationen sind aufgrund der großen Beschleunigung des Kolbens und der starken Fluid-Struktur-Interaktion zwischen Kolben und Lötpaste ebenfalls sehr anspruchsvoll. Auswurfvorgang und Ausbildung des Lötpastentropfens werden mit unserer betriebseigenen Software IBOFlow (Immersed Boundary Octree Flow solver) simuliert, verbunden mit LaStFEM (Large Strain FEM solver). Die Immersed Boundary-Methoden und die adaptiven Octree-Gitterverfahren vereinfachen den Simulationsaufbau und eignen sich hervorragend für die komplexe Fluid-Struktur-Interaktion. Die Lötpaste wird als ideales Newtonsches Fluid abgebildet mit einem zeitabhängigen Carreau-Ansatz, der das viskoelastische als auch das strukturviskose Verhalten berücksichtigt.

Simulationen zeigen, dass der Jet-Print-Vorgang empfindlich auf stoffliche Parameter wie Oberfläche, Spannung und Viskosität reagiert. Insbesondere die Viskosität bei hohen Scherraten ist wichtig für die Anfangssequenz des Jettingverfahrens, während die Oberflächenspannung wichtiger für die Tropfenbildung nach dem eigentlichen Jetting-Vorgang ist. Unterschiedliche Piezosignale beeinflussen nicht nur Tropfengeschwindigkeit und -größe, sondern auch die Ablösung des Filaments und das Entstehen von Satelliten-Tropfen. Dieser Vorgang ist entscheidend für die Qualität der Lötstelle. Die detailgenaue Abbildung sowie die kurzen Simulationszeiten machen es Mycronic möglich, das Jetting-Verfahren anhand unserer Software besser zu verstehen und sie für die Entwicklung der nächsten Generation von Jet-Druckern einzusetzen.

1 Simulation: Die Lötpaste wird in einem bestimmten Muster auf die Leiterplatte aufgespritzt. Im nächsten Verfahrensschritt bilden diese Tropfen die Lötstelle zwischen der Elektronikkomponente und der Leiterplattenschaltung.

2 Simulation der Lötpaste, zu sehen sind der Tropfen und das adaptive Octree-Gitternetz mit Teilen des Modellbereichs. Die feste Lötpaste in der Kammer ist blau dargestellt, der herausgepresste fallende Tropfen ist rot. Die grauen Teile zeigen die Druckkopfdüse und den sich bewegenden Kolben.



VIDEO-OPTIMIERUNG IN ECHTZEIT FÜR AUTOMOBILANWENDUNGEN

1 Aufnahme mit Autoscheinwerfern als Lichtquelle; die Tiere sind kaum zu erkennen.

2 Mit Infrarotblitz sieht man sie zwar, aber der Vordergrund ist überbelichtet.

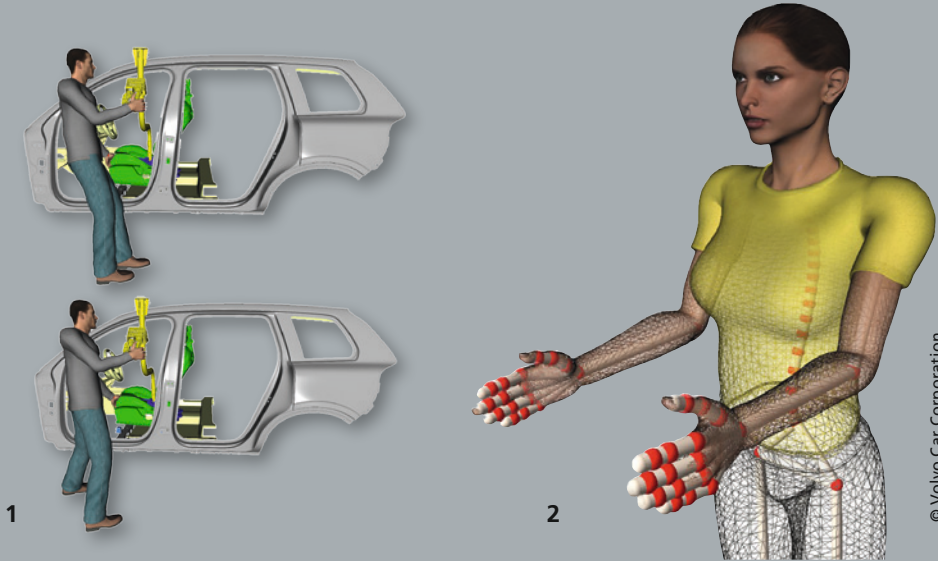
3 Deutlich verbesserte Bildqualität dank der Video-Optimierung in Echtzeit

4 Automatisch detektierte Fahrradfahrer, Fußgänger und Autos

In Kooperation mit der Volvo Car Corporation, Epsilon Embedded und der Chalmers University of Technology hat das FCC einen automatischen Algorithmus für die Video-Optimierung in Echtzeit entwickelt, der auf der Verbindung von regulären und Infrarot-Videosignalen basiert. Der Fahrer erhält dadurch eine verbesserte Sicht auf Straße und Umgebung, selbst unter extrem schlechten Bedingungen in komplexem Umfeld. Der Algorithmus kann wechselnde Gegebenheiten verarbeiten und kombiniert automatisch verbesserte Bildqualität in dunklen Umgebungen als auch in hellen, Licht durchfluteten Bereichen.

Der Video Enhancement-Algorithmus kombiniert die sich an den Gegebenheiten orientierende adaptive Kontrastverbesserung, Rauschreduzierung, Lichtnormierung und die Verbindung von Videostreams mit und ohne Infrarotblitz. Zu Beginn wurden mehrere moderne Algorithmen ausgewertet, die Qualität der entstandenen Videos wurde jedoch als unzureichend erachtet. Ein neuartige Herangehensweise war gefragt, die vorhandene Methoden mit eigens entwickelten benutzerdefinierten Algorithmen verbindet. Die Schlüsselkomponenten hierzu sind Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), Video Block Matching 3D (VBM3D) und Tone Mapping. Der Histogrammausgleich ist eine bewährte Technik zur Kontrastverbesserung. CLAHE ist eine lokalspezifische, rauschärmere Variante dieses Verfahrens. Durch die Video-Kontrastverstärkung im Dunkelbereich verstärkt sich auch das Rauschen, das wiederum reduziert werden muss. Hierbei wurde VBM3D eingesetzt, das ähnlich kleine Bildteile des aktuellen Einzelbildes oder angrenzender Videobilder identifiziert und eine 3D-Struktur dieser Bildteile erstellt, um dann eine auf dieser Transformation basierende Rauschreduzierung zu erreichen. Wird ein Infrarotblitz eingesetzt, verbessert sich die Bildinformation in dunklen Bereichen, während sich die Qualität in hellen Bereichen verschlechtert. Daher werden bei dem Verfahren zwei Videostreams verwendet, einer mit Blitz und einer ohne. Die beiden Streams werden miteinander verknüpft, unter Einsatz einer laufend aktualisierten Übersicht der Hell-Dunkel-Gewichtung des jeweiligen Bildes. Zuletzt wird der Objektkontrast verstärkt, wodurch Gefahren sichtbar werden und Objekte, die durch künstliche Lichtverhältnisse entstehen, entfernt werden (z.B. das helle ovale Licht der Autoscheinwerfer). Dafür werden von der Bewegung des Autos unabhängige Lichtmuster berechnet und das Bild auf Basis dieser Lichtmuster normiert. Dadurch wird das Lichtoval der Scheinwerfer entfernt, reale Objekte bleiben jedoch erhalten.

Die Ergebnisse wurden sowohl intern bei Volvo Car Corporation als auch anlässlich verschiedener Foren wie dem ICT Arena's Innovation Bazaar und dem Transportforum, der wichtigsten skandinavischen Tagung für den Transportsektor, vorgestellt und von der Automobilindustrie sehr positiv aufgenommen.



IMMA – INTELLIGENTLY MOVING MANIKINS

Bessere Ergonomie in der Montage verringert arbeitsbedingte Verletzungen, steigert Qualität und Produktivität und senkt Kosten. Darum werden im Projekt IMMA neue Methoden, Algorithmen und Softwaretools entwickelt, die eine schnelle und einfache Evaluation der ergonomischen Aspekte bei der Montage unter Berücksichtigung menschlicher Diversität gewährleisten. Das Projekt war Teil des SSF ProViking Programms unter Einbeziehung von Forschern des FCC, des Wingquist Laboratory und des Virtual Ergonomic Centre, in enger Zusammenarbeit mit unseren Industriepartnern Volvo Cars, Scania, AB Volvo und Virtual Manufacturing.

Die Ergonomie in Montagevorgängen ist ein wichtiger Faktor für die Gesunderhaltung der Arbeitskräfte, die Vermeidung von Verletzungen und die Erhaltung von Produktivität und Produktionsqualität. Bei ergonomischen Untersuchungen von Montageabläufen ist das volle Potenzial längst nicht ausgeschöpft, da die bisher eingesetzte Software nur begrenzt geeignet ist, realistische Montagebewegungen unter Einbeziehung der abzubildenden Zielgruppe zu erzeugen. Ergonomische Studien sind zeitaufwendig und werden meist mit nur wenigen Manikins (Menschmodellen) in statischer Position durchgeführt, anstatt einer Untersuchung der kompletten Montagebewegung mit einer Gruppe von Manikins, die mit großer Zuverlässigkeit die Arbeitskräftezielgruppe abbilden.

Zur Behebung dieser Defizite wurde ein digitales Menschmodell-Tool, IMMA, in enger Zusammenarbeit mit der schwedischen Automobilindustrie entwickelt. Das Hauptresultat ist ein einfaches und schnelles Softwaretool, das automatisch eine kollisionsfreie Montagebewegung mit geringstmöglicher biomechanischer Belastung sucht, die menschliche Verschiedenartigkeit beachtet, das mit High-Level-Language-Befehlen gesteuert werden kann und arbeitsergonomische Bewertungsverfahren einsetzt. Zur automatischen Erstellung manueller Montagebewegungen ist die detaillierte Abbildung der Kinematik des menschlichen Körpers erforderlich. Das biomechanische Modell des IMMA Manikin ist als vereinfachtes menschliches Skelett angefertigt, das aus 82 Knochensegmenten besteht. Die Gelenke des biomechanischen Modells verfügen über insgesamt 162 Freiheitsgrade, um die Beweglichkeit des menschlichen Körpers darzustellen. Es ist eine Komfortfunktion definiert, um zu ermitteln, welche Positionen des Manikin ergonomisch korrekt sind. Der Komfort basiert auf den ergonomischen Kriterien des biomechanischen Modells und wurde passend zum mathematischen Framework von IMMA formalisiert. Das Framework erzeugt eine enge Kopplung zwischen leistungstarken Algorithmen für die kollisionsfreie Pfadplanung und dem biomechanischen Modell. Dadurch werden kinematische Beschränkungen, Balance, Kontaktkräfte, Kollisionsvermeidung und Komfort bei den generierten Montagebewegungen berücksichtigt.

1 *Arbeitsposition bei der Montage, einmal gut, einmal schlecht ausbalanciert*

2 *Biomechanisches Skelett mit vernetztem Menschmodell, erzeugt mit der Software Poser®.*

- Andersen, Olaf; Schladitz, Katja; Rösch, Ronald
Standardized characterization of cellular materials using computed tomography
 CellMat, Dresden, September
- Andrä, Heiko; Kabel, Matthias; Müller, Ralf; Spahn, Johannes
Multiscale damage simulation of composites by using the Lippmann-Schwinger integral equations
 Workshop "Multiscale Simulations", Univ. des Saarlandes, Januar
- Andrä, Heiko; Spahn, Johannes; Kabel, Matthias
The Lippmann-Schwinger-type integral equation for progressive damage in composites
 27th International Workshop Research in Mechanics of Composites, Bad Herrenalb, Dezember
- Annibale, E.S.; Steidel, S.; Dreßler, K.
Nichtlineare Modellreduktion
 Aachen, November
- Annibale, E.S.; Dreßler, K.; Hermanns, O.; Linn, J.; Zemerli, C.
Virtual Design and Dynamical Simulation of Flexible Cables, Hoses, and Wires
 São Paulo (BR), September
- Annibale, E.S.; Zemerli, C.; Dreßler, K.; Hermanns, O.; Edelvik, F.; Mark, A.
Efficient Numerical Simulation of Spray Painting Processes in Automotive Manufacturing
 São Paulo (BR), September
- Barthlen, Andreas
Stable Parametric Model Order Reduction using Matrix Interpolation
 Reduced Basis Summer School 2014, Münster, August
- Bauchau, O.; Lao, Z.; Lyu, M.; Brändle, S.; Linn, J.
Formulations of Viscoelastic Constitutive Laws for Beams in Flexible Multibody Dynamics
 Busan (ROK), Juni
- Berger, Martin
Ökonomische und logistische Aspekte des Projektes SUSI TD
 Science Alliance, Kaiserslautern, April
- Bortz, Michael
An Interface between Experiments and Simulation: Data Selection, Model Adjustment and Decision Support
 Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgemeinschaft „Prozess-, Apparate- und Anlagentechnik“, Lüneburg, November
- Bortz, Michael
Decision Support by Multicriteria Optimization
 Young Scientist Workshops, Fraunhofer ICT-IMM, Mainz, September
- Burger, M.
System Load Derivation in Vehicle Engineering by Solving an Inverse DAE Control Problem
 Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, März
- Burger, M.; Bäcker, M.; Gallrein, A.; Kleer, M.
Full-Vehicle Real-Time Simulation with an Advanced Flexible Tire Model on Fraunhofer's Driving Simulator
 Augsburg, Oktober
- Calabrese, F.; Bäcker, M.; Gallrein, A.
Advanced Handling Applications with New Tire Model Utilizing 3D Thermo-Dynamics
 Augsburg, Oktober
- Carmelo, Vicari; Khozoei, Mohamed Ali
Statistical Variation Aware ANN and SVM Model Generation for Digital Standard Cells
 ECMI 2014, Taormina (I), Juni
- Dick, Veronika
Molecular dynamics study of water transport through hydrophilized PVDF membranes
 NANO4WATER: 4th dissemination workshop of the nano4water cluster, Stockholm (S), April
- Dick, Veronika
NANOPUR – WP4: Membrane performance testing and modeling
 NANOPUR meeting M24, Venedig (I), Mai und NANOPUR meeting M30, Berlin, November
- Dobrovolskij, Dascha; Spies, Martin
Ultraschall-Simulation für komplexe Bauteile mittels ABCD-Methodologie
 DGZfP-Jahrestagung 2014, Potsdam, Mai
- Dreßler, K.
IPS Cable Simulation – bridging the gap between physics based simulation and VR
 Karlsruhe, Oktober
- Dreßler, K.
Simulation der Nutzungsvariabilität zur Bemessung gegen variable Betriebslasten in der Fahrzeugentwicklung
 Stuttgart, Januar
- Dreßler, K.
Simulationsbasierte Konstruktion, Montage und Absicherung von Kabeln, Leitungssträngen und Schläuchen
 Osnabrück, März
- Dreßler, K.; Bäcker, M.; Burger, M.; Speckert, M.; Wolf, B.
Simulation von hochauflösenden Reifenmodellen für Lenkkapazitätsanalysen am Ackerschlepper
 Mannheim, Februar
- Dreßler, K.; Bäcker, M.; Gallrein, A.
Reifenmodellierung in der Fahrzeugentwicklung
 Essen, Juni
- Dreßler, K.; Linn, J.
Simulation for assembly-oriented design and digital validation of cables and hoses
 Berlin, Mai
- Dreßler, K.; Speckert, M.
Methoden der Last- und Beanspruchungsanalyse und Statistik für Betriebsfestigkeitsanwendungen
 Ingolstadt, Oktober
- Dreßler, K.; Speckert, M.
Simulation der Nutzungsvariabilität für Betriebsfestigkeit und Energieeffizienz unter Verwendung georeferenzierter Daten
 Baden-Baden, November
- Dreßler, K.; Speckert, M.
Statistical modelling of usage variability and the VMC-concept
 Paris (F), April
- Dugan, Sandra; Wagner, Sabine; Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Spies, Martin
Detection and Sizing of Stress Corrosion Cracks in Austenitic Components Using Ultrasonic Testing and Synthetic Aperture Focusing Technique
 40th MPA-Seminar, Stuttgart, Oktober
- Dugan, Sandra; Wagner, Sabine; Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Spies, Martin
Nachweis und Größenbestimmung realistischer Testfehler in austenitischen Werkstoffen mittels Ultraschall und die Grenzen bei der Prüfung durch die Schweißnaht
 DGZfP-Jahrestagung 2014, Potsdam, Mai
- Easwaran, Prakash; Redenbach, Claudia; Wirjadi, Oliver; Prill, Torben; Schladitz, Katja; Lehmann, Martin
Modeling of interacting fibers based on 2D images for fibrous filter media simulation
 Chicago (USA), Oktober
- Eckstein, C.; Pirro, P.; Speckert, M.
Erstellung anwendungspezifischer Lastkollektive als Eingangsgröße der numerische Simulation
 Mannheim, Februar
- Eckstein, C.; Pirro, P.; Speckert, M.; Streit, A.
Determination of test scenarios for durability verification of tractors under consideration of their usage variability
 Kaiserslautern, März
- Edelvik, F.; Mark, A.; Zemerli, C.; Hermanns, O.
Efficient numerical simulation of spray painting
 Kaiserslautern, März
- Filla, R.; Obermayr, M.; Frank, B.
A study to compare trajectory generation algorithms for automatic bucket filling in wheel loaders
 Kaiserslautern, März

Föhst, Sonja
A tree-like model for airways in mice lungs
Kaiserslautern, Oktober

Föhst, Sonja
Geometric analysis of compensatory lung growth in mice via image analysis
Ulm, März

Gallrein, A.; Bäcker, M.; Burger, M.; Gizatullin, A.
An Advanced Flexible Realtime Tire Model and its Integration Into Fraunhofer's Driving Simulator
Detroit (USA), April

Gerwalin, Elmar
Wollen Anwender eigentlich Green IT?
8. Controlling Tagung, Sankt Augustin, März

Gibali, Aviv
Projection methods – a powerful tool for real-world problems and combinatorial games
Group Seminar SS 2014, Mathematics of Computation, Institut für Numerische Simulation, Bonn, Mai

Gramsch, Simone
Erfolgreich arbeiten am Fraunhofer ITWM
Femtec, Kaiserslautern, September

Gramsch, Simone
Simulation of Fiber Dynamics for Nonwoven Processes
Index14, Genf (CH), April

Gramsch, Simone; Hietel, Dietmar; Leithäuser, Christian; Wegener, Raimund
Innovative Simulation Techniques and Tools for Nonwoven Production Processes
Index14, Genf (CH), April

Grimm, Stefanie
Modelling asset prices within a hidden Markov model - investment strategies including assets and bonds
Stochastik Tage Ulm, März

Groß, Tjorben; Trenn, Stephan; Wirsén, Andreas
Topological solvability and index characterizations for a common DAE power system model

2014 IEEE Multi-Conference on Systems and Control (MSC 2014), Antibes (F), Oktober

Hermanns, O.
Echtzeitsimulation zur montagegerechten Auslegung und digitalen Absicherung von Kabeln und Schläuchen
Bad Nauheim, Februar

Hietel, D.; Feßler, R.; Leithäuser, C.
Design of Polymer - Faster from Polymer to Fibers
53rd Dornbirn Man-made Fibers Congress, Dornbirn (A), September

Hietel, Dietmar; Arne, Walter; Leithäuser, Christian; Wegener, Raimund
Improvement of Fiber Spinning and Nonwoven Processes
Index14, Genf (CH), April

Hietel, Dietmar; Gramsch, Simone; Wegener, Raimund
Simulation von Vliesstoffprozessen für Filtermedien: Zufällige Determiniertheit oder determinierte Zufälligkeit
12. Symposium Textile Filter, Chemnitz, März

Horcicka, M.; Arnold, M.; Burger, M.; Simeon, B.
Zustandsbeobachtung von Mehrkörpersystemen mit dem DAE-Beobachteransatz
Anif, Salzburg (A), September

Hubel, Sebastian; Spies, Martin; Bamberg, Joachim; Götz, Joshua; Hessert, Roland
Bestimmung von oberflächennahen Spannungszuständen in randzonenverfestigten Triebwerkswerkstoffen mittels Rayleigh-Wellen
DGZfP-Jahrestagung 2014, Potsdam, Mai

Iliev, Oleg; Efendiev, Yalchin; Latz, Arnulf; Taralova, Vassilena; Taralov, Maxim; Zausch, Jochen; Zhang, Shiquan
On computer simulation of multiscale processes in porous electrodes of Li-ion batteries
Seminar on Scientific Computing in Lawrence Livermore National Lab; Livermore (USA), Oktober und Seminar on Numerical Methods for

PDEs, Dept of Mathematics, PennState University; State College (USA), Oktober

Iliev, Oleg; Kirsch, Ralf; Osterroth, Sebastian
The simulation of filter cake build-up for spherical particle mixtures
FPS, European conference on fluid-particle separation, Lyon (F), Oktober

Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Printsypar, Galina; Leonard, Katharina
Computer Simulation of Filtration and Osmosis Processes
Invited lecture at Summer School on Innovative Membrane Systems, Cetraro (I), Oktober

Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Printsypar, Galina; Vutov; Yavor; Taralova, Vassilena; Taralov, Maxim
Reactive flow in deformable porous media
Workshop on reactive flow in porous media, Oberwolfach, September

Iliev, Oleg; Maday, Yvon; Taralova, Vassilena; Schmidt, Sebastian; Zausch, Jochen; Zhang, Shiquan
POD-EIM and RB MOR for simulation of processes in Li-ion batteries
Workshop on Model Reduction; Paris (F), Januar

Iliev, Oleg; Steiner, Konrad; Zemitis, Aivars; Klein-Hessling, Walter; Sonnenkalb, Martin; Freitag, Martin
Towards a coupled CFD/LP code approach for containment simulations
CFD4NRS-5, Experimental Validation and Application of CFD and CMFD Codes in Nuclear Reactor Technology, Zürich (CH), September

Iliev, Oleg; Calo, Victor; Iliev, Dimitar; Kirsch, Ralf; Mikelöic, Andro
Modeling and simulation of filter media deformation in connection with filtration problems
Spring Conf. American Filtration Society, Houston (USA), März

Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Printsypar, Galina; Vutov; Yavor
Multiscale simulation of filtration and separation processes
Numerical Methods for Scientific Computations and Advanced Ap-

plications, Bansko (BG), Mai und Annual Meeting of International Society for Porous Media, Milwaukee (USA), Mai

Jami, Neil
Dynamics in Logistics
4th International Conference on Dynamics in Logistics (LDIC 2014), Bremen, Februar

Kabel, Matthias
Computer Aided Material Characterization
Opel Innovation Conference, Rüsselsheim, November

Kabel, Matthias
FFT-based homogenization of elasticity at large deformations
27th International Workshop Research in Mechanics of Composites, Bad Herrenalb, Dezember

Kabel, Matthias
Microscopic Simulation of Thermally-Induced 2nd Order Eigenstresses in AlSi-Alloys
2nd Seminar on the Mechanics of Multifunctional Materials, Bad Honnef, Mai

Kabel, Matthias
The FeelMath Structural Mechanics Solver on 3D Images
GeoDict User Meeting, Kaiserslautern, Oktober

Khozoei, Mohammed Ali
Waveform modelling in order to speed up transient SPICE simulations
ECMI 2014, Taormina (I), Juni

Khozoei, Mohammed Ali; Lang, Patrick; Hauser, Matthias
The usage of Symbolic Model Order Reduction techniques for reducing the complexity of a system of differential-algebraic equations describing the behaviour of an integrated circuit, thus reducing drastically the simulation time
ECMI 2014, Taormina (I), Juni

Kleer, M.; Gizatullin, A.; Pena Viña, E.; Dreßler, K.
Interactive real-time driving simulation with the Fraunhofer robot based driving and operation simulator
Pollenzo-Bra (I), April

Kleer, M.; Gizatullin, A.; Pena Viña, E.; Dreßler, K.
The Fraunhofer Robot-Based Driving and Operation Simulator: A simulation platform for commercial vehicles – Current development status
Kaiserslautern, März

Klein, Matthias
myPowerGrid – Netzdienlichkeit von PV-Heimspeichern
Perspektiven der Entwicklung des Stromnetzes und der Stromspeicherung in der Metropolregion Rhein-Neckar, StoREgio, Energieagentur Rheinland-Pfalz, Ludwigshafen, Mai

Kleinert, J.; Simeon, B.
A Conical Interior Point Method for Nonsmooth Rigid Body Dynamics
Rhodes (GR), September

Kohl, Matthias; Ruckdeschel, Peter
Convergence of Robust Models
Workshop und Meeting der Projektgruppen „Robust Risk Estimation“ und „Robuste Analyse hydrolog. Zeitreihen“, Bochum, Februar

Korn, Ralf
Aspekte der Zinsmodellierung und ihrer praktischen Anwendung (4 Vorträge)
Deutsche Bundesbank, Frankfurt, Januar

Korn, Ralf
Computational Problems in Pricing, Risk and Asset Management in Banks and Insurance Companies
24th International Conference on Field Programmable Logic and Applications München, September

Korn, Ralf
Der Zufall, Dein Feind und Helfer
ITWM, April

Korn, Ralf
Grundlagen der Finanzmathematik (5 Vorträge)
Deutsche Bundesbank, Frankfurt, Januar

Korn, Ralf
Lebensversicherungsmathematik: Anfänge, Garantieprodukte, Langlebigkeit
TU Dortmund, Dezember

Korn, Ralf
Monte Carlo Methods in Finance: Basic Methods and Recent Advances (5 Vorträge)
Commerzbank, Frankfurt, Juli

Korn, Ralf
Save for Bad Times or Consume as Long as You Have? Worst-Case Portfolio Optimization: Concept and Recent Results
Belg. Actuarial and Financial Mathematics Conference, Brüssel (B), Januar und University Liverpool (GB), Februar

Korn, Ralf
Sparen für schlechte Zeiten oder verjubeln, solange noch was da ist? Worst-Case optimaler Konsum
Universität Augsburg, Januar und Universität Bayreuth, Juli

Kühn, Martin
Anisotropic Diffusion Filtering Terabytes of Seismic Data in seconds: The Power of the GPI-2 One-sided Communication Approach
28th International Conference on Supercomputing, München, Juni

Kuhnert, Jörg
Meshfree Numerical Scheme for Time Dependent Industrial Problems in Fluid and Continuum Mechanics
International Conference on Mathematical Modeling and Computer Simulation, IIT Madras, Chennai (IND), Dezember

Leithäuser, Christian; Hietel, Dietmar
Optimized Distribution of Polymer Melts and Solutions
Index14, Genf (CH), April

Linden, Sven; Hagen, Hans; Wiegmann, Andreas
The LIR-approach to Simulating Single Phase Flow on CT Images
Interpore, Milwaukee (USA) Mai

Linden, Sven; Wiegmann, Andreas
Efficient Prediction of Permeability based on 3d Images of Core-samples
EAGE, Amsterdam (NL), Juni

Losch, Katharina
Stochastic modeling of engineering materials for predictions of spatial mechanical characteristics
Ulm, März

Maag, Volker
A dimension reduction approach for the nondominated set approximation
20th Conference of the International Federation of Operational Research Societies (IFORS2014), Barcelona (E)

Malten, Rebekka
Blick über den Tellerrand der klassischen Oberflächeninspektion
Fraunhofer IOSB, Karlsruhe, Dezember

Marquardt, A.; Obermayr, M.
Optimizing test rig configurations and excitations for excavator booms
Kaiserslautern, März

Mohring, Jan
Parametric Reduction of FE Models with Variable Mesh Topology
85th Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics, Erlangen-Nürnberg, März

Mohring, Jan
ROMI – Root cause analysis of Measurement Issues
Kronion eMMA, Anwendertreffen und Symposium 3D-Messtechnik, Landau, November

Neunzert, Helmut
Mathematik am Fraunhofer-Institut: problemgetrieben – modellbasiert - lösungsorientiert
Universität Graz (A), September

Neunzert, Helmut
The tasks ahead – Reflexions on the future of mathematics
Konferenz "Numerical Methods for Scientific Computations and Advanced Applications, Bansko (BG), Mai und Konferenz „Future Mathematics“, Danish Technical University, Kopenhagen (DK), Mai

Neunzert, Helmut
Von Ursache zu Wirkung: Warum Künstler und Naturwissenschaftler die Blickrichtung manchmal umkehren
ADA-Seminar, Meiningen, März

Neusius, David; Schmidt, Sebastian; Klar, Axel
On boundary approximation for simulation of granular flow
FVCA7 - The International Symposium of Finite Volumes for Complex Applications VII, Berlin, Juni

Neusius, David; Schmidt, Sebastian; Klar, Axel
On boundary approximation for solving continuum granular flow equations
IWH Symposium "Simulation and Optimization of Extreme Fluids", Internationales Wissenschaftsforum Heidelberg, November

Neusius, David; Schmidt, Sebastian; Klar, Axel
On boundary approximation for voxel-based simulation of granular flow
6th European Conference on Computational Fluid Dynamics (ECFD VI), Barcelona (E), Juli

Niedziela, Dariusz; Rogowski, Andreas; Schmidt; Sebastian; Steiner, Konrad;
Instationäre, räumlich aufgelöste Simulation von Feststoffströmungen in Silos mittels GRAIN
Thyssen-Krupp Seminar der PLM / CAx Community, Lorch am Rhein, Mai

Niedziela, Dariusz; Schmidt; Sebastian; Steiner, Konrad; Zemerli, Clement;
From dilute granular flow to solid-like behavior, a hydrodynamic view
MGMAS Conference, Faculté de Médecine, Montpellier (F), Juli

Niedziela, Dariusz; Schmidt; Sebastian; Steiner, Konrad; Zemerli, Clement
Unified approach of hydrodynamic modeling and numerical simulation of dilute and dense granular flows for industrial applications

11. World Congress on Computational Mechanics (WCCM XI) & 6th European Conference on Computational Fluid Dynamics (ECFD VI), Barcelona (E), Juli

Nowak, Dimitri
A ray tracing technique for the Pareto set navigation
20th Conference of the International Federation of Operational Research Societies (IFORS2014), Barcelona (E)

Oden, Lena
Energy-Efficient Collective Reduce and Allreduce Operations on Distributed GPU
International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing, Chicago (USA), Mai

Oden, Lena
Energy-efficient Stencil Computations on Distributed GPUs using Dynamic Parallelism and GPU-controlled Communication
International Workshop on Energy Efficient Supercomputing, Louisiana (USA), November

Oden, Lena
GASP/GPI2 for GPUs: A PGAS Framework for Efficient Communication in GPU Systems
GPU Technology Conference, San Jose (USA), März

Oden, Lena
GPI2, GPI on GPU and GGAS - Communication Alternatives For Heterogeneous Clusters
Argonne National Laboratory, Lemont (USA), Mai

Oden, Lena
Infiniband-Verbs on GPU: A case study of controlling an Infiniband network device from the GPU
International Workshop on Accelerators and Hybrid Exascale Systems, Phoenix (USA), Mai

Orlik, Julia
Homogenization in contact problems with Coulomb friction on the microstructure
Staatliche Universität Moskau, Lehrstuhl PDE, Seminarvortrag, Oktober

Orlik, Julia
Simulation und Optimierung technischer Textilien
Universität Stuttgart, Institut für Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre (IMWF), Seminarvortrag, November

Orlik, Julia; Shiryayev, Vladimir
Evolutional contact with Coulomb's friction on a periodic Microstructure
IMSE 2014, Karlsruhe, Juli

Orlik, Julia; Shiryayev, Vladimir
Homogenization of multiscale contact problems
GAMM-Seminar on Microstructures, Universität Bochum, Januar

Orth, Thomas; Chichkov, Nikolai; Schmitte, Till; Spies, Martin
Ultrasonic Pipe Inspection with Conventional Transducers or Phased-Arrays? A Comparison Based on POD-Analysis Can Help
DGZfP-Jahrestagung 2014, Potsdam, Mai und 11th ECNDT, Prag (CZ), Oktober

Pfreundt, Franz-Josef
BeeGFS – High Performance Filesystems for HPC and the Big Data World
HP-CAST 23, New Orleans (USA), November

Pfreundt, Franz-Josef
HPC and Big Data Storage- and Innovative Parallel Filesystems The Fraunhofer Parallel Filesystem
HP-CAST 22, Leipzig, Juni

Pfreundt, Franz-Josef
Prognose der Leistung fluktuierender Energieerzeuger - Methoden und Bedeutung
Fachtagung Smart Grids und Virtuelle Kraftwerke, Nieder-Olm, März

Pfreundt, Franz-Josef
The Fraunhofer File System and Big Data Moving forward with a new name: BeeGFS
13th HLRS/hww Workshop on Scalable Global Parallel File System, Stuttgart, Mai

Prill, Torben; Wieser, Christian; Schladitz, Katja; Jeulin, Dominique
Multi-Scale Simulation Study to Assess the Impact of a Nanoporous Additive to Battery Performance
ModVal 11, Winterthur (CH), März

Pupashenko, Daria; Ruckdeschel, Peter
Smoothness for dynamic GLM's with error distributions from Extreme Value Theory
Workshop und Meeting der Projektgruppen „Robust Risk Estimation“ und „Robuste Analyse hydrolog. Zeitreihen...“, Bochum, Februar

Rauhut, Markus
Bildverarbeitungssoftware: Anforderungen, Qualitätskriterien & Standardbibliotheken
56. Heidelberger Bildverarbeitungsforum, Heidelberg, Oktober

Rauhut, Markus; Spies, Martin
Optical Techniques for NDT
Short Course QNDE-WFNDEC 'Imaging NDE Methods', Boise, ID (USA), Juli

Rauhut, Markus; Spies, Martin
Simulation von Oberflächendefekten mittels Raytracing zur Bestimmung der Fehlerauffindungswahrscheinlichkeit
DGZfP-Jahrestagung 2014, Potsdam, Mai

Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Spies, Martin; Bamberg, Joachim; Hess, Thomas
Online-Prozessüberwachung mittels Ultraschall bei der generativen Fertigung
DGZfP-Jahrestagung 2014, Potsdam, Mai

Rösch, Ronald
Fehlerdetektion in texturierten Oberflächen im praktischen Einsatz
7. Fraunhofer Vision Technologietag, München, Oktober

Ruckdeschel, Peter
Optimally Robust Covariances (Also Covering Weighted Observations)
Stochastik Tage, Ulm, März und ICORS 2014, Halle, August

Ruckdeschel, Peter
Robustness Approaches for State Space Models And Regime Switching
Sondierungsmeeting MIKMOD-ITWM, St. Augustin, September

Ruckdeschel, Peter; Desmettre, Sascha; Pupashenko, Daria; Spangl, Bernhard
Statistical Models for Extreme Value Processes
Meeting der Projektgruppen „Robust Risk Estimation“ und „Robuste Analyse hydrolog. Zeitreihen...“, Wien, September und ERCIM, Pisa (I), Dezember

Ruckdeschel, Peter; Korn, Ralf; Kohl, Matthias; Spangl, Bernhard
Project Overview "Robust Risk Estimation"
Workshop und Meeting der Projektgruppen „Robust Risk Estimation“ und „Robuste Analyse hydrolog. Zeitreihen“, Bochum, Februar

Ruckdeschel, Peter; Spangl, Bernhard
Robust Filtering and Extreme Value Statistics for Hydrological Data
Workshop und Meeting der Projektgruppen „Robust Risk Estimation“ und „Robuste Analyse hydrolog. Zeitreihen“, Bochum, Februar

Ruckdeschel, Peter; Spangl, Bernhard
Robust Filtering and Extreme Value Statistics for Hydrological Data
Abschluss- / Statussymposium VW-Stiftung Hannover, Oktober

Schladitz, Katja
3D-Bildanalyse der Mikrostruktur komplexer Materialien
7. Fraunhofer Vision Technologietag, München, Oktober

Schneider, F.
A general approach for efficient embedding of flexible structures in multibody dynamics
Rhodes (GR), September

Schulz-Reese, Marion
Emerging Trends in Talent Management
IIT Madras, Chennai (IND), Januar

Schulz-Reese, Marion
Human Resource Management at Fraunhofer ITWM
IIT Madras, Chennai (IND), Januar

Schulz-Reese, Marion
Industrial Mathematics – Path Travelled by Kaiserslautern
IIT Madras, Chennai (IND), Februar

Schwientek, Jan
Optimale Verwertung von (Farb-)Edelsteinen – Mathematische Optimierung in Projekten des Fraunhofer ITWM
Vortragsreihe Mathematik in der Praxis, Technische Universität, Ilmenau, April

Schwientek, Jan; Nowak, Dimitri
Chebyshev approximation and semi-infinite programming
Group Seminar SoSe 2014, Mathematics of Computation, Institut für Numerische Simulation, Bonn, Mai

Seebich, H.-P.; Spraul, M.; Speckert, M.; Feth, S.; Streit, A.
Planung und Analyse von Stichproben zur Abschätzung der Zuverlässigkeit von Steuergeräten im Feld
Freiburg, Februar

Spahn, Johannes; Andrä, Heiko; Kabel, Matthias
Multiscale modeling of progressive damage in elasto-plastic composite materials
WCCM-ECCM-ECFD 2014, Barcelona (E), Juli

Speckert, M.
Einige statistische Aspekte bei der Erfassung von Lastdaten in der Fahrzeugentwicklung
Ludwigsburg, November

Speckert, M.; Dreßler, K.; Ruf, N.; Halfmann, T.; Polanski, S.
The Virtual Measurement Campaign concept - A methodology for geo-referenced description and evaluation of environmental conditions for vehicle loads and energy efficiency
Kaiserslautern, März

Speckert, M.; Dressler, K.
Die virtuelle Messkampagne – ein geo-referenziertes System für die Fahrzeugauslegung hin-

sichtlich Beanspruchung und Energieeffizienz
Ingolstadt, Oktober

Spies, Martin
Simulation und Optimierung der Ultraschallprüfung von Composite-Bauteilen – Ein Anwendungsbeispiel
Workshop “+composites SAAR”, Saarbrücken, Mai

Spies, Martin; Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans
AVG-Diagramme für die Ultraschall-Prüfung von Leichtbaukomponenten
DGZfP-Jahrestagung 2014, Potsdam, Mai

Spies, Martin; Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Rauhut, Markus
Validierte Verfahren zur zerstörungsfreien Prüfung von Kupfermaterialien
11. Kupfersymposium, Frankfurt, November

Spies, Martin; Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Rauhut, Markus
Zerstörungsfreie Prüfung von Kupferwerkstoffen am Beispiel von gegossenen CuNiAl-Bronzen – Ein Überblick
FA-Sitzung Kupfergusswerkstoffe, Düsseldorf, Oktober

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander
Experimentelle und modellbasierte POD-Bestimmung für Volumenfehler in gegossenen Bronze-Bauteilen unterschiedlicher Gefügestruktur
266. Sitzung DGZfP-AK München, März

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander
Experimentelle und modellbasierte POD-Ermittlung für schwerprüfbare Komponenten
336. Sitzung DGZfP-AK Mannheim-Ludwigshafen, Februar und 398. Sitzung DGZfP-AK Hamburg, November

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander
Experimentelle und simulationsbasierte POD-Ermittlung am Beispiel schwerprüfbarer

Komponenten
290. Sitzung DGZfP-AK Düsseldorf, Juni und 188. Sitzung DGZfP-AK Saarbrücken, Juli

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander
Porositätsmessung mittels Ultraschall an gegossenen Schiffspropellern
DGZfP-Jahrestagung 2014, Potsdam, Mai

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander
Simulation-Based Ultrasonic Inspection and POD-Issues for Complex Materials and Components
Workshop “Microstructural Characterization and Quality Assurance”, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, April

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander
Ultrasonic Defect Evaluation Using DGS-Diagrams Modified for the Inspection of Anisotropic Composite Materials
41st Annual Review of Progress in QNDE, Boise, ID (USA), Juli

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Bamberg, Joachim; Hess, Thomas
Online Monitoring of Additive Manufacturing Processes Using Ultrasound
11th ECNDT, Prag (CZ), Oktober

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Bamberg, Joachim; Hess, Thomas
Ultrasonic Online Monitoring of Additive Manufacturing Processes Based on Selective Laser Melting
41st Annual Review of Progress in QNDE, Boise, ID (USA), Juli

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Schmitz, Volker; Müller, Wolfgang
UT Imaging with Phased Arrays and the Synthetic Aperture Focusing Technique SAFT
Short Course QNDE-WFNDEC ‘Imaging NDE Methods’, Boise, ID (USA), Juli

Staub, Sarah
Micro-Scale Simulation of Non-linear Deformation of Thin Porous Media
Interpore, Milwaukee (USA), Mai

Staub, Sarah
Microscopic Simulation of Thermally-Induced 2nd Order Eigenstresses in AISI-Alloys
GAMM Jahrestagung, Erlangen, März

Steiner, Konrad
Kontinuumsmechanische Multiskalen-Modellierung und -Simulation von Partikel- und Suspensionsströmungen
Verfahrenstechnisches Seminar der TU Kaiserslautern, Juni

Stephani, Henrike
Typischer Aufbau und Beispiele für Algorithmen von Oberflächeninspektionssystemen
Fraunhofer IOSB Karlsruhe, Dezember

Süss, Philipp
Multiple criteria decision-making in medical treatment planning - is Pareto efficiency enough?
20th Conference of the International Federation of Operational Research Societies (IFORS2014), Barcelona (E)

Tilman Sayer
Calibrating to Market Data – Getting the Model into Shape
24th International Conference on Field Programmable Logic and Applications München, September

Velten, Sebastian
Assistenz im Ausfallmanagement
7. SIEDA Anwenderkonferenz, Speyer, September

Wirjadi, Oliver
Characterization and Modeling of Fiber-Reinforced Polymers
Frankfurt, September

Wirjadi, Oliver
Geometric and Mechanical Modeling of Fiber-Reinforced Composites
Anney (F), Juli

LEHRTÄTIGKEITEN

- Zausch, Jochen
Electrochemical Simulations on 3D-Microstructures for Lithium-Ion-Batteries
 GeoDict User-Meeting, Kaiserslautern, Oktober
- Zausch, Jochen; Latz, Arnulf
Thermal Modeling of Lithium Ion Batteries on Micro and Macro Scale
 ModVal 11, Winterthur (CH), März
- Zémerli, C.
An integrated design, assembly and validation process combining human simulation with path planning and flexible components
 Guyancourt (F), September
- Zémerli, C.
Recent progress on the modeling and simulation of coating processes in automotive industry
 Shanghai (CHN), April
- Zémerli, C.; Niedziela, D.; Schmidt, S.; Steiner, K.
From dilute granular flow to solid-like behavior: a continuum view
 Montpellier (F), Juli
- Andrä, Heiko
Einführung in die Boundary-Element-Methode
 TU Kaiserslautern, Sommersemester 2014
- Andrä, Heiko
Kontaktmechanik
 TU Kaiserslautern, Wintersemester 2013/2014
- Bitsch, Gerd
Professur für Mechatronik, Robotik und CAE-Simulation
 Hochschule Kaiserslautern, Fachbereich Angewandte Ingenieurwissenschaften
- Burger, Michael
Differential-Algebraic Equations
 TU Kaiserslautern, Sommersemester 2014
- Burger, Michael
Dynamics of Mechanical Multi-body Systems
 TU Kaiserslautern, Wintersemester 2013/2014
- Burger, Michael
Dynamics of Mechanical Multi-body Systems
 TU Kaiserslautern, Wintersemester 2014/2015
- Dreßler, Klaus
Durability Load Data Analysis
 TU Kaiserslautern, Sommersemester 2014
- Kleer, Michael
Robotik 1
 Hochschule Kaiserslautern, Sommersemester 2014
- Körn, Ralf
Professur für Stochastische Steuerung und Finanzmathematik
 TU Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik
- Küfer, Karl-Heinz
Probability and Algorithms
 TU Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik, Wintersemester 2014/15
- Küfer, Karl-Heinz
Theory of Scheduling Problems
 TU Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik, Sommersemester 2014

PUBLIKATIONEN

- Nowak, Dimitri
Mathematical Models in Supply Chain Management
 TU Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik, Wintersemester 2014/15
- Orlik, Julia
Professur für Modellierung, Partielle Differentialgleichungen, Kontinuumsmechanik
 Hochschule Rhein-Main, Fachbereich Architektur und Bauingenieurwesen, Wiesbaden
- Pfeffer, Markus
Grundlagen des internationalen Controlling – Internationale Erfolgsbeurteilung und wertorientierte Steuerung
 IHI Zittau, Wintersemester 2013/2014
- Prätzel-Wolters, Dieter
Professur für Technomathematik
 TU Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik
- Rieder, Hans
Signalverarbeitung mittels digitaler Signalprozessoren und dazugehöriger Algorithmen
 HTW Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Wintersemester 2014/15
- Wirjadi, Oliver
Volume Image Processing and Analysis
 TU Kaiserslautern, Fachbereich Informatik, Sommersemester 2014
- Ackermann, H.; Berenbrink, P.; Fischer, S.; Hoefer, M.
Concurrent imitation dynamics in congestion games.
 Distributed computing (2014), Online First
- Ackermann, H.; Ewe, H.; Küfer, K.-H.; Schröder, M.
Modeling profit sharing in combinatorial exchanges by network flows.
 Annals of operations research 222 (2014), Nr.1, 5-28
- Ackermann, H.; Leoff, J.; Küfer, K.-H.
Time-hierarchical scheduling - A worst case analysis of a hierarchical approach integrating planning and scheduling in an online problem
 Journal of Scheduling (2014), Online First
- Afzal, D.; Kanwal Janjua, F.; Pfister, G.; Steidel, S.
Solving via Modular Methods
 Springer Proceedings in Mathematics & Statistics Volume 96, 2014, ISSN: 2194-1009 und Springer Bridging Algebra, Geometry, and Topology, 2014, ISBN: 978-3-319-09185-3 (Print) 978-3-319-09186-0 (Online)
- Andrä, H.; Gurka, M.; Kabel, M.; Nissle, S.; Redenbach, C.; Schladitz, K.; Wirjadi, O.
Geometric and Mechanical Modeling of Fiber-Reinforced Composites
 Bernard, C.; Buffière, J.-Y.; Pollock, T.; Poulsen, H. F.; Rollett, A.; M. Uchic (Eds.): Proceedings of the 2nd International Congress on 3D Materials Science (3DMS), John Wiley & Sons, 2014, 35 - 40
- Andrä, H.; M. Gurka, M.; Kabel, M.; Nissle, S.; Redenbach, C.; Schladitz, K.; Wirjadi, O.
Geometric and Mechanical Modeling of Fiber-Reinforced Composites
 Bernard, C.; Buffière, J.-Y.; Pollock, T.; Poulsen, H. F.; Rollett, A.; M. Uchic (Eds.): Proceedings of the 2nd International Congress on 3D Materials Science (3DMS), John Wiley & Sons, 2014. 35-40

- Andrä, H.; Shklyar, I.; Schneider, M.; Zangmeister, T.
Zur Simulation von Klebeverbindungen für Scheibenbauteile mit Level-Set-Funktionen und erweiterter Finite-Elemente-Methode
Scheerer, S.; Curbach, M. (Hrsg.): Leicht Bauen mit Beton, Institut für Massivbau, TU Dresden, 254-261
- Arne, W.; Marheineke, N.; Meister, A.; Wegener, R.
Numerical Treatment of Non-stationary Viscous Cosserat Rod in a Two-Dimensional Eulerian Framework
Progress in Industrial Mathematics at ECMI 2012, Editors M. Fontes, M. Günther, N. Marheineke, Springer, 2014, 99-107
- Asprion, N.; Benfer, R.; Blagov, S.; Böttcher, R.; Bortz, M.; Welke, R.; Burger, J.; Harbou, E. von; Küfer, K.-H.; Hasse, H.
INES - Interface between experiments and simulation.
Klimes, J. J.: 24th European Symposium on Computer Aided Process Engineering 2014. Pt.A: 15-18 June 2014, Budapest, Hungary Amsterdam: Elsevier, 2014, 1159-1164 (Computer-aided chemical engineering 33)
- Baré Contreras, D. Z.
Asymptotic analysis for linearized contact problems in thin beams
Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2014, VIII, 152 S. (Dissertation)
- Baré Contreras, D. Z., Orlik, J.,
An asymptotic approximation for a three dimensional linear elasticity problem with Robin boundary condition in a thick cylinder
Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics, 14, 2014
- Baré Contreras, D. Z.; Orlik, J.; Panasenko, G.
Asymptotic approximations of a thin elastic beam with auxiliary coupled 1D system due to Robin boundary condition
Trends in Mathematics/Research perspectives, Birkhäuser Verlag, (ISAAC 9 proceedings), 2014
- Baré Contreras, D. Z.; Orlik, J.; Panasenko, G.
Asymptotic dimension reduction of a Robin-type elasticity boundary value problem in thin beams
Applicable Analysis 93 (2014), Nr.6, 1217-1238
- Bauchau, O.; Lao, Z.; Lyu, M.; Brändle, S.; Linn, J.
Formulations of viscoelastic constitutive laws for beams in flexible multibody dynamics.
Berichte des Fraunhofer ITWM, 243 und Proceedings of the 3rd Commercial Vehicle Technology Symposium (CVT 2014)
- Béchet, F.; Siedow, N.; Locheignies, D.
Two-dimensional modeling of the entire glass sheet forming process, including radiative effects
Sundaram, S.K.; American Ceramic Society -ACerS-, Westerville/Ohio: A collection of papers presented at the 74th Conference on Glass Problems 2013. Columbus/Ohio, October 14 - 17, 2013 Hoboken/NJ: Wiley, 2014, 147-162 (Ceramic engineering and science proceedings Vol.35, Nr.1)
- Becker, U.; Simeon, B.; Burger, M.
On Rosenbrock methods for the time integration of nearly incompressible materials and their usage for nonlinear model reduction
Journal of computational and applied mathematics 262 (2014), 333-345
- Belomestny, D.; Nagapetyan, T.; Shiryaev, V.
Multilevel path simulation for weak approximation schemes
arXiv preprint arXiv:1406.2581, 2014 - arxiv.org
- Berns, K.; Schindler, C.; Dreßler, K.; Jörg, B.; Kalmar, R.; Zolynski, G. (Hrsg.)
Proceedings of the 3rd Commercial Vehicle Technology Symposium (CVT 2014)
SHAKER Verlag, ISBN 978-3-8440-2573-6
- Bischoff, M.; Ewe, H.; Plociennik, K.; Schüle, I.
Multi-objective planning of large-scale photovoltaic power plants
Helber, S. (Ed.); Selected Papers of the International Annual Conference of the German Operations Research Society (GOR), Leibniz University of Hannover, Germany, Sept. 5-7, 2012 Cham: Springer International Publishing, 2014, 333-338
- Bischoff, M.; König, M.; Schüle, I.; Plociennik, K.
Utilizing full planning potential
pv magazine, 02/2014, 60-62
- Bischoff, M.; Leitner, J.; Plociennik, K.; Schüle, I.
A Software-Based Planning Approach for Photovoltaic Power Plant Layouts
OPERATIONS, PERFORMANCE AND RELIABILITY OF PHOTOVOLTAICS (from Cells to Systems), Operation of PV Systems and Plants, 29th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition; 2315-2318, ISBN: 3-936338-34-5
- Bonilla, L.L.; Klar, A.; Martin, S.
Higher-order averaging of Fokker-Planck equations for non-linear fiber lay-down processes
SIAM journal on applied mathematics 74 (2014), Nr.2, S.366-391
- Bortz, M.; Berezny, M.; Schwien-tek, J.; Böttcher, R.; Asprion, N.; Hasse, H.
Decision Support in an Interface between Experiments and Simulation
Chemie- Ingenieur- Technik 86 (2014), Nr.9, 1586
- Bortz, M.; Burger, J.; Asprion, N.; Blagov, S.; Böttcher, R.; Nowak, U.; Scheithauer, A.; Welke, R.; Küfer, K.-H.; Hasse, H.
Multi-criteria optimization in chemical process design and decision support by navigation on Pareto sets.
Computers and Chemical Engineering 60 (2014), 354-363
- Buck, M.; Iliev, O.; Andrä, H.
Multiscale Finite Elements for Linear Elasticity: Oscillatory Boundary Conditions
- Erhel, J.; Gander, M.; Halpern, L.; Pichot, G.; Sassi, T.; Widlund, O. (eds.): Domain Decomposition Methods in Science and Engineering XXI, 237-245 (2014); ISBN: 978-3-319-05788-0 (Print); 978-3-319-05789-7 (Online)
- Burger, J.; Asprion, N.; Blagov, S.; Böttcher, R.; Nowak, U.; Bortz, M.; Welke, R.; Küfer, K.H.; Hasse, H.
Multi-objective optimization and decision support in process engineering - Implementation and application.
Chemie-Ingenieur-Technik 86 (2014), Nr.7, 1065-1072
- Burger, M.
Calculating road input data for vehicle simulation.
Multibody system dynamics 31 (2014), Nr.1, 93-110
- Cibis, T.M.; Marheineke, N.; Wegener, R.
Asymptotic Modeling Framework for Fiber-Flow Interactions in a Two-Way Coupling
Progress in Industrial Mathematics at ECMI 2012, Editors M. Fontes, M. Günther, N. Marheineke, Springer, 2014, 109-117
- Correia, I.; Nickel, S.; Saldanhada-Gama, F.
Multi-product capacitated single-allocation hub location problems: Formulations and inequalities
Networks and spatial economics 14 (2014), Nr.1, 1-25
- Derevenec, E.; Meyer, R.
Robustness against power is PSpace-complete
Esparza, J.: Automata, languages, and programming. 41st International Colloquium, ICALP 2014. Vol.2: Copenhagen, Denmark, July 8-11, 2014; proceedings Berlin: Springer, 2014, 158-170 (Lecture Notes in Computer Science 8573)
- Desmettre, S.; Korn, R.; Ruckdeschel, P.; Seifried, F. T.
Robust worst-case optimal investment
OR spectrum (2014), Online First
- Desmettre, S.; Korn, R.; Sayer, T.
Optionsbewertung in der Praxis: Das stochastische Volatilitätsmodell nach Heston

- Neunzert, H.; Prätzel-Wolters, D. (Hrsg.): *Mathematik im Fraunhofer-Institut*. Springer 2014, 367-418
- Desmettre, S.; Korn, R.; Seifried, F. T. **Worst-case consumption-portfolio optimization** *International Journal of Theoretical and Applied Finance* 2014, <http://dx.doi.org/10.2139>
- Dick, V.; Klein, P. **Molecular Simulation of the Hydrodynamics of Water in contact with hydrophilized Poly (vinylidene fluoride) surfaces** *Journal of Colloid and Interface Science* (2014), Online First
- Dreßler, K.; Speckert, M. **Simulation der Nutzungsvariabilität für Betriebsfestigkeit und Energieeffizienz unter Verwendung georeferenzierter Daten** VDI-Bericht 2224, ISBN 978-3-18-092224-9
- Dugan, S.; Wagner, S.; Dillhöfer, A.; Rieder, H.; Spies, M. **Nachweis und Größenbestimmung realistischer Testfehler in austenitischen Werkstoffen mittels Ultraschall und die Grenzen bei der Prüfung durch die Schweißnaht** *Berichtsband BB-148-CD DGZfP-Jahrestagung* (2014), DGZfP, Berlin
- Eckstein, C.; Pirro, P.; Speckert, M.; Streit, A. **Determination of test scenarios for durability verification of tractors under consideration of their usage variability** *Proceedings of the 3rd Commercial Vehicle Technology Symposium (CVT 2014)*, ISBN 978-3-8440-2573-6
- Edelvik, F.; Mark, A.; Zemerli, C.; Hermanns, O. **Efficient numerical simulation of spray painting** *Proceedings of the 3rd Commercial Vehicle Technology Symposium (CVT 2014)*, ISBN 978-3-8440-2573-6
- Erlwein, C.; Müller, M. **An adaptive regime-switching regression model for hedge funds** *IMA journal of management mathematics* 25 (2014), Nr. 2, S.203-231
- Erlwein, C.; Ruckdeschel, P. **Robustification of an on-line EM algorithm for modelling asset prices within an HMM** Mamon, R.; Elliott, R.J. (eds.): *HMM in Finance. Vol 2: Further Developments and Applications*. 1-31, Springer, 2014
- Etikyala, R.; Göttlich, S.; Klar, A.; Tiwari, S.; Bellomo, N. **Particle methods for pedestrian flow models: From microscopic to nonlocal continuum models** *Mathematical models & methods in applied sciences* 24 (2014), Nr.12, Art. 2503
- Filla, R.; Obermayr, M.; Frank, B. **A study to compare trajectory generation algorithms for automatic bucket filling in wheel loaders** *Proceedings of the 3rd Commercial Vehicle Technology Symposium (CVT 2014)*, ISBN 978-3-8440-2573-6
- Fillep, S.; Orlik, J.; Bare, Z.; Steinmann, P. **Homogenization in periodically heterogeneous elastic bodies with multiple micro-contact** *Mathematics and mechanics of solids: MMS* 19 (2014), Nr.8, 1011-1021
- Foss, S.K.; Merten, D.; Ettrich, N.; Stangeland-Karlsen, E.; Mispel, J. **Amplitude-friendly angle migration with stabilized Q** *76th EAGE Conference and Exhibition, Expanded Abstracts, TUG103-03* (2014)
- Franklin, J.M.; Rassen, J.A.; Ackermann, D.; Bartels, D.B.; Schneeweiss, S. **Metrics for covariate balance in cohort studies of causal effects** *Statistics in medicine* 33 (2014), Nr.10, 1685-1699
- Fütterling, V.; Lojewski, C.; Pfreundt, F.-J. **High-Performance Delaunay Triangulation for Many-Core Computers** *Eurographics ACM SIGGRAPH Symposium on High Performance Graphics 2014*, pp. 97-104; DOI: 10.2312/hpg.20141098
- Gallrein, A.; Baecker, M.; Burger, M.; Gizatullin, A. **An advanced flexible realtime tire model and its integration into fraunhofer's driving simulator** *Warrendale, Pa.: SAE, 2014, (SAE Technical Papers, 2014-01-0861)*
- Gibali, A.; Küfer, K.-H.; Süß, P. **Successive linear programming approach for solving the non-linear split feasibility problem** *Journal of nonlinear and convex analysis* 15 (2014), Nr.2, 345-353
- Giles, M.; Nagapetyan, T.; Ritter, K. **Multi-Level Monte Carlo Approximation of Distribution Functions and Densities** *Preprint No.157, 2014, dfg-spp1324.de*
- Goldmann, C.; Klar, B.; Meintanis, S. G. **Data transformations and goodness-of-fit tests for type-II right censored samples** *Metrika* (2014), Online First, 25 S.
- Gornak, T.; Iliev, O.; Minev, P.; Zemitis, A. **A fast algorithm for 3D simulation of thermal stratification in containment pools of nuclear power plants** *Computers and mathematics with applications* 67 (2014), Nr.12, 2228-2239
- Gramsch, S.; Hietel, D. **Simulationen von Vliesstoffprozessen mit dem Fiber Dynamics Simulation Tool** *Proceedings 29. Hofer Vliesstofftage, 2014*
- Groß, T.; Trenn, S.; Wirsén, A. **Topological solvability and index characterizations for a common DAE power system mode** *Proceedings of the IEEE Multi-conference on Systems and Control (2014 MSC), Antibes (France)*
- Gueguen, L.; Velasco-Forero, S.; Soille, P. **Local mutual information for dissimilarity-based image segmentation** *Journal of mathematical imaging and vision* 48 (2014), Nr.3, 625-644
- Günster, L.; Schröder, M. **Customer-Oriented Delay Management in Public Transportation Networks Offering Navigation Services** *Helber, S. (Ed.); Selected Papers of the International Annual Conference of the German Operations Research Society (GOR), Leibniz University of Hannover (D), Sept. 5-7, 2012 Cham: Springer International Publishing, 2014, 345-350*
- Hauth, J.; Lang P.; Wirsén, A. **Robuste Zustandsschätzung komplexer Systeme** *Neunzert, H.; Prätzel-Wolters, D. (Hrsg.): Mathematik im Fraunhofer-Institut, Springer 2014, 303-366*
- Hietel, D.; Feßler, R.; Leithäuser, C. **Design of Polymer - Faster from Polymer to Fibers** *53rd Dornbirn Man-made Fibers Congress, Dornbirn/Austria (2014)*
- Hietel, D.; Gramsch, S.; Wegener, R. **Simulation von Vliesstoffprozessen für Filtermedien: Zufällige Determiniertheit oder determinierte Zufälligkeit** *12. Symposium Textile Filter, Chemnitz (2014)*
- Hoffmann, A.; Scherrer, A.; Küfer, K.-H. **Analyzing the quality robustness of chemotherapy plans with respect to model uncertainties** *Mathematical Biosciences* (2014), Online First
- Hubel, S.; Dillhöfer, A.; Rieder, H.; Spies, M.; Bamberg, J.; Götz, J.; Hessert, R.; Preikszas, C. **Ultrasonic evaluation of residual stresses in aero engine materials using bulk and Rayleigh surface waves** *Chimenti, D. E. (Ed.); American Society for Nondestructive Testing -ASNT-, Columbus/Ohio: 40th Annual Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation 2013. Vol.33A. Pt.2: Incorporating the 10th International Conference on Barkhausen Noise and Micro-magnetic Testing, Volume 33A and 33B, Baltimore, Maryland, 21-26 July 2013 Woodbury, N.Y.: AIP, 2014, 607-614 (AIP Conference Proceedings 1581)*

- Hübsch, F.; Marheineke, N.; Wegener, R.
Efficient Simulation of Random Fields for Fiber-Fluid Interactions in Isotropic Turbulence
Progress in Industrial Mathematics at ECMI 2012, Editors M. Fontes, M. Günther, N. Marheineke, Springer, 2014, 119-126
- Huisman, M. V.; Lip, G. Y. H.; Diener, H. C.; Dubner, S. J.; Halperin, J. L.; Ma, C. S.; Rothman, K. J.; Teutsch, C.; Zint, K.; Ackermann, D.; Clemens, A.; Bartels, D. B.
Design and rationale of Global Registry on Long-Term Oral Antithrombotic Treatment in Patients with Atrial Fibrillation: A global registry program on long-term oral antithrombotic treatment in patients with atrial fibrillation
American Heart Journal, 167(3) (2014), 329-334
- Iliev, D.; Kirsch, R.; Lakdawala, Z.; Zemitis, A.; Starikovicius, V.
Mathematical Modeling and Numerical Simulation of Filter Elements
Proceedings of the Conference on Fuel Filtration, Shanghai 2014, 111-120
- Iliev, O.; Kirsch, R.; Lakdawala, Z.; Rief, S.; Steiner, K.
Modellierung und Simulation von Filtrationsprozessen
Neunzert, H.; Prätzel-Wolters D.; (Hrsg.): Mathematik im Fraunhofer-Institut, Springer 2014, 176-238
- Iliev, O.; Kirsch, R.; Lakdawala, Z.; Printsypar, G.
MPFA Algorithm for Solving Stokes-Brinkman Equations on Quadrilateral Grids
Finite Volumes for Complex Applications VII-Elliptic, Parabolic and Hyperbolic Problems (2014), 647-654
- Iliev, O.; Lakdawala, Z.; Printsypar, G.
MPFA Algorithm for Solving Stokes-Brinkman Equations on Quadrilateral Grids
Springer Proceedings in Mathematics and Statistics, Finite Volumes for Complex Applications VII, FVCA7, Berlin, Germany (2014)
- Iliev, O.; Lakdawala, Z.; Printsypar, G.
On a multiscale approach for filter efficiency simulations.
Computers and mathematics with applications 67 (2014), Nr.12, 2171-2184
- Iliev, O.; Maday, Y.; Nagapetyan, T.
A two-grid infinite-volume/reduced basis scheme for the approximation of the solution of parameter dependent PDE with applications to AFFFF devices.
Kaiserslautern: Berichte des Fraunhofer ITWM, 241
- Iliev, O.; Steiner, K.; Wirjadi, O.
Berechnung
H. Neunzert, D. Prätzel-Wolters (Hrsg.): Mathematik im Fraunhofer-Institut, Springer 2014, 49-64
- Jefferies, A.; Kuhnert, J.; Aschenbrenner, L.; Giffhorn, U.
Finite Pointset Method for the Simulation of a Vehicle Traveling Through a Body of Water
M. Griebel, M.A. Schweitzer (Eds.): Meshfree Methods for Partial Differential Equations VII, Lecture Notes in Computational Science and Engineering 100, Springer Intern. Publishing Switzerland, DOI 10.1007/978-3-319-06898-5__11 (2014)
- Jena, S. K.; Mahapatra, S. K.; Sarkar, A.
Coupled magneto-buoyant convection and radiation in an inclined enclosure: An exhaustive study
International journal of numerical methods for heat & fluid flow 24 (2014), Nr.1, 237-264
- Kabel, M.; Andrä, H.; Staub, S.
Microscopic Simulation of Thermally- Induced 2nd Order Eigenstresses in AISi-Alloys
Schröder, J., D.C. Lupascu, M. A. Keip und D. Brands (Hrsg.): Proceedings of the Second Seminar on The Mechanics of Multifunctional Materials, Seiten 37–40, Mai 2014
- Kabel, M.; Böhlke, T.; Schneider, M.
Efficient fixed point and Newton-Krylov solvers for FFT-based homogenization of elasticity at large deformations
Computational Mechanics 54 (2014), 1497-1514
- Kang, S.H.; Shafei, B.; Steidl, G.
Supervised and transductive multi-class segmentation using p-Laplacians and RKHS methods
Journal of visual communication and image representation 25 (2014), Nr.5, 1136-1148
- Klauer, A.
On complex Fermi curves of two-dimensional, periodic Schrödinger operators
Journal of applied analysis: JAA 20 (2014), Nr.1, S.55-76
- Kleer, M.; Gizatullin, A.; Dreßler, K.; Müller, S.
Real-time human in the loop MBS simulation in the Fraunhofer Robot- Based Driving Simulator
Berichte des Fraunhofer ITWM, 242 und Archive of Mechanical Engineering, Band 61 Heft 2, doi 10.2478/meceng-2014-0016
- Kleer, M.; Gizatullin, A.; Pena Viña, E.; Dreßler, K.
The Fraunhofer Robot-Based Driving and Operation Simulator: A simulation platform for commercial vehicles - Current development status
Proceedings of the 3rd Commercial Vehicle Technology Symposium (CVT 2014), ISBN 978-3-8440-2573-6
- Kleinert, J.; Simeon, B.; Obermayr, M.
An inexact interior point method for the large-scale simulation of granular material
Computer methods in applied mechanics and engineering 278 (2014), 567-598
- Kleinert, J.; Simeon, B.; Obermayr, M.
An inexact interior point method for the simulation of large scale granular systems
Kaiserslautern: Berichte des Fraunhofer ITWM, 244
- Klenk, B.; Oden, L.; Fröning, H.
Analyzing put/get APIs for thread-collaborative processors
Proceedings of International Conference on Parallel Processing Workshops (ICPPW), IEEE, Minneapolis, USA, 2014, 1-8
- Korn, R.
Moderne Finanzmathematik – Theorie und praktische
- Anwendung (Band 1: Optionsbewertung und Portfolio-Optimierung)**
Springer Spektrum, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014.
- Korn, R.; Pupashenko, M.
A new variance reduction method for calculating value at risk
Applied Mathematical Finance, DOI: 10.1080/1350486X.2014.962182
- Küfer, K.-H.
Optimierungsprozesse
Neunzert, H.; Prätzel-Wolters, D. (Hrsg.): Mathematik im Fraunhofer-Institut. Springer, 2014, 85-102
- Küfer, K.-H.; Maag, V.; Schwientek, J.
Maximale Materialausbeute bei der Edelsteinverwertung
Neunzert, H.; Prätzel-Wolters, D. (Hrsg.): Mathematik im Fraunhofer-Institut. Springer, 2014, 239-301
- Kühn, M.; Machado, R.
Advanced One-Sided Communication Patterns with GPI-2: Anisotropic Diffusion Filtering of Seismic Data
inSiDE - Innovatives Supercomputing in Deutschland, vol. 12, No. 2, Autumn 2014, S.30-33
- Kuhnert, J.; Ostermann, I.
The Finite Pointset Method (FPM) and an application in soil mechanics
Pardo-Igúzquiza, E.; International Association for Mathematical Geosciences - IAMG-, Houston/Tex.: Mathematics of planet earth: Proceedings of the 15th annual conference of the Intern. Association for Mathematical Geosciences Berlin: Springer, 2014, S.815-818 (Lecture notes in earth system sciences)
- Lang, P., Franke, J.
Datenanalyse
Neunzert, H.; Prätzel-Wolters, D. (Hrsg.): Mathematik im Fraunhofer-Institut, Springer 2014, 65-84
- Lemke, T.
Poisson Series Approaches to Bayesian Monte Carlo Inference for Skewed Alpha-Stable Distributions and Stochastic Processes
Verlag Dr. Hut, ISBN 978-3-8439-1454-3

- Lemke, T.; Godsill, S.
A Poisson series approach to Bayesian Monte Carlo inference for skewed alpha-stable distributions
Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing, 8073-8077
- Leoff, J.; Ackermann, H.; Küfer, K.-H.
Time-hierarchical scheduling
Journal of scheduling (2014), Online First
- Linden, S.; Cvjetkovic, T.; Glatt, E.; Wiegmann, A.
An Integrated Approach to Compute Physical Properties of Core Samples
Proc. International Symposium of the Society of Core Analysts SCA, Avignon, France, Sept. 8 – 11, 2014
- Linden, S.; Hagen, H.; Wiegmann, A.
The LIR space partitioning system applied to cartesian grids
Floater, M.: Mathematical methods for curves and surfaces. 8th intern. conference, MMCS 2012: Oslo, Norway, June 28 - July 3, 2012; Revised selected papers Berlin: Springer, 2014, 324-340 (Lecture Notes in Computer Science 8177)
- Linden, S.; Wiegmann, A.; Hagen, H.
Efficient Prediction of Permeability based on 3d Images of Core-samples
European Association of Geoscientists and Engineers, 76th EAGE Conference and Exhibition, Amsterdam, June 16 – 19, 2014, pp. 2734-2738
- Lochegnies, D.; Bechet, F.; Siedow, N.; Moreau, P.
Radiation impact on the two-dimensional modeling of glass sheet sagging and tempering
Sundaram, S.K.; American Ceramic Society -ACerS-, Westerville/Ohio: A collection of papers presented at the 74th Conf. on Glass Problems 2013. Columbus, Ohio, Oct. 14 - 17, 2013 Hoboken/NJ: Wiley, 2014, S.109-116 (Ceramic engineering and science proceedings Vol.35, Nr.1)
- Lorenz, M.; Marheineke, N.; Wegener, R.
On Simulations of Spinning Processes with a Stationary One-dimensional Upper Convected Maxwell Model
Journal of Mathematics in Industry (2014), No. 4, Art. 2
- Lorenz, M.; Marheineke, N.; Wegener, R.
On Viscoelastic Fiber Spinning: Die Swell Effect in the 1D Uniaxial UCM Model
Progress in Industrial Mathematics at ECMI 2012, Editors M. Fontes, M. Günther, N. Marheineke, Springer, 2014, 91-98
- Losch, K.; Schladitz, K.; Ballaschk, U.; Berek, H.; Aneziris, C. G.
Interrupted in-situ compressive deformation experiments on MMC foams in an XCT: Experiments and estimation of displacement fields
Image, analysis & stereology 33 (2014), Nr.2, 131-145
- Lu, Y.; Marheineke, N.; Mohring, J.
Interpolation-based nonlinear parametric MOR for gas pipelines
Proc. Appl. Math. Mech. (PAMM) 14, Wiley (2014)
- Maringer, J.; Klar, A.; Wegener, R.
Three-Dimensional Fiber Lay-Down in an Industrial Application
Fontes, M.; Günther, M.; Marheineke, N. (eds.) Progress in Industrial Mathematics at ECMI 2012, Springer, 2014, 139-146
- Marquardt, A.; Obermayr, M.
Optimizing test rig configurations and excitations for excavator booms
Proceedings of the 3rd Commercial Vehicle Technology Symposium (CVT 2014), ISBN 978-3-8440-2573-6
- Melo, M.T.; Nickel, S.; Saldanha-Gama, F.
An efficient heuristic approach for a multi-period logistics network redesign problem
Top 22 (2014), Nr.1, 80-108
- Merkert, D.; Andrä, H.; Kabel, M.; Schneider, M.; Simeon, B.
Voxel-based fast solution of the Lippmann-Schwinger equation with smooth material interfaces
PAMM Proc. Appl. Math. Mech.14, 579-580 (2014), ISSN 1617-7061
- Mohring, J.
Parametric Reduction of FE Models with Variable Mesh Topology
Proc. Appl. Math. Mech. (PAMM) 14, Wiley (2014)
- Mosbach, D.; Hagen, H.; Godehardt, M.; Wirjadi, O.
Fast and Memory-Efficient Quantile Filter for Data in Three and Higher Dimensions
IEEE Signal Processing Society (ed.): Proceedings IEEE International Conference on Image Processing (ICIP-2014), 2928–2932
- Neusius, D.; Schmidt, S.; Klar, A.
On Boundary Approximation for Simulation of Granular Flow
Finite Volumes for Complex Applications VII-Elliptic, Parabolic and Hyperbolic Problems, 927-934
- Nowak, D.
Approximation methods for the uniform coverage problem in the spunbond process
Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2014, VII, 128 S.
- Obermayr, M.; Vrettos, C.; Eberhard, P.; Däuwel, T.
A discrete element model and its experimental validation for the prediction of draft forces in cohesive soil
Journal of Terramechanics 53 (2014), S.93-104
- Oden, L.
GPI2 for GPUs: A PGAS framework for efficient communication in hybrid clusters
Bader, M.: Parallel computing. Accelerating computational science and engineering (CSE): Proceedings of ParCo2013, International Conference on Parallel Computing; Sept., 10-13, 2013, in Garching, Germany Amsterdam: IOS Press, 2014, S.461-470 (Advances in parallel computing 25)
- Oden, L.; Fröning, H.; Pfreundt, F.-J.
Infiniband-verbs on GPU: a case study of controlling an Infiniband network device from the GPU
Proceedings of International Symposium on Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops & PhD Forum (IPDPSW), 2014, 1-8
- Oden, L.; Klenk, B.; Fröning, H.
Energy-efficient collective reduce and allreduce operations on distributed GPUs
Proceedings of Intern. Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), IEEE/ACM, Chicago, Illinois, USA, 2014, 483-492
- Oden, L.; Klenk, B.; Fröning, H.
Energy-efficient stencil computations on distributed GPUs using dynamic parallelism and GPU-controlled communication
Proceedings of 2nd International Workshop on Energy Efficient Supercomputing, New Orleans, Louisiana, USA, 2014
- Ohser, J.; Redenbach, C.; Moghiseh, A.
The PPI value of open foams and its estimation by image analysis
International Journal of Materials Research, Vol. 105, 671-678
- Orth, T.; Chichkov, N.; Schmitte, T.; Spies, M.
Ultraschall-Rohrprüfung konventionell oder mittels Phased-Arrays? Ein POD-Vergleich kann helfen
Berichtsband BB-148-CD DGZfP-Jahrestagung (2014), DGZfP, Berlin
- Orth, T.; Chichkov, N.; Schmitte, T.; Spies, M.
Ultrasonic Pipe Inspection with Conventional Transducers or Phased-Arrays? A Comparison Based on POD-Analysis Can Help
Proceedings of the XIth European Conference on CNDT 2014, October 06th -10th, 2014, Prague, Czech Republic (ISBN 978-80-214-5018-9)
- Ostermann, I.; Seidel, T.
Animation of groundwater flow with STRING
Pardo-Igúzquiza, E.; International Association for Mathematical Geosciences - IAMG-, Houston/Tex.: Mathematics of planet earth: Proceedings of the 15th annual conference of the Intern. Association for Mathematical Geosciences Berlin: Springer, 2014, 299-302 (Lecture notes in earth system sciences)

- P. Kumar
Communication optimal least squares solvers
HPCC 2014, Paris, 316-320
- P. Kumar
Multithreaded direction pre-solving preconditioners
ISPDC 2014, Marseille (F), 148-155
- Rau, S.; Schmidt, S.; Zausch, J.
Verstehen, was im Silo passiert
Digital Engineering 7-2014, 42-43
- Rauhut, M.; Spies, M.
Simulation von Oberflächendefekten mittels Raytracing zur Bestimmung der Fehlerauffindwahrscheinlichkeit
Berichtsband BB-148-CD DGZfP-Jahrestagung (2014), DGZfP, Berlin
- Redenbach, C.; Ohser, J.; Moghiseh, A.
Second-order characteristics of the edge system of random tessellations and the PPI value of foams
Methodology and Computing in Applied Probability, April 2014
- Redenbach, C.; Schladitz, K.; Vecchio, I.; Wirjadi, O.
Image analysis for microstructures based on stochastic models
GAMM-Mitt. 37, No. 2, 281-305, 2014. (DOI 10.1002/gamm.201410013)
- Rieder, H.; Dillhöfer, A.; Spies, M.; Bamberg, J.; Hess, T.
Online-Prozessüberwachung mittels Ultraschall bei der generativen Fertigung
Berichtsband BB-148-CD DGZfP-Jahrestagung (2014), DGZfP, Berlin
- Roller, M.; Betsch, P.; Gallrein, A.; Linn, J.
On the Use of Geometrically Exact Shells for Dynamic Tire Simulation
Springer Computational Methods in Applied Sciences, 2014, ISSN: 1871-3033 und in: Springer Multi-body Dynamics - Computational Methods and Applications, 2014, ISBN: 978-3-319-07259-3 (Print) 978-3-319-07260-9 (Online)
- Rotaru, T.; Rahn, M.; Pfreundt, F.-J.
MapReduce in GPI-space
- Euro-Par 2013. Parallel Processing Workshops: BigDataCloud, DIHC, FedICI, HeteroPar, HiBB, LSDVE, MHPC, OMHI, PADABS, PROPER, Resilience, ROME, and UCHPC 2013, Aachen (D), August 26-27, 2013; revised selected papers Berlin: Springer, 2014, 43-52 (Lecture Notes in Computer Science 8374)
- Roth, A.; Klar, A.; Simeon, B.; Zharovsky, E.
A semi-lagrangian method for 3D Fokker Planck equations for stochastic dynamical systems on the sphere
Journal of scientific computing 61 (2014), Nr.3, 513-532
- Ruckdeschel, P.; Kohl, M.
General Purpose Convolution Algorithm in S4 Classes by Means of FFT
Journal of Statistical Software, 59(4), 1-25 (2014)
- Ruckdeschel, P.; Spangl, B.; Pupashenko, D.
Robust Kalman tracking and smoothing with propagating and non-propagating outliers.
Statistical Papers 55(1) 93-123, (2014)
- Salzer, M.; Prill, T.; Spettl, A.; Jeulin, D.; Schladitz, K.; Schmidt, V.
Quantitative comparison of segmentation algorithms for FIB-SEM images of porous media
Journal of Microscopy (2014) doi: 10.1111/jmi.12182
- Salzig, C.; Wallat, W.; Wirsén A.
Optimale und recheneffiziente Sensorplatzierung in Kühlöfen at - Automatisierungstechnik, Vol. 62, No. 9 (2014), 642-650
- Sayer, T.
Valuation of employee stock options in the Heston model
Vanmaele, M.; Deelstra, G.; De Schepper, A.; Dhaene, J.; Schoutens, W.; Vanduffel, S.; Vyncke, D. (eds.): Actuarial and Financial Mathematics Conference, Interplay between Finance and Insurance, Brüssel, Februar 6-7, 2014. 91-96, Brüssel, 2014
- Scherrer, A.; Rüdiger, P.; Dinges, A.; Küfer, K.-H.; Schwidde, I.; Kümmel, S.
A decision support system for advanced treatment planning for breast cancer
Operations Research Proceedings 2013, Selected Papers of the Intern. Conference on Operations Research, OR2013, 405-411, Springer-Verlag, ISBN: 978-3-319-07001-8 (2014)
- Scherrer, A.; Schwidde, I.; Dinges, A.; Rüdiger, P.; Kümmel, S.; Küfer, K.-H.
Breast cancer therapy planning – a sequential decision making problem
Health Care Management Sciences (2014), Online First
- Scherrer, A.; Yaneva, F.; Grebe, T.; Küfer, K.-H.
A new mathematical approach for handling DVH criteria in IMRT planning.
Journal of global optimization (2014), Online First
- Schießl, S.; Marheineke, N.; Arne, W.; Wegener, R.
An Adaptive Moving Mesh Approach for Hyperbolic Conservation Laws on Time-dependent Domains
Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics (PAMM) 14, Wiley 2014
- Schneider, M.; Andrä, H.
The topological gradient in anisotropic elasticity with an eye towards lightweight design
Mathematical Methods in the Applied Sciences 37 (2014), Nr.11, 1624-1641
- Schneider, M.; Kabel, M.
The Lippmann-Schwinger equation in elasticity for porous media
Proceedings of the 2nd Seminar on the Mechanics of Multifunctional Materials, Seiten 79-82, Mai 2014
- Schulze, M.; Dietz, S.; Burgermeister, B.; Tuganov, A.; Lang, H.; Linn, J.; Arnold, M.
Integration of nonlinear models of flexible body deformation in multibody system dynamics
Journal of computational and nonlinear dynamics 9 (2014), Nr.1, Art.011012
- Seidel, T.; König, C.; Schäfer, M.; Ostermann, I.; Biedert, T.; Hietel, D.
Intuitive visualization of transient groundwater flow
Computers and geosciences 67 (2014), 173-179
- Seifen, S.
A mathematical model for grouped extreme values with an application in automotive engineering
Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2014, XV, 240 S. (Dissertation)
- Sliseris, J.; Andrä, H.; Kabel, M.; Dix, B.; Plinke, B.; Wirjadi, O.; Frolovs, G.
Numerical prediction of the stiffness and strength of medium density fiberboards
Mechanics of materials 79 (2014), 73-84
- Sliseris, J.; Andrä, H.; Kabel, M.; Dix, B.; Plinke, B.; Wirjadi, O.; Frolovs, G.
Numerical prediction of the stiffness and strength of medium density fiberboards
Mechanics of Materials, 2014, Vol. 79, 73-84
- Spahn, J.; Andrä, H.; Kabel, M.; Müller, R.
A multiscale approach for modeling progressive damage of composite materials using fast Fourier transforms
Computer methods in applied mechanics and engineering 268 (2014), 871-883
- Spahn, J.; Andrä, H.; Kabel, M.; Linder, C.
Multiscale modelling of progressive damage in elasto-plastic composite materials
Onate, E.; Oliver, J.; Huerta, A. (Eds): Proc. WCCM XI, ECCM V, ECFD VI. (2014), Barcelona, 12p
- Speckert, M.; Dreßler, K.;
Die virtuelle Messkampagne (VMC) – ein geo-referenziertes System für die Fahrzeugauslegung hinsichtlich Beanspruchung und Energieeffizienz
DVM Bericht 141
- Speckert, M.; Dreßler, K.; Ruf, N.; Halfmann, T.; Polanski, S.
The Virtual Measurement Campaign (VMC) concept - A methodology for geo-referenced de-

- scription and evaluation of environmental conditions for vehicle loads and energy efficiency**
Proceedings of the 3rd Commercial Vehicle Technology Symposium (CVT 2014), ISBN 978-3-8440-2573-6
- Spies, M.; Dillhöfer, A.; Rieder, H.
AVG-Diagramme für die Ultraschall-Prüfung von Leichtbaukomponenten
Berichtsband BB-148-CD DGZfP-Jahrestagung (2014), DGZfP, Berlin
- Spies, M.; Rieder, H.; Dillhöfer, A.; Bamberg, J.; Hess, T.
Online Monitoring of Additive Manufacturing Processes Using Ultrasound
Proceedings of the 11th European Conf. on CNDT 2014, October 06th-10th, 2014, Prague, Czech Republic (ISBN 978-80-214-5018-9)
- Spies, M.; Rieder, H.; Dillhöfer, A.; Rauhut, M.; Taeubner, K.; Kreier, P.
Recent progress in the NDE of cast ship propulsion components
American Institute for Physics Conference Proceedings (2014) 1581, p. 1030-1037
- Staub, S.; Kabel, M.; Andrä, H.; Hofmann, M.; Schöbel, M.
Microscopic Simulation of Thermally-Induced 2nd Order Eigenstresses in AlSi-Alloys
PAMM Proc. Appl. Math. Mech.14, 165-166 (2014), ISSN 1617-7061
- Stöbener, K.; Klein, P.; Reiser, S.; Horsch, M.; Küfer, K.-H.; Hasse, H.
Multicriteria optimization of molecular force fields by Pareto approach
Fluid phase equilibria 373 (2014), 100-108
- Stoyanov, D.; Pfreundt, F.-J.
Hybrid-parallel sparse matrix-vector multiplication and iterative linear solvers with the communication library GPI
WSEAS transactions on information science and applications 11 (2014), 160-168
- Tramecon, A.; Kuhnert, Blondel, M.; J., Mouchette, L.; Schäfer, M.
Simulations for the Verification of Safety Margins in the Nuclear Power Plant Industry: Fluid Structure Interaction with Virtual Performance solution and the Finite Pointset Method
Proceedings IMA Conference on Mathematical Modelling of Fluid Systems, Bristol (UK), September 2014 (2014)
- Wagner, A.
Residual demand modeling and applications to electricity pricing
The Energy Journal 35 (2), 45-73, (2014)
- Walter, R.; Lawrinenko, A.
A note on minimizing the normalized sum of squared workload deviations on m parallel processors
Computers & Industrial Engineering (2014), Vol. 75, 257-259
- Wegener, R.; Marheineke, N.; Hietel, D.
Virtuelle Produktion von Filamenten und Vliesstoffen
Neunzert, H.; Prätzel-Wolters, D. (Hrsg.): Mathematik im Fraunhofer-Institut, Springer, 2014, 105-165
- Werth, S.; Stöbener, K.; Klein, P.; Küfer, K.-H.; Horsch, M.; Hasse, H.
Molecular modelling and simulation of the surface tension of real quadrupolar fluids
Chemical Engineering Science (2014), Online First
- Wirjadi, O.; Godehardt, M.; Schladitz, K.; Wagner, B.; Rack, A.; Gurka, M.; Nissle, S.; Noll, A.
Characterization of Multilayer Structures in Fiber Reinforced Polymer Employing Synchrotron and Laboratory X-Ray CT
Intern. Journal of Materials Research, 2014. Vol. 105, No. 7, 645-654
- Wirjadi, O.; Rack, A.; Liebscher, A.; Meinhardt, J.; Schladitz, K.; Shafei, B.; Steidl, G.
Microstructural Analysis of a C/SiC Ceramic Based on the Segmentation of X-ray Phase Contrast Tomographic Data
International Journal of Materials Research, 2014, Vol. 105, No. 7, 702-708
- Zhang, S.; Iliev, O.; Schmidt, S.; Zausch, J.
Comparison of Two Approaches for Treatment of the Interface Conditions in FV Discretization of Pore Scale Models for Li-Ion Batteries
Finite Volumes for Complex Applications VII – Elliptic, Parabolic and Hyperbolic Problems, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics 78 (2014), 731-738
- Zhang, X.X.; Xiao, B.L.; Andrä, H.; Ma, Z.Y.
Homogenization of the average thermo-elastoplastic properties of particle reinforced metal matrix composites: The minimum representative volume element size
Composite Structures 113 (2014), 459-468
- Zhang, X.X.; Zhang, Q.; Zangmeister, T.; Xiao, B.L.; Andrä, H.; Ma, Z.Y.
A three-dimensional realistic microstructure model of particle-reinforced metal matrix composites
Modelling Simulation Mater. Sci. Eng. 22 (2014) 035010 (21p), doi: 10.1088/0965-0393/22/3/035010
- Adamczyk, Felix
Smart-Energy-Modul zum Dimmen von Halogenlampen im Unterputzformat auf Basis von 6LoWPAN
Masterarbeit, ETH Zürich
- Bach, Andreas
Lokal invariante 3D-Merkmale zur Klassifikation anatomischer Strukturen in CT-Lungendaten
Masterarbeit, Fachhochschule Lünebeck, FB Elektrotechnik und Informatik
- Backes, Anna
Merkmalsauswahl in Big Data: Parallelisierte informationstheoretische Ansätze für TCGA Daten
Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Baré Contreras, Daniel Zoufiné
Asymptotic analysis for linearized contact problems in thin beams
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Belyaev, Alexander
Testrig Optimization
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Biedinger, Christine
Numerical Methods for Parameter Estimation of Geometrically Exact Beam models
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Bludau, Bastian
Dynamic Scheduling with Queuing Methods to Control Nervousness of a Batch Scheduling System
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Buchasia, Chhitiz
Testrig optimization by block loads: Remodelling of damage as Gaussian functions and their clustering methods
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Dahnert, Sebastian
Analyse der Integrität und Authentifikation von Software Defined Networking
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Informatik

de Oliveira, Ely
A Measurement-based Process for Assessing Grid Infrastructures
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Dick, Thomas
Vergleich von Matrix Sketching-Algorithmen für Big Data-Anwendungen
Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Greilach, Michael
2D- und 3D-Kontaktdetektion von Filamenten in Spinnvliesstoffen
Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Hoffmann, Ramona
Biomechanics and optimal control simulations of the human upper extremity
Dissertation, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, FB Maschinenbau

Hübsch, Florian
Stochastic Modeling and Approximation of Turbulent Spinning Processes
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Huwig, Luisa
Microstructural Comparison of Superconductor Materials Based on Synchrotron μ CT Images
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Korz, Daniel
Projektionsverfahren in der klassischen Optimierung im Anwendungsfall der Strahlentherapieplanung
Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Kube, Kathrin
Detektion von Fehlerkandidaten auf metallischen Freiformflächen
Bachelorarbeit, Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, FB Umweltplanung/Umwelttechnik

Lemke, Tatjana
Poisson series approaches to Bayesian Monte Carlo inference for skewed alpha-stable distributions and stochastic processes

Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Linden, Sven
The LIR Space Partitioning System applied to the Stokes Equations
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Müsebeck, Johannes
Parameterschätzung für zensierte Gaußsche AR(1)-Prozesse zur Analyse von Verkehrsdaten
Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Nagapetyan, Tigran
Efficient algorithms for Asymmetric Flow Field Flow Fractionation
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Nageswaran, Ganesh
Simulation, Analysis and Control of a Multibody Full-Vehicle Virtual Test-Rig
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Maschinenbau

Nguyen T. H.
Contribution of Boolean Gröbner Bases and SAT Solvers
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Nzouankeu Nana, Giles-Arnaud
News Optimized Risk Management
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Palsson, Sara
Deflation of the Finite Pointset Method
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik und Lund University, Department Numerical Analysis

Pfirsching, Marion
Analysis and numeric of a special algorithm for the computation of a mass preserving map to determine a freeform lens
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Pisal, Vikas
Requirement engineering of pre and processing software for simulation technology
Masterarbeit, Hochschule Kaiserslautern, FB Informatik

Prill, Torben
Characterization and Modeling of Nanoporous Carbon Structures
Dissertation, Universität des Saarlandes, Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät III und Ecole nationale supérieure des Mines de Paris (Centre de Morphologie Mathématique)

Pupashenko, Daria
Robustness for Regression Models with Asymmetric Error Distributions Applied to Extreme Value Statistics
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Reichardt, Mathias
Planung und Umsetzung eines Architekturwechsels anhand der Netzwerkdienste DNS und DHCP in einer mittelgroßen IT-Umgebung
Bachelorarbeit, Hochschule Kaiserslautern, FB Angewandte Ingenieurwissenschaften

Rüdiger, Patrick
Effiziente Therapieplanung bei Brustkrebs – Datenmodell, Algorithmen und Visualisierung für ein Entscheidungsunterstützungswerkzeug
Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Sadiku, Valmir
Konzeptionierung einer roboterbasierten Versuchseinrichtung zur Kabelparametrierung
Masterarbeit, Hochschule Kaiserslautern, FB Angewandte Ingenieurwissenschaften

Schmidt, Eva Maria
Bestimmung optimaler Anlagengrößen bei hybriden PV-Systemen
Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Seidel, Tobias
Konvexitäts- und Konvergenzbeobachtungen am Beispiel des transformationsbasierten Diskretisierungsverfahrens für semi-infinite Optimierungsprobleme
Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Spahn, Johannes
An Efficient Multiscale Method for Modeling Progressive Damage in Composite Materials
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Sprau, Bernd
Multithreading und Threadmanagement zur Visualisierung georeferenzierter Daten
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Thiele, Christopher
Finite-Differenzen-Approximation der zweidimensionalen Helmholtz-Gleichung
Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Vecchio, Irene
Image based characterization and geometric modeling of 3D materials microstructures
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Wächtler, Timo
Numerical Simulation of Turbulent Dispersions in Liquid-Liquid Extraction Columns
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Westerteiger, Rolf
Virtual Reality Methods for Research in the Geosciences
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Zangmeister, Tobias
On the extended Finite Element Method for the Elasto-Plastic Deformation of Heterogeneous Materials
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik

MESSE- UND KONFERENZTEILNAHMEN

- 41st Annual Review of Progress in QNDE**
Boise (USA), Juli, Vortrag
- Arbeitstagung der IT-Manager der Fraunhofer-Gesellschaft**
Göttingen, Mai, Vortrag, Poster
- Automatica**
München, Juni
- Automotive TestingExpo 2014**
Stuttgart, Juni
- Belg. Actuarial and Financial Mathematics Conference**
Brüssel (B), Januar, Vortrag
- Beschichtungstechnik Automotive**
Stuttgart, Dezember
- 54. Bildverarbeitungsforum »Embedded Vision«**
Friedberg, März
- 55. Bildverarbeitungsforum »Praxistaugliche Bildverarbeitung: Messen, Modellieren und Lernen«**
Jena, Juli
- 56. Bildverarbeitungsforum »Bildverarbeitungssoftware: Anforderungen, Qualitätskriterien & Standardbibliotheken«**
Heidelberg, Oktober, Vortrag
- 7. Biotechtag**
Bingen, Mai, Aussteller
- Bordnetz Kongress 2014**
Landshut, September, Aussteller
- Bürger schafft Wissen**
Kaiserslautern, September, Vortrag
- CAE Meets Engineering**
Frankfurt, September, Aussteller, Vortrag
- 3rd Commercial Vehicle Technology Symposium - CVT 2014**
Kaiserslautern, März, Aussteller, Vortrag
- Composite Europe**
Düsseldorf, Oktober, Aussteller
- CompStat 2014**
Genf (CH), August
- Congresso 2014 - SAE Brasil**
Sao Paulo (BR), September, Vortrag
- 20th Conference of the International Federation of Operational Research Societies - IFORS2014**
Barcelona (E), Juli, Vortrag
- Control 2014**
Stuttgart, Mai, Aussteller
- CVC-Jahrestagung**
Mannheim, November, Aussteller
- DGZfP-Jahrestagung 2014**
Potsdam, Mai, Vortrag, Poster
- Dornbirn Man-made Fibers Congress**
Dornbirn (A), September, Vortrag
- DSC 2014 Europe**
Paris (F), September, Poster
- DVM AK: Zuverlässigkeit mechatronischer und adaptiver Systeme**
Freiburg, Februar, Vortrag
- 41. DVM-Arbeitskreis Betriebsfestigkeit**
Ingolstadt, Oktober, Aussteller, Vortrag
- EAGE 2014**
Amsterdam (NL), Juni, Aussteller, Vortrag
- EngineExpo 2014**
Stuttgart, Juni
- EURO PhD School on MCDM**
Madrid (E), Februar
- European Conference on Mathematics for Industry**
Taormina (I), Juni, Vorträge
- 11th European Conference on NDT**
Prag (CZ), Oktober, Vortrag
- Fluid Particle Separation**
Lyon (F), Oktober, Aussteller, Vortrag
- 7. Fraunhofer Vision Technologietag**
München, Oktober, Aussteller
- GAMM – 85th Annual Meeting**
Erlangen, März, Vortrag
- GAMM FA Dynamik und Regelelungstheorie**
Salzburg (A), September, Vortrag
- GeoDict User Meeting**
Kaiserslautern, Oktober, Vortrag
- 11th German Probability and Statistics Days**
Ulm, März, Vortrag
- Gesellschaft der Informatik Jahrestagung**
Stuttgart, September, Aussteller
- Hannover Messe**
Hannover, April, Aussteller
- 29. Hofer Vliesstofftage**
Hof, November, Aussteller, Vortrag
- HP-CAST 22**
Leipzig, Juni, Vortrag
- HP-CAST 23**
New Orleans (USA), November, Vortrag
- ICNAAM 2014**
Rhodes (GR), September, Vortrag
- ICORS 2014**
Halle, August, Vortrag
- INDEX14**
Genf (CH), April, Aussteller, Vortrag
- 6. Industriearbeitskreis Virtuelles Nutzfahrzeug - CVC**
Kaiserslautern, März
- 6. Innovationstag der Smart-FactoryKL**
Kaiserslautern, September
- Inter Solar Europe**
München, Juni
- 24th International Conference on Field Programmable Logic and Applications München**
München, September, Vortrag
- 2nd International Congress on 3D Materials Science (3DMS)**
Annecy (F), Juni, Vortrag, Poster
- International VDI Conference EUROTYRE 2014**
Brüssel (B), November
- Interpore**
Milwaukee (USA), Mai, Aussteller, Vortrag, Poster
- ISC – International Supercomputing Conference 2014**
Leipzig, Juni, Aussteller
- IST-Anwenderkonferenz**
Aachen, November, Vortrag
- 93. jährliches Treffen der DPG (Deutsche Physiologische Gesellschaft)**
Mainz, März, Poster
- LDIC-2014**
Bremen, Februar
- Maintain 2014**
München, Juni
- MATRIX – Mathematics Awareness, Training, Resource, & Information Exchange**
Dresden, September, Aussteller
- MEORGA**
Frankfurt a. M., März und Ludwigshafen, September
- MessTec & Sensor Masters 2014**
Stuttgart, März
- Modeling Granular Media Across Scales**
Montpellier (F), Juli, Vortrag
- ModVal 11**
Winterthur (CH), März, Vortrag
- MoLaS Technology Workshop**
Freiburg, November
- 40th MPA-Seminar**
Stuttgart, Oktober, Vortrag, Poster
- mtech**
Chemnitz, Mai, Aussteller
- OR2014**
Aachen, September, Vortrag
- PowerGen Europe 2014**
Köln, Juni
- PowTech**
Nürnberg, Oktober, Aussteller
- Präsentationstag am Lifecycle Engineering Solutions Center (LESC): Virtual Reality für Forschung und Industrie TechViz**
Karlsruhe, Oktober, Vortrag
- ProcessNet Jahrestagung 2014**
Aachen, September, Poster
- SAE International Congress**
Detroit (USA), April

SC – Supercomputing 2014
New Orleans (USA), November,
Aussteller

SEG 14
Denver (USA), Oktober, Aussteller,
Poster

**Seminar »Inspektion und Cha-
rakterisierung von Oberflächen
mit Bildverarbeitung«**
Karlsruhe, Dezember, Aussteller,
Vortrag

Sensor + Test
Nürnberg, Juni

SIMPACK User Meeting 2014
Augsburg, Oktober, Aussteller,
Vortrag

**Simulation 2014-Automotive
Circle International**
Guyancourt (F), September, Vortrag

**SIMVEC - Simulation und Erpro-
bung in der Fahrzeugentwick-
lung**
Baden-Baden, November, Ausstel-
ler, Vortrag

Stuttgarter Produktionsakademie
Stuttgart, Oktober

SURCAR
Shanghai (CHN), April, Vortrag

**29. Symposium Photovoltaische
Solarenergie**
Bad Staffelstein, März, Aussteller,
Vortrag, Poster

12. Symposium Textile Filter
Chemnitz, März, Aussteller, Vortrag

Tag der Mathematik
Kaiserslautern, Juli, Aussteller

Technologietag AUDI
Ingolstadt, November

**Thermodynamik-Kolloquium
2014**
Stuttgart, September, Poster

treffpunkt-Firmenkontaktmesse
Kaiserslautern, Mai, Aussteller

**VI-grade 2014 International
Users Conference**
Pollenzo-Bra (I), April, Aussteller,
Vortrag

Vision 2014
Stuttgart, November, Aussteller,
Vortrag, Poster

WiMa14–Firmenkontaktmesse
Ulm, November, Poster

Workshop »+compositesSAAR«
Saarbrücken, Mai, Vortrag

**Workshop »Microstructural
Characterization and Quality
Assurance«**
Saarbrücken, April, Vortrag

Workshop MSO-Tools 2014
Berlin, September, Vortrag

Asprion, Norbert; Bortz, Michael;
Burger, Jakob; Welke, Richard
**IChemE Awards 2014: Core Che-
mical Engineering Award**
Institution of Chemical Engineers
(IChemE), November

Hubel, Sebastian; Dillhöfer, Alexan-
der; Rieder, Hans; Spies, Martin
**1. Platz Posterwettbewerb der
Jahrestagung 2014 für »Bestim-
mung von oberflächennahen
Spannungszuständen in rand-
zonenverfestigten Triebwerks-
werkstoffen mittels Rayleigh-
Wellen«**
Deutsche Gesellschaft für Zerstö-
rungsfreie Prüfung (DGZfP), Mai

**CFD Workshop for the Filtration
Group**
Kaiserslautern, Mai

**3rd Commercial Vehicle Tech-
nology Symposium Kaiserslau-
tern – CVT 2014**
Kaiserslautern, März

**Deutsch-französischer Work-
shop »Mathematical Image
Analysis«**
Kaiserslautern, Oktober

**Einweihungsfeier des Erweite-
rungsbaus der Kindertagesstätte
Klammer@ffchen**
Kaiserslautern, Juli

Felix-Klein-Herbstschule 2014
Kaiserslautern, Oktober

Femtec-Exkursion
Kaiserslautern, September

**Fotoausstellung Sabine Hartert
»Im Lichte Indiens«**
Kaiserslautern, Oktober/November

**27th International Workshop
"Research in Mechanics of Com-
posites"**
Bad Herrenalb, Dezember

Nacht, die Wissen schafft
Kaiserslautern, März

**Nutzer- und Entwicklungswor-
kshop für INES-Prototypen**
Annweiler, September

**Seminar »Lastdaten – Analyse,
Bemessung und Simulation«**
Kaiserslautern, Mai

**Seminar »Statistische Metho-
den in der Betriebsfestigkeit«**
Kaiserslautern, Juli

**69. Sitzung der Fachgruppe
IT-Controlling der Gesellschaft
für Informatik**
Kaiserslautern, November

**Technologietag »Jurojin – Statis-
tik für Versuche zur Betriebsfes-
tigkeit«**
Kaiserslautern, Oktober

**Technology-Day »CDTire: Scal-
able Tire Model for Full Vehicle
Simulation«**
Kaiserslautern, November

Technology-Day »Usage Variability and Virtual Measurement Campaign®«
Kaiserslautern, November

Vortragsreihe »Blick über den Tellerrand«
Kaiserslautern

- Abele-Brehm, Andrea,
Universität Erlangen-Nürnberg
**Vom Examen zum Superjob –
Berufsverläufe von Mathematikerinnen und Mathematikern in den ersten 10 Jahren der Erwerbstätigkeit**
Januar
- Weichel, Klaus
Kaiserslautern
Arm, aber attraktiv? – Stadtentwicklung in Zeiten des Mangels
Februar
- Heieck, Jörg
Kaiserslautern
Zwischen den Welten – Kunst und Physik
März
- Lengauer, Thomas
Saarbrücken
Life Ascending – eine biologische Schöpfungsgeschichte
April
- Hirschi, Caspar
Universität St. Gallen, Schweiz
Wie organisiert man Innovation? Antworten aus der Geschichte
Juni
- Wehn, Norbert
TU Kaiserslautern
Die TU Kaiserslautern im Spannungsfeld zwischen Exzellenzinitiative, demografischem Wandel und Schuldenbremse
September
- Krattenthaler, Christian
Universität Wien
Musik und Mathematik? Persönliche Ansichten zu einer schwierigen Beziehung
Oktober
- Schlegel, Wolfgang
Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg

Mit Strahlen gegen Krebs: Was Physik und Technik zur Tumorthherapie beitragen können
November

- Reuter, Andreas
HITS gGmbH, Heidelberg
Profilbildung – Was hat das mit Bildung zu tun?
Dezember

Vortragsreihe des Arbeitskreises »Bildanalyse und Mustererkennung Kaiserslautern« (BAMEK)
Kaiserslautern, Januar - Dezember

Workshop: Fraunhofer RODOS® – Interactive Driving and Operation Simulator
Kaiserslautern, März

Al-Issawi, Jumana
Fraunhofer MEVIS, Bremen
UX & Useability
Februar

Arnold, Martin
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Numerik für Mehrkörpersysteme
Februar

Bauchau, Olivier
Hong Kong University of Science and Technology (HK)
Flexible multibody dynamics
März

Ciegis, Raimondas
Vilnius Gediminas Technical University (LT)
Numerical simulation of heat transfer in underground electrical cables
November

Diebels, Stefan
Universität des Saarlandes
Technische Mechanik
August

Dudas, Catarina
FCC, Göteborg (S)
Continuous production
Oktober

Kohl, Matthias
Hochschule Furtwangen
R-Pakete zu Robuster Statistik
Februar

Kutyniok, Gitta
TU Berlin
Compressed Sensing: Theory and Applications
Oktober

Leyendecker, Siegrid
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Applied dynamics
August

Niedziela, Maciek
University Zielona Gora (PL)
Viscoelastic materials
Februar, August

Nikitin, Sergiy
Arizona State University, Tempe (USA)
Control theory
Mai, Juni

Ospald, Felix
TU Chemnitz
Numerical simulation of injection molding using OpenFOAM and CoRheoS FLUID
März

Panasenko, Grigory
Universität St. Etienne (F)
Asymptotische Methoden in PDEs
Juli/August

Peters, Bernhard
Université du Luxembourg (L)
Die Extended Discret Element Method (XDEM) als Simulationsplattform für multiphysikalische Anwendungen
Mai

Pupashenko, Daria
Hochschule Furtwangen
Robuste Statistik
Januar-Oktober

Ritter, Klaus
TU Kaiserslautern
Quasi Monte Carlo Methods
Oktober

Sanz-Solé, Marta
Universitat de Barcelona (E)
An introduction to the European Mathematical Society
Februar

Scheichl, Robert
University of Bath (UK)
Petascale multigrid performance and beyond applications in the earth sciences
Juni

Spangl, Bernhard
BOKU Wien (A)
R-Pakete zu Robuster Statistik; Robust filtering and extreme value statistics for hydrological data
Februar, April

Struckmeier, Jens
Universität Hamburg
Particle methods in numerical mathematics
Oktober

Zhang, Siquan
Sichuan University (CHN)
Model order reduction for micro-scale lithium ion battery model
Juli

MITARBEIT IN GREMIEN, HERAUSGEBERTÄTIGKEIT

Andrä, Heiko

- Mathematical Reviews (Reviewer)

Dreßler, Klaus

- Proceedings of the 3rd Commercial Vehicle Technology Symposium (CVT 2014) (Herausgeber gemeinsam mit Berns, K.; Schindler, C.; Jörg, B.; Kalmar, R.; Zolynski, G.)

Gerwalin, Elmar

- IT-Strategiekreis der Fraunhofer-Gesellschaft
- Fachgremium IT-Geschäftsprozessunterstützung (Fraunhofer-Gesellschaft)
- Fachgruppe IT-Controlling der Ges. f. Informatik (stv. Sprecher)

Gramsch, Simone

- Wissenschaftlicher Beirat KOMMS (Kompetenzzentrum für Mathematische Modellierung in MINT-Projekten in der Schule)

Henrike Stephani

- International Conference on Pattern Recognition (ICPR, Reviewer)

Iliev, Oleg

- Past President, Member of the Executive Committee of InterPore

Korn, Ralf

- Deutsche Gesellschaft für Versicherungs- und Finanzmathematik DGVM (stv. Vorsitzender)
- Felix-Klein-Zentrum für Mathematik e.V. (Vorsitzender)
- Wissenschaftlicher Beirat DISC, TU Kaiserslautern (Mitglied)
- European Actuarial Journal (Co-Editor)
- Mathematik im Fokus (Herausgeber)

Küfer, Karl-Heinz

- Arbeitsgruppe »OR im Gesundheitswesen« der GOR (Vorsitzender)

- Mathematics of Operations Research (Reviewer)

- Medical Physics (Reviewer)

- ORSpektrum (Guest Editor)

- Zentralblatt für Mathematik (Reviewer)

- Mathematical Programming (Reviewer)

Kuhnert, Jörg

- Scientific Committee, ESI Group, Paris (F) (Reviewer)
- Geotechnik (Reviewer)
- Applied Mathematics and Computation (Reviewer)

Maasland, Mark

- Fraunhofer-Allianz Vision (Mitglied)

Neunzert, Helmut

- Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC (Vice Chairman of Advisory Board)
- ECMI-Series „Mathematics in Industry“ (Editor)
- Buch: Mathematik im Fraunhofer-Institut – Problemgetrieben – Modellbezogen – Lösungsorientiert, Springer Spektrum Verlag (Herausgeber)

Ostermann, Isabel

- International Journal on Geomathematics (Reviewer)

Prätzel-Wolters, Dieter

- Applied Mathematics Committee (AMC) of the European Mathematical Society (Member)
- European Research Centres on Mathematics, ERCOM (Member)
- Forschungszentrum Center of Mathematical and Computational Modeling CM² der Technischen Universität Kaiserslautern (Mitglied)

- Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC (Boardmember)

- GAMM-Fachausschuss Dynamik und Regelungstheorie (Mitglied)

- Kompetenzzentrum für mathematische Modellierung in MINT-Projekten in der Schule, KOMMS (Mitglied im Leitungsgremium)

- Lenkungskreis Fraunhofer-Allianz Verkehr

- Präsidium und Senat der Fraunhofer-Gesellschaft (Mitglied)

- Stiftungsrat »Fraunhofer-Zukunftsstiftung« (Mitglied)

- Wissenschaftlich-Technischer Rat und Hauptkommission der Fraunhofer-Gesellschaft (Vorsitz)

- Felix-Klein-Zentrum für Mathematik (stv. Vorsitzender)

- BMBF Strategiekomitee für mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung (KoMSO) (Mitglied)

- Buch: Mathematik im Fraunhofer-Institut – Problemgetrieben – Modellbezogen – Lösungsorientiert, Springer Spektrum Verlag (Herausgeber)

Rieder, Hans

- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V. (DGZfP, persönliches Mitglied)
- DGZfP Fachausschuss Ultraschallprüfung (Mitglied)
- DGZfP Unterausschuss ‚Phased Array‘ im Fachausschuss Ultraschallprüfung (Vorsitzender)
- VDE/VDI-Fachausschuss Nichtlineare Systeme (Mitglied)

Rösch, Ronald

- Image Processing On-Line (Editor)
- Fraunhofer-Allianz Vision (Koordinationsrat)
- Fraunhofer-Allianz Leichtbau (Mitglied)

- Heidelberger Bildverarbeitungsforum (Beirat)

- Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V. (DGM, Mitglied)

- DGM-Arbeitskreis Tomographie (Mitglied)

- DGM-Fachausschuss Strahllinien (Mitglied)

- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V. (DGZfP, Mitglied)

Ruckdeschel, Peter

- Statistics (Reviewer)
- Computational Statistics and Data Analysis (Reviewer)
- Computational Statistics (Reviewer)
- Statistical Papers (Reviewer)
- Sensors (Reviewer)
- IEEE Signal Processing Letters (Reviewer)
- Advances in Statistical Analysis (Reviewer)
- R Journal (Reviewer)
- Journal of Banking and Finance (Reviewer)

Schladitz, Katja

- Leichtbau-Cluster (Mitglied)
- International Society for Stereology (Vice-President for Europe)
- Journal of Microscopy (Reviewer)
- Image Analysis & Stereology (Editorial Board, Reviewer)
- Computers (Reviewer)
- Nanomaterials (Reviewer)
- Materials letters (Reviewer)

Schulz-Reese, Marion

- Österreichisches Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (Gutachterin)

PATENTE

- Wissenschaftlicher Beirat KOMMS (Kompetenzzentrum für Mathematische Modellierung in MINT-Projekten in der Schule)

Siedow, Norbert

- DFG (Gutachter)

Spies, Martin

- 19th World Conference on Non-Destructive Testing WCNDT 2016, München (Vice President, Scientific Committee)
- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e. V. (DGZfP, persönliches Mitglied, Beiratsmitglied)
- DGZfP Fachausschuss Ultraschallprüfung (Mitglied)
- DGZfP Fachausschuss Hochschul-lehrer (Mitglied)
- DGZfP Unterausschuss ‚Modellierung und Bildgebung‘ im Fachausschuss Ultraschallprüfung (Vorsitzender)
- DGZfP Unterausschuss ‚Ausbildung‘ im Fachausschuss Ultraschallprüfung (Mitglied)
- DGZfP Unterausschuss ‚Phased Array‘ im Fachausschuss Ultraschallprüfung (Mitglied)
- IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics & Frequency Control (Reviewer)
- Journal of the Acoustical Society of America (Reviewer)
- Journal of Computational Acoustics (Reviewer)
- Materials Evaluation (Reviewer)
- NDT&E International (Reviewer)
- Wave Motion (Reviewer)
- Ultrasonics (Reviewer)
- Acustica (Reviewer)

Vecchio, Irene

- Bernoulli Society (Student Member)

- Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V. (DGM, Mitglied)

Velasco-Forero, Santiago

- IEEE-Transactions on Image Processing (Reviewer)
- Journal of Mathematical Imaging and Vision (Reviewer)
- IEEE-Transactions on Signal Processing (Reviewer)
- IEEE-Transactions on Geoscience and Remote Sensing (Reviewer)
- IEEE-Special Topics in Remote Sensing (Reviewer)
- Pattern Recognition Letters (Reviewer)
- International Journal of Remote Sensing (Reviewer)
- Image Analysis and Stereology (Reviewer)

Wenzel, Jörg

- Mathematical Reviews (Reviewer)
- Zentralblatt der Mathematik (Gutachter)

Wirjadi, Oliver

- SPIE Optical Engineering (Reviewer)

Schröder, Michael, Küfer, Karl-Heinz; Polityko, Dmitry-David
Entwurfswerkzeug für Art und Form einer Schaltungsrealisierung
US Patent 8,645,900 B2; Veröffentlichung 2014

IMPRESSUM

Redaktion Ilka Blauth
Steffen Grützner
Marion Schulz-Reese

Gestaltung Gesa Ermel

Fotografie Gesa Ermel

Der Herausgeber bedankt sich für die Bereitstellung der entsprechenden Bilder bei:
Sabine Hartert (S. 10 rechts), BASF SE (S. 50), EWR (S. 52), MEV (S. 57), EI-QFM
(S. 59), John Deere (S. 63 rechts), FLIR Systems (S. 66 rechts), LRZ München (S. 72),
FCC Göteborg (S. 76 – 81)

Druck Kerker Druck GmbH, Kaiserslautern

Dieser Jahresbericht erscheint auch in englischer Sprache.

Copyright Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM 2015
Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Heraus-
gebers ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus in irgendeiner Form durch
Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren zu reproduzieren oder in eine für Ma-
schinen, insbesondere Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache zu über-
tragen. Dasselbe gilt für das Recht der öffentlichen Wiedergabe. Warennamen
werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt.

Adresse Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

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

Fax +49(0)631/3 1600-1099

E-Mail info@itwm.fraunhofer.de
Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erreichen Sie unter:
<familienname>@itwm.fraunhofer.de

Internet www.itwm.fraunhofer.de