



Fraunhofer
ITWM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR TECHNO- UND WIRTSCHAFTSMATHEMATIK ITWM



JAHRESBERICHT
2011/12

IMPRESSUM

© Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM 2012

Adresse Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

Telefon +49(0)6 31/3 1600-0

Fax +49(0)6 31/3 1600-1099

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

Internet www.itwm.fraunhofer.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Herausgebers ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus in irgendeiner Form durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren zu reproduzieren oder in eine für Maschinen, insbesondere Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache zu übertragen. Dasselbe gilt für das Recht der öffentlichen Wiedergabe. Warennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt.

Dieser Jahresbericht erscheint auch in englischer Sprache.

Redaktion Ilka Blauth
Steffen Grützner
Marion Schulz-Reese

Gestaltung Gesa Ermel

Fotografie Der Herausgeber bedankt sich bei allen Kooperationspartnern für die Bereitstellung der entsprechenden Bilder.
FCC Göteburg: Seiten 86, 87
iStockPhoto: Seiten 64, 66, 89
Fotos: Fraunhofer ITWM, Gesa Ermel

Druck KD Medienpark Faber GmbH, Kaiserslautern

JAHRESBERICHT
2011/12



INHALTSVERZEICHNIS

4	Vorwort	84	Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC
6	Rückblick	92	Vorträge
8	Felix-Klein-Zentrum für Mathematik	97	Lehrtätigkeit
10	Das Fraunhofer ITWM	98	Publikationen
13	Organigramm	104	Graduierungsarbeiten
14	Das Institut in Zahlen	105	Messe- und Konferenzteilnahmen
16	Kunden und Kooperationspartner	107	Ehrungen und Preise
18	Kuratorium	107	Eigene Veranstaltungen
18	Fraunhofer-Verbund Informations- und Kommunikationstechnologie	108	Gäste
19	Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick	109	Mitarbeit in Gremien, Herausgebertätigkeit
20	Transportvorgänge		
28	Strömungs- und Materialsimulation		
36	Bildverarbeitung		
44	Systemanalyse, Prognose und Regelung		
52	Optimierung		
60	Finanzmathematik		
68	Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit		
76	Competence Center High Performance Computing		

Von der positiven Entwicklung der deutschen Wirtschaft 2011 hat auch das Fraunhofer ITWM profitiert: Die Erträge sind um 9 % gewachsen und der Anteil der Wirtschaftserträge am Betriebshaushalt, das Rho Wirtschaft, lag bei 43,2 %. Fast die Hälfte der Industrieerträge entfiel dabei auf Folgeprojekte mit Altkunden; zusätzlich wurden 60 Neukunden aus ganz unterschiedlichen Branchen gewonnen. Dies zeigt deutlich die Leistungsfähigkeit, Wirtschaftsrelevanz und Aktualität der Forschungsthemen des ITWM. Die Ertragsprognosen sind optimistisch, die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind hoch motiviert für neue Herausforderungen und wir erwarten einen erneuten Wachstumsschub im Jahr 2012. Die Fertigstellung unseres Erweiterungsbaus mit neuen Büroflächen und Laboren, einer erweiterten und modernisierten IT-Infrastruktur sowie neuen Schulungsräumen schafft hervorragende Rahmenbedingungen für den weiteren Ausbau des Fraunhofer ITWM.

Mehr Aufträge, Ausbau der Geschäftsfelder und neue Herausforderungen in der Forschung bedingen Personallaufbau. 2011 wurden insgesamt 37 neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eingestellt. Dabei ist besonders erfreulich, dass fast die Hälfte der Neueinstellungen aus lokalen Ressourcen gewonnen wurde – Absolventinnen und Absolventen der TU Kaiserslautern und der eigenen Doktorandenprogramme.

Die enge Zusammenarbeit mit der TU Kaiserslautern und den Instituten der Science Alliance ist ein wesentlicher Baustein für die erfolgreiche Entwicklung des ITWM. Das Fraunhofer-Innovationscluster »Fahrzeug-Umwelt-Mensch-Interaktion«, das »Innovationszentrum für Applied System Modeling«, das »Center for Mathematical and Computational Modelling« und das »Felix-Klein-Zentrum für Mathematik« bilden wichtige Strukturkomponenten für die Zusammenarbeit mit Mathematikern, Informatikern, Naturwissenschaftlern und Ingenieuren. Ein besonderes Highlight war die Einweihung des Neubaus für das Felix-Klein-Zentrum. Der Name steht für ein gemeinsames Label, unter dem die Kaiserslauterer Mathematik nachhaltig zu einem führenden nationalen Mathematikzentrum ausgebaut werden soll. Ein Schwerpunkt des Zentrums ist die Reform des Mathe-

matikunterrichtes: Das Fraunhofer ITWM und der Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern bemühen sich schon seit vielen Jahren darum, die Mathematik für Schülerinnen und Schüler attraktiver zu machen, auch um ein größeres Studieninteresse an den MINT-Fächern hervorzurufen und die neue Rolle, die die Mathematik in Industrie und Organisation in den letzten Jahrzehnten gefunden hat, in die Schule zu tragen. Eine Aktivität bilden hierbei Mathematische Modellierungswochen, mehrtägige Veranstaltungen, in denen Gruppen von Schülerinnen und Schülern, Lehrkräfte, Lehramtsstudierende an von außen gestellten Problemen arbeiten. Eine sehr schöne Würdigung dieser Aktivitäten und Motivation, auf dem eingeschlagenen Weg weiter voranzugehen, war die Verleihung des mit 50.000 Euro dotierten Hauptpreises »Schule trifft Wissenschaft« der Robert Bosch Stiftung.

Alle Abteilungen des ITWM sind 2011 mit etablierten und neuen Kompetenz- und Geschäftsfeldern weiter gewachsen. Treiber für das besonders starke Wachstum des Competence Center für High Performance Computing waren ein starker Ausbau der Zusammenarbeit mit der Erdölindustrie im Bereich Seismic und eigene Produktentwicklungen. So hat z. B. das Fraunhofer Parallel File System FhGFS seine Position in Europa mit vielen neuen Installationen insbesondere in Hochschulrechenzentren gefestigt. Ein besonderes Highlight war die Vorstellung der interaktiven photorealistischen Visualisierung eines kompletten Pkw in Full HD-Auflösung. Die Abteilung Finanzmathematik hatte in den letzten Jahren unter den Auswirkungen der Finanzkrise zu leiden – weniger Aufträge von Banken und Versicherungen, ein angeschlagenes Renommee der Finanzmathematik und viele personelle Wechsel. Im Jahr 2011 hat sich die Abteilung konsolidiert. Neben den bisherigen Forschungsschwerpunkten wurden neue Gebiete (Bewertung exotischer Zinsderivate, Extremrisiken in der Finanzwirtschaft, Informationsverwendung) erschlossen, der Kundenkreis vergrößert und Weiterbildungsseminare sowie In-House-Schulungen u. a. für die Weltbank durchgeführt. Die Abteilung Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit hat das Fraunhofer-Innovationscluster DNT – Fahrzeug-Umwelt-Mensch-Interaktion



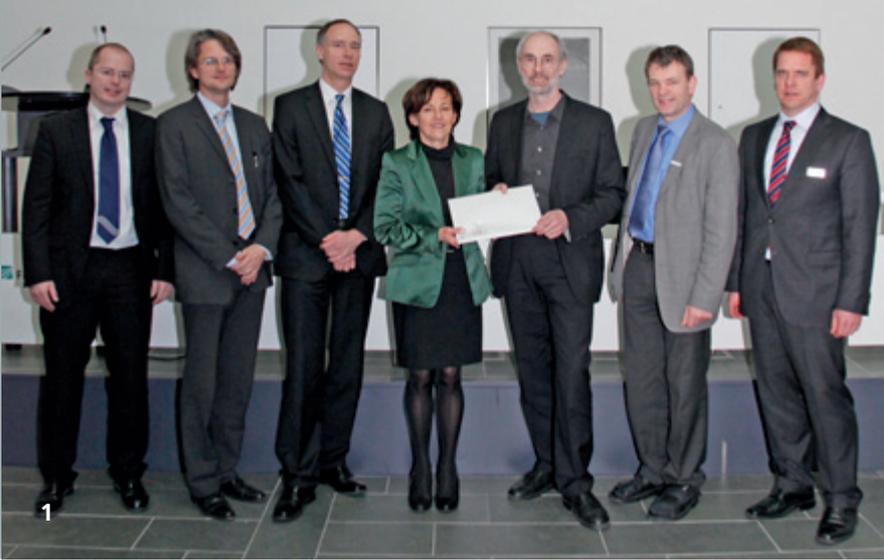
weiter ausgebaut. Die laufenden Aktivitäten mit Bosch, Daimler, John Deere, Liebherr, Schmitz Cargobull und Volvo wurden durch neue Themen wie Energieeffizienz sowie Boden- und Wechselwirkungssimulation ergänzt. Für das Projekt Virtual Measurement Campaign zur Entwicklung eines georeferenzierten Informationssystems für die Fahrzeugentwicklung wurden fünf führende Lkw-Hersteller für eine mehrjährige Zusammenarbeit gewonnen. In der Abteilung Transportvorgänge hat das auf einem gitterfreien Verfahren beruhende Simulationstool FPM (Finite Pointset Method) den Sprung von einem reinen Strömungslöser zu einem kontinuumsmechanischen Tool mit breitem Anwendungsspektrum gemacht. Im Bereich der Simulation von Filamentdynamiken in turbulenten Strömungen wurde ein Neuentwurf der Software FIDYST angegangen. Dieser wird es in Zukunft gestatten, noch komplexere Problemstellungen der Filament- und Vliesproduktion effizient zu bearbeiten. In der Abteilung Optimierung wurden bei den Firmen BASF und Siemens große, mehrjährige Aufträge zur Gestaltung interaktiver Entscheidungswerkzeuge zur multikriteriellen Optimierung des technischen Layouts chemischer Prozesse bzw. von Photovoltaik-Kraftwerken akquiriert. Zudem wurde durch den Aufbau eines Demonstrationsprozesses zur Edelsteinverwertung, gefördert durch eine strategische Investition, eine breiter angelegte Kommerzialisierung der Volumenoptimierung von Edelsteinen begonnen. In der Abteilung Strömungs- und Materialsimulation wurde eine gewisse Alleinstellung durch die Entwicklung und Bereitstellung von industriell tauglichen Multiskalen- und Multiphysics-Methoden in Form anwenderspezifischer Softwaretools erzielt. Während der einjährigen Anwesenheit des Bessel-Humboldt-Preisträgers Yalchin Efendiev wurde die langjährige Kooperation mit Texas A&M und Partnern im Netzwerk der Interpore Society durch Forschungsprojekte vertieft. In der Abteilung Systemanalyse, Prognose und Regelung eröffneten sich neben den etablierten Aktivitäten im Kraftwerksmonitoring interessante neue Perspektiven für anspruchsvolle Regelungstechniken. Die Simulierbarkeit des Naturstoffes Leder wurde ein gutes Stück vorangebracht und die CAE-Software »Analog Insydes« erweitert. Außerdem wurde im Rahmen der Aktivitäten zur Computational Biology eine Beteiligung am Spitzencluster

für Individualisierte Immunintervention erreicht. Die Abteilung Bildverarbeitung hat die Performance ihrer Bildverarbeitungssysteme für Firmen aus unterschiedlichsten Branchen weiter verbessert und die Bereiche Computertomografie und Ultraschall ausgebaut. Aus wissenschaftlicher Sicht war die Auszeichnung von Alexander Dillhöfer, Hans Rieder und Martin Spies für ihre Arbeiten zur Ultraschallprüfung an Bronzegusslegierungen erfreulich: Sie wurden mit dem Förderpreis des Deutschen Kupferinstituts für herausragende und innovative wissenschaftliche Arbeiten zum Werkstoff Kupfer geehrt.

2011 wurde in allen Instituten und der Zentralverwaltung der Fraunhofer-Gesellschaft eine Mitarbeiterbefragung durchgeführt. Die Beteiligung im ITWM lag mit 88 % sehr hoch und wir haben in vielen Kategorien hervorragende Ergebnisse erzielt. Insgesamt zeigte sich eine große Zufriedenheit der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit Arbeitsbedingungen, Führungskultur und Arbeitsklima im ITWM. Natürlich gibt es in einzelnen Aspekten auch Handlungsbedarf, der in einem intensiven Nachfolgeprozess zur MAB aufgearbeitet wird. Mein Dank gilt unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, unseren Doktorandinnen und Doktoranden, die auch 2011 wieder mit hoher Identifikation und Autonomie in einem Klima gegenseitiger Achtung und Anerkennung ihre Kompetenzen in eine Vielzahl von Projekten eingebracht und den wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Erfolg des ITWM ermöglicht haben.

Bei unseren Auftraggebern und Projektpartnern möchten wir uns für das entgegengebrachte Vertrauen bedanken und freuen uns darauf, mit Ihnen zusammen im Jahr 2012 neue Aufgaben und Herausforderungen anzugehen.

Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters
Institutsleiter



AUFTAKTVERANSTALTUNG MY POWER GRID

1 Volker Dietrich (kaco new energy GmbH), Dr. Jan Warzecha (juwi Holding AG), Rolf Bischler (TWK), Margit Conrad (Ministerin für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz), Dr. Franz-Josef Pfreundt (Fraunhofer ITWM), Dieter Schneider (Pfalzwerke AG), Holger Schuh (Saft Batterien GmbH) (von links)

Die damalige rheinland-pfälzische Umweltministerin Margit Conrad überreichte im März den Zuwendungsbescheid über 650.000 Euro für das ITWM-Projekt »myPowerGrid«, das dazu beiträgt, aus vielen diskontinuierlichen Stromerzeugungen mit erneuerbaren Energien eine verlässliche Versorgung mit Qualitätsstrom zu machen. Ziel ist es, durch die Nutzung verteilter Stromspeicher den Ausbau erneuerbarer Energien zu stimulieren und lokal agierenden Stromversorgern neue Perspektiven zu eröffnen. »myPowerGrid« konzentriert sich dabei auf die Entwicklung der Technologie und eines Businessmodells für einen verteilten batteriegestützten Stromspeicher und seine Einbindung in ein regeneratives Kombikraftwerk. Wesentlich ist dabei die doppelte Nutzung der Energiespeicher: Sie sollen den Eigenverbrauch an durch lokale PV-Anlagen erzeugten Strom erhöhen und im Verbund Strom zu Spitzenzeiten ins Netz einspeisen.

2 Mensch vs. Maschine: Vergabe der Transportaufträge beim Opti-TRANS-Spiel

ITWM BEIM WISSENSCHAFTSSOMMER IN MAINZ

»Forschung für unsere Gesundheit« war das Thema des Wissenschaftsjahres 2011 und damit auch des Wissenschaftssommers in Mainz; als einziges Fraunhofer-Institut präsentierte das ITWM im Juni im Kurfürstlichen Schloss einen Teil seiner Arbeiten aus dem Medizinbereich. Die vielen Besucherinnen und Besucher konnten erfahren, warum Mathematik gut fürs Knie ist (KneeMech), gegen Tinnitus hilft (SINFONI) oder die besten Bestrahlungspläne für Tumorkrankheiten errechnet (MIRA). Vor allem beim Spiel zu Opti-TRANS, der Software zur Optimierung von Patiententransporten im Krankenhaus, hatten die Jugendlichen Spaß – obwohl sie erkennen mussten, dass ihre händische Auftragsvergabe dem Programm fast immer unterlegen war.

FELIX-KLEIN-ZENTRUM EINGEWEIFT

Ende 2008 wurde im Zuge der »Mathematikinitiative« des Landes Rheinland-Pfalz das »Felix-Klein-Zentrum für Mathematik« gegründet – im Juli nun hat diese institutionelle Verbindung zwischen dem Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern und dem Fraunhofer ITWM auch ein konkretes Dach über dem Kopf: Der Neubau auf dem Campus, in dem fünf »Felix-Klein-Professoren« und ihre Arbeitsgruppen Platz finden, wurde nach nur einem Jahr Bauzeit eingeweiht. Die Gesamtkosten für das neue Gebäude belaufen sich auf 1,5 Mio Euro. Staatssekretär Michael Ebling bezeichnete das Zentrum als einen weiteren Beleg für die beeindruckende Erfolgsgeschichte der Industriemathematik in Kaiserslautern: »In Sachen Mathematik zählt der Wissenschaftsstandort Kaiserslautern zu den Top-Adressen in Deutschland.«



RICHTFEST AM ITWM-ERWEITERUNGSBAU

Nach neunmonatiger Bauzeit wurde im August am ITWM-Erweiterungsbau Richtfest gefeiert; bezugsfertig ist der Anbau, der das jetzige Gebäude um zwei Geschosse überragt, bereits im Mai 2012. Die Hauptnutzfläche von 2.000 m² bietet über hundert Mitarbeitern neue Arbeitsplätze und schafft Raum für zwei moderne Labore und die Erweiterung des Rechenzentrums. Der Institutsleiter Prof. Prätzel-Wolters dankte dem Land Rheinland Pfalz und der Fraunhofer-Gesellschaft für die Finanzierung und zeitnahe Bewilligung des Bauvorhabens. Die Zusammenarbeit mit dem Architektenteam von ASPLAN war vorbildlich. Schlussendlich hat auch der insgesamt milde Winter zur kurzen Bauzeit beigetragen.

3 *Der Architekt Prof. Horst Ermel mit dem Institutsleiter, dem technischen Leiter des ITWM, Klaus Linck, und dem Bauleiter Reinhard Hens auf der Hauptmagistrale des Erweiterungsbaus: Alles wird gut!*

TU-EHRENMEDAILLE FÜR PROF. NEUNZERT

Bei der akademischen Jahresfeier des Fachbereichs Mathematik im Oktober erhielt Professor Helmut Neunzert die Ehrenmedaille der TU Kaiserslautern. Vom Gründer des Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik gingen wichtige Impulse für die Entwicklung der Lauterer Hochschule aus, wozu maßgeblich der Aufbau der Fachrichtung Technomathematik gehöre, sagte Unipräsident Helmut Schmidt bei der Verleihung. Prof. Neunzert, im ITWM für internationale Angelegenheiten zuständig, ist wissenschaftlicher Leiter des Felix-Klein-Stipendienprogramms und seit 2006 Technologie-Botschafter der Stadt Kaiserslautern.

4 *Ein strahlender Ministerpräsident und ein stolzer Institutsleiter: Kurt Beck und Prof. Dieter Prätzel-Wolters bei der Ordensverleihung*

LANDESVERDIENSTORDEN FÜR DEN INSTITUTSLEITER

Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters wurde Ende November von Ministerpräsident Kurt Beck mit dem rheinland-pfälzischen Verdienstorden, der höchsten Auszeichnung des Landes, geehrt. Unter seiner Leitung habe sich das ITWM zu einer der Spitzeneinrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt und zähle weltweit zu den führenden Instituten der angewandten Mathematik, so der Ministerpräsident in seiner Laudatio. Prätzel-Wolters herausragende Stellung in der Fraunhofer-Gesellschaft mache ihn zu einem wichtigen Ratgeber für die Landesregierung, die TU und die Stadt Kaiserslautern. Besonders hervorzuheben sei sein Engagement für die Wissenschaft, das weit über das Wirkungsfeld von Kaiserslautern und Rheinland-Pfalz hinausgeht: So ist er unter anderem Mitglied im Präsidium und im Senat der Fraunhofer-Gesellschaft, Mitglied der Fraunhofer-Zukunftsstiftung und gehört zahlreichen internationalen Fachgremien an. Herausragend sei auch sein Einsatz als Mitglied des »Rates für Technologie«, der die Landesregierung in wichtigen Fragen der Forschung, Technologie und Innovation berät.



AKTIVITÄTEN DES FELIX-KLEIN-ZENTRUMS

1 Mathematische Modellierungswoche 2011 in Kaub

Preis für »Mathematische Modellierungswochen«

Das Felix-Klein-Zentrum für Mathematik und die Gesamtschulen und Gymnasien Rheinland-Pfalz haben mit ihrem Kooperationsprojekt »Mathematische Modellierungswoche« den mit 50.000 Euro dotierten Hauptpreis »Schule trifft Wissenschaft« der Robert Bosch Stiftung gewonnen. Die Auszeichnung wurde am 28. September 2011 von Bundesforschungsministerin Annette Schavan in Berlin überreicht. Das Projekt wurde aus 60 Bewerbungen ausgewählt.

Felix-Klein-Zentrum unterstützt MINT-Projekt zur Berufsorientierung

Bereits zum zweiten Mal haben die Agentur für Arbeit Kaiserslautern und das Felix-Klein-Zentrum für Mathematik ein halbjähriges Projekt zur Berufsorientierung gestartet. Seit September 2011 bearbeiten 21 interessierte Schüler aus Stadt und Landkreis Kaiserslautern in vier Arbeitsgruppen Fragestellungen aus der Praxis angewandter Mathematiker. Ziel ist die Vermittlung eines realistischen Bildes vom Beruf des Mathematikers. Zudem soll das Projekt mehr Sicherheit bei der Studienwahl geben.

Gemeinsame Sache: Junior-Ingenieur-Akademie

Mit der Junior-Ingenieur-Akademie (JIA) bot sich der »Schule für Hochbegabtenförderung« am Staatlichen Heinrich-Heine-Gymnasium in Kaiserslautern ab dem Schuljahr 2010/11 die Möglichkeit, den dreijährigen MINT-Wahlpflichtbereich für hochbegabte Schüler der gymnasialen Mittelstufe interdisziplinär zu gestalten. An der JIA, finanziell unterstützt durch die Telekom Stiftung, beteiligen sich u. a. das Felix-Klein-Zentrum und verschiedene Fachbereiche der TU Kaiserslautern. In der JIA I beschäftigen sich die Schüler aktuell mit Fragen zur Standortplanung von Windrädern, in der JIA II mit Elektromobilität. Das Modellprojekt läuft bis 2013.

Jugend-forscht-Preisträger am ITWM

Im Jahr 2010 hat die Fraunhofer-Gesellschaft bei Jugend forscht die Premiumpartnerschaft im Fachgebiet Mathematik/Informatik übernommen; sie stellt die Preise für dieses Fachgebiet auf Bundes-, Landes- und Regionalebene. Das ITWM beteiligt sich zusätzlich mit Sonderpreisen und vergibt Praktika an erfolgreiche Teilnehmer bei den Landeswettbewerben. 2010 wurden drei Plätze vergeben, 2011 hat das ITWM bereits fünf Praktikumsplätze zur Verfügung gestellt.

Förderung von Exzellenz im Studium: Felix-Klein-Stipendium

Bis Ende 2011 erhielten 20 Studierende ein Felix-Klein-Stipendium; diese werden seit 2009 an besonders begabte Studienanfänger in den Bachelorstudiengängen Mathematik (auch Lehramt) vergeben. Neben der finanziellen Unterstützung von 500 Euro pro Monat wird den Stipendiaten ein Mentor aus dem ITWM zur Seite gestellt.



DIE PROFESSOREN DES FELIX-KLEIN-ZENTRUMS

Im Felix-Klein-Zentrum für Mathematik wurden fünf neue W3-Professuren ausgeschrieben, von denen vier bereits mit international renommierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern besetzt werden konnten. Drei davon haben ihre Arbeit bereits vor Ende 2011 aufgenommen.

Bernd Simeon ist seit 2010 Professor für Differential-Algebraische Systeme und Numerische Mathematik an der TU Kaiserslautern. Er studierte Mathematik mit Informatik an der TU München. Nach der Promotion 1994 folgten Stationen an der TU Darmstadt, der Universität Karlsruhe (TH) und der Universität Ulm, ehe er 2002 eine Professur für Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen an der TU München antrat. Zu seinen Forschungsschwerpunkten zählen insbesondere die differential-algebraischen Systeme mit vielfältigen Anwendungen in den Ingenieur- und Naturwissenschaften, zudem numerische Methoden für Materialien mit Gedächtnis, Abbildungsmethodiken für höchstintegrierte Schaltkreise sowie Modellierung und Numerik für biomechanische Anwendungen. Seit 2008 beschäftigt er sich mit dem neuen Ansatz der Isogeometrischen Finiten Elemente in den EU-Projekten EXCITING und TERRIFIC.

Gabriele Steidl ist seit 2011 Professorin für Bildverarbeitung und Datenanalyse an der TU Kaiserslautern. Sie hat Mathematik an der Universität Rostock studiert, dort 1988 promoviert und 1991 habilitiert. Dazwischen war sie zu Forschungsaufenthalten in Debrecen, Warschau, Zürich und Paris. Von 1992 bis 1993 war Gabriele Steidl beim Verband Deutscher Rentenversicherungen in Frankfurt/Main tätig, anschließend als Hochschuldozentin an der TU Darmstadt und als Professorin an der Universität Mannheim. Sie beschäftigt sich mit mathematischer Bild- und Signalverarbeitung. Dabei stehen Methoden aus der harmonischen Analyse, der Approximationstheorie und der konvexen Analysis/Optimierung im Vordergrund. Typische Anwendungen sind Bildrestoration, Bestimmung von Bewegungsfeldern, Segmentierung und Datenlernen sowie Fouriertransformationen auf nichtäquidistanten Knoten in der medizinischen Bildgebung.

Klaus Ritter ist seit 2010 Professor für Computational Stochastics an der TU Kaiserslautern. Nach Studium und Promotion habilitierte er sich 1996 an der Universität Erlangen-Nürnberg, um nach Zwischenstationen an der Universität Passau und der Columbia University, New York, im Jahr 2000 einen Ruf an die TU Darmstadt anzunehmen. Computational Stochastics bezeichnet ein neues Teilgebiet der Mathematik, das sich mit der Numerik und Simulation komplexer stochastischer Modelle befasst. Darunter fallen insbesondere stochastische Differentialgleichungen, die zur Beschreibung einer zufälligen Dynamik dienen und unterschiedlichste Anwendungen, etwa in der Finanzmathematik oder bei der Beschreibung von Strömungsvorgängen, finden. Das wissenschaftliche Profil der Arbeitsgruppe wird durch Kooperationen mit namhaften Industriepartnern, u. a. aus Handel und Pharmaindustrie, ergänzt.

2 *Prof. Dr. Bernd Simeon*

3 *Prof. Dr. Gabriele Steidl*

4 *Prof. Dr. Klaus Ritter*



DAS FRAUNHOFER ITWM

Verwaltungsleiterin

Dr. Marion Schulz-Reese

T. 0631/3 1600-45 12

marion.schulz-reese@itwm.fraunhofer.de



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: Adaptronik, Energie, Grid Computing, Numerische Simulation von Produkten und Prozessen, SysWasser, Verkehr, Vision (Bildverarbeitung), Cloud Computing, autoMOBILproduktion.



ORGANIGRAMM

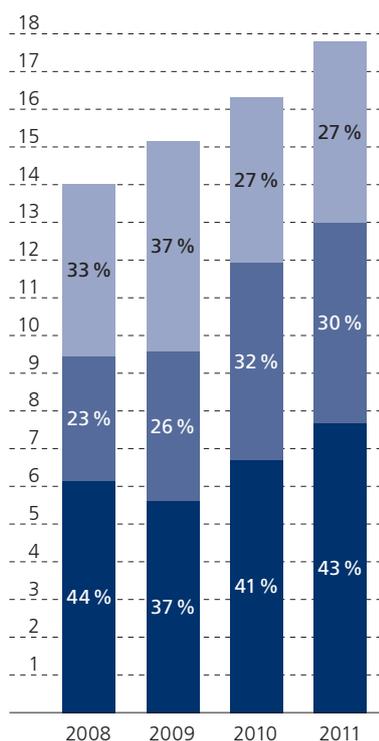
Institutsleitung	Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters	06 31/3 1600-42 01
Scientific Advisory Board	Prof. Dr. Axel Klar	06 31/3 1600-44 17
	Prof. Dr. Ralf Korn	06 31/3 1600-46 58
	Prof. Dr. Helmut Neunzert	06 31/3 1600-43 10
	Prof. Dr. Stefan Nickel	06 31/3 1600-46 42
Verwaltung	Dr. Marion Schulz-Reese	06 31/3 1600-45 12
IT	Dr. Elmar Gerwalin	06 31/3 1600-45 61
Presse und Öffentlichkeitsarbeit	Dipl.-Math. Steffen Grützner	06 31/3 1600-44 00
Competence Center High Performance Computing	Dr. Franz-Josef Pfreundt	06 31/3 1600-44 59
Transportvorgänge	Dr. Raimund Wegener	06 31/3 1600-42 31
Strömungs- und Materialsimulation	Dr. Konrad Steiner	06 31/3 1600-43 42
Bildverarbeitung	Dr. Ronald Rösch	06 31/3 1600-44 86
Systemanalyse, Prognose und Regelung	Dr. Patrick Lang	06 31/3 1600-46 39
Optimierung	Prof. Dr. Karl-Heinz Küfer	06 31/3 1600-44 91
Finanzmathematik	Prof. Dr. Ralf Korn	06 31/3 1600-46 58
Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit	Dr. Klaus Dreßler	06 31/3 1600-44 66

Martin Braun, Christian Peter, Dieter Eubell, Gabi Gramsch, Tino Labudda, Martin Vogt, Mirko Spell, Eva Schimmele, Dr. Elmar Gerwalin, Klaus Linck, Michael Mannweiler, Gesa Ermel, Ilka Blauth, Steffen Grützner, Sylvia Gerwalin

Michaela Grimberg-Mang, Markus Pfeffer, Elena Kostova, Katharina Parusel, Manuela Hoffmann, Anja Nitschky, Dr. Marion Schulz-Reese, Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters, Prof. Dr. Helmut Neunzert, Elke Münch, Brigitte Williard, Claudia Nickel, Sabine Müller, Prof. Dr. Axel Klar, Prof. Dr. Stefan Nickel

Betriebshaushalt in Mio. €

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



HAUSHALT

Es hatte sich bereits Ende 2010 angedeutet, dass das Jahr 2011 für das ITWM wieder ein sehr erfolgreiches Jahr werden wird. Bereits zu dieser Zeit bewegte sich der Auftragsbestand für 2011 im Vergleich zu den Vorjahren auf einem sehr hohen Niveau und das nicht nur im öffentlichen, sondern vor allem auch im Wirtschaftsbereich. Von der guten Konjunkturlage in der deutschen und europäischen Wirtschaft – insbesondere im Bereich des Fahrzeug- und Maschinenbaus – profitierte das ITWM auch im Jahr 2011. Die Industrieerträge stiegen gegenüber dem Vorjahr um 14,5 Prozent, sodass das ITWM das Jahr 2011 mit einem Industrieertragsanteil von 43,2 Prozent abschließen konnte. Dieser Erfolg wäre ohne den immensen Einsatz aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, insbesondere bei der Auftragsakquisition, nicht möglich gewesen.

Zu erwähnen ist, dass der Anteil der Industrieerträge von kleinen und mittelständischen Unternehmen erheblich zurückgegangen ist. Lag er noch im Vorjahr bei fast bei 50 Prozent, so kamen 2011 nur 34,4 Prozent der Wirtschaftserträge von kleinen und mittelständischen Unternehmen. Dagegen ist der Anteil der Wirtschaftserträge von ausländischen Unternehmen konstant geblieben; er lag 2011 bei 34 Prozent. Fast ebenso viele Erträge, nämlich 32 Prozent, kamen aus Unternehmen der Region. Insgesamt konnte das ITWM nicht nur auf seine »Stammkunden« zählen, sondern erhielt Aufträge von erfreulich vielen Neukunden. Gegenüber dem Vorjahr stieg der Betriebshaushalt um über 9 Prozent. Der Anteil an öffentlichen Erträgen blieb gegenüber 2010 konstant, allerdings auf hohem Niveau. Die Erträge aus internen Programmen gingen leicht zurück.

Haushaltsentwicklung*	2008	2009	2010	2011
Betriebshaushalt	14035	15170	16315	17810
Investitionshaushalt	383	894	550	2567
Gesamt	14418	16064	16865	20377

*Tausend €

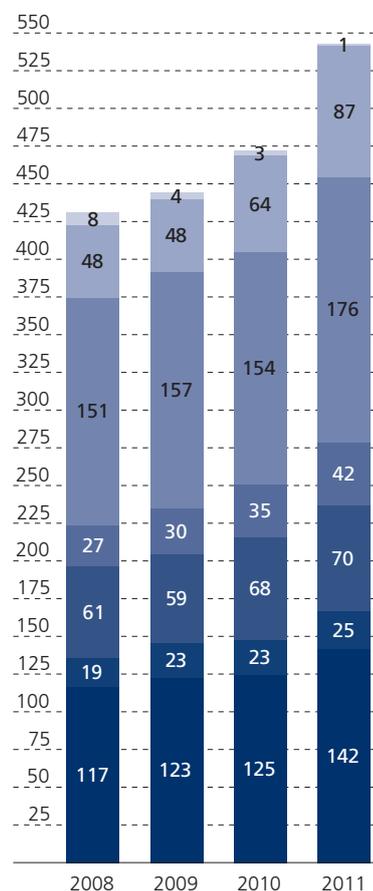
Auch für das Jahr 2012 sind die Aussichten, was Industrieaufträge und öffentliche Förderung betrifft, sehr gut und das ITWM blickt ausgesprochen optimistisch in die Zukunft. Für 2012 bedeutet dies sicherlich eine weitere, nicht unerhebliche Personalaufstockung. Angesichts der bereits überfüllten Institutsräume wurde hier die Fertigstellung des Institutsanbaus dringend herbeigesehnt.

PERSONALENTWICKLUNG

Angesichts der exzellenten Auftragslage 2011 wurden 37 neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eingestellt, davon 34 im Wissenschaftsbereich. Dem standen nur 14 Abgänge gegenüber, so dass im Personalbereich erhebliches Wachstum zu verzeichnen war. Sehr erfreulich allerdings ist, dass von den 34 Neueinstellungen im Wissenschaftsbereich insgesamt 16 wieder aus dem eigenen Nachwuchs rekrutiert werden konnten. Dies ist ein Indiz für die hervorragende Nachwuchsförderung des ITWM.

Die große Zahl an Doktoranden – 2011 waren es 70 – sichert dem ITWM nicht nur hohe wissenschaftliche Exzellenz, sondern bietet dem Institut in Zeiten des sich verstärkenden Fachkräftemangels Zugriff auf hervorragend ausgebildete Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Hier tragen die strategischen Allianzen, die mit der TU Kaiserslautern eingegangen wurden, wie die »Mathematikinitiative«, das Kaiserslauterer Innovationszentrum »Science meets Engineering« oder das »Felix-Klein-Zentrum für Mathematik« für das ITWM bereits erste Früchte. ITWM und TU versuchen unter dem Dach des Felix-Klein-Zentrums gemeinsam durch gezielte Aktivitäten im Schulbereich mehr Schülerinnen und Schüler für ein Studium der MINT-Fächer zu begeistern. Diesem Ziel dient auch ein durch die Fraunhofer-Zentrale initiiertes und gefördertes Projekt im Rahmen des Programms »Fraunhofer MINT-EC Talents«.

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



KUNDEN UND KOOPERATIONSPARTNER AUSWAHL 2011

- Abbott GmbH & Co. KG, Ludwigshafen
- Accenture CAS, Kaiserslautern
- Adam Opel AG, Rüsselsheim, Kaiserslautern
- aixprocess PartG, Aachen
- Albany International, Saint-Junien (F)
- ante-holz GmbH, Bromskirchen
- ARRI GmbH, Stephanskirchen
- Assénagon GmbH, München
- AUDI AG, Ingolstadt
- Avid Technology GmbH, Kaiserslautern
- BASF SE, Ludwigshafen
- Bayer Technologie Services , Leverkusen
- Biffar, Edenkoben
- BMW, München, Landshut
- BPW Bergische Achsen Kommanditgesellschaft, Wiehl
- BSN medical GmbH, Hamburg
- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin
- ClusterVision, Amsterdam (NL), München
- Corning GmbH, Kaiserslautern
- DAF Trucks N. V., Eindhoven (NL)
- Daimler AG, Stuttgart
- DEG Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft, Köln
- Delta Computer, Reinbek
- delta h Ingenieurgesellschaft mbH, Witten
- Det Norske Oljeselskap, Oslo (N)
- Deutsche Apotheker Bank, Düsseldorf
- Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg
- DLR, Braunschweig, Göttingen
- E.ON Anlagenservice GmbH, Gelsenkirchen
- EADS Deutschland GmbH, München
- EKF diagnostic GmbH, Barleben
- ENI Gas Transport Deutschland S.p.A, Düsseldorf
- ESI Group, Paris (F)
- Fachhochschulen: Darmstadt, Hamburg, Kaiserslautern, Westküste
- First Quality Nonwoven Inc., Hazle Township (USA)
- FLSmidth Wadgassen GmbH, Wadgassen
- GE Global Research, München
- Germanischer Lloyd SE, Hamburg
- GKD Gebrüder Kufferath Düren, Düren
- Hamberger Sanitary GmbH, Rosenheim
- Heimbach GmbH & Co. KG, Düren
- Hilite International, Nürtingen
- Hüttenwerke Krupp Mannesmann, Duisburg
- IBS Filtran, Morsbach-Lichtenberg
- Intel, München
- International Partners in Glass Research, Bülach (CH)
- ITWH GmbH, Hannover
- John Deere, Mannheim, Kaiserslautern
- Johns Manville Europe GmbH, Bobingen
- KTM-Sportmotorcycle AG, Mattighofen (A)
- Liebherr, Kirchdorf, Colmar (F)
- Lynx IT Systeme, Tübingen

- MAGMA Gießereitechnologie GmbH, Aachen
- MAN Truck & Bus Deutschland GmbH, München
- MANN+HUMMEL GmbH, Ludwigsburg
- Marathon Oil, Houston (USA)
- Massachusetts General Hospital (MGH) / Harvard Medical School, Boston (USA)
- Megware, Chemnitz
- MeVis Medical Solutions AG, Bremen
- Millipore Corporation, Billerica (USA)
- Möbelwerke Mastershausen, Mastershausen
- MTU Aero Engines GmbH, München
- NOGRID GmbH, Mainz
- Oerlikon Neumag, Neumünster, Linz (A)
- OSRAM GmbH, Augsburg
- Paul Wild OHG, Kirschweiler
- Porsche AG, Weissach
- proALPHA Software AG, Weilerbach
- Procter & Gamble, Schwalbach, Euskirchen
- Progress Rail Inspection and Information Systems, Bad Dürkheim
- R+V Versicherung AG, Wiesbaden
- Repsol, Houston (USA)
- RJL Micro & Analytic GmbH, Karlstadt-Neuthard
- Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- Rock Solid Images, Houston (USA)
- S.D.R. Biotec, Pohritzsch
- Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Duisburg
- SAR Electronic GmbH, Dingolfing
- Scania CV AB, Södertälje (S)
- Schmitz Cargobull AG, Altenberge
- Schott AG, Mainz
- Seismic City, Houston (USA)
- SIEDA GmbH, Kaiserslautern
- Siemens AG, Energy Sector, Mühlheim a. d. Ruhr, Nürnberg
- Siemens AG, Oncology Care Systems, Heidelberg
- Spring Energy, Oslo (N)
- Städtische Kliniken, Frankfurt/Höchst
- Stadtwerke Kaiserslautern, Kaiserslautern
- Statoil, Stavanger (N), Trondheim (N)
- Stryker GmbH & Co KG, Freiburg
- Teckpro AG, Kaiserslautern
- Tönsmeier Dienstleistung GmbH & Co.KG, Porta Westfalica
- Universitäten: Bordeaux (F), Dortmund, Erlangen, Freiberg, Kaiserslautern, Karlsruhe
- Vaillant, Remscheid
- Voith Paper Fabric & Roll Systems, Heidenheim
- Volkswagen AG, Wolfsburg
- Volvo CE, Göteborg (S), Konz
- Wärtsilä Netherlands, Drunen (NL)
- WestLB, Düsseldorf
- Wolfram Research, Inc., Champaign (USA)
- Woltz GmbH, Wertheim
- Wyatt Technology Europe GmbH, Dernbach
- Zaunwelt GmbH, Duhlwiesen

August Altherr, Europäisches Technologie- und Innovationszentrum John Deere

Dr.-Ing. Erwin Flender, MAGMA Gießereitechnologie GmbH

Dr. Werner Groh, Johns Manville Europe GmbH

Prof. Dr. Wolfgang Hackbusch, Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften

Johannes Heger, HegerGuss GmbH

Prof. Dr. Peter Jagers, Matematiska Vetenskaper Chalmers

Dr. Wilhelm Krüger, Blue Order AG

Prof. Dr. Volker Mehrmann, Technische Universität Berlin

Prof. Dr. Helmut Neunzert, Fraunhofer ITWM

Barbara Ofstad, Siemens AG

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

Ingo Ruhmann, Bundesministerium für Bildung und Forschung

Dr.-Ing. Jürgen Sauter, FE-DESIGN GmbH

Prof. Dr. Helmut J. Schmidt, TU Kaiserslautern

Dr. Mattias Schmidt, Procter & Gamble Service GmbH

Prof. Dr. Wolfgang Wahlster, DFKI GmbH

Dr. Achim Weber, Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland Pfalz

Dr. Christof M. Weber, Daimler AG

Kurze Innovationszyklen machen IT-Kenntnisse zu einer schnell verderblichen Ware. Der Fraunhofer-Verbund Informations- und Kommunikationstechnologie IuK bietet Unterstützung durch maßgeschneiderte Studien, Technologieberatung und Auftragsforschung für neue Produkte und Dienstleistungen. Studien untersuchen neben der Machbarkeit auch die Akzeptanz auf Seiten der Anwender. Marktanalysen und Kosten-Nutzen-Rechnungen runden die Untersuchungen ab. Der Fraunhofer-IuK-Verbund umfasst 19 Institute mit ca. 2800 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Die Geschäftsstelle in Berlin vermittelt Wirtschaft und Medien als One-Stop-Shop den passenden Kontakt. Forschungsergebnisse der Institute werden gebündelt nach Anwendungsdomänen, Branchen etc. über den Verbund kommuniziert.

Die Geschäftsfelder des IuK-Verbunds sind:

- E-Business
- E-Government
- Medizin
- Informations- und Kommunikationstechnologie
- Produktion
- Digitale Medien
- Sicherheit
- Energie und Nachhaltigkeit
- Automotive
- Finanzdienstleister

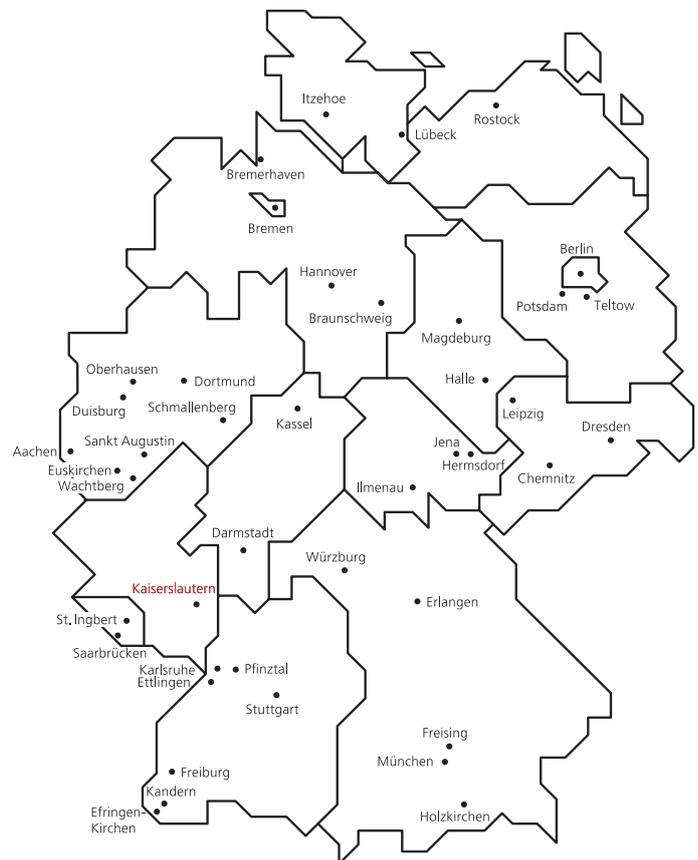
DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT AUF EINEN BLICK

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die größte Organisation für angewandte Forschung in Europa und betreibt derzeit rund 80 Forschungseinrichtungen – darunter 60 Institute – an über 40 Standorten in Deutschland. Mehr als 20 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,8 Mrd Euro. Über die Hälfte der Industrieerlöse stammt von kleinen und mittleren Unternehmen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft führt Forschungs- und Entwicklungsaufträge für Wirtschaft, Staat und öffentliche Hand durch. Die internationale Zusammenarbeit wird durch Niederlassungen in Europa, den USA und in Asien gefördert.

Felder der Fraunhofer-Forschung

- Adaptionen
- Bautechnologie
- Energie
- Informations- und Kommunikationstechnik
- Medizin, Umwelt und Gesundheit
- Mikroelektronik
- Nanotechnologie
- Oberflächentechnik und Photonik
- Produktion
- Verkehrstechnik und Logistik
- Verteidigungs- und Sicherheitsforschung
- Werkstoffe, Bauteile



Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.

Hansastraße 27 c
80686 München
www.fraunhofer.de



TRANSPORTVORGÄNGE

- FLEXIBLE STRUKTUREN
- STRÖMUNG
- GITTERFREIE METHODEN
- OPTIK, STRAHLUNG, WÄRME
- MODELLREDUKTION

Abteilungsleiter

Dr. Raimund Wegener

T. 0631/3 1600-4231

raimund.wegener@itwm.fraunhofer.de



Kernkompetenz der Abteilung Transportvorgänge ist die mathematische Modellierung komplexer industrieller Problemstellungen und die Entwicklung effizienter Algorithmen zu ihrer numerischen Lösung (Simulation). Die bearbeiteten Problemstellungen in den nachfolgend skizzierten Bereichen 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. Das Jahr 2011 verlief für die Abteilung in allen Bereichen wirtschaftlich und wissenschaftlich sehr erfolgreich.

Flexible Strukturen

Der Schwerpunkt Flexible Strukturen beschäftigt sich mit der Modellierung und numerischen Simulation beweglicher (elastischer, viskoser oder viskoelastischer) Objekte, insbesondere mit der Dynamik von Fäden in (turbulenten) Strömungen. Aus den Arbeiten der letzten Jahre ist die Software FIDYST (Fiber Dynamics Simulation Tool) entstanden. FIDYST wurde in zahlreichen Projekten zur systematischen Prozessauslegung und Prozessoptimierung im Bereich Technischer Textilien (z. B. Vlieslegung, Spinnprozesse) erfolgreich eingesetzt. FIDYST verwendet Strömungsdaten aus kommerziellen Strömungssolvern als Eingangsdaten für die Struktursimulationen. Eine vollständige Kopplung von Strukturmechanik und Strömungsdynamik ist in vielen Fällen über eine iterative Kopplung und eine geeignete Modellierung der Wechselwirkung von Strömung und Struktur möglich. Speziell für Spinnprozesse in der Vliesproduktion werden stochastische Modelle entwickelt, welche die Fadenablage auf dem Transportband beschreiben.

Strömung

Die Kompetenz dieses Schwerpunkts überdeckt die verschiedenen Bereiche der Strömungsdynamik auf Basis der Navier-Stokes-Gleichungen, d. h. die ganze Bandbreite hinsichtlich der Kennzahlen wie Reynolds- oder Machzahl sowie verschiedenartige Materialmodelle. Häufig werden auch Fluid-Struktur-Kopplungen oder die Wärmestrahlung einbezogen. Zur Lösung der Problemstellungen stehen Standardwerkzeuge wie FLUENT oder CFX zur Verfügung, die mit eigenen spezifischen Routinen erweitert und ergänzt werden. Einen Forschungsschwerpunkt bildet die optimale Geometrieauslegung für Schmelzeströmungen.



Gitterfreie Methoden

Mit der Finite Pointset Method (FPM) entwickelt die Abteilung eine eigene selbstständige Softwarebasis für Simulationsaufgaben in einem weiten Bereich strömungs- und kontinuumsmechanischer Problemstellungen. FPM ist eine Partikelmethode, also eine gitterfreie Methode, die im Gegensatz zu klassischen numerischen Verfahren wie Finite Elemente oder Finite Volumen kein Gitter und damit keine Vernetzung benötigt. Sie ist deshalb hervorragend für alle zeitabhängigen Probleme geeignet, bei denen gitterbasierte Verfahren aufgrund notwendigen Remeshings an ihre Grenzen stoßen. Beispiele sind strömungsdynamische Probleme mit freien Oberflächen, Mehrphasenströmungen, Fluid-Struktur-Interaktionen mit starker Veränderung des Rechengebiets oder strukturmechanische Probleme mit substantziellen Strukturänderungen.

Optik, Strahlung, Wärme

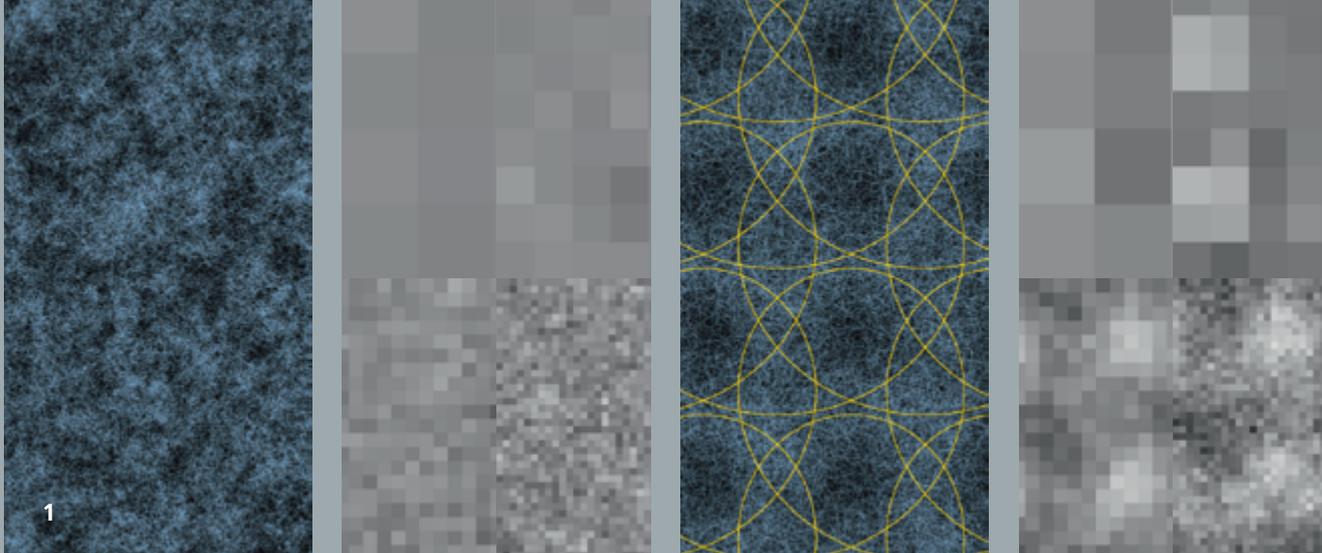
Freiformlinsen oder -reflektoren können zur gezielten Ausleuchtung von Flächen gemäß einer fixen Vorgabe benutzt werden. Da keine weiteren Elemente zum Projizieren oder Abblenden erforderlich sind, erreicht man mit Freiformoptiken eine optimale Lichtausbeute mit einer minimalen Optik. Aber wie muss die Oberfläche einer Linse oder eines Reflektors aussehen, um das Licht entsprechend zu verteilen? Die Abteilung Transportvorgänge hat dazu einen sehr schnellen, robusten Algorithmus entwickelt und darauf basierend die Software LODTa (Light Optimal Distribution Tool) implementiert, die insbesondere die Kompetenz des Schwerpunkts zur Lösung sogenannter inverser Fragestellungen demonstriert. Neben dem Optikdesign und Strahlung im sichtbaren Bereich beschäftigt sich der Schwerpunkt mit dem Strahlungstransport im infraroten Bereich, der Wärmestrahlung und mit Wärmeleitung.

Modellreduktion

Dank hochentwickelter Software und starker Rechnerleistung lassen sich heute technische Produkte und Prozesse sehr detailliert simulieren. In der Regel genügt dies dem Entwickler jedoch nicht: er möchte Varianten erproben, schnell bewerten und optimieren. Schlüsseltechnologie hierfür ist die parametrische Modellreduktion, bei der Ausgangsobjekte, z. B. große Finite-Elemente-Modelle, in parametrische reduzierte Zustandsraummodelle überführt werden. Diese können dann erheblich schneller ausgewertet werden als die Ursprungsmodelle. Mit dem hierzu neu entwickelten parametrischen Ansatz kann ein klassisches Problem der Modellreduktion überwunden werden: Für neue Designparameter muss keine neue Reduktion mehr gestartet werden. Vielmehr wird aus wenigen, einmal vorab erstellten reduzierten Modellen dasjenige für den neuen Parametersatz per Interpolation erzeugt – oft in Bruchteilen einer Sekunde.

*Dr. Daniel Burkhart,
Johannes Maringer,
Andre Schmeißer, Christian
Leithäuser, Dr. Jan Mohring,
Johannes Schnebele,
Thomas Cibis, Walter Arne,
Maria Kobert, Simon
Schröder*

*Dr. Simone Gramsch, Dr.
Dietmar Hietel, Dr. Norbert
Siedow, Dr. Jan Marburger,
Dr. Matthias Schäfer,
Dr. Raimund Wegener,
Dr. Jörg Kuhnert, Florian
Hübsch, Dr. Jevgenij
Jegorov, Dr. Jalo Liljo,
Sergey Antonov*



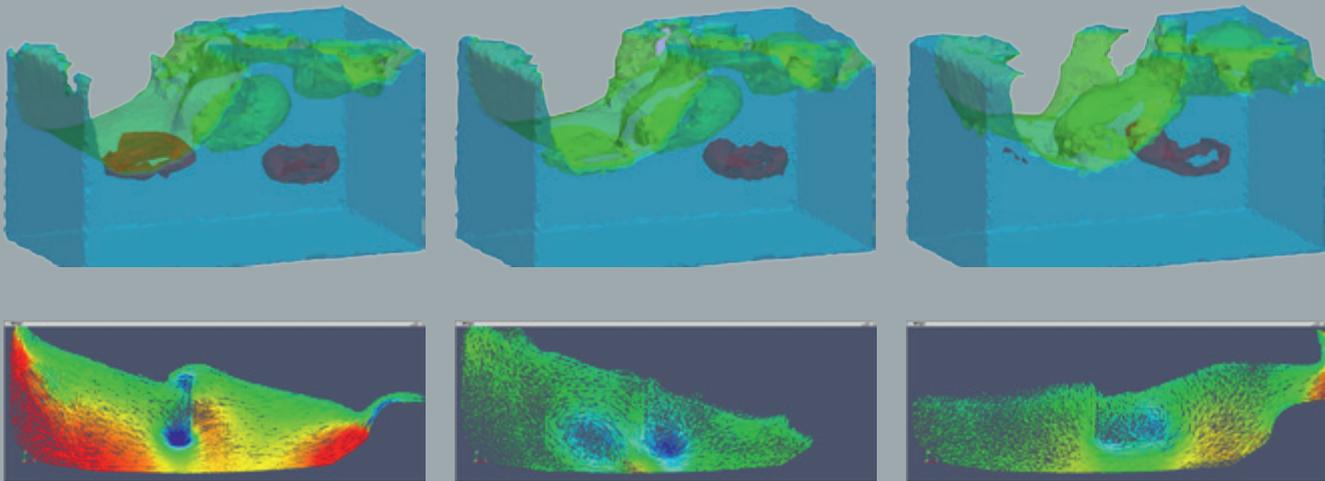
1

ABLAGEPROZESSE IN DER VLIESPRODUKTION

1 *Translatorische und rotatorische Ablage: virtuelles Vlies und Flächengewichtsverteilung*

Produktionsprozesse zur Herstellung von Vliesstoffen sind Online-Prozesse, in denen die einzelnen Prozessschritte aufeinander abgestimmt und zu einer Kette integriert sind. Die Prozesskette besteht aus den Vorgängen Schmelzen, Spinnen, Verwirbeln und Ablagen. Dabei wird die Polymerschmelze ausgehend von einem Extruder zunächst über ein Rohr auf die Spinnplatte verteilt, durch Kapillardüsen gepresst und durch aerodynamischen Verzug zu Filamenten gesponnen. Diese werden in einem Freistrahlfeld verwirbelt, abgebremst und auf ein bewegtes Band abgelegt. Durch Überlagerung tausender Filamente entsteht ein Vliesstoff mit seiner typisch ungleichmäßigen und wolkigen Struktur. Das Einsatzspektrum von Vliesstoffen ist extrem breit und reicht von Alltagsprodukten wie Babywindeln und Staubsaugerbeuteln bis hin zu Hightech-Produkten wie Batterieseparatoren oder Medizinprodukten. Die Herstellung von Vliesstoffen ist wirtschaftlich betrachtet durch hohe Rohstoffkosten bei vergleichsweise geringen Prozesskosten geprägt. Unter dem Aspekt der Produktqualität sind dabei schwankende Eigenschaften infolge der stochastischen Einflüsse im Produktionsprozess problematisch.

Das Simulationstool FIDYST (Fiber Dynamics Simulation Tool) zur Simulation der Filamentdynamik in turbulenten Strömungen gestattet in aufwändigen Simulationsläufen die Berechnung der vollen Dynamik einzelner Filamente im Prozess und damit die Voraussage ihres Ablagebildes. Die Generierung eines virtuellen Vliesstoffes mit den sich daraus eröffnenden Möglichkeiten zur Bewertung und Optimierung der verfahrenstechnischen Prozesse und der resultierenden Produkte erfordert aber die effiziente Simulation tausender Filamente. Dies ist mit FIDYST nicht ohne weiteres möglich. Daher wurde am ITWM eine Klasse von Ersatzmodellen stochastischer Differentialgleichungen eingeführt, die mithilfe dynamischer FIDYST-Simulationen einzelner repräsentativer Filamente parametrisiert werden. Diese Ersatzmodelle sind in einer benutzerfreundlichen Software implementiert und erlauben ohne nennenswerte eigene Simulationszeit die Abbildung unterschiedlicher Produktionsverfahren (translatorisch, changierend, rotatorisch). In der Kombination von FIDYST und einem Ersatzmodell kann das gesamte Vlies virtuell generiert und bezüglich seiner Qualität beurteilt werden. Dies gestattet letztlich die systematische Optimierung des zugrunde liegenden Produktionsprozesses.



SCHWAPPVORGÄNGE IN TANKANLAGEN

Das Schwappen des Kraftstoffs im Tank eines Fahrzeugs/Flugzeugs/Schiffes ist ein Vorgang, der sich aus der Fahr- bzw. Flugdynamik ergibt. Er ist nicht gewollt und bringt Nebenerscheinungen wie beispielsweise extreme Geräuscentwicklungen mit sich. Vor allem aber das plötzliche Umverteilen des Kraftstoffs innerhalb einzelner Tankkammern kann zu Extremsituationen führen: einige Unfälle von Tanklastern bzw. Tankschiffen lassen sich auf Schwappvorgänge zurückführen, beim Pkw kann Schwappen zu einer eingeschränkten Befüllbarkeit des Tanks führen. Physikalisch betrachtet handelt es sich hier um einen Strömungsvorgang mit dynamischer freier Oberfläche. Einen erheblichen Einfluss haben rollende und sich überschlagende Wellen. Diese bilden in der Regel Lufteinschlüsse, die die Strömungsdynamik wesentlich beeinflussen. Um einen Schwappvorgang numerisch abbilden zu können, benötigt man ein Tool, das in der Lage ist, frei bewegliche Oberflächen sehr gut zu beschreiben und dabei auch das Phänomen der Blasen- und Lufteinschlüsse zu berücksichtigen.

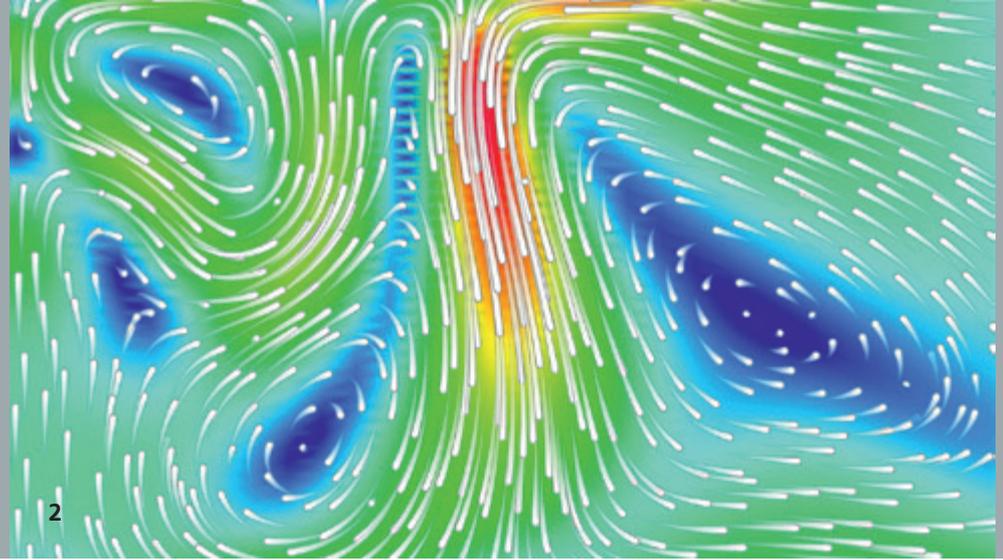
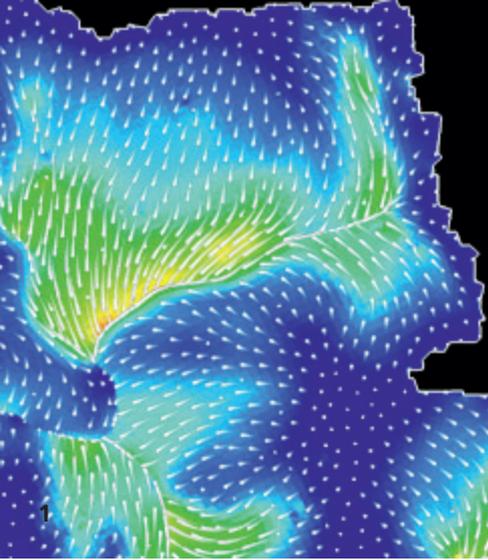
Mit der gitterfreien Finite Pointset Methode (FPM) hat das ITWM in den letzten zehn Jahren bereits ein solches Tool geschaffen. Das strömende Fluid wird durch eine numerische Partikelwolke dargestellt, die nicht vernetzt ist. Die Partikel tragen alle die für den Prozess relevanten Informationen und bewegen sich mit der Strömungsgeschwindigkeit. Damit ist die Partikelwolke selbst-adaptiv hinsichtlich dynamischer Änderungen der Geometrie, insbesondere beschreibt sie fast ideal das zeitliche Verhalten der freien Oberfläche.

Im Jahr 2011 gab es eine Fortsetzung der langjährigen Kooperation zwischen dem ITWM und der Volkswagen AG im Bereich Simulation der Kraftstoffströmung in Tankeinheiten auf Basis der FPM, die sich vor allem auf Schwappvorgänge fokussierte. Im Mittelpunkt stand das Modellieren der Blasen- und Lufteinschlüsse. Diese können z. B. durch das Einbinden der Luft als zweite Phase simuliert werden. Wesentlich effizienter ist aber der in diesem Projekt entwickelte Blasen-Algorithmus: Es wird auf die zweite Phase verzichtet und nur die Kraftstoffphase numerisch dargestellt. Die Partikelwolke wird nach in sich geschlossenen Abschnitten der freien Oberfläche abgesucht, die damit gleichzeitig als Ränder eingekapselter Luft zu betrachten sind. Über die Randpunkte lässt sich der Volumeninhalt der Blasen- und Lufteinschlüsse und damit deren momentaner Innendruck bestimmen. Der Blaseninnendruck kann letztlich als Randbedingung der freien Oberfläche vorgegeben werden.

Diese Methode wurde bereits erfolgreich bei VW an einer realen Tankgeometrie validiert. Das Ziel beim Projektpartner ist, mithilfe der FPM schon im Konstruktionsprozess Erkenntnisse über Geräuscentwicklungen und die Effizienz von Anti-Schwapp-Maßnahmen zu gewinnen.

1 *Detektion von Blasen bzw. Lufteinschlüssen während des Schwappens*

2 *Schwappen in einer realen Tankgeometrie*



VISUALISIERUNG INSTATIONÄRER VEKTORFELDER MIT STRING

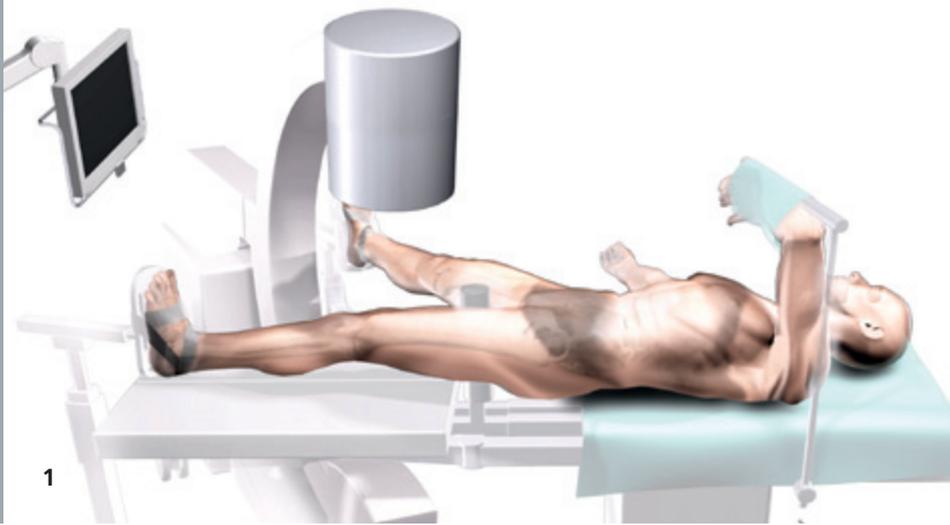
1 *Visualisierung einer Grundwasserströmung rund um Flüsse*

2 *Visualisierung des »Elder«-Problems: Transport von gelösten Stoffen in Anlehnung an die Wärmekonvektion*

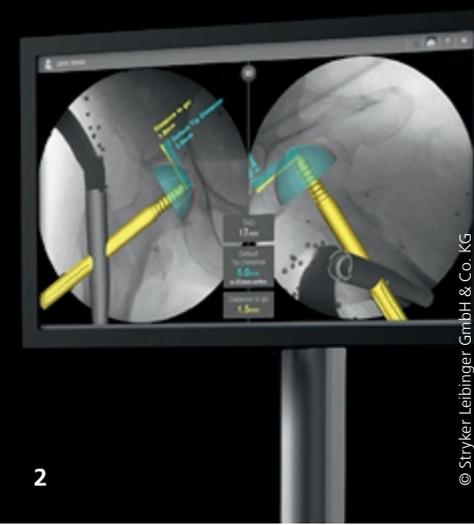
Beim Verständnis von physikalischen Prozessen wird heute immer öfter auf numerische Simulationen gesetzt. Um die dabei entstehenden Ergebnisse sinnvoll interpretieren zu können, ist man im Allgemeinen auf eine gute Visualisierung angewiesen. Bei skalaren Größen wie Dichte und Druck funktionieren die klassischen Verfahren sehr gut. Bei der Darstellung von Vektorfeldern besteht allerdings noch ein großes Potenzial. Insbesondere mit instationären Daten sind klassische Methoden oft überfordert. Um die Übersichtlichkeit zu wahren, wird daher oft auf einzelne Aspekte der Vektordaten verzichtet. Mal werden nur die Beträge der Vektoren visualisiert, während andere Methoden voll auf die Richtungsinformationen des Vektorfeldes setzen, dabei aber kein Gefühl für die Absolutbeträge liefern. Wenige Methoden sind in der Lage, beide Informationen zu kombinieren und diese führen dann im Allgemeinen zu Darstellungen, die nur noch von wenigen Experten mit ausreichend Hintergrundwissen zu dem behandelten Problem interpretiert werden können.

Gerade diese einfache Interpretierbarkeit komplexer Strömungen durch anschauliche Visualisierungen ist deshalb das Ziel der Zusammenarbeit mit der delta h Ingenieurgesellschaft: In diesem gemeinsamen Projekt wird die Software STRING entwickelt. Die delta h Ingenieurgesellschaft ist vor allem im Bereich der Simulation von Grundwasserströmungen tätig; dort entstehen regelmäßig große, instationäre Datensätze. Insbesondere der Visualisierung von Geschwindigkeitsverteilungen kommt dabei eine große Bedeutung zu, da so wichtige Zusammenhänge im Verlauf einer Grundwasserströmung oft erst verdeutlicht werden können.

Die in STRING eingesetzte Visualisierungsmethode vereint die Vorteile verschiedener klassischer Verfahren. Die Darstellungen von STRING werden als Videos abgespeichert. Das verstärkt die Möglichkeiten im Umgang mit zeitabhängigen Daten. Die Dynamik eines instationären Vektorfeldes wird durch sich mit dem Feld bewegende Partikel abgebildet. Diese Partikel bilden den Kern der Darstellungsmethode. Um zusätzlich den zeitlichen Verlauf der Strömung noch besser abbilden zu können, wird zu jedem dieser Partikel ein Teil seiner Bewegungshistorie in Form eines Schweifes gezeichnet. Mittels der zeitlichen Bewegung der Partikel sowie über die Länge der Schweife erhält man einen klaren Eindruck über den Verlauf und die zeitliche Entwicklung des Vektorfeldes. Da alle relevanten Informationen über das instationäre Vektorfeld schon in der geometrischen Darstellung abgebildet sind, lassen sich über eine geschickte Farbgebung weitere Attribute wie zum Beispiel Druck und Dichte oder aber Topographien einbeziehen.



© Stryker Leibinger GmbH & Co. KG



© Stryker Leibinger GmbH & Co. KG

3D-REKONSTRUKTION BEI HÜFTFRAKTUR

Die Stryker Corporation ist einer der größten Hersteller von Medizintechnik weltweit und eines der führenden Unternehmen im Bereich orthopädischer Produkte. Die Markteinführung eines von Stryker Navigation in Freiburg entwickelten Computer Assisted Surgery Systems zur minimalinvasiven Behandlung von Hüftfrakturen Ende 2011 krönte nun eine vierjährige Phase, in der das ITWM immer wieder wesentliche Unterstützung im Bereich Parameteridentifikation leisten durfte.

Bei einer Hüftfraktur wird ein Nagel in den Schaft des Oberschenkelknochens eingeführt und mit einer Schraube durch den Oberschenkelhals fixiert. Für maximale biomechanische Stabilität ist es wichtig, dass die Schraube möglichst weit in den Gelenkkopf eindringt. Andererseits darf die Schraubenspitze unter keinen Umständen die Knochenhaut durchstoßen, um die Beweglichkeit des Kugelgelenks nicht zu gefährden. Da die Operation minimalinvasiv durchgeführt wird, kann der Operateur die relative Lage von Schrauben und Knochen nicht selbst in Augenschein nehmen, sondern muss sie bildgebenden Verfahren entnehmen. Hier hat Stryker Navigation in den vergangenen Jahren eine richtungsweisende Lösung entwickelt, die einerseits präzises Arbeiten ermöglicht, andererseits aber nur geringe Änderungen am bisherigen Arbeitsablauf erfordert und mit zwei Röntgenaufnahmen auskommt, die sich mit einem gewöhnlichen C-Bogen erstellen lassen. Dabei wird dem Nagel, der als Schraubenführung dient, ein Referenzkörper angeheftet, dessen Kügelchen sich in den 2D-Röntgenaufnahmen gut abheben. Dies ermöglicht eine 3D-Rekonstruktion der erwarteten Schraubenachse. Unter Ausnutzung der Kugelgestalt des Hüftkopfes lässt sich auch dessen Kontur extrahieren, seine räumliche Lage rekonstruieren und schließlich der Durchstoßpunkt der Schraube vorhersagen.

Dieses zunächst gradlinig erscheinende Konzept birgt in der Praxis eine Vielzahl von Herausforderungen: die Kügelchen des Referenzkörpers können teilweise verdeckt oder ihre scheinbaren Mittelpunkte durch optische Effekte verschoben sein. Auch die Zuordnung ist zunächst unklar. Schließlich treten bei der automatischen oder manuellen Hüftkopffextraktion Verwechslungen mit der Gelenkpfanne auf oder es kommt zwischen den Aufnahmen zu Verschiebungen. In diesen Fällen darf dem Operateur keine 3D-Rekonstruktion geboten werden. Für all diese Problemfelder konnte das ITWM durch Kombination von Methoden aus den Bereichen nichtlineare Parameteridentifikation, inverse Probleme, Approximationstheorie, projektive Geometrie, Statistik oder Kombinatorik innovative Lösungen beisteuern, die direkten Eingang in den algorithmischen Kern der Betriebssoftware gefunden haben.

1 Röntgenaufnahme eines Patienten im C-Bogen

2 3D-Rekonstruktion von Hüftkopf und Schraube aus zwei Röntgenaufnahmen per C-Bogen



STRÖMUNGS- UND MATERIALSIMULATION

- MIKROSTRUKTURSIMULATION UND VIRTUELLES MATERIALDESIGN
- HYDRODYNAMIK UND CFD
- KOMPLEXE FLUIDE
- FESTKÖRPERMECHANIK

Abteilungsleiter

Dr. Konrad Steiner

T. 0631/3 1600-4342

konrad.steiner@itwm.fraunhofer.de



Bei der Produkt- und Prozessauslegung ist in vielen Anwendungen das Verständnis und die Berücksichtigung von lokalen Struktur-Eigenschaftsbeziehungen der zugrunde liegenden Fluide und Materialien entscheidend. Die Abteilung Strömungs- und Materialsimulation beschäftigt sich mit der Multiskalenmodellierung und Entwicklung effizienter und robuster Simulationsmethoden und Softwaretools für ein in die Produktentwicklung integriertes virtuelles Materialdesign. Die Modellierung und Simulation der Herstellungsprozesse der komplexen Verbund- bzw. Hybridmaterialien wird dabei zusätzlich in den virtuellen Auslegungsprozess mit einbezogen. Die Alleinstellung der Abteilung ist gekennzeichnet durch die Entwicklung, Bereitstellung und spezifische Anwendung von industriell tauglichen Multiskalen- und Multiphysics-Methoden. Die Abteilung war erneut wirtschaftlich und wissenschaftlich sehr erfolgreich, insbesondere da auch das Personal gehalten und gezielt verstärkt werden konnte. Viele Industriepartner haben die Arbeiten mit uns fortgeführt und vielversprechende neue Kundenkontakte konnten aufgebaut werden. Mit der einjährigen Anwesenheit von Prof. Yalchin Efendiev als Bessel-Humboldt-Preisträger wurde die Zusammenarbeit mit Texas A&M, aber auch viele bestehende wissenschaftliche Kooperationen und Projekte, u. a. im Netzwerk der Interpore Society, intensiviert.

Mikrostruktursimulation und virtuelles Materialdesign

Die Software GeoDict enthält mittlerweile vielfältige Möglichkeiten für ein computergestütztes Materialdesign. Alle wesentlichen heterogenen Materialstrukturen lassen sich sehr einfach realitätsgetreu generieren und miteinander kombinieren. Struktureigenschaftsbeziehungen von offenporigen Materialien und von Verbund- oder Hybridmaterialien können mit verschiedenen Modulen standardisiert schnell und effizient berechnet werden. Neben den breiten materialwissenschaftlichen Anwendungen (Textilien, Papiere, Keramiken, Composite u. v. m.) werden vermehrt Berechnungen auf Tomographiedaten, insbesondere bei geophysikalische Fragestellungen (siehe Seite 35) durchgeführt. Aufgrund der vielfältigen und weltweiten Nutzung von GeoDict haben wir den Vertrieb, das Marketing und den Kundensupport von GeoDict Ende 2011 der ITWM-Ausgründung Math2Market übertragen, die personell und inhaltlich eng mit der Abteilung verbunden bleibt.

Hydrodynamik und CFD-Methoden

Die Weiterentwicklungen unserer Filterauslegungssoftware SuFiS wurden durch eine langfristige Vereinbarung mit IBS Filtran verstetigt. Darüber hinaus ist OptPleat eine spezifische Software zur gezielten Auslegung gefalteter Filter, die auf unserer Entwicklungsplattform FiltEST (Filter Element Simulation Toolbox) entwickelt wurde. Die korrekte Vorhersage lokaler und oft geringerer Partikelkonzentrationen in Strömungen ist sowohl bei der Filtration von Schmutzpartikeln als auch bei der Auslegung von Partikeltrennsystemen auf Basis der Feldflussfraktionierung (AFF) (AFF)



numerisch herausfordernd. Unsere etablierte Software RisoSim zur quantitativen Überflutungsbewertung von Entwässerungssystemen wurde über die jetzt vorliegende Kopplung zu Hystem/Extran des Instituts für technisch-wissenschaftliche Hydrologie ITWH einer breiten Verwertung zugänglich gemacht. Mit CoPool wurde für die Gesellschaft für Reaktorsicherheit eine Simulationsmöglichkeit geschaffen, um Überflutungsstörfälle in Kernreaktoren schnell und valide bewerten zu können.

Komplexe Fluide

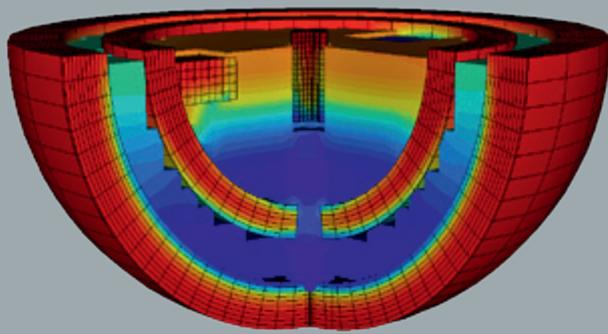
Die Simulation von Stoffgemischen, Granulaten, Faser- oder Partikelsuspensionen bis hin zum Übergang zum Festkörperverhalten kann durch geeignete Modellierung der hochdynamischen Strukturwechselwirkungen zwischen den Fluiden und Partikeln und adäquate numerische Verfahren im Rahmen der Kontinuumsmechanik realisiert werden. Gemeinsam handelt es sich um dichte Suspensionsströmungen, bei denen neben der komplexen Rheologie weitere physikalische Effekte (elektrische Felder, chemische Reaktionen) mit zu behandeln sind. In unserer Softwareplattform CoRheoS sind solche multiphysikalischen Phänomene einfach kombinierbar und erweiterbar. Das Transportieren und Mischen von Pulvern und Granulaten (CoRheoGrain), pulvertechnische Spritzgussverfahren (CoRheoPol) und die Herstellungsprozesse und das Produktverhalten leistungsfähiger Batteriekomponenten (BEST) sind aktuelle Anwendungen. Die Vorhersage der lokalen Faserorientierung bei der Produktion faserverstärkter Bauteile ist mit CoRheoFiber für verschiedene Matrixwerkstoffe, u. a. Beton, möglich.

Festkörpermechanik

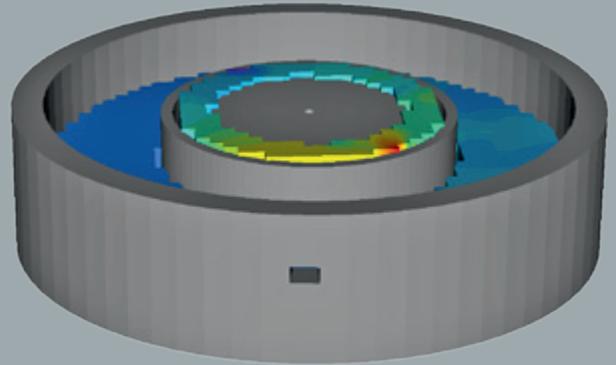
Den Schwerpunkt der Arbeiten bildet die thermomechanische und akustische Auslegung von komplexen Verbundstrukturen und poröser Medien in ihrem spezifischen Einsatzverhalten. Die effiziente Behandlung der Multiskalenmodelle basiert auf robusten, adaptiven 3D-Gittergenerierungsalgorithmen für große Volumendaten in Kombination mit hocheffizienten nichtlinearen Finite-Elemente-Implementierungen (FeelMath). Gerade die mikrostrukturelle Auslegung von Verbundwerkstoffen, insbesondere im wachsenden Einsatzbereich von CFK kann mit FeelMathVOX effizient und unter Berücksichtigung der realen, oft sehr komplexen Verstärkungsstruktur bewertet und die optimale Faseranordnung bestimmt werden. Thermomechanisches Verhalten von Metallgefügen, der mikrostrukturelle Einfluss von Porositäten und Inhomogenitäten insbesondere hinsichtlich Ermüdung und Lebensdauer und biomechanisches Verhalten von Geweben und Implantaten sind weitere aktuelle Projekte. Die Entwicklung und Dimensionierung innovativer Türen auf Basis neuer Materialien und Materialverbunde ist eine nun auch sichtbare gewordene, sehr erfolgreiche Kooperation mit der Firma Biffar.

Edward Toroshchin, Tatiana Gornak, Galina Printsypar, Otakar Knöpfelmacher, Dr. Andreas Wiegmann, Dr. Liping Cheng, Sven Linden, Maxim Taralov, Vassilena Nakova, Dr. Shiquan Zhang, Tigran Nagapetyan, Dr. Matthias Kabel, Dr. Sebastian Schmidt, Dr. Jochen Zausch, Priv.-Doz. Dr. Arnulf Latz, Dr. Dariusz Niedziela

Tobias Zangmeister, Clément Zémerli, Johannes Spahn, Marco Buck, Dr. Stefan Rief, Inga Shklyar, Dr. Konrad Steiner, Priv.-Doz. Dr. Heiko Andrae, Dr. Ralf Kirsch, Dr. Jürgen Becker, Christine Roth, Dr.-Ing. Sarah Staub, Dr. Sascha Knell, Cornelia Kronsbein, Dr. Zahra Lakdawala, Prof. Dr. Oleg Iliev, Dr. Aivars Zemitis



1



2

COPOOL: MEHRDIMENSIONALES CONTAINMENT POOL-MODEL

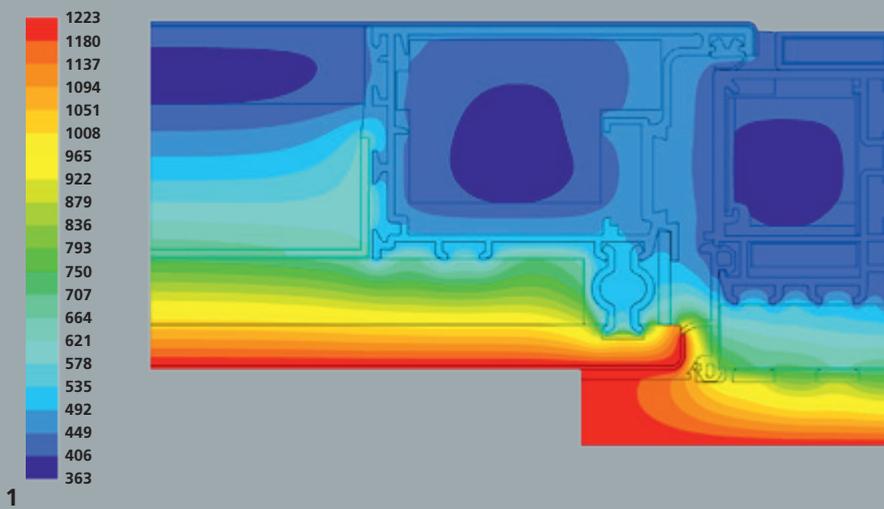
1 Temperaturgradient in Wänden und in der Flüssigkeit eines gefüllten Behälters; ein Viertel des Gebietes ist aufgeschnitten.

2 Aktuelle Temperatur des Wassers während eines Füllungsprozesses der Behälter: Die graue Farbe entspricht den Wänden, die Farben stellen die Temperatur des Wassers dar; im mittleren Teil ist das Wasserniveau höher als im Außenbereich.

Die Sicherheit von Druck- und Siedewasserreaktoren (DWR und SWR) in Kernkraftwerken bleibt auch nach dem Atomausstieg ein wichtiges Thema, da kritische Entscheidungen beim Umbau oder gar bei einem Störfall zeitnah mittels Computersimulationen unterstützt werden können. Die Gesellschaft für Reaktorsicherheit nutzt dafür die Software COCOSYS. Die Raumbereiche im Sicherheitsbehälter von DWR und SWR beinhalten große Wasservorlagen (Kondensationskammer bei SWR) oder solche entstehen während eines Störfalls (Sumpf und Reaktorgrube bei DWR, Steuerstabantriebsraum bei SWR) mit Temperaturschichtungen. Das Globalmodell COCOSYS kann bisher nur eine gemittelte Wassertemperatur im Wasser berücksichtigen, weshalb während eines Füllvorgangs die hydrodynamischen und thermischen Prozesse nur sehr grob modelliert werden können.

Im BMWi-Projekt CoPool wird daher die kompatible Software CoPool entwickelt, die eine höhere Genauigkeit für die Strömungs- und die Wärmeaustauschsimulation ermöglicht, ohne die Berechnungszeiten gegenüber COCOSYS deutlich zu steigern. Darum muss eine Kompromisslösung zwischen der Genauigkeit der Modelle, Diskretisierung der Gleichungen, der Geometrie und der notwendigen Simulationszeit gefunden werden. Da nur für wenige Reaktoren digitale Geometriedaten vorliegen, ist das Berechnungsgebiet selbst zu konstruieren. Aus diesem Grunde und um die Wärmeleitung in den Behälterwänden sehr effizient und genau berechnen zu können, wurde zusätzlich zum numerischen Lösungskern ein interaktiver Präprozessor für die Geometriegenerierung, Raumklassifizierung und Netzgenerierung entwickelt. Der Geometriegenerator ermöglicht die interaktive Erzeugung unterschiedlicher Geometrieobjekte unter Verwendung einfacher Basisobjekte (Quader, Zylinder, Kugeln etc.) und mittels Boolescher Operationen. Die Wände der Behälter werden so exakt konstruiert. Die Diskretisierung der Wände ist in lokalen Koordinaten mit Netzverfeinerung realisiert. Der eingeschlossene Raum definiert das Strömungsgebiet, in denen die 3D-Navier-Stokes-Gleichungen mit Boussinesq-Näherung mit variablem Füllstand auf einem kartesischen Gitter gelöst werden. Die Wärmeleitberechnung erfolgt sehr effizient getrennt in den einzelnen Objekten und die Gesamtlösung wird mittels einer Gebietszerlegungssiteration ermittelt.

Separate Teile der Software wurden auf Basis von Modellproblemen getestet. Komplexere Phänomene wie thermale Schichtungen wurden in realen Anlagenversuchen in Zusammenarbeit mit der Becker Technologies GmbH validiert. Insgesamt liegt mit der Software CoPool nun erstmals ein Simulationsprogramm vor, das sehr effizient die lokalen thermischen Unterschiede in Wasservorlagen für die Zwecke der Reaktorsicherheit bestimmen kann. In einem Anschlussprojekt wird die Software CoPool mit der Software COCOSYS gekoppelt.



1



2

© Biffar

ENTWICKLUNG UND FERTIGUNG NEUER TÜR- UND PORTALKONSTRUKTIONEN

Nach dem erfolgreichen Abschluss eines gemeinsamen Forschungsvorhabens zwischen dem Fraunhofer ITWM, der Firma Biffar GmbH und dem Architekturbüro Oberlinger-Architekten im Jahr 2009 begann dasselbe Konsortium 2010 ein Nachfolgeprojekt. Im ersten Projekt wurden neue Materialien für das Türblatt und den Türrahmen mit herausragenden funktionalen Eigenschaften, beispielsweise hinsichtlich thermischer Isolation oder Feuerwiderstand, identifiziert und für eine Auslegung mittels moderner Berechnungsverfahren zugänglich gemacht. Diese Forschungsergebnisse wurden im Nachfolgeprojekt direkt angewandt, um Haustüren und Wohnungsabschlusstüren mit einem exklusiven Design und flächenbündigen Rahmen bei wesentlich verbesserten funktionalen Eigenschaften zu entwickeln.

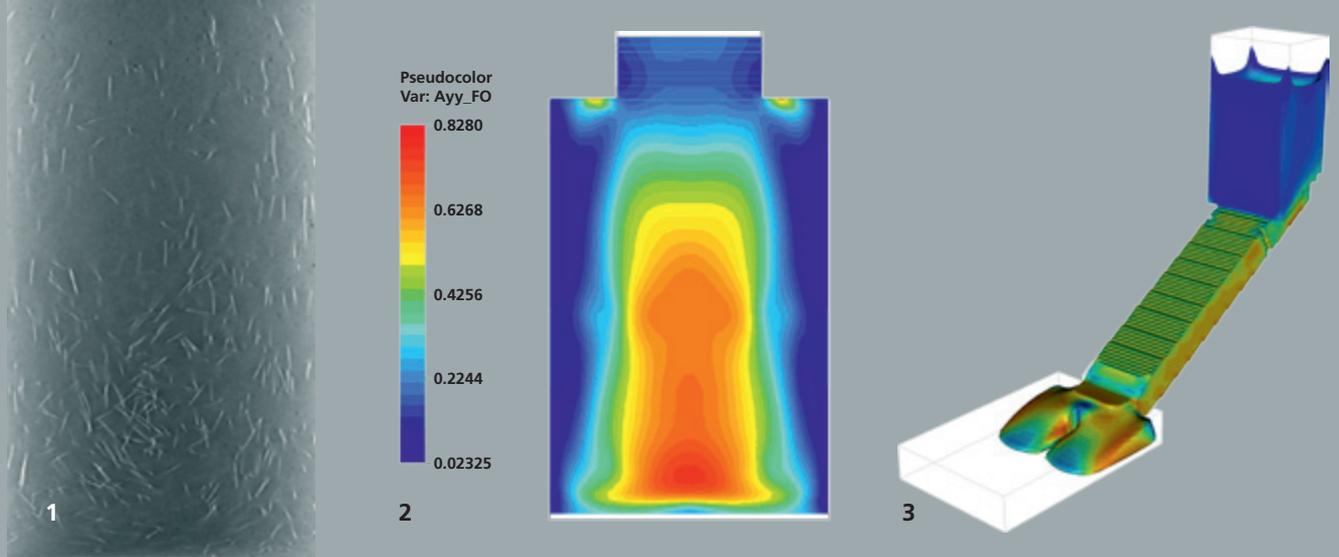
Die für das Türdesign verantwortlichen Architekten diskutierten intensiv mit Firmenleitung und Mitarbeitern von Biffar, die die konstruktiven Arbeiten und die Herstellung von Prototypen übernahmen, wie das gewünschte Design ohne Verlust an Funktionalität realisiert werden kann. Das Fraunhofer ITWM verglich und prüfte die Konstruktionsvorschläge, indem alle wesentlichen funktionalen Eigenschaften (U-Wert, Feuerwiderstand, Einbruchhemmung) mittels präziser numerischer Berechnungsverfahren vorhergesagt wurden. Erst die Computersimulationen ermöglichten die Betrachtung einer großen Anzahl möglicher Varianten und die millimetergenaue Auslegung der einzelnen Materialien im Bereich des Türblattes und des Rahmenprofils. Die Simulationsrechnungen führten im Entwicklungsprozess auch dazu, dass Konstruktionen frühzeitig verworfen werden konnten. Jedoch mussten für diese Varianten keine Prototypen gebaut werden, wodurch Zeit und Kosten gespart wurden.

Bei der Computersimulation zur Feuerwiderstandsvorhersage (F 30, F 60 oder F 90) werden nicht nur die Wärmeleitfähigkeiten, sondern auch Phasenumwandlungsprozesse, wie das Freisetzen und Verdampfen von Kristallwasser, berücksichtigt. Diese Simulationen lieferten Schichtaufbauten des Türblattes, die bisher in der Praxis nicht hergestellt worden sind, jedoch an der Feuerabgewandten Türseite auch nach einer Stunde so kühl bleiben, dass man die Tür gefahrlos berühren kann. Dabei können zusätzlich bisher übliche Materialien durch kostengünstigere ersetzt werden.

Schließlich wurden für unterschiedliche Türgrößen die Deformationen unter Windlast oder bei einem Einbruchsversuch im Computer simuliert und darauf basierend die Türblattdicke, Bänder und Riegel dimensioniert.

1 *Temperatur in Kelvin nach 60 Minuten im Bereich des Türrahmens bei der Feuerwiderstandssimulation*

2 *Funktions- und Designmuster einer Haustür*



BETONSIMULATIONEN MIT CORHEOS

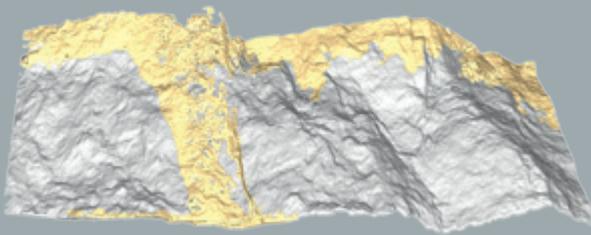
1 + 2 Vergleich experimenteller und simulierter Faserorientierung in einer Ebene der Schalung; rechts wird die y-Komponente (senkrecht zur Strömungsrichtung) der Faserorientierung dargestellt. Die starke Orientierung in der Nähe des unteren Endes der Schalung (roter Bereich) kann sehr gut im Experiment (links) beobachtet werden.

3 Fließfront und Oberflächenfaserorientierung während der Befüllung eines Bauteils über eine Rutsche; die verschiedenen Farben stehen für verschiedene Faserorientierungen.

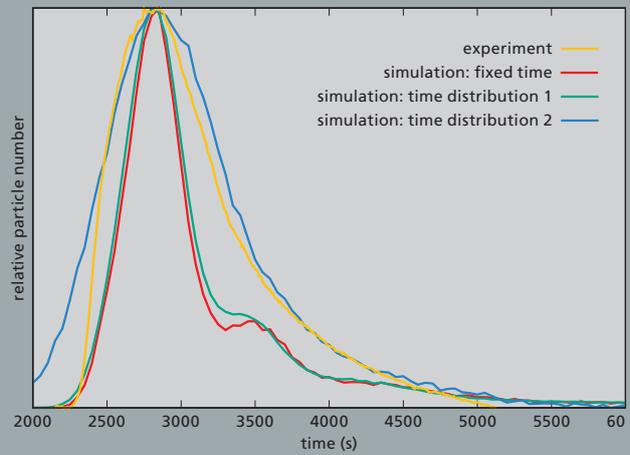
Beton gehört zu den ältesten Baustoffen der Menschheit, da er äußerst vielseitig verwendbar ist und sich in fast jede beliebige Form gießen lässt. Aufgrund neuerer Materialentwicklungen können immer komplexere Bauten mit Beton realisiert werden. Da aber auch jede neue Betonmischung ein anderes Fließverhalten hat, müssen die Ingenieure für jede neue Anwendung erst die optimalen Prozessbedingungen für die Verarbeitung der neuen Materialmischungen herausfinden. Mithilfe von Simulationen, die auf geeigneten, möglichst einfachen Materialcharakterisierungen basieren, lässt sich dieser Entwicklungsprozess erheblich beschleunigen. Da Betone aber ein sehr komplexes rheologisches Verhalten haben, müssen spezielle Simulationstechniken entwickelt werden, um anwendungsrelevante Simulationstudien durchführen zu können.

Am ITWM wurde in den letzten Jahren in der Gruppe Komplexe Fluide das Knowhow aufgebaut, auch rheologisch komplexe Flüssigkeiten mit nichtlinearen stark gekoppelten Materialgesetzen numerisch effizient zu behandeln. Auf Basis dieses Knowhows wurde die Software-Entwicklungsplattform CoRheoS (Complex Rheology Solvers) geschaffen, mit der sowohl die Verarbeitung von Beton unterschiedlichster Zusammensetzung als auch faserverstärkter Beton simuliert werden kann. Durch die Verwendung von faserverstärktem Beton erübrigt sich die aufwändige und mit hohen Materialkosten verbundene konventionelle Stahlbewehrung, wenn die Faserorientierung bekannt ist. Gerade dies ist zerstörungsfrei ohne Simulation nicht möglich.

Durch die geeignete Anpassung von Simulationsmethoden aus der Produktion von faserverstärktem Kunststoff kann nicht nur das Füllverhalten des Betons und der Einfluss der Stahlfasern auf das Fließverhalten, sondern auch die Faserorientierung in jedem Punkt des Bauteils vorhergesagt werden. Abbildung 3 zeigt die Fließfront und die Oberflächenfaserorientierung während der Befüllung eines kastenförmigen Bauteils mit Auslässen über eine Rutsche. In den Abbildungen 1 und 2 wird ein direkter Vergleich der Faserorientierung in einem Experiment des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP in Holzkirchen und in der Simulation dargestellt. Um jeden Beton rheologisch charakterisieren zu können, wurde eine systematische Methode entwickelt, bei der durch Kombination von rheologischen Messungen am Zementleim und einfachen Hägermannversuchen die geeigneten Materialparameter bestimmt werden. Der Hägermannversuch ist in der betonverarbeitenden Industrie ein einfacher Test für das Fließverhalten des Betons, der schnell sogar direkt auf einer Baustelle durchgeführt werden kann. Die Entwicklungen zur Betonsimulation wurde experimentell durch gemeinsame Projekte mit dem Fraunhofer IBP und dem Institut für Werkstoffe im Bauwesen an der TU Kaiserslautern unterstützt.



1



2

SIMULATION VON PARTIKELTRANSPORT IN GESTEINEN

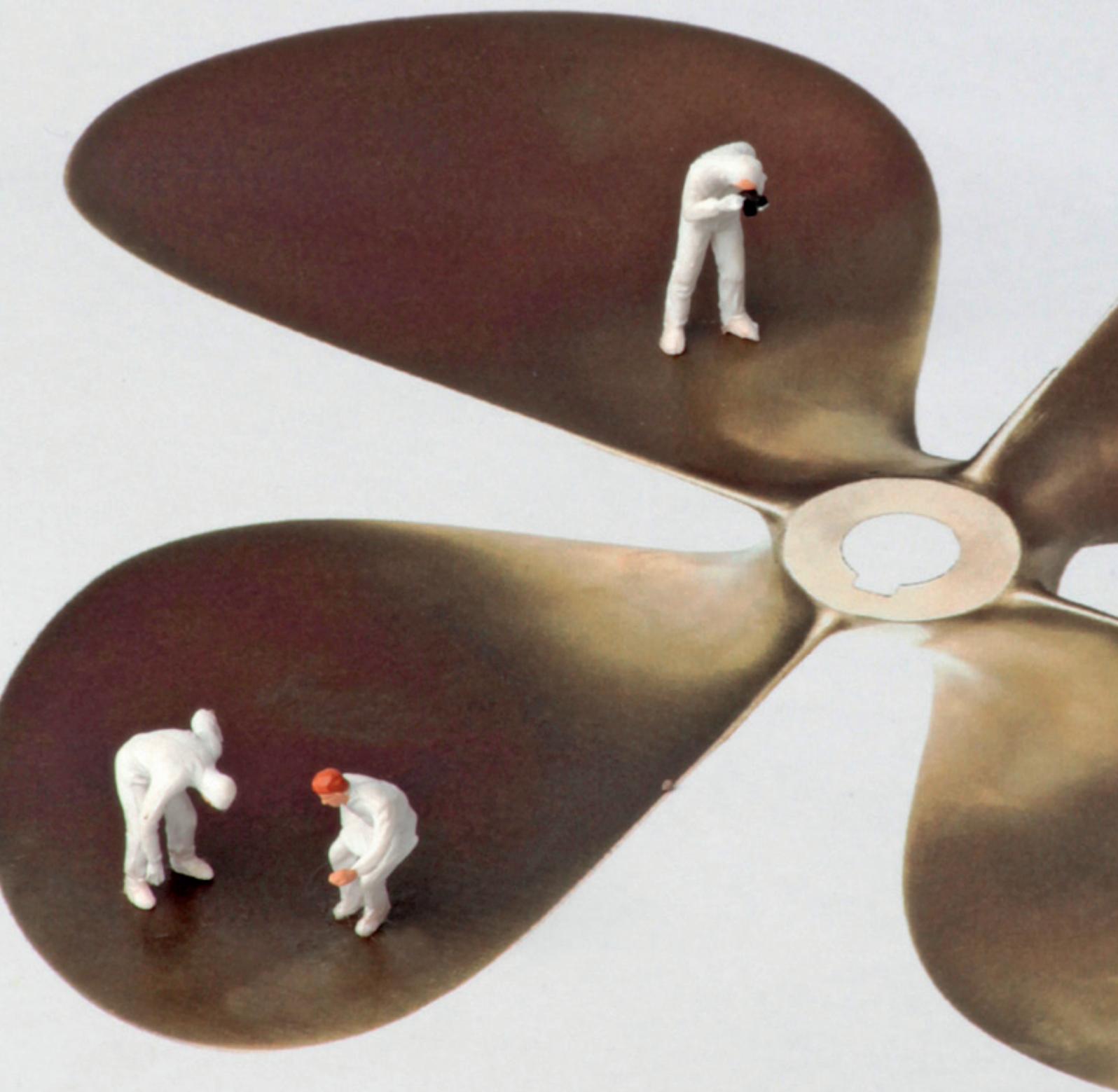
In undurchlässigem Gestein wie z. B. Granit kann Grundwasser nur durch Risse fließen. Die komplexe Geometrie dieser Risse hat einen starken Einfluss auf die Strömung und den Partikeltransport. Daher verhindert das Fehlen genauer Informationen über die Rissgeometrie ein Verständnis von experimentellen Ergebnissen über Massetransport in Gesteinen. CT-Bilder liefern detaillierte räumliche Informationen von Gesteinen und können direkt für numerische Simulationen von Strömungen und Transporteigenschaften herangezogen werden.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Geologie der Universität Mainz wird am Fraunhofer ITWM das Tool AddiDict entwickelt, um den Partikeltransport in komplexen Geometrien zu simulieren; dieses Tool ist als Modul in die Software GeoDict eingebunden. Die Ergebnisse von Simulationen mit AddiDict sind Durchbruchkurven und zeitabhängige Partikelkonzentrationen. Die Simulationsergebnisse werden durch direkte Vergleiche mit Experimenten des Instituts für Nukleare Entsorgung am KIT überprüft. Hier zeigen wir Ergebnisse für das CT-Bild eines Risses in Granit (Auflösung: 80 μm pro Voxel).

Die Navier-Stokes-Gleichungen werden direkt auf dem Voxel-Gitter mit einer Finite-Volumen-Methode (EFV in GeoDict) gelöst. Die Strömungssimulation wird für Wasser bei 20 °C mit einem Volumenstrom von 66.8 $\mu\text{L}/\text{min}$, entsprechend dem Experiment, durchgeführt. Das Strömungsfeld ist die Grundlage für die Simulation der Transporteigenschaften, welche Diffusion beinhaltet, aber chemische Prozesse vernachlässigt. Die simulierten Partikel haben, entsprechend dem Experiment, einen Durchmesser von 12 nm und eine Dichte von 4000 kg/m^3 . Bei einem Stoß eines Partikels mit der Wand des Risses prallt der Partikel ohne Energieverlust ab (Sieving-Modell in GeoDict). Der Nanopartikeltransport wird experimentell mit Column-Migration-Experimenten untersucht. Im Experiment kennt man die genauen Zeiten und Positionen, bei denen die Partikel in den Riss eintreten, nicht. Für die Simulation kann man die Startzeiten in einem sinnvollen Intervall frei wählen und erhält damit eine sehr gute Übereinstimmung mit den Experimenten. Über die dargestellten Ergebnisse hinaus können unterschiedliche Partikeleigenschaften und Partikelstartpositionen untersucht werden. Es gibt unterschiedliche Modelle für die Beschreibung der Wechselwirkung der Partikel mit dem Gestein. Weiterhin kann man anstatt der Navier-Stokes-Gleichungen die Stokes-Gleichungen oder die Stokes-Brinkman-Gleichungen (poröses Material) lösen.

1 *Oben: 3D-Rissgeometrie in Granit nach der Segmentierung des CT-Bildes: poröses Material (gold), Festkörper (leer) und Poren (grau); unten: Darstellung von Partikeln (rot) im Riss für einen festen Zeitpunkt, Festkörper (grau)*

2 *Vergleich experimenteller und simulierter Durchbruchkurven*



BILDVERARBEITUNG

- MIKROSTRUKTURANALYSE
- OBERFLÄCHENINSPEKTION
- SIGNALANALYSE IM EISENBAHNBEREICH
- ULTRASCHALL-IMAGING

Abteilungsleiter

Dr. Ronald Rösch

T. 0631/3 1600-4486

ronald.roesch@itwm.fraunhofer.de



Das Fraunhofer ITWM erarbeitet anspruchsvolle Bildverarbeitungslösungen – in der Regel mit einem hohen algorithmischen Anteil – und bietet bildgebende Techniken im visuellen Bereich an; Bildgebung mittels Röntgen-Computertomografie und Ultraschall sind ebenso verfügbar. Andere Applikationen werden gemeinsam mit Partnern umgesetzt. Im Fokus der Abteilung stehen Projekte mit Firmen aus den unterschiedlichsten Branchen bei einem gleichzeitig hohen wissenschaftlichen Anspruch. Die wissenschaftlichen Erfolge sind vorwiegend in Graduiierungsarbeiten und einer Vielzahl von Veröffentlichungen in Fachzeitschriften dokumentiert. Besonders erfreulich war die Auszeichnung mit zwei Preisen im Jahr 2011. So wurden Alexander Dillhöfer, Hans Rieder und Martin Spies für ihre Arbeiten zur Ultraschallprüfung an Bronzegusslegierungen mit dem Förderpreis des Deutschen Kupferinstituts geehrt. Für seine Arbeit »Aufbau eines Systems zur Dickenmessung von Tabletten« erhielt Thorsten Asal den John-Deere-Preis für ausgezeichnete Diplomarbeiten im Studiengang Mechatronik der FH Kaiserslautern. Der zunehmende wirtschaftliche und wissenschaftliche Erfolg dokumentiert sich auch in der Abteilungsgröße, die auf 30 Mitarbeiter und Doktoranden angewachsen ist.

Oberflächeninspektion

In vielen Bereichen hängt die Qualität eines Produkts mit der Qualität seiner Oberfläche zusammen. Kunden erwarten in der Regel eine einwandfreie Optik: Kratzer auf Autoteilen, Flecke auf Papier, Löcher in Leder werden nicht toleriert. Zunehmend gewinnen funktionale Aspekte an Bedeutung, wie z. B. das Prüfen sicherheitsrelevanter Teile auf Gießfehler oder von Dichtungen und Dichtflächen auf kleinste Beschädigungen. Das Fraunhofer ITWM entwickelt hierfür speziell zugeschnittene Bildverarbeitungslösungen, die in der Regel inline eingesetzt werden.

Analyse und Modellierung von Mikro- und Nanostrukturen

Die Mikrostruktur moderner Werkstoffe bestimmt maßgeblich deren makroskopische Materialeigenschaften. Die Abteilung entwickelt Algorithmen zur geometrischen Charakterisierung solcher Mikrostrukturen anhand von 3D-Bilddaten. Die Ergebnisse werden u. a. zur Anpassung stochastischer Geometriemodelle genutzt. Die resultierenden Produkte dienen dem tieferen Verständnis der räumlichen Geometrie und der Struktur-Eigenschafts-Beziehungen in Werkstoffen und eröffnen neue Möglichkeiten wie Optimierung von Materialeigenschaften durch virtuelles Materialdesign. Diese Methoden gewinnen in der Qualitätskontrolle an Bedeutung.

Ultraschall-Imaging

Der Bereich Ultraschall-Imaging erschließt eine weitere bildgegebene Technologie und eröffnet neue Möglichkeiten der Inspektion und Visualisierung industriell relevanter Materialien und Bauteile.



Zusätzliche innovative Lösungen ergeben sich durch die Verbindung mit der klassischen optischen Prüftechnik. Im Fokus stehen anspruchsvolle mathematische Fragestellungen bei der Bildgewinnung mittels Ultraschall unter Berücksichtigung der zugrunde liegenden physikalischen und systemtheoretischen Gegebenheiten. Um der Vielzahl der Anwendungen im Bereich der Qualitätssicherung und -überwachung gerecht zu werden, stehen leistungsfähige Simulationstools, Abbildungsalgorithmen und Signalverarbeitungsalgorithmen zur Verfügung.

Signalanalyse im Eisenbahnbereich

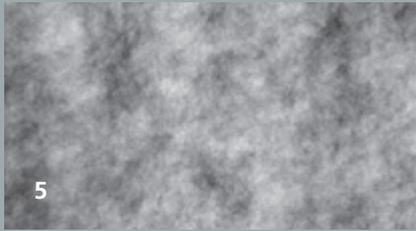
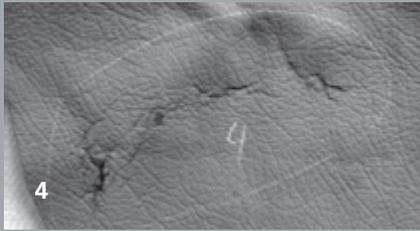
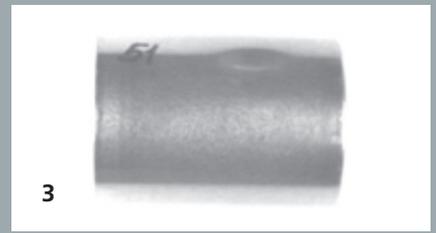
Zur frühzeitigen Erkennung heißgelaufener Achsenlager und feststehender Bremsen an Personen- und Güterzügen werden deren Temperaturen bei Überfahrt im Gleis ermittelt. Dies geschieht durch Aufnahme des Infrarotprofils und einer hochkomplexen nachgeschalteten Umrechnung und Auswertung. In der fast 20jährigen Kooperation mit der Firma Progress Rail Inspection and Information Systems bearbeitet das Fraunhofer ITWM den umfangreichen Softwareteil inzwischen vollständig. Aktuell wurde ein Re-Design der Software und Hardware durchgeführt, so dass ab 2012 ein neues Produkt am Markt verfügbar sein wird.

Die Software-Kernkompetenz der Abteilung liegt im Bereich mathematischer Algorithmen. Leicht bedienbare und modular konzipierte Softwaresysteme werden einerseits intern benötigt, um zeitnah kundenspezifische Lösungen erstellen zu können. Andererseits wächst der Bedarf an solchen Tools auch in den Firmen, die selbst Bildverarbeitungslösungen erstellen bzw. Analysen durchführen möchten. Das Fraunhofer ITWM lizenziert entsprechende Softwarepakete für kommerzielle Anwendungen sowie für Ausbildung und Lehre. Derzeit stehen im Internet kostenfreie Demoversionen von ToolIP, MAVI und SAFT zur Verfügung.

ToolIP ist eine Entwicklungsumgebung, mit der komplexe Bildverarbeitungslösungen grafisch intuitiv programmiert werden können. In Verbindung mit der MASClb werden insbesondere 2D-Bildverarbeitungslösungen adressiert. Diese Bibliothek enthält ca. 300 verschiedene Algorithmen zur Bildverbesserung, Kantendetektion, Objekterkennung, Registrierung, Segmentierung, Featureberechnung und Klassifikation. MAVI ist ein interaktives Softwarepaket zur Verarbeitung, Analyse und Visualisierung dreidimensionaler Bilddaten aus verschiedenen Quellen (derzeit vorwiegend Mikrocomputertomografie). Der Fokus liegt auf der geometrischen Charakterisierung von Mikrostrukturen, vor allem von Werkstoffen. Dabei können zum einen Mikrostrukturkomponenten mithilfe der Dichten von Volumen, Oberflächeninhalt, Integral der mittleren Krümmung und Eulerzahl beschrieben werden. SAFT (Synthetische Apertur Fokus Technik) garantiert speziell für den Ultraschallbereich die Rekonstruktion hochwertiger Bilder aus den Messdaten, die dann einer weiterführenden Analyse zugeführt werden können.

Martin Braun, Michael Arnold, André Liebscher, Dr. Martin Spies, Tony Valier-Brasier, Alexander Dillhöfer, Hans Rieder, Kai Taeubner, Christine Roth, Sebastian Hubel, Henrike Stephani, Andreas Fink, Björn Wagner, Behrang Shafei, Christoph Fünzig, Thomas Redenbach

Torben Prill, Thomas Weibel, Dr. Katja Schladitz, Rebekka Malten, Dr. Ali Moghiseh, Dr. Oliver Wirjadi, Franz Schreiber, Dr. Ronald Rösch, Markus Rauhut, Dascha Dobrovolskij, Irene Vecchio, Andreas Jablonski, Dr. Stephan Didas, Michael Godehardt, Mark Maasland



MASC – MODULARE ALGORITHMEN ZUR OBERFLÄCHENPRÜFUNG

1 Papier

2 Metall

3 Freiformflächen

4 Leder

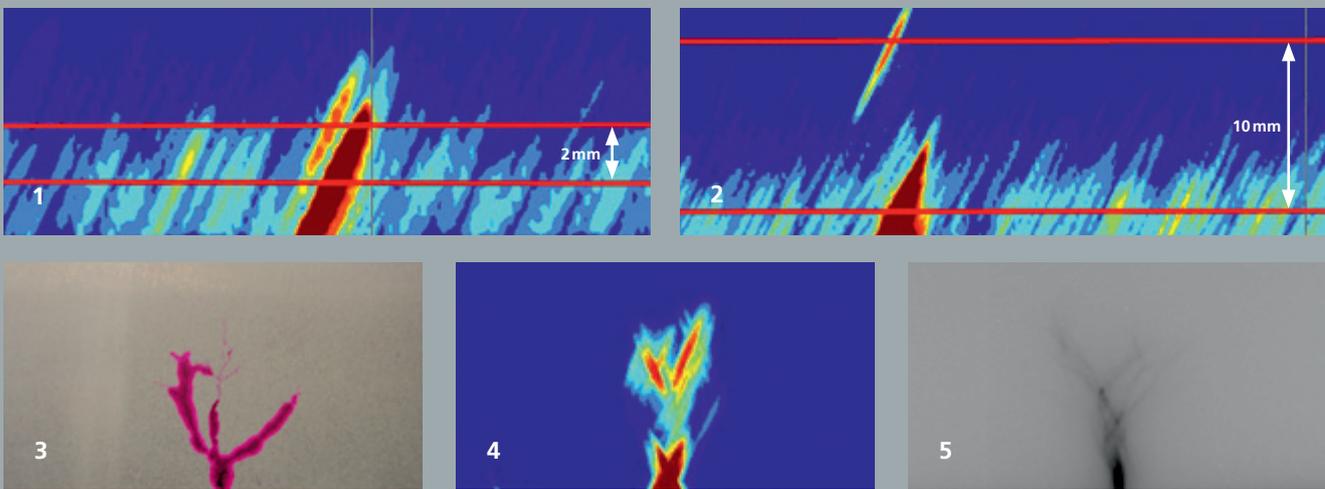
5 Vlies

6 Holz

Industrielle Qualitätsprüfaufgaben lassen sich häufig nicht mehr mit einfachen Bildanalyse-Systemen lösen, z. B. basierend auf Kantendetektoren oder einfachen Filtern. Insbesondere bei komplexeren Aufgabenstellungen besteht ein hoher Entwicklungsaufwand, da maßgeschneiderte Lösungen benötigt werden. Hinzu kommt, dass die typische Charakterisierung eines menschlichen Auditors häufig unscharf ist. Aussagen wie »Dies sieht noch gut aus«, »Das ist schlecht«, »Dieser Defekt ist noch akzeptabel« erschweren die Umsetzung einer automatischen Fehlerdetektion. Daher bedingt die Implementierung von Inspektionssystemen für strukturierte Oberflächen im Prinzip für jede Aufgabenstellung eine andere Algorithmik. Dafür wurde am ITWM das modulare System MASC (Modular Algorithms for Surface Control) entwickelt, ein Bausatz für stabile und adaptive Bildanalyse-Systeme im industriellen Einsatz. Dazu gehören Module für die Bildanalyse und Prozesssteuerung, Hardware, Sensorik und Aktorik und entsprechende Entwicklungswerkzeuge. Dieses ständig weiter entwickelte und parametrisierbare Grundsystem beschleunigt und erleichtert die Integration der ITWM-Software in Produktionsumgebungen.

Die Grundidee ist, adaptive Verfahren zur Prozesszustandserkennung zu entwickeln und mit adaptiven Bildverarbeitungs-Algorithmen zu verbinden. Dabei erkennt und verhindert das System Fehlkonfigurationen und Fehlfunktionen durch Werkzeuge zur Überwachung des Systemzustands, teilt dem Bediener den Zustand des Gesamtsystems online mit (z. B. durch Auslösen eines Alarms, wenn kritische Komponenten ausfallen) und reagiert, wenn möglich, durch eine automatische Korrektur. Kern einer jeden MASC-Applikation ist die Algorithmik, wobei bei komplexen Oberflächenprüfungen der Schwerpunkt auf der Texturanalyse liegt. Defekte in komplexen oder natürlichen Texturen können in der Regel nicht durch einfache Features beschrieben werden. Weiterhin müssen je nach Art der Textur und der Aufgabenstellung andere Klassifikatoren und Features in geeigneten Kombinationen verwendet und getestet werden. Um trotzdem die Entwicklung von Algorithmen in einem akzeptablen Rahmen zu halten, enthält das MASC-System eine Vielzahl von Klassifikatoren (Support-Vektor-Machine, Viola-Jones, Clustering ...), moderne Algorithmen zur Feature-Berechnung (Surf, ASIFT ...) sowie Tools zur statistischen Evaluation. Beispiele für MASC-Applikationen sind:

- MASC-DISQ – Oberflächeninspektion von Dichtungen
- MASC-FOQUS – Farbklassifikation von Oberflächen
- MASC-Leather – Qualitätskontrolle von gegerbtem Leder
- MASC-STEX – Qualitätskontrolle von Deckenplatten
- MASC-TASQ – Textil-Analyse-System zur Qualitätskontrolle
- MASC-VQC – Qualitätskontrolle von Vliesstoffen



GRÖSSENBESTIMMUNG VON SPANNUNGSKORROSIONSRISSEN IN AUSTENITISCHEN KOMPONENTEN

In kerntechnischen Anlagen gibt es verschiedene Alterungsmechanismen, welche die Verbesserung von Ultraschallprüfverfahren hinsichtlich der Fehlerdetektion erfordern. Das Problem der Rissbildung und des Risswachstums durch interkristalline Spannungsrisskorrosion betrifft bei Mischnähten vor allem das Schweißgut aus Nickellegierungen, bei diesbezüglich anfälligen austenitischen Chrom-Nickel-Stählen neben der Schweißnaht insbesondere auch die Wärmeeinflusszone. Zusätzlich zu den bekannten Schwierigkeiten bei der Ultraschallprüfung dieser Schweißnähte kann bei interkristallinen Spannungskorrosionsrissen die Fehlerbewertung durch die Risseigenschaften erschwert sein. Für solche stark verzweigten Risse können amplitudenbasierte Ultraschallverfahren zur Größenbestimmung versagen, da die komplizierte Rissgeometrie die Fehlersignale erheblich beeinflusst.

Gemeinsam mit der MPA Stuttgart befasste sich der Bereich Ultraschall-Imaging daher mit Detektion und Größenbestimmung von Spannungskorrosionsrissen in austenitischen Stählen. Zur Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses der Ultraschallprüfdaten, insbesondere für die Risspitzenanzeigen, wurde als bildgebendes Verfahren die Synthetische Apertur Fokus Technik (SAFT) zur Nachbearbeitung der Ultraschall-Rohdaten eingesetzt. In Kombination mit der mechanisierten Ultraschallprüfung bietet SAFT als effektives Auswerte- und Analyseverfahren wesentliche Vorteile hinsichtlich der Nachweissicherheit und der Reproduzierbarkeit. Mehrere Testkörper mit interkristallinen Spannungskorrosionsrissen mit durchschnittlichen Tiefen von 2.5 mm bis 16 mm wurden untersucht, wobei konventionelle Prüftechniken mittels Winkeleinschallung zur Akquisition der B-Scan-Ultraschalldaten eingesetzt wurden. Die Größenbestimmung (Sizing) erfolgte auf Basis der SAFT-Rekonstruktionen durch Auswerten der Winkelspiegel- und Risspitzenanzeigen. Anhand von Ergebnissen vergleichender Untersuchungen der MPA Stuttgart mittels Farbeindring- und Durchstrahlungsprüfung konnte die Leistungsfähigkeit des bildgebenden Verfahrens hinsichtlich der Abbildung und Größenbestimmung der Spannungskorrosionsrisse demonstriert werden. Die ermittelten Risstiefen stimmen hervorragend mit den durch die MPA ermittelten Werten überein. Überlagert man die Ergebnisse von Rekonstruktionen mehrerer Einschallrichtungen, so ergibt sich eine bemerkenswerte Übereinstimmung der rekonstruierten, verästelten Rissgeometrie im Vergleich zu den beiden anderen Verfahren.

In einem nächsten Schritt sollen auch Proben mit Schweißnähten anisotroper und inhomogener Mikrostruktur untersucht werden. Hierbei bieten die im Bereich Ultraschall-Imaging zur Verfügung stehenden Simulationsmethoden neben den Verfahren zur Bildgebung weitere Möglichkeiten zur Verbesserung etablierter Ultraschallprüfverfahren.

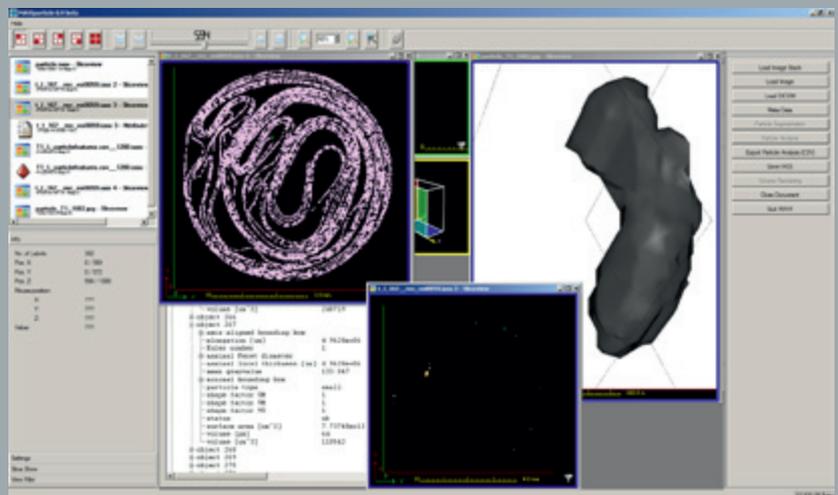
1 + 2 SAFT-B-Bilder mit Bewertung einer 2 mm Nut und einer 10 mm Nut anhand der Risspitzen- und Winkelspiegelsignale

3 – 5 Vergleich der Rissabbildung mittels Farbeindringprüfung (links), Ultraschall und SAFT (Mitte) sowie Röntgendurchstrahlungsprüfung (rechts) für eine repräsentative Probe



1

© SRJL Micro & Analytic

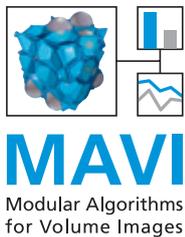


2

MAVIPARTICLE – MODULARE ALGORITHMEN FÜR DIE CHARAKTERISIERUNG VON PARTIKELN

1 3D-Rekonstruktion einer Filtermembran mit Schmutzpartikeln von der Oberfläche eines mechanischen Bauteils

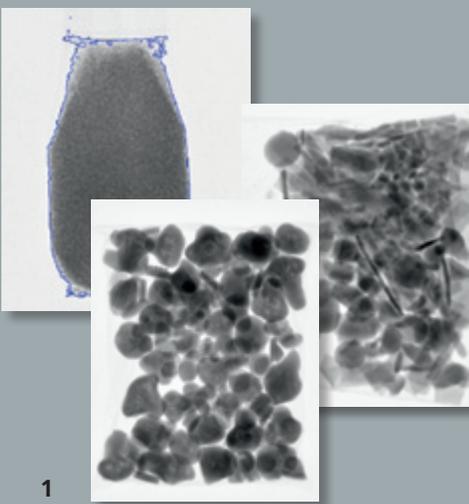
2 MAVIparticle: GUI



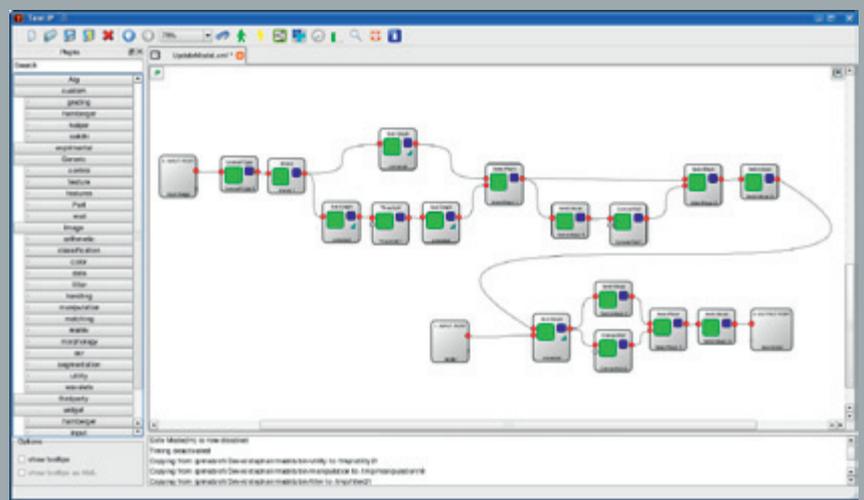
MAVIparticle ist ein Softwarewerkzeug für die Charakterisierung von Partikeln auf der Basis von 3D-Bilddaten. Es ermöglicht die vollständige Analyse großer 3D-Grauwertbilder von Segmentierung über Partikelkenngrößen bis zu automatischer Visualisierung. Aus der Vielzahl von Bildverarbeitungs- und -analysealgorithmen in MAVI nutzt MAVIparticle jene, die besonders für die quantitative Analyse von Partikelgrößen und -formen geeignet sind. MAVIparticle ermittelt Größen- und Formcharakteristika, die Begriffe aus der 2D-Partikelanalyse natürlich und eindeutig auf den räumlichen Fall verallgemeinern.

MAVIparticle ist besonders für die Charakterisierung von Restschmutzpartikeln in der technischen Sauberkeitsanalytik geeignet. Im Maschinen- und Automobilbau muss ein Reinheitsniveau garantiert werden, das Zuverlässigkeit und Haltbarkeit von Bauteilen sichert. Gefährliche Schmutzpartikel können mit hoher Zuverlässigkeit und hohem Durchsatz mithilfe von 3D-Bildern aus der Mikrocomputertomografie entdeckt werden. MAVIparticle extrahiert die Partikel und berechnet anschließend Kenngrößen, die Aufschluss über Art und Gefährlichkeit der Verschmutzung geben. Größenmaße sind Volumen, Oberflächeninhalt, Seitenlängen des umhüllenden Quaders minimalen Volumens (Länge, Breite, Dicke), maximaler Feret-Durchmesser, Elongation und maximale lokale Dicke. Der maximale Feret-Durchmesser ist die maximale Euklidische Distanz zwischen zwei Punkten im Partikel, während die Elongation die Länge des längsten geodätischen Pfades innerhalb des Partikels angibt. Für faserartige Objekte approximiert diese Größe die Kurvenlänge. Anhand der maximalen lokalen Dicke – auch innerer Durchmesser – lässt sich erkennen, ob ein Partikel in einen Spalt eindringen kann. Sie ist der Durchmesser der maximalen, dem Partikel einbeschriebenen Kugel und misst so die Dicke von Chips oder Fasern und gibt die Größe des »dicksten Kerns« des Partikels an. Die Form wird sowohl durch die isoperimetrischen Formfaktoren als auch durch die Verhältnisse von Länge zu Breite zu Dicke beschrieben. Eine Kombination dieser Formcharakteristika kann auch genutzt werden, um die Partikel als Körner, Chips oder Fasern zu klassifizieren. Darüber hinaus variiert der Elongationsindex – das passend normierte Verhältnis von Elongation und Volumen – auffallend stark mit der Partikelklasse.

Beim Export der Partikelkenngrößen werden die größten Partikel automatisch visualisiert und als Volumendatensatz abgelegt. Die Kenngrößen werden als »comma separated value file« gespeichert, das kompatibel mit MS Excel und R ist. Insbesondere können die Ergebnisse direkt an RJL Micro & Analytics MicroReporter übergeben werden, der automatisch Berichte generiert, die Sauberkeitsanalytik-Normen erfüllen. Darüber hinaus passt sich MAVIparticle mithilfe von Dialogfenstern interaktiv an die Nutzeranforderungen an und ist dank seiner Knopfdruck-Struktur leicht zu nutzen.



1



2

ALUX: QUALITÄTSKONTROLLE IN DER INDUSTRIELLEN LEBENSMITTELPRODUKTION

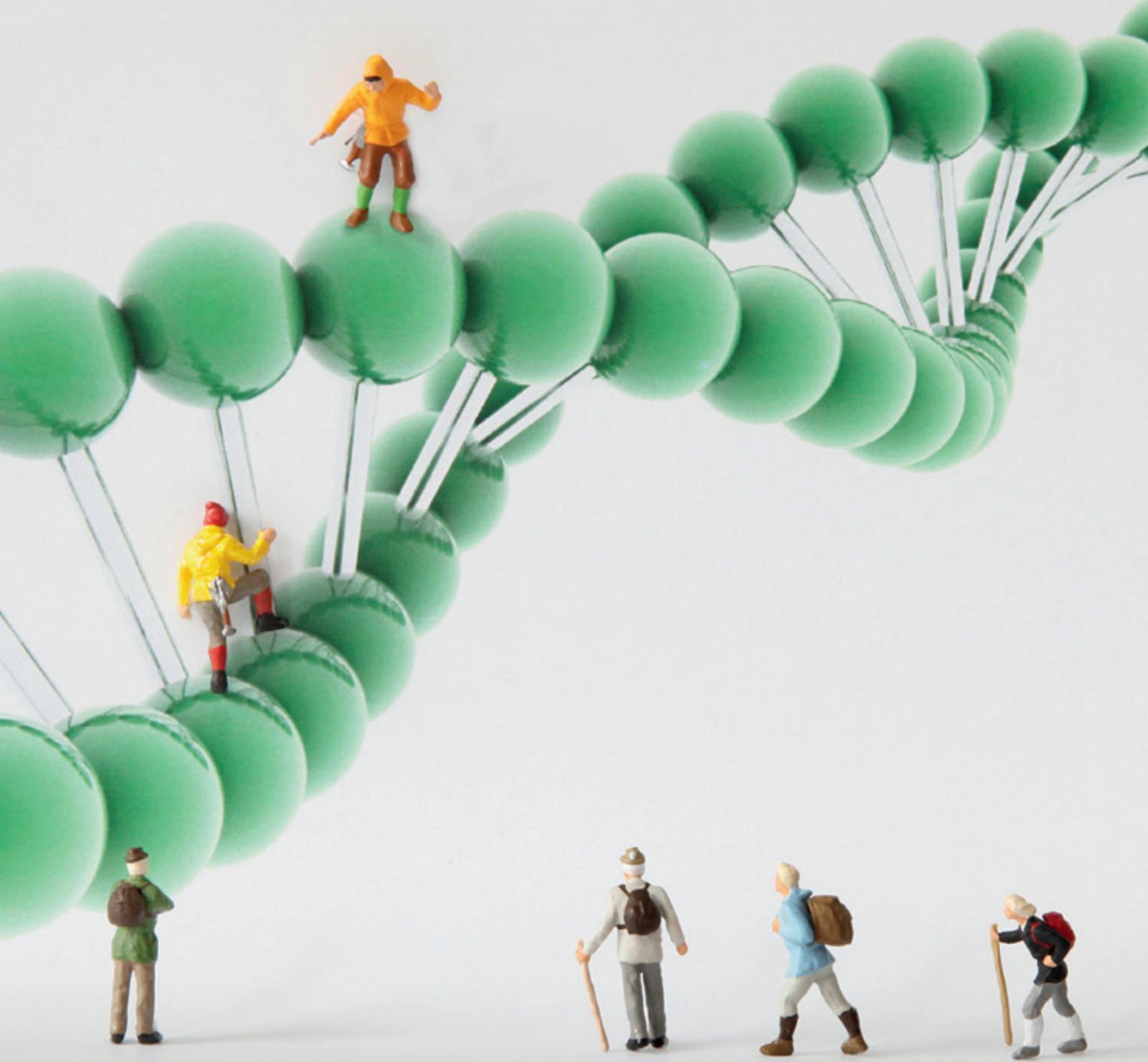
Die Abteilung Bildverarbeitung hat zusammen mit der Kaiserslauterer Firma Wipotec GmbH 2009 bis 2011 ein Projekt zur automatisierten Qualitätskontrolle industriell hergestellter Lebensmittel durchgeführt. Die Wipotec GmbH als innovativer Hersteller hochpräziser Wägetechnik hat ihre Produktpalette um Röntgenscanner erweitert, die überwiegend in der Lebensmittelproduktion ihre Anwendung finden. Aufgrund der sehr großen Breite und Variabilität der Produkte, die von Joghurt über Studentenfutter bis hin zu Fertiggerichten reichen, muss ein solcher Scanner auf das jeweils geprüfte Produkt konfiguriert werden.

Ziel des Projektes war es nun, dem Kunden eine Konfiguration möglichst leicht zu gestalten, um die Standzeiten der Produktion zu minimieren und zur Bedienung möglichst wenig Expertenwissen vorauszusetzen, wie sich auch im Projekttitel zeigt: Auto-Learning Universal X-Ray (ALUX). Das Projekt wurde im Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert. Aufgrund der unbekanntenen Struktur möglicher Fremdkörper wurde ein Ansatz des One-Class-Learning verfolgt, bei dem nicht die Fehler beschrieben werden, sondern fehlerfreie Produkte. Als mathematisches Modell dient dabei eine konvexe Menge von Bildmerkmalen. Dieser sehr anschauliche Ansatz geht also davon aus, dass alle Merkmale, die in der konvexen Hülle der Merkmale von Gutprodukten liegen, ebenfalls fehlerfrei sind. So einfach diese Idee zunächst klingt, als so effektiv stellte sie sich in der Praxis heraus: Mit dem neu entwickelten Bildanalyseverfahren konnte die Genauigkeit bisher von Wipotec verwendeter Methoden erreicht werden, wobei jedoch die sehr aufwändige Kalibrierung durch einen einfachen Prozess ersetzt wird: Beginnt die Produktion eines neuen Produktes, so kann das Prüfgerät in einen Lernmodus geschaltet werden, für den die ersten 20–50 Verpackungen genutzt werden. Danach schaltet der Benutzer in den Prüfmodus zurück und das beim Erlernen gewonnene Modell dient direkt als Grundlage zur Prüfung der laufenden Produktion. Für spätere Verwendung wird das Modell in einer Datenbank abgelegt. Die Algorithmen wurden mit dem Bildverarbeitungs-Framework ToolIP der Abteilung implementiert. Die Software wurde nahtlos in die bestehende Benutzeroberfläche des Röntgenscanners integriert, so dass sie sich für den Benutzer als alternatives Modul zur Qualitätskontrolle darstellt.

Wichtiger Bestandteil des Projektes war die Akquisition von Testdaten. Mithilfe gezielt eingebrachter definierter Verunreinigungen wurden von Wipotec zahlreiche Aufnahmereihen mit verschiedenen Produkten erstellt, anhand derer die Effektivität der neuen Produktfunktionalität demonstriert werden konnte. Zur Zeit laufen Tests und Optimierungsarbeiten, um die Software zur endgültigen Produkt- und Marktreife zu bringen.

1 Röntgenaufnahmen industriell hergestellter Lebensmittel mit künstlich eingebrachten Verunreinigungen; sie dienen zum Konfigurieren des Scanners.

2 Beispiel für den Graphen zum Lernen von Gutprodukten in ToolIP



SYSTEMANALYSE, PROGNOSE UND REGELUNG

- DYNAMISCHE HETEROGENE NETZWERKE
- MONITORING UND REGELUNG
- ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG IN MEDIZIN UND TECHNIK
- PROGNOSE VON MATERIAL- UND PRODUKTEIGENSCHAFTEN
- MULTISKALEN-STRUKTURMECHANIK

Abteilungsleiter

Dr. Patrick Lang

T. 0631/3 1600-4639

patrick.lang@itwm.fraunhofer.de



Die Komplexität vieler technologischer Anwendungen und industriellen Prozesse nimmt stetig zu, bei biologischen Systemen ist sie naturgegeben schon immer sehr hoch. Auch wenn ein detailliertes Verständnis dieser Systeme und der inneren Dynamiken bzw. Abhängigkeiten von kritischen Parametern aus Komplexitätsgründen oftmals nur begrenzt möglich ist, so ist der Anwender in vielen Fällen an der Vorhersage des Systemverhaltens und dessen gezielter Beeinflussung interessiert. Hierzu entwickelt die Abteilung Methoden, die ausgehend von Messungen gewisser Systemgrößen in Kombination mit vorhandenem Expertenwissen die Modellierung der Systemeigenschaften ermöglichen. Diese Modelle führen zu einem erweiterten Systemverständnis und können sowohl für die Prognose zukünftigen Systemverhaltens als auch im Rahmen von Steuerungs- und Regelungsansätzen eingesetzt werden. In diesem Umfeld werden sowohl reine Beratungsdienstleistungen als auch kundenspezifische Softwareentwicklung sowie eigene Produkte angeboten. Das Berichtsjahr gestaltete sich für die Abteilung sehr erfreulich. Die Fortführung etablierter Geschäftsbeziehungen zu Industriekunden zusammen mit einigen neuen Projektaktivitäten ließ das Jahr zu einem wirtschaftlichen Erfolg werden. Im wissenschaftlichen Bereich wurde das Kompetenzprofil der Abteilung weiter verstärkt durch eine Reihe von Veröffentlichungen und den erfolgreichen Abschluss von vier Promotionen.

Dynamische heterogene Netzwerke

Dieser Schwerpunkt beschäftigt sich mit Modellierung und Analyse komplexer vernetzter Systeme. Beispiele hierfür sind einerseits mikroelektronische Schaltungen, aber auch Energieverteilnetze oder metabolische Netzwerke aus der Biologie. Fehlerkontrollierte gemischt symbolisch/numerische Modellreduktionsverfahren, wie sie hier entwickelt werden, bilden den Schlüssel für ein tieferes Systemverständnis und eine effiziente Simulation. Neben algebraischen Verfahren zur Verifikation digitaler Systeme spielte 2011 besonders die Entwicklung symbolischer Modellreduktionsansätze für Systeme mit Parameterunsicherheiten eine zentrale Rolle. Außerdem wurde im Frühjahr die Version »Analog Insydes 2011« mit neuen Funktionalitäten für die transiente Analyse und Modellreduktion nichtlinearer elektronischer Bauteile fertiggestellt und herausgegeben.

Monitoring und Regelung

Im Bereich Monitoring und Regelung stehen modellbasierte Ansätze für das Design von Monitoringsystemen und Reglern im Zentrum der Aktivitäten. Robuste Kontrollstrategien und Ansätze des Model Predictive Control können auch im Falle unsicherer Systembeschreibungen und nichtlinearer Systemeigenschaften erfolgreich eingesetzt werden. Aktuelle Industrieprojekte befassen sich mit dem Monitoring rotierender Großmaschinen hinsichtlich Rissbildung und Torsions-



schwingungen, speziell im Kraftwerksbereich. Außerdem steht aktuell die Regelung industrieller Temperierprozesse im Fokus.

Entscheidungsunterstützung in Medizin und Technik

Mission ist hier die Hilfestellung bei komplexen Diagnose- und Entscheidungsfindungsprozessen. Hierzu kommen Methoden der multivariaten Statistik, der Zeitreihenanalyse, des Data Mining, der Fuzzy-Logik und grafische Explorationstechniken zum Einsatz. Aktuelle Projekte befassen sich mit der Entwicklung geeigneter Data Mining Verfahren als Servicekomponente moderner Geschäftsprozess- und Produktionssoftware. Gerade für die Steuerung und Anpassung komplexer logistischer Geschäftsprozesse, wie sie durch das Internet zunehmend ermöglicht werden, ist das automatische Erkennen relevanter Ereignisse aus Datenströmen von großer Bedeutung. Hierzu werden im Schwerpunkt geeignete Verfahren entwickelt und implementiert. Überdies wurden im Berichtszeitraum sowohl knowCube, ein Softwaretool zur interaktiven grafischen Exploration multikriterieller Entscheidungsszenarien, als auch playBoard, ein Tool für interaktives Projekt- und Prozessmanagement, kontinuierlich weiterentwickelt.

Prognose von Produkt- und Materialeigenschaften

In diesem Bereich werden mittels mess- und simulationsdatenbasierter Methoden Modelle zur Vorhersage, Klassifikation und Simulation bestimmt, aus denen sich dann mittels geeigneter Analyseansätze ein erweitertes Systemverständnis generieren lässt. Ein besonderer Schwerpunkt liegt hier bei der Identifikation möglichst informationshaltiger Experimente mittels geeigneter Methoden des Design of Experiment. Auf Seiten der Anwendung lag der Fokus im vergangenen Jahr beispielsweise auf der Modellierung und Prognose von Klebstoffeigenschaften sowie der Identifikation biologischer Systeme aus Omics-Daten.

Multiskalen-Strukturmechanik

Der Schwerpunkt Multiskalen-Strukturmechanik befasst sich mit numerischen Algorithmen für Festkörpermechanische Probleme bei Materialien mit komplexer multiskaliger Struktur sowie komplizierten zeitvarianten Stoffgesetzen. Mit geeigneten asymptotischen Homogenisierungstechniken lassen sich Festigkeit und Lebensdauer unter Ermüdung, Kontaktprobleme bei mikro- rauen Oberflächen, Kriechen, schlagartige Belastungen und Verschleiß berechnen. Neben textilen Gewebestrukturen steht aktuell im Rahmen eines AIF-Projektes die Charakterisierung und Berechnung mechanischer Eigenschaften des Naturproduktes Leder im Fokus. Außerdem wird die Entwicklung der Balken-FE Software FiberFEM kontinuierlich weitergeführt.

Dr. Anna Shumilina, Dr. Jan Hauth, Dominik Stahl, Annette Krengel, Dr. Alex Sarishvili, Dr. Hagen Knaf, Hans Trinkaus, Matthias Hauser, Mohammed Ali Khozoei, Carmelo Vicari

Dr. Christian Salzig, Dr. Alexander Dreyer, Thanh Hung Nguyen, Tjorben Groß, Dr. Patrick Lang, Dr. Andreas Wirsén, Vladimir Shiryaev, Dr. Julia Orlik, Daniel Zoufine Bare Contreras



ADIWA – ALLIANZ DIGITALER WARENFLUSS

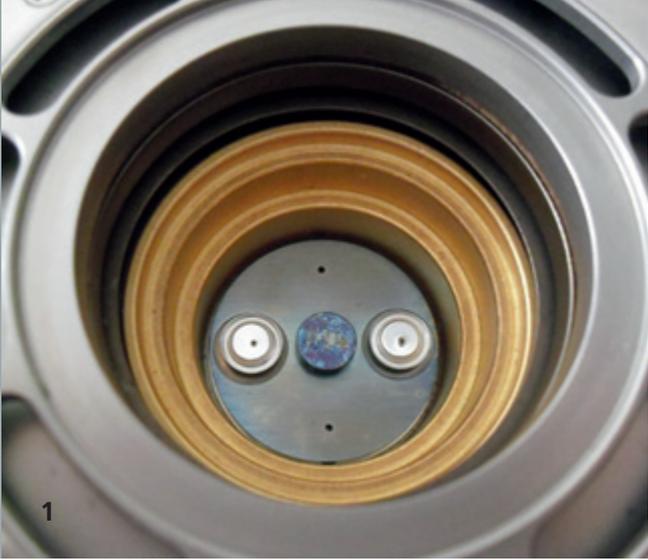
1 *Visuelles Wissensmanagement (bei schwach strukturierten Prozessen)*

2 *»Stau durch Nebelbank« in einem Verkehrsdatenstrom*

Die elektronische Vernetzung physischer Objekte untereinander und mit Rechnersystemen über Internettechnologien hat einen hohen Reifegrad erreicht. Für die Warenlogistik ergeben sich aus diesem »Internet of Things« (IOT) gänzlich neue Möglichkeiten für die Gestaltung von Geschäftsprozessen. So können etwa durch den Verkauf und während der Lieferung eines mit RFID-Tags und Sensoren bestückten Produktes automatisierte Aktionen in einem Warenwirtschaftssystem ausgelöst werden. Die vernetzte Nutzung eines digitalen Produktgedächtnisses ermöglicht zukunftssträngige Formen der Wartung und des Recycling. Um das Potenzial des IOT für die Warenlogistik auszuschöpfen, muss eine neuartige, komplexe Software-Landschaft entstehen, mit deren Hilfe Geschäftsprozesse auf Basis ausgewerteter Informationen aus der realen Welt dynamisch steuer- und veränderbar sind. Im vom BMBF geförderten Projekt ADiWa verfolgt ein Konsortium aus Wirtschaft und Wissenschaft das Ziel, die hierbei relevanten Mechanismen zu erforschen, und entsprechende Software-Werkzeuge zu erproben. Die Abteilung wirkt in zwei Bereichen an diesem Ziel mit:

Mehrkriterielle dynamische Prozesse: Verfahren, die die überragende visuelle Wahrnehmungsfähigkeit des Menschen ansprechen, sind prädestiniert für effizientes Arbeiten mit Informationssystemen hoher Komplexität und insbesondere auch für Entscheidungsunterstützungen in dynamischen Szenarien. Zwei intuitiv nutzbare Tools kommen hier zum Einsatz: Mit dem playBoard, einer Plattform für interaktives Projekt- und Prozessmanagement, werden Vorhaben auf einem virtuellen Spielbrett entwickelt und zugehöriges Wissen generiert. Der knowCube, ein Modul zur multikriteriellen Exploration heterogener Datenensembles, ermöglicht intuitives Surfen in Szenarien mittels Methoden, die auch Nicht-Experten anwenden können. Beide Werkzeuge sind in einem Portal verknüpft.

Erkennung komplexer Ereignisse: Bei der halbautomatischen Anpassung von Geschäftsprozessen ist die Erkennung wahrscheinlich relevanter Ereignisse im Prozessverlauf bei zeitlich paralleler Berücksichtigung von bestimmten, ungesteuerten Vorgängen der realen Welt (Wetter, Staus) notwendig. Zu diesem Zweck wird ein Data Mining-Verfahren implementiert, bei dem der Nutzer zunächst grobe Schemata für die zu entdeckenden Ereignismuster vorgibt. Im zweiten Schritt werden dann Kandidaten mittels Clusteranalyse ermittelt, um schließlich eine finale Wahl unter Benutzung von mathematischen Bewertungsmaßen für Partitionen zu treffen.



MODELLIERUNG VON KLEBSTOFFEIGENSCHAFTEN

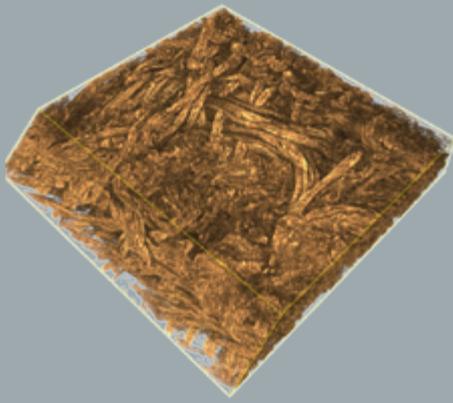
Klebstoffe werden durch eine Vielzahl chemisch-physikalischer und technischer Eigenschaften charakterisiert. Hierzu zählen zum Beispiel das Auspress- und Absetzverhalten oder die Rheologie. Alle diese Größen hängen wiederum von einer Vielzahl von Parametern ab, die u. a. die chemische Zusammensetzung, die Oberflächeneigenschaften oder die Korngrößenverteilung von Klebstoffbestandteilen beschreiben. Um bereits in der Entwicklungsphase zu erwartende Klebstoffeigenschaften prognostizieren zu können oder Hilfestellungen für mögliche Verbesserungen zu geben, ist eine mathematische Modellierung dieses ursächlichen Zusammenhangs wünschenswert.

In Zusammenarbeit mit der Kömmerling Chemische Fabrik GmbH, der Arbeitsgruppe Werkstoff- und Oberflächentechnik der TU Kaiserslautern und dem Forschungsinstitut für anorganische Werkstoffe – Glas/Keramik GmbH stand in diesem Projekt speziell die Abhängigkeit der Klebstoffeigenschaften von verschiedenen als Füllstoff verwendeten Kreidepulvern im Fokus. Auf Basis gegebener experimenteller Versuchsdaten sollte eine datenbasierte Identifikation der Klebstoffeigenschaften durchgeführt werden. Neben der reinen Prognose dieser Werte waren auch die aus den identifizierten Modellen ableitbaren Informationen zur Signifikanz der unterschiedlichen Einflussgrößen von besonderem Interesse. Es wurden daher mathematische Algorithmen zur Dimensionsreduktion des Datenraums, zur Behandlung linearer Abhängigkeiten in den Eingangsparametern und zur Modellwahl implementiert. Wegen eines ungünstigen Verhältnisses zwischen der Zahl möglicher Einflussvariablen und der Zahl zur Verfügung stehender Experimente wurde die Modellsuche auf Modellklassen mit linearen Parameterabhängigkeiten beschränkt. Von Anwenderseite sollte vorhandenes Expertenwissen in den Modellbildungsprozess einfließen können und andererseits die Interpretierbarkeit der identifizierten Modelle möglich sein.

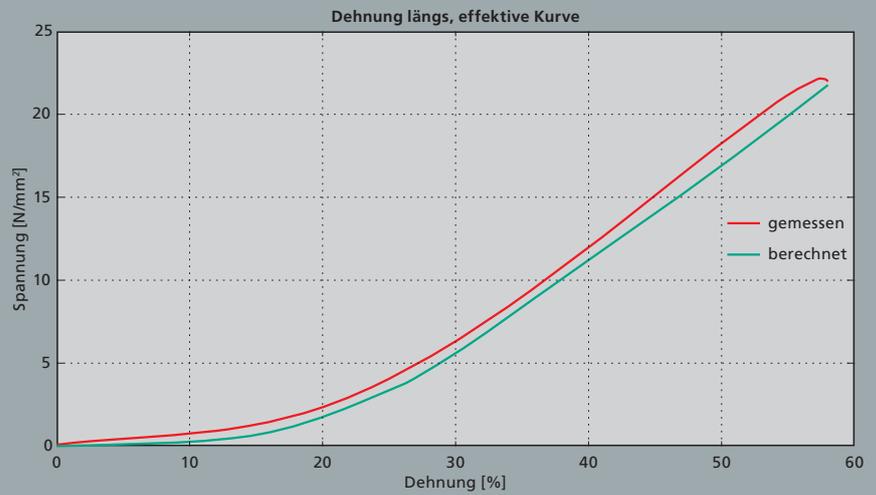
Darum war es nötig, die zur Verfügung gestellten Daten der Partikelgrößen der einzelnen Kreidentypen zu parametrisieren und als Einflussvariablen in den Modellidentifikationsschritt mit aufzunehmen. Nachdem alle aus Expertensicht wichtigen Einflussvariablen bestimmt bzw. parametrisiert waren, wurde eine vollständige Modellsuche implementiert und eine modellbasierte Wissensextraktion durchgeführt. Insbesondere wurde in den folgenden Modellklassen nach geeigneten Modellen gesucht: Hauptkomponenten (PCA) – lineare Regression-, PCA-Response-Surface-, Faktorenanalyse-Response-Surface- und Partial-Least-Squares-Modelle. Im letzten Schritt wurde aus den geschätzten Modellen jeweils für jede der Klebstoffeigenschaften das Modell mit der besten Kreuzvalidierungsperformance ausgewählt. Hierdurch ließen sich für 80 Prozent der betrachteten Klebstoffeigenschaften statistisch signifikante Modelle identifizieren.

1 *Blick in die Messzelle für die thermische Analyse der Klebstoffproben*

2 *Applikation einer Klebstoffraupe eines mit Kreide gefüllten Klebstoffs*



1



2

SIMULATION VON MECHANISCHEM LEDERVERHALTEN

1 Leder-Faserbündelstruktur

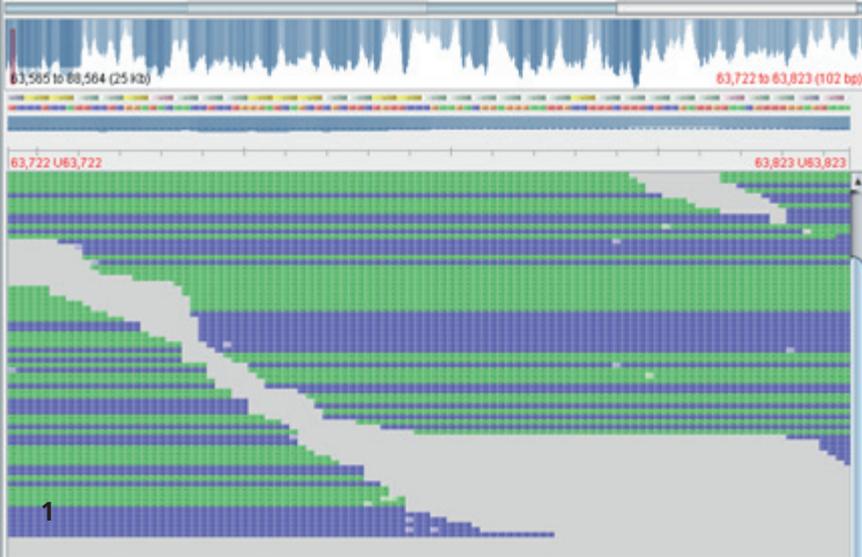
2 Vergleich der simulierten und gemessenen Leder-Spannungsdehnungskurven

Als Naturprodukt weist Leder gegenüber Kunststoffen und Textilien viel ungleichmäßigere Materialeigenschaften auf. Wegen der industriellen Massenfertigung auch in der Lederverarbeitung ergibt sich aber immer mehr die Notwendigkeit, mit Leder bezogene Auto- und Möbelsitze am Computer zu entwerfen und deren mechanisches Verhalten zu beurteilen. Das Ziel dieses AiF-Projektes, das zusammen mit dem Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen (FILK) und der Abteilung Bildverarbeitung des ITWM bearbeitet wird, ist die Erstellung eines dreidimensionalen FE-Mikrostrukturmodells für den Werkstoff Leder. Dieses Modell soll realistische Belastungsvorhersagen ermöglichen und als Basis eines später zu entwickelnden materialspezifischen CAD-Moduls dienen.

Im Zuge der Strukturaufklärung wurden zunächst im ITWM-eigenen Computertomographen Aufnahmen von mehreren durch das FILK bereitgestellten Rindslederproben, die sich sowohl hinsichtlich Ursprungsort als auch Bearbeitungsmethoden (Gerben, Nachbehandlung) unterschieden, angefertigt. Die Analyse mittels geeigneter Bildverarbeitungsmethoden lieferte dann Informationen zu Größen wie Kollagenbündel-Dichte, -Verteilung, -Anisotropie und typischen Faserlängen.

Da die CT-Aufnahmen jeweils mehrere Lederschichten umfassen, wurden verschiedene repräsentative Volumina (RV) aus jeder Schicht segmentiert und auf individuelle Faserbündel zerlegt, die jeweils mit einer Faserstruktur approximiert wurden. Anschließend wurde auf jedem RV eine mechanische Simulation durchgeführt und die effektiven mechanischen RV-Eigenschaften berechnet, die dann wiederum zu effektiven Eigenschaften für die unterschiedlichen Lederschichten weiter verdichtet wurden. Auch wenn im Zuge einer detaillierten Strukturaufklärung des Leders die Segmentierung und Verfolgung einzelner Faserbündel als geeignet erscheint, so ist solch eine detailaufgelöste Betrachtung im Hinblick auf die letztlich angestrebte Simulation mechanischer Ledereigenschaften nur bedingt sinnvoll, da Leder sehr inhomogene räumliche Eigenschaften aufweist. Daher wurde eine Parametrisierung der Mikrostruktur erarbeitet, die letztlich anhand weniger (Makro-) Daten angepasst werden kann. Die generierten Modelle liefern eine gute Übereinstimmung mit dem vom FILK gemessenen Leder-Materialverhalten.

Die Mikrostruktursimulation von Leder wurde im Projekt mithilfe eines Balken-Finite-Element-Programms, FiberFEM, durchgeführt. Zu Projektbeginn war das Programm lediglich für lineare elastische Balkensysteme mit festen Knoten einsetzbar, wurde aber sukzessive für die Behandlung von Kontaktproblemen, großen Verformungen und nicht-linearem Materialverhalten erweitert.



DATENANALYSE FÜR NEXT GENERATION SEQUENCING

Next Generation Sequencing ist die zweite Generation von Maschinen zur Bestimmung der Erbinformation, die in jeder Zelle eines Lebewesens vorhanden ist. Diese Erbinformation ist durch die Abfolge von Basenpaaren der Desoxyribunokleinsäure (DNS) gegeben. Frühere Methoden zum einmaligen Auslesen dieser Basenpaarfolge im menschlichen Genom verschlangen Millionen von Dollar und erstreckten sich über einen Zeitraum von mehreren Jahren bis Jahrzehnten (Human Genome Project, 1990 – 2003). Mit den seit etwa 2005 zur Verfügung stehenden neuen Technologien kann nun das individuelle Genom eines Menschen in nur wenigen Tagen ermittelt werden. Diese rasante Entwicklung auf dem Gebiet der DNA-Sequenzierung wird sicher weitergehen.

Schon heute liefern die neuen Sequenziermaschinen eine kaum noch vorstellbare und auch mit neuesten Computerclustern nur schwer handhabbare Datenflut. Die Technologie der Maschinen erlaubt nur das Auslesen von sehr kurzen DNA-Fragmenten (25 – 100 Basenpaare), weil sonst die Fehlerrate extrem ansteigen würde. Daher muss ein Genom, das üblicherweise aus Strängen von mehreren Millionen Basenpaaren Länge besteht, erst in Millionen kleine Fragmente zerstückelt werden. Die Auswertung aller Fragmente für einen einzelnen Versuch führt nicht selten zu Rohdaten in einer Größenordnung von Terabytes. Diese müssen nachträglich mit bioinformatischen Methoden in verwertbare Informationen umgesetzt und zu dem gesamten Genom zusammengefügt werden.

Das ITWM verfügt selbst nicht über Sequenziermaschinen, doch mit seiner Ausstattung an Hochleistungsrechnern bieten sich ideale Voraussetzungen, um die Problematiken der Datenanalyse im Bereich Next Generation Sequencing anzugehen und zu lösen. Einerseits können durch die Bereithaltung von Standardsoftware routinemäßig anfallende Aufgaben in sehr kurzer Zeit gelöst werden. Andererseits bietet das ITWM durch seine Kompetenz in Bioinformatik und Biomathematik (auch in Zusammenarbeit mit der Systembiologiegruppe des Fraunhofer-Chalmers Centre FCC in Göteborg) individuell angepasste Lösungen. In einem Benchmark-Test konnte die Sequenzierung eines menschlichen Genoms mit vierzigfacher Überdeckung in fünf Stunden (single-end de novo assembly) bzw. drei Tagen (paired-end de novo assembly) durchgeführt werden. In einem laufenden Projekt mit dem IBWF in Kaiserslautern werden Sequenzdaten des Pilzes *Guignardia bidwellii* untersucht. Der aus Nordamerika stammende Pilz befällt seit 2002 zunehmend auch heimische Weinreben und richtet dadurch erheblichen Schaden an. Die im Projekt geplante Analyse seines Genoms (De novo Sequenzierung, Bestimmung von Open Reading Frames, Homologiesuche und Annotation, Genexpressionsanalyse in verschiedenen Stadien des Pilzes) kann zur Entwicklung neuer wirksamer Fungizide beitragen.

1 *De novo Assembly von *Guignardia bidwellii*: berechnetes DNA-Scaffold mit Alignment der originalen Short Read-Sequenzen (Bild erzeugt mit Tablet Alignment Viewer)*

2 *Schwarzfäule der Rebe: Befall mit *Guignardia bidwellii**



OPTIMIERUNG

- MEDIZINISCHE THERAPIEPLANUNG
- OPTIMIERUNG IM VIRTUAL ENGINEERING
- OPTIMIERUNG VON UNTERNEHMENSSTRUKTUREN UND -PROZESSEN

Abteilungsleiter

Prof. Dr. Karl-Heinz Küfer

T. 0631/3 1600-4491

karl-heinz.kuefer@itwm.fraunhofer.de



Zentrale Aufgabe der Abteilung 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 von anwendungs- und kundenspezifischen Optimierungsmethoden zur Berechnung bestmöglicher Lösungen für das Design von Prozessen und Produkten sind Kernkompetenzen der Abteilung. Alleinstellungsmerkmale sind die enge Verzahnung von Simulations- und Optimierungsalgorithmen unter spezieller Berücksichtigung mehrkriterieller Ansätze sowie die Entwicklung und Implementierung interaktiver Entscheidungsunterstützungswerkzeuge. Optimierung wird weniger als mathematische Aufgabenstellung verstanden, sondern als kontinuierlicher Prozess, den die Abteilung durch adäquate Werkzeuge unterstützt.

Optimierung von Unternehmensstrukturen und -prozessen

Das Portfolio umfasst Beratung und Unterstützung bei der Modellierung logistischer Konzepte 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 Servicequalität« bieten. Methodisch basiert auf ereignisdiskreter Simulation und kombinatorischer Optimierung beschäftigt sich dieser Schwerpunkt mit effizienten Strategien für die Transportlogistik, mit Layout, Load Balancing, Planung und Steuerung von Produktions- und F&E-Prozessen, mit Modellen und Algorithmen zur Planung und Disposition von Prozessabläufen im Krankenhaus wie Patiententransport und OP-Scheduling und mit der mathematischen Modellierung von Planungsaufgaben im öffentlichen Personenverkehr.

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 im Verbund mit dem Massachusetts General Hospital (Lehrkrankenhaus der Harvard Medical School), dem Deutschen Krebsforschungszentrum, Fraunhofer MEVIS und dem kommerziellen



Partner Siemens Health Oncology Care Systems, Heidelberg, innovative Planungskomponenten für die ionisierende Strahlentherapie, die Ultraschalltherapie und die Radiofrequenzablation, welche medizinischen Physikern und behandelnden Ärzten in einer besonders einfachen Weise die Abwägung zwischen Chancen und Risiken der Behandlung gestattet.

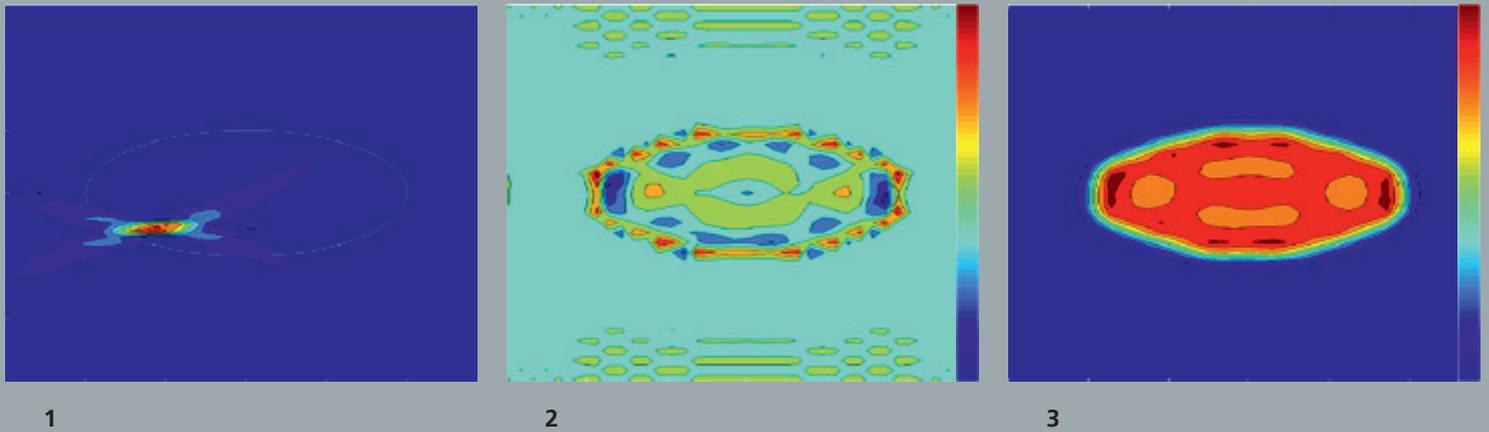
Optimierung im Virtual Engineering

Der Einsatz mathematischer Optimierungsmethoden in den Ingenieursdisziplinen setzt auf einer Modellierung von physikalischen Zusammenhängen und technischen Prozessen und ihrer Abbildung in Computerprogrammen auf (Virtual Engineering). Die Optimierung unterstützt Ingenieure dabei, Produkte und Prozesse so auszulegen, dass sie Zielvorstellungen bezüglich Qualität und Kosten bestmöglich erfüllen. Derzeit wird an Projekten aus den Bereichen Edelsteinschliff, Auslegung chemischer Prozesse, an der Optimierung von Trocknungsprozessen bei der Lackierung, an der optimalen Planung von Photovoltaikkraftwerken und an der bestmöglichen Auslegung von Prüfständen zur mechanischen Prüfung von Fahrzeugteilen gearbeitet. In den Projekten entstehen jeweils Softwarekomponenten zur simulationsgestützten Optimierung. Mehrkriteriell optimierte Produkt- bzw. Prozesslayouts werden den Entscheidern in interaktiven Entscheidungsunterstützungswerkzeugen zur Begutachtung und Auswahl vorgestellt.

Das Jahr 2011 war für die Abteilung von hervorragendem wirtschaftlichem Erfolg geprägt; besonders hervorzuheben sind die Fertigstellung der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Vorbereitung eines Produktes (Soft- und Hardware) für die vollautomatische Farbedelsteinproduktion in Zusammenarbeit mit Paul Wild OHG, die Bearbeitung eines Projektes zur multikriteriellen Optimierung chemischer Prozesslayouts im Auftrag der BASF SE in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Thermodynamik der TU Kaiserslautern sowie die Beauftragung einer multikriteriellen Planungskomponente für Photovoltaikkraftwerke durch Siemens E X PV. Auch die Fortführung der Zusammenarbeit mit proALPHA und SIEDA auf den Gebieten Produktions- und Personalplanung, der Start eines Projektes mit Procter & Gamble zur strategischen R&D-Planung und die Entwicklung eines Simulationstools zur Validierung und Bewertung von rollierenden Planungsaufgaben zählen zu den Höhepunkten. Im wissenschaftlichen Bereich gehören neben drei abgeschlossenen Promotionen die Genehmigung der MEF zur Radiofrequenzablation mit Fraunhofer MEVIS, die Förderempfehlung der BMBF-Skizze »Mastercraft« zur Unterstützung von Planungsprozessen im Handwerk und die Zusammenarbeit mit der TU Kaiserslautern auf dem Gebiet der optimierungsgetriebenen molekularen Simulation im vom Land Rheinland-Pfalz geförderten Forschungsverbund (CM)² zu den Erfolgen der Abteilung.

*Dr. Heiner Ackermann,
Dr. Martin Berger, Richard
Welke, Dr. Sebastian
Velten, Dr. Jorge Ivan Serna
Hernandez, Tabea Grebe,
Dr. Philipp Süß, Chhitiz
Buchasia, Dimitri Nowak,
Alexander Belyaev, Dr. Kai
Plociennik, Dr. Ingmar
Schüle, Dr. Uwe Nowak,
Dr. Hendrik Ewe*

*Bastian Bludau, Neele
Leithäuser, Dr. Peter Klein,
Jan Schwientek, Katrin
Stöbener, Dr. Volker Maag,
Andreas Dinges, Prof. Dr.
Karl-Heinz Küfer, Dr. Agnes
Dittel, Dr. Michael Bortz,
Dr. Alexander Scherrer,
Jasmin Kirchner,
Dr. Michael Schröder*



PLANOPTIMIERUNG IN DER FOKUSSierten ULTRASCHALLTHERAPIE

1 *Wärmeverteilung durch einzelne Beschallung eines Tumoreals (Koordinatenskalen in cm)*

2 *Darstellung des weiteren Dosisbedarfs kurz nach Beginn der Therapie (rot: hoch, blau: niedrig)*

3 *Thermische Dosisverteilung nach Abschluss einer Therapie*

Fokussierte Ultraschalltherapie ist eine seit vielen Jahren etablierte Behandlungsform für Nieren-, Harn- und Gallensteine sowie orthopädische Erkrankungen. Die Kombination mit Magnetresonanztomographie ermöglicht seit den 1990er Jahren den Einsatz als minimal invasive Tumorthherapie. Dabei werden Schallwellen so in den Körper gesandt, dass die im Fokusbereich erreichten Temperaturen binnen Sekunden zum Absterben des Gewebes führen, während das außerhalb liegende Gewebe weitgehend verschont bleibt. Die simultan eingesetzte Bildgebung liefert eine Darstellung von Temperaturverteilung und Gewebe, die der Arzt für Therapieplanung und -verlaufskontrolle nutzt. Jedoch ist die durch lokale Gewebeeigenschaften bestimmte Schallausbreitung und -einwirkung kaum vorhersagbar und vor allem atmungsbedingte Organbewegungen erschweren die Behandlung erheblich. Daraus ergeben sich häufig unzureichende Tumorabdeckungen und Schädigungen von gesundem Gewebe mit dem Risiko weiteren Tumorwachstums und erheblicher Nebenwirkungen. Außerdem führt die nötige permanente Verlaufskontrolle leicht zu Behandlungszeiten von einigen Stunden.

Die Abteilung Optimierung arbeitet gemeinsam mit der Abteilung Strömungs- und Materialsimulation und den Fraunhofer-Instituten MEVIS, SCAI, FIRST und EMI an einer Software für die Therapieplanung und Behandlung, mit deren Hilfe das klinische Potenzial der fokussierten Ultraschalltherapie voll nutzbar wird. Zentrale Ziele des vom BMBF geförderten Projekts sind die Modellierung und Simulation von Ultraschall im Gewebe, die softwaregestützte Therapieplanung mittels numerischer Simulation und Optimierung sowie die bildgestützte Behandlungskontrolle mit Bewegungskorrektur. Das Universitätsklinikum Heidelberg begleitet das Projekt als klinischer und der Marktführer InSightec aus Haifa (Israel) als technologischer Berater.

Die Beiträge der Abteilung Optimierung bestehen in der Formulierung der Therapieplanung als mehrkriterielles Problem, der Berechnung bestmöglicher Pläne und deren Anpassung mit numerischen Verfahren und der Strukturierung des Planungsprozesses mittels Entscheidungsunterstützung. Dafür werden die klinischen Begriffe von Therapiequalität in Form von mathematischen Kriterien modelliert und darauf die Planungsaufgabe als Optimierungsproblem formuliert. Dieses Problem wird mit numerischen Optimierungsverfahren gelöst, welche das klinische Vorgehen bei der Plangestaltung von der Beschallungsrichtung über die Fokussierung hin zu den Einzelbeschallungen imitieren und qualitativ hochwertige Pläne liefern. Für die Abwägung der verschiedenen Qualitätsaspekte bzw. Planungskriterien gegeneinander bedient sich der Arzt einer grafischen Nutzeroberfläche, welche den Entscheidungsprozess transparent darstellt und so eine effiziente Therapieplanung ermöglicht.



AUTOMATISIERUNG DER SCHLIFFMUSTER-ERSTELLUNG VON EDELSTEINEN

Sie zieren Ringe und Ketten, Broschen und Kolliers: Farbedelsteine sind als Schmuckstücke heißbegehrt. Das durch ausgeklügelte Schliiffmuster hervorgerufene Glitzern und Funkeln lässt nicht nur viele Frauenherzen höher schlagen. Wegen der Vielzahl von Formen und Farben ist jeder geschliffene Stein ein Unikat.

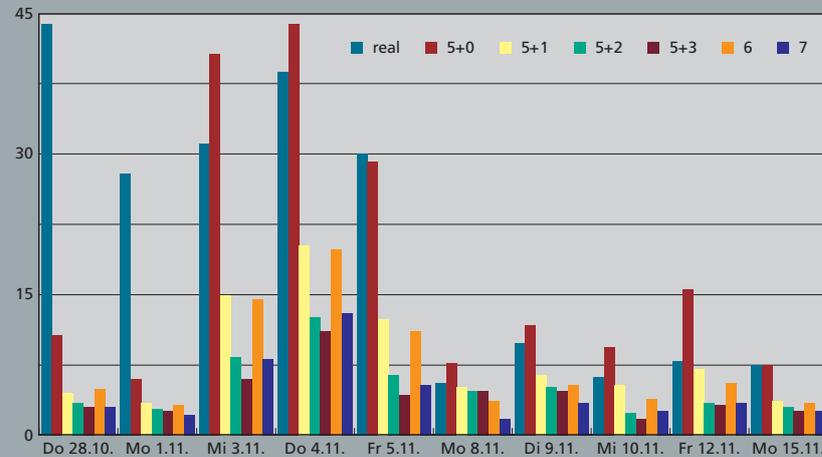
Doch während sich etwa Diamanten aufgrund ihrer deutlich einfacheren Struktur seit längerem automatisiert produzieren lassen, steht die Entwicklung bei farbigen Steinen noch am Anfang. Das ITWM hat in einem seit sieben Jahren laufenden preisgekrönten Projekt in Zusammenarbeit mit einem Edelsteinproduzenten und einem Maschinenbauer die erste Maschine entwickelt, die geschliffene Steine produziert. Ausgangspunkt dabei war die Beobachtung, dass mathematische Algorithmen Form und Position eines zu schleifenden Steins in Bezug auf das Ausgangsmaterial so optimieren können, dass die Volumenausbeute des Rohmaterials maximiert wird. Jedoch kann nur eine Maschine die entsprechenden Vorgaben genau genug umsetzen. Die hohe Präzision einer maschinellen Steuerung führt auch zu gleichmäßigeren Schliiffen. Um allerdings eine solche Maschine wirklich zu bauen, waren eine Vielzahl von Hürden im Bereich der mathematischen Modellierung und Algorithmik, der physikalischen Modellierung des Schleifens und Polierens und der technischen Realisierung zu nehmen.

Ein Serienprototyp

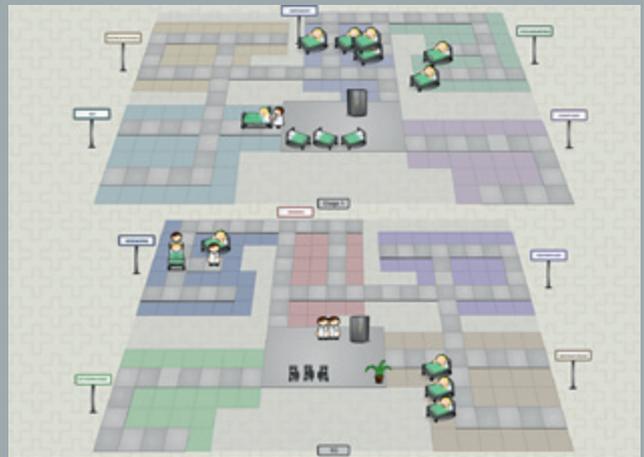
Aus den dabei gewonnenen Erfahrungen entstand die Idee, eine weitere robuste und komponentenbasierte Maschine zu entwickeln, die als Ausgangspunkt für eine Serienproduktion dient. Diesmal lag die Konzeption alleine in der Verantwortung des ITWM. Damit wurde hier der vollständige Weg von der mathematischen Idee der Volumenoptimierung bis zur kompletten Umsetzung beschritten. Die neue Maschine erreicht eine Genauigkeit von etwa zehn Mikrometern und wird ergänzt durch eine netzwerkbasierende Software-Lösung, die neben der Maschinensteuerung und der Benutzerschnittstelle auch Lösungsalgorithmen für die anfallenden mathematischen Optimierungsprobleme bereitstellt. Massive Parallelisierung und verteiltes Rechnen halten dabei die Rechenzeit in Grenzen. So entstehen nun auch am ITWM die funkelnden Steine.

1 *Optische Vermessung von Edelsteinen mit Streifenprojektion*

2 *Serienprototyp der Edelsteinschleifmaschine*



1



2

OPTI-SIM – SIMULATIONS-KOMPONENTE FÜR DIE KRANKENHAUSLOGISTIKLÖSUNG OPTI-TRANS

1 *Vergleich der durchschnittlichen Verspätung der Aufträge in Minuten im realen Transportdienst mit simulierten Szenarien unterschiedlicher Schichtbesetzungen*

2 *Mini-Krankenhaus des Opti-TRANS-Spiels*

Opti-TRANS ist ein EDV-System zur Erfassung, Steuerung und Abwicklung von krankenhaus-internen Transporten. Es integriert Funktionsstellen, Stationen, Transportdienstzentrale und die Transportmitarbeiter in einer webbasierten Anwendung mit stationären und mobilen Clients. Opti-TRANS wurde vom ITWM in Zusammenarbeit mit dem Kaiserslauterer Softwarehaus SIEDA entwickelt und ist bei mehreren Kliniken im Einsatz.

Der Optimierer des ITWM fügt der Basisanwendung »intelligente« Funktionen hinzu: Berechnung von Wegezeiten (Routing-Funktion), Assistenzfunktion für den Disponenten (Vorschlag passender Mitarbeiter) sowie die algorithmengestützte Disposition (automatischer Betrieb). 2011 hat das ITWM eine weitere Komponente für Opti-TRANS entwickelt: das Simulationsmodul Opti-SIM. Es ermöglicht die Simulation des Transportdienstes eines Krankenhauses unter der Prämisse, dass der Transportdienst durch Opti-TRANS gesteuert wird. Opti-SIM arbeitet wie andere Logistik-Simulatoren mit ereignisdiskreter Simulation. In der Regel wird mit Opti-SIM das reale Auftragsaufkommen abgebildet. Die Schichtbesetzung der Transportmitarbeiter kann variiert werden. Simulierte Mitarbeiter führen die anfallenden Transporte virtuell aus, nachdem diese vom Optimierer disponiert wurden. Die simulierten Mitarbeiter realisieren ein Verhalten, das der realen Tätigkeit angenähert ist.

Der Nutzen von Opti-SIM ist die Simulation der Abläufe des Transportdienstes unter veränderlichen Randbedingungen. Dies ist zum Beispiel der Einsatz der automatischen Disposition in einem Krankenhaus, das die Transportdurchführung noch von einem Disponenten steuern lässt. Ein weiteres Einsatzbeispiel ist die Optimierung der Schichtbesetzung. Opti-SIM bietet hier den Vorteil, dass die Abläufe unter der Annahme einer vorgegebenen Schichtstärke detailliert und nachprüfbar berechnet werden können und nicht im realen Transportdienst »experimentell« ermittelt werden müssen. Bei einem Pilotanwender wurde eine Studie zum Vergleich verschiedener Besetzungsstärken im Tagdienst durchgeführt. Dabei wurden auch flexible Szenarien simuliert, in welchen ein relativ schwach besetzter Tagdienst (5 Mitarbeiter) während der Hauptzeit des Transportaufkommens (9–13 Uhr) durch einen oder mehrere Transporteure verstärkt wird (Szenario »5+x«). Gerade diese Szenarien zeigten einen guten Kompromiss zwischen Kosten und Pünktlichkeit, wobei das »optimale x« sich als vom Wochentag abhängig herausstellte.

Auf Basis von Opti-SIM wurde das Opti-TRANS-Spiel für den Wissenschaftssommer in Rheinland-Pfalz entwickelt. Der Spieler kann in die Rolle des Disponenten schlüpfen und versuchen, die Abläufe besser zu steuern als der Optimierer. Dabei wird ein spielerisches Mini-Krankenhaus zugrunde gelegt, das in einer ansprechenden Visualisierung dargestellt wird.



MEHRKRITERIELLE OPTIMIERUNG FÜR DIE PLANUNG VON PHOTOVOLTAIK-KRAFTWERKEN

In Zeiten knapper werdender fossiler Brennstoffe und des Atomausstiegs stellen erneuerbare Energien einen immer größeren Anteil an unserer Energieversorgung. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Photovoltaik (PV), bei der Sonnenenergie mithilfe von Solarzellen direkt in elektrische Energie umgewandelt wird. Die Planung großer Photovoltaik-Kraftwerke ist dabei eine besondere Herausforderung. Die Auswirkungen der Entscheidungen bei der Auswahl und der Platzierung der einzelnen Komponenten (Photovoltaik-Tische, Wechselrichter, Wege, Kabel) hängen vom örtlichen Wetter, der Geländetopographie und den physikalischen Eigenschaften der verwendeten Modultechnologie ab.

**1 Photovoltaik-Kraftwerk
in Les Mées, Frankreich**

In Kooperation mit Siemens Energy (Siemens E X PV) wird eine Software entwickelt, mit der für ein gegebenes Gebiet ein »möglichst gutes« PV-Kraftwerk entworfen werden kann. Was dabei »gut« heißt, ist stark abhängig von den Wünschen des jeweiligen Auftraggebers, von regionalen Faktoren, den Finanzierungskonzepten und den Vorstellungen des verantwortlichen Ingenieurs. Dabei spielen Kriterien wie die prognostizierte Leistung des PV-Kraftwerks, die Material- und Baukosten und der erzielte Wirkungsgrad eine wichtige Rolle. Die zugrunde liegende Problemstellung hat daher einen stark mehrkriteriellen Charakter. So haben Lösungen mit einem besseren Ertrag meist auch die höheren Investitionskosten; hier gilt es einen vernünftigen Kompromiss zu finden. Zusätzlich müssen Risikobewertungen in die Analyse einbezogen werden, z. B. bezüglich der Unsicherheiten der verwendeten Wetterprognosen und Klimamodelle. Auch komplexere Finanzierungsbewertungen sind ein entscheidendes Kriterium, wie z. B. die durchschnittlichen Kosten pro erzeugter Kilowattstunde Strom.

Um die Vielschichtigkeit des Problems zu beherrschen, erzeugen die von uns entwickelten Algorithmen deshalb nicht nur eine einzelne Lösung. Stattdessen planen wir eine Vielzahl von unterschiedlichen PV-Kraftwerken und stellen diese dem Planer mit Entscheidungsunterstützungstools zur Verfügung. Dieser kann daraufhin die Lösung bestimmen, die am besten zu seinen Wünschen und Vorgaben passt. Um die entworfenen PV-Kraftwerke zu bewerten, wird eine physikalische Simulation des Modulverhaltens unter Berücksichtigung des regionalen Wetters und des Sonnenverlaufs inklusive auftretender Verschattungseffekte durchgeführt.

Dieses Optimierungskonzept erspart nicht nur viel manuelle Arbeit bei der Detailplanung, zusätzlich erhält der Ingenieur eine fundierte Bewertung der entworfenen Lösungen. Durch diesen Ansatz wird ein Optimierungsspielraum erschlossen, der bei einer händischen Planung von PV-Kraftwerken zumeist ungenutzt bleiben würde.



FINANZMATHEMATIK

- OPTIONSBEWERTUNG
- KREDITRISIKO
- PORTFOLIO-OPTIMIERUNG
- VERSICHERUNGSMATHEMATIK
- ZINSMODELLE

Abteilungsleiter

Prof. Dr. Ralf Korn

T. 0631/3 1600-4658

ralf.korn@itwm.fraunhofer.de



Die Abteilung Finanzmathematik des Fraunhofer ITWM hat sich im vergangenen Jahr sowohl personell als auch wissenschaftlich und wirtschaftlich konsolidiert. So wurden neben den bisherigen Schwerpunkten in der Forschung neue Gebiete (Bewertung exotischer Zinsderivate, Extremrisiken in der Finanzwirtschaft, Informationsverwendung) erschlossen und auch der Kundenkreis vergrößert. Diese positive Entwicklung gelang trotz einer Vielzahl personeller Wechsel, die zum Teil im Zusammenhang mit der Finanzkrise standen.

Als Forschungstransferkomponente wurde eine Reihe von zehn Weiterbildungsseminaren 2011 erfolgreich eingeführt, die deshalb auch 2012 weitergeführt werden soll. Zusätzlich wurden In-house-Schulungen nachgefragt, u. a. auch von der Weltbank.

Sehr erfreulich war im Forschungsbereich die Habilitation von Dr. Peter Ruckdeschel. Die Zusammenarbeit mit der University of Cambridge wurde auch 2011 mittels mehrerer gegenseitiger Besuche und gemeinsam betreuter Promotionen erfolgreich fortgesetzt. Der so erworbene Ruf konnte schon zur erfolgreichen Einwerbung von Industrieprojekten genutzt werden. Neue Industrieprojekte konnten in den Bereichen Risikomanagement, Abrechnungsbetrug und Bewertung exotischer Zinsderivate eingeworben werden.

Optionsbewertung

Mit den fortwährend neu entwickelten Derivaten am Finanzmarkt einhergehend ist sowohl eine Verpflichtung zur weiteren Forschung auf diesem Gebiet als auch eine Quelle für wissenschaftliche Beratung von Versicherern und Banken gegeben. Hier waren 2011 insbesondere die Bewertung von Zinsoptionen (wie z. B. CMS Spread Ladder Swaps) ein interessantes Themengebiet, das nur mithilfe tiefliegender mathematischer Methoden bearbeitet werden konnte.

Portfolio-Optimierung

Auf dem Gebiet der Portfolio-Optimierung wurden in den Bereichen Worst-Case-Optimierung und Optimierung für leitende Angestellte erfolgreich Arbeiten in internationalen Journalen publiziert. Gleichzeitig wurde ein Software-Tool entwickelt, das mehrere in Kaiserslautern entwickelte Verfahren beinhaltet und zur Anwendung in der Praxis geeignet ist.



Zinsmodelle

Die Weiterentwicklung und Vermarktung des in den vergangenen Jahren aufgebauten Know-hows im Bereich der Mehr-Faktor-Modelle (speziell des Zweifaktor-Hull-White-Modells) war auch 2011 ein wesentlicher Erfolgsfaktor der Abteilung. Die mittlerweile große Vielfalt an Bewertungsverfahren und -routinen im Zinsbereich erlaubt uns ein flexibles und schnelles Reagieren auf Kundenanfragen in diesem Bereich.

Kreditrisiko und Statistik

Neben Workshops und Industrieprojekten in den Bereichen Kreditrisiko, Abrechnungsbetrug und Extremwertisiken in Banken und Versicherungen konnte hier ein größeres Projekt der VW-Stiftung in Zusammenarbeit mit der TU Kaiserslautern und weiteren externen Partnern eingeworben werden, das als Grundlage der ITWM-Forschung auf dem Gebiet der Extremrisiken dienen wird. Im Bereich News Analytics wird über das EU-Projekt NORM die bewährte Zusammenarbeit mit der Londoner Firma OptiRisk Systems fortgesetzt, von der wir uns verstärkt Zugang zum Londoner Finanzmarkt erhoffen.

Versicherungsmathematik

Im Bereich Versicherungsmathematik wurden 2011 auch aus personellen Gründen keine größeren Projekte bearbeitet. Wir erwarten allerdings für 2012 wieder eine verstärkte Kooperation mit der Firma teckpro (Kaiserslautern) und auch eine größere Marktpräsenz, da die Wissenschaftsorganisation der Versicherungsmathematiker DGVMF als Jahresthema »Die Zukunft der Zinsgarantie in der Lebensversicherung« ausgerufen hat, das sehr gut in unsere wissenschaftlichen und kommerziellen Kompetenzen passt.

*Dr. Gerald Kroisandt,
Giles-Arnaud Nzouankeu
Nana, Tatjana Lemke,
Dr. Johannes Leitner,
Roman Horsky, Dr. Jörg
Wenzel, Nataliya Horbenko,
Dr. Peter Ruckdeschel*

*Dr. Johannes de Kock,
Dr. Bernhard Kübler, Nora
Imkeller, Andreas Wagner,
Dr. Sascha Desmettre,
Prof. Dr. Ralf Korn,
Dr. Christina Erlwein,
Dr. Tilman Sayer*

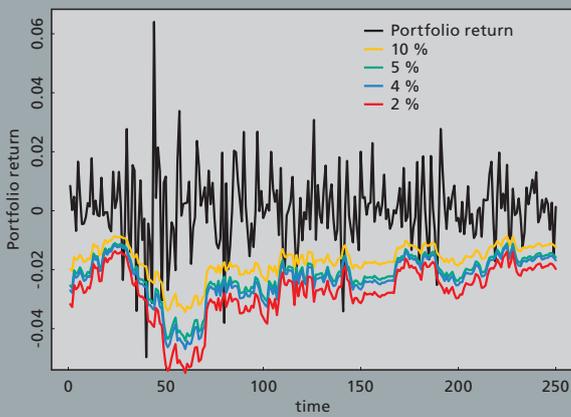


BEWERTUNG VON EXOTISCHEN FINANZPRODUKTEN

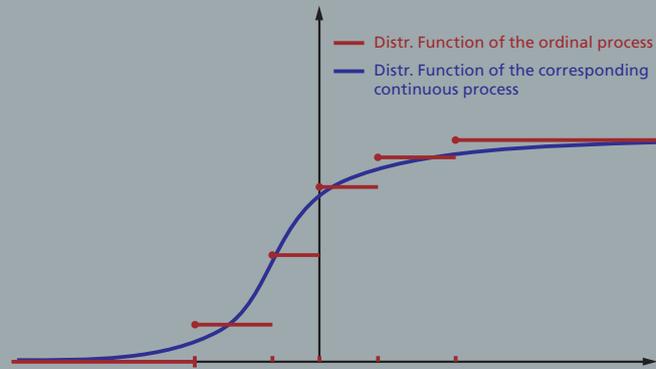
Eine Aufgabe der Finanzmathematik ist es, Bewertungen und Risikoanalysen von Finanzprodukten durchzuführen. Dies sollte vorzugsweise vor Abschluss eines Vertrages geschehen. Kommt es jedoch nach Abschluss eines Vertrages zu Rechtsstreitigkeiten, so zeigt sich neben den mathematisch-statistischen Aspekten einer solchen Bewertung auch deren interessante juristische Dimension. Im Zuge der Finanzkrise wurde die Thematik kontrovers in den Medien diskutiert, der Finanzausschuss des Deutschen Bundestages befasste sich z. B. mit kommunalen Derivate-Geschäften, und es gab ein richtungweisendes Urteil des Bundesgerichtshofes zu Zinswetten (CMS Spread Ladder Swaps). Als gemeinnützig eingetragener Verein kann die Fraunhofer-Gesellschaft keine offiziellen Gerichtsgutachten anfertigen, aber es war uns im vergangenen Jahr mehrfach möglich, durch Privatgutachten beratend tätig zu werden.

Finanzmathematische Formeln haben nicht die Qualität von physikalischen Gesetzen, sondern hängen von Parameterschätzungen und vielen idealisierenden Modellannahmen ab, die in der Realität nicht erfüllt sind. Dies bedeutet, dass es für Finanzprodukte keinen »wahren Wert« oder den »fairen Preis« geben kann, was es wiederum in der Praxis erschwert, die Rechtswidrigkeit eines Vertrages oder Preises nachzuweisen. Insbesondere bei exotischen Produkten, die sich nicht aus liquiden Börsen-notierten Produkten zusammensetzen lassen, gibt es erhebliche Bewertungsspielräume. Nur sofern sich ein Produkt (oder wenigstens dessen Risiken) direkt an den Finanzmarkt durchreichen lässt, besteht die einfache Möglichkeit, anhand des Preises zu entscheiden, ob etwaige eingepreiste Gebühren (z. B. für Beratung und Ausführung) unzulässig hoch waren. Als Intermediär ist es gerade die Aufgabe des Finanzdienstleisters, Risiken und Investitionen in der einen oder anderen Form an den Finanzmarkt weiterzugeben. Problematisch ist der Interessenkonflikt des Finanzdienstleisters, der typischerweise gleichzeitig als Berater und Verkäufer fungiert. Juristisch ist das implizit eingegangene Beratungsverhältnis relevant, da Beratungsfehler, z. B. unzureichende Aufklärung über die Risiken eines Produktes oder für die Bedürfnisse des Kunden offensichtlich ungeeignete Produkte einen Vertragsabschluss nichtig werden lassen können.

Andere Ausschlussgründe reichen von unzulässigen, z. B. dem Spekulationsverbot für treuhänderisch verwaltete Gelder zuwiderlaufenden Produkten bis hin zur Komplizenschaft bei der Wahl von Produkten, die bereits entstandene Verluste verschleiern, in die Zukunft verschieben, oder durch hochriskante Doppelt-oder-nichts-Wetten wieder ausgleichen sollen. Grundsätzlich muss jedoch jeder (erhöhten) Gewinnchance immer auch ein entsprechendes (erhöhtes) Risiko gegenüberstehen, und ein korrekt und kompetent informierter Investor wird die Verantwortung für den Ausgang des Geschäftes letztlich selbst tragen müssen.



1



2

NORM – NEWS OPTIMISED RISK MANAGEMENT

Im EU-Projekt NORM entwickeln wir gemeinsam mit Industriepartnern aus Europa ein Risikomanagement-Verfahren, das tägliche Nachrichten in die Risikoberechnung von Portfolios und Aktien einbezieht. NORM hat eine Laufzeit von zweieinhalb Jahren; unsere Hauptkooperationspartner sind SemLab (Niederlande) und OptiRisk (Großbritannien). Generell sind Nachrichten ein wichtiger Bestandteil des Finanzmarktes. Gerade in Zeiten unruhiger Finanzmärkte wird immer wieder offensichtlich, wie stark Nachrichten (sei es über politische Entscheidungen oder firmenspezifische Geschehnisse) die Lage auf dem Finanzmarkt beeinflussen. Der Verlauf von Aktienpreisen unterschiedlicher Branchen spiegelt oft tägliche Ereignisse wider. Derzeitig verwendete Verfahren zur Risikoanalyse vernachlässigen häufig Informationen aus zusätzlichen Quellen wie z. B. aus Nachrichten-Streams. Die Schätzung des Marktrisikos basiert oft nur auf der Berechnung klassischer Risikomaße, ausgehend von historischen Zeitreihendaten. Diese retrospektive Risikoeinschätzung ist damit nicht adäquat für aktuelle und zukünftige Risiken. In diesem Zusammenhang sind der Value at Risk (VaR) und der Expected Shortfall (ES) typische Risikomaße. Auf plötzliche Marktänderungen kann mit diesen klassischen Maßen jedoch nicht hinreichend reagiert werden, insbesondere in instabilen Märkten oder Finanzkrisen.

Ziel des Projektes NORM ist es, ein verbessertes Verfahren zur Risikoeinschätzung zu entwickeln, das signifikante Marktänderungen durch automatische semantische Analyse von Textnachrichten erkennen und angemessen in der Risikoanalyse reflektieren kann. Im vergangenen Jahr wurden hierfür gemeinsam mit den Projektpartnern verschiedene Anforderungen an das Risikosystem spezifiziert. Für vorhandene semantische Analysen erstellten wir beispielsweise eine Korrelationsanalyse, die den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Nachrichten und der Volatilität der Zeitreihen der Aktienzuwächse detailliert untersucht. Unter anderem wurde die Korrelation zwischen Nachrichtenhäufigkeit und Volatilität für verschiedene Sektoren und Nachrichteneignisse betrachtet, um diese Korrelation in einem verbesserten Risikomaß verwenden zu können.

Des Weiteren wenden wir ein OSV-Modell (Ordinal Stochastic Volatility) auf die Modellierung der Auswirkungsfaktoren der Nachrichten an. Dieses Modell ermöglicht, aus den ordinal skalierten Faktoren der Nachrichtenanalyse weitere versteckte stetige (und damit auch einfacher zu behandelnde) Faktoren zu filtern. Mithilfe dieser stetigen Faktoren wird die Volatilität der Aktienzuwächse besser vorhergesagt. Die Bestimmung von VaR und ES bezieht somit die Auswirkung der Nachrichten mit ein. Dieses Modell wird im Laufe des Projektes in ein automatisiertes Nachrichten-basiertes Risikomanagementsystem einfließen. Das Marktrisiko der Portfolios und Aktien wird hierbei durch Einbeziehung tagesaktueller Nachrichten genauer geschätzt.

1 *Backtesting*

2 *Ordinal Stochastic Volatility (OSV)-Modell*



ROBUST RISK ESTIMATION

Im dreijährigen, von der VW-Stiftung geförderten Forschungsprojekt »Robust Risk Estimation« sollen robuste Verfahren für das Risikomanagement angesichts extremer Ereignisse entwickelt und eingesetzt werden. Es umfasst Anwendungen in der Finanzmathematik, Gesundheitsökonomie und Hydrologie. Mathematiker aus Kaiserslautern, Furtwangen und Wien werden gemeinsam an der Quantifikation, Vorhersage und Steuerung solcher Risiken arbeiten. Die Antragsteller gewannen hierfür das Forschungszentrum (CM)² in Kaiserslautern, INNOfinance/CRP Henri Tudor in Luxemburg, die Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie in Jena, die WestLB AG in Düsseldorf sowie renommierte Wissenschaftler aus Deutschland, Österreich und der Schweiz als externe Kooperationspartner.

Für dieses Projekt fand im Juli am ITWM ein Kick-off-Workshop statt und bot den Antragstellern ein Forum, mit den neuen Projektmitarbeitern und den externen Partnern aus Wissenschaft und Industrie die Herausforderungen dieses Projekts zu erörtern.

Im ersten Block standen hydrologische Anwendungen im Vordergrund, speziell Risikoschätzung in dynamischen Abflussmodellen und Anwendungen robuster Filter. Im zweiten Block »Grundlagen und Infrastruktur« wurden optimal-robuste Verfahren präsentiert, bei denen eine Vorabspezifikation der Häufigkeit von Ausreißern nicht erforderlich ist, und es wurde die geplante Software-Architektur für das Projekt skizziert. Zudem wurde das Potenzial von Monte Carlo-Simulationen für Extremereignisse hervorgehoben.

Schwerpunkt in Block drei waren operationelle Risiken einer Bank, also die Risiken, direkte oder indirekte Verluste einzugehen, wie sie durch unsachgemäßen oder fehlerhaften Einsatz von internen Prozessen, Personen und Systemen sowie durch externe Ereignisse hervorgerufen werden. In diesem Zusammenhang ging es unter anderem um die Herausforderungen bei der Quantifikation dieser Risiken; multivariate Abhängigkeiten in Extremwertverteilungen waren ein weiteres Thema. Das ITWM stellte seine Forschungsergebnisse zur robusten Extremwertstatistik vor.

Im letzten Block zu Klinikverweildauern in der Intensivmedizin wurde die im Klinikum Jena verwendete Datenbasis vorgestellt. Weitere Themen waren der Ansatz der Diagnosis Related Groups (Fallpauschalen) und existierende robuste Verfahren sowie optimal-robuste Regressions-schätzer in der anvisierten Softwarearchitektur.



WORKSHOP-SERIE »MODERNE FINANZMATHEMATIK IN DER PRAXIS«

Die Vermittlung aktueller Forschungsergebnisse in verschiedenen Bereichen der Finanzmathematik und ihr Transfer in die Praxis waren die Hauptgegenstände der Workshop-Serie, die aus zehn über das Jahr verteilten Workshops am ITWM bestand. Sie wurde durch mehrere In-house-Workshops bei Firmen sowie in London in Kooperation mit der Firma OptiRisk Systems durchgeführten Workshops flankiert. Dabei wurde bewusst ein breites Spektrum sowohl von der thematischen Seite als auch im Hinblick auf die Anwendbarkeit der Themen in der Praxis und die Tiefe der benötigten mathematischen Schwerpunkte gewählt, nicht zuletzt zur Dokumentation der gesamten Kompetenz der Abteilung. Neben fokussierten Veranstaltungen wie z. B. dem Heston-Workshop und stark auf die Anwendung ausgerichteten Themen (wie Finance with R oder der Monte Carlo-Veranstaltung) fanden auch die eher Theorie-dominierten Tage zur zeitstetigen Portfolio-Optimierung, zum Filtern oder zur Modellierung von Energiepreisen guten Anklang. Die Nachfrage nach den Workshops war zufriedenstellend, die Diskussionen mit den Praxisteilnehmern sehr konstruktiv. Gleichzeitig stellen die Workshops auch ein Akquise-Instrument für neue Industriekontakte und -projekte dar, sodass auch 2012 eine – teilweise modifizierte – Workshop-Serie mit bewährten und neuen Themen angeboten wird. Das Angebot an In-house-Workshops kann basierend auf den 2011 entwickelten Veranstaltungen ebenfalls ausgeweitet und verstärkt beworben werden. Angeboten wurden:

- Monte Carlo Methods in Finance: Grundlagen und Neue Methoden
- Interest Rate Models and Practical Applications
- Regime-switching models and Filtering in Finance
- Recent Advances in Computational Finance and Computational Stochastics
- The Heston Model – Theory and Practical Implementation
- Asset Liability Workshop
- Credit Scoring
- Finance with R
- Continuous Time Portfolio Optimization
- Energy Prices – Modelling and Applications



MATHEMATISCHE METHODEN IN DYNAMIK UND FESTIGKEIT

- STATISTISCHE MODELLIERUNG VON NUTZUNGSVIELFALT UND ZUVERLÄSSIGKEIT
- SIMULATION MECHATRONISCHER SYSTEME
- CAE-BETRIEBSFESTIGKEIT
- NICHTLINEARE STRUKTURMECHANIK

Abteilungsleiter

Dr. Klaus Dreßler

T. 0631/3 1600-4466

klaus.dressler@itwm.fraunhofer.de



Die Abteilung beschäftigt sich mit der Modellierung und Simulation dynamisch beanspruchter mechanischer und mechatronischer Systeme. Dabei kommen einerseits statistische Methoden und Optimierungsverfahren zur Modellierung von Nutzungs- und Variantenvielfalt sowie andererseits Mehrkörpersystemsimulation (MKS) und Finite-Elemente-Methoden (FEM) zur System- und Bauteilanalyse zum Tragen. In unseren Industrieprojekten beschäftigen wir uns mit Zuverlässigkeit, Betriebsfestigkeit, Struktur- und Systemdynamik, überwiegend in der Fahrzeugindustrie. Der Ausbau des Fraunhofer-Innovationsclusters Digitale Nutzfahrzeugtechnologie (www.nutzfahrzeugcluster.de), bei dem die Abteilung die Gesamtkoordination und wesentliche Projektanteile bestreitet, ging auch 2011 erfolgreich weiter. Hier wurden mit den Industriepartnern Bosch, Daimler, John Deere, Schmitz Cargobull und Volvo die laufenden Aktivitäten zu Bemessungsgrundlagen, Systemsimulation, On-board-Simulation und Strukturmechanik durch neue Initiativen zu den Themen »Energieeffizienz« und »Boden- und Wechselwirkungssimulation« ergänzt.

Das strategische Projekt Virtual Measurement Campaign VMC zur Entwicklung eines georeferenzierten Informationssystems für die Fahrzeugentwicklung ging 2011 in eine neue Phase. Hier konnten mit DAF, Daimler, MAN, Scania und Volvo fünf führende Lkw-Hersteller als Partner für eine mehrjährige Projektzusammenarbeit gewonnen werden.

Statistische Modellierung von Nutzungsvielfalt und Zuverlässigkeit

Wir entwickeln Methoden zur statistischen Modellierung der Produktnutzung durch den Kunden – sowohl zur Herleitung von Bemessungsgrundlagen für die Zuverlässigkeit als auch zur Optimierung weiterer stark vom Einsatzspektrum abhängiger Größen wie Energieeffizienz und Kraftstoffverbrauch. Besonders bei der Zuverlässigkeitsauslegung und Freigabe von Bauteilen spielen statistische Methoden eine zentrale Rolle. Hier beschäftigen wir uns besonders mit der Herleitung qualifizierter Bemessungsgrundlagen. Dazu gehören Planung und Auswertung von Messkampagnen zur Ermittlung von Betriebsbeanspruchungen sowie deren Übertragung auf Zuverlässigkeitsziele und Bemessungsgrundlagen. Ferner entwickeln wir Methoden zum statistisch abgesicherten Nachweis der Bauteilfestigkeit.

Simulation mechatronischer Systeme

Bei der Systemsimulation geht es darum, komplette Fahrzeuge, Achsen oder Prüfsysteme in »optimaler Komplexität« so zu modellieren, dass nicht nur die Kinematik und der Bewegungs-



ablauf, sondern gerade auch die Kraftübertragung richtig vorausberechnet werden. Dabei ist sowohl das Zusammenwirken sehr vieler beweglicher Bauteile als auch das Verhalten komplexer Kraftelemente und Aktuatoren zu modellieren. Andererseits sind der Modellierungstiefe aufgrund begrenzter Zeit- und Hardwareresourcen und im Hinblick auf die Parametrierbarkeit der Modelle Grenzen gesetzt. Ein Schwerpunkt unserer Methodenentwicklung zur Systemsimulation ist das Thema der invarianten Systemanregung. Hier wurde mit der sogenannten I6D-Methode ein neues Verfahren zur invarianten Simulation von Fahrzeugen entwickelt. Ferner wurde weiter an verbesserten Modellierungsmethoden für den mechanischen Außenkontakt (Reifen, digitale Straße, Bagger, Pflüge) gearbeitet.

CAE-Betriebsfestigkeit

Aus der Simulation der Systemdynamik ergeben sich die Beanspruchungen der einzelnen, mehr oder weniger deformierbaren Bauteile als dynamische Schnittkräfte. Diese Schnittlasten werden dann per strukturmechanischer Simulation auf örtliche Beanspruchungen und Lebensdauerabschätzungen übertragen. Wir entwickeln insbesondere Methoden zur Lebensdauerberechnung von Strukturen mit nichtlinearem Verhalten und wenden diese in Industrieprojekten an. Im Zusammenspiel mit unserer Gießprozesssimulationskompetenz kümmern wir uns auch um die Frage, wie man die Ergebnisse der Gießprozesssimulation systematisch in der Bauteilfestigkeitsanalyse nutzen kann.

Nichtlineare Strukturmechanik

Die Abteilung MDF beschäftigt sich mit nichtlinearer Strukturmechanik, insbesondere im Hinblick auf stark deformierbare Komponenten und Strukturen wie Reifen, Elastomer- und Hydro-lager, Luftfedern, Kabel und Schläuche. Dabei wird auf verschiedenen Modellierungsebenen gearbeitet, von kontinuumsmechanisch detaillierten FE-Modellen bis hin zu vereinfachten makroskopischen Modellen. Wichtig ist hier, jeweils anwendungsspezifisch die »optimale Modellkomplexität« zu wählen – detailliert genug, um die interessierenden physikalischen Effekte abzubilden, und einfach genug, um mit dem im Entwicklungsprozess vertretbaren Aufwand parametrisiert werden zu können. In diesem Zusammenhang werden insbesondere neue mathematische Methoden der Modellreduktion entwickelt und verwendet, um beispielsweise das komplexe Verhalten eines FE-Reifens im MKS-Kontext effizient abbilden zu können.

Maciek Niedziela, Michael Roller, Dr. Eder Annibale, Jan Kleinert, Thorsten Weyh, Thomas Stephan, Dr. Andrey Tuganov, Steffen Polanski, Sonja Baumann, Michael Kleer, Dr.-Ing. Lilli Müller, Dr. Michael Burger, Dietmar Weber, Axel Gallrein, Dr. Manfred Bäcker, Dr. Andrey Gizatullin

Oliver Hermanns, Christine Rauch, Sebastian Seifen, Dr. Nikolaus Ruf, Michael Lübke, Alexander Lemken, Dr.-Ing. Joachim Linn, Dr. Anja Streit, Dr. Klaus Dreßler, Dr. Michael Speckert, Pascal Jung, Oliver Weinhöhl, Thomas Halfmann, Dr. Sascha Feth, Urs Becker, Martin Obermayr



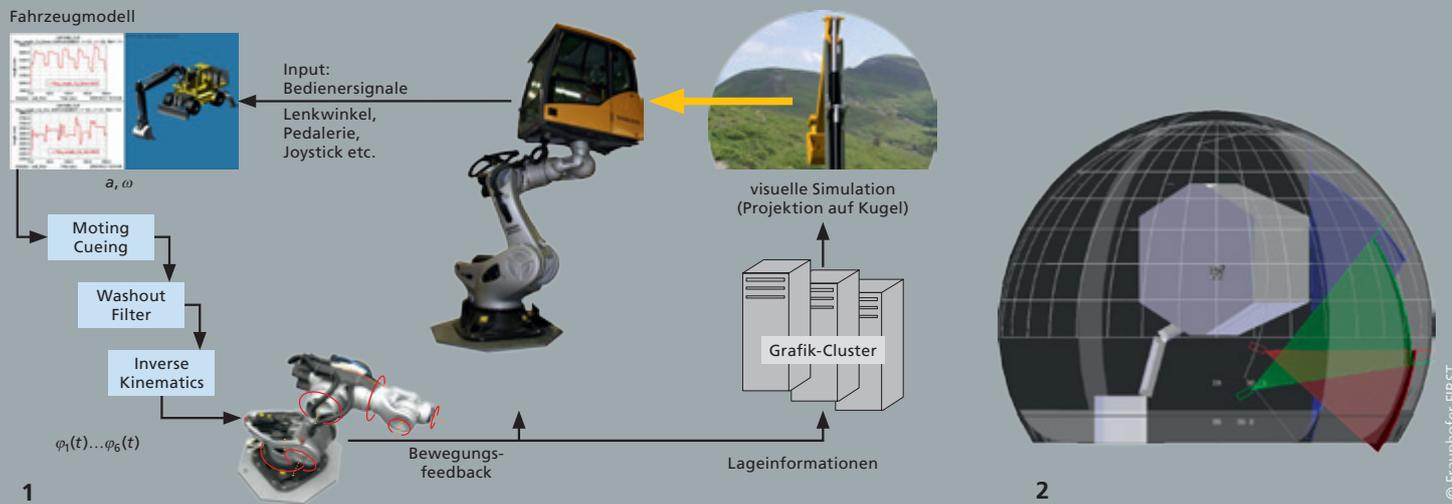
MODELLIERUNG DES ZEIT- UND DAUERFESTIGKEITS- BEREICHS VON WÖHLERLINIEN

1 + 2 Schraubenkopf und Federbügel

Die Ergebnisse von Bauteil- oder Probenversuchen werden oft in Form sogenannter Wöhlerlinien dargestellt, die in der Auslegung von Komponenten eine wichtige Rolle spielen. Dabei werden häufig verschiedene Gesetzmäßigkeiten für die Bereiche Zeitfestigkeit (HCF), Langzeitfestigkeit (VHCF) und Dauerfestigkeit angesetzt, da ein (im doppelt logarithmischen Maßstab) lineares Gesetz mit konstanter Streuung in Lastwechselrichtung die Daten nicht über alle Lastniveaus hinweg adäquat beschreiben kann. In der Regel verläuft die Linie für geringere Lasten flacher bei gleichzeitig höherer Streuung in Lastwechselrichtung. Bei der statistischen Auswertung von Daten ist deshalb zu klären, ob getrennte Bereiche sinnvoll sind und zu welchem Bereich ein bestimmter Wert zugeordnet werden soll. Falsche Zuordnungen in den Übergangsbereichen können die ermittelten Neigungen stark beeinflussen.

Gesucht ist nun ein Verfahren, das möglichst automatisch ein angemessenes Modell wählt. Zu entscheiden ist etwa, ob eine Linie mit Abknickpunkt besser zu den Daten passt, wo dieser Punkt liegen sollte, ob das Ausfallverhalten für geringe Lasten besser durch einen dauerfesten Bereich oder durch eine flachere Wöhlerlinie beschrieben wird und wie Versuche mit mehreren Ausfallursachen zu behandeln sind.

Ein wesentlicher Aspekt des gewählten Ansatzes ist es, dass der Übergang zwischen den verschiedenen Bereichen vom Bauteil abhängen kann. Das genannte Zuordnungsproblem wird in dieser Modellierung durch einen Mischansatz gelöst. Jeder Durchläufer wird mit einer gewissen Gewichtung sowohl für die Zeitfestigkeit als auch für die Dauerfestigkeit gewertet, bei hohen Lasten eher für die Zeitfestigkeit und bei niedrigen Lasten eher für die Dauerfestigkeit. Durch Überlagerung der Streuungen der Lebensdauer und der Lage des Abknickpunkts ergeben sich breitere Streubänder im Bereich kleiner Lasten. Falls gleichbleibende Streubreite in Lastrichtung über den ganzen Lastwechselbereich empirisch begründet sein sollte, lässt sich das Modell aber auch dahingehend anpassen. Zunächst kann ein maximales Modell für alle zu berücksichtigenden Effekte formuliert werden. Statistische Modellwahlkriterien helfen bei der Wahl der bei den vorliegenden Daten angemessenen Modellkomplexität. Dies kann etwa zur Entscheidung der Frage genutzt werden, ob ein Modell mit Dauerfestigkeits- oder VHCF-Bereich besser geeignet ist, die Daten zu beschreiben. Auch die einfache Wöhlerlinie ohne Abknickpunkt oder das Dauerfestigkeitsgesetz ohne Wöhlerlinie lassen sich in die Modellfamilie einordnen. Die beschriebenen Methoden inklusive der für die Maximum-Likelihood-Verfahren benötigten Optimierungsalgorithmen wurden anhand geeigneter Daten entwickelt und getestet und stehen demnächst im Softwarepaket Jurojin zur Verfügung.



BEWEGUNGSSIMULATOR FÜR DIE NUTZFAHRZEUG-INDUSTRIE

An die Entwicklung von Nutzfahrzeugen werden höchste Anforderungen hinsichtlich Qualität, Verfügbarkeit, Lebensdauer und Kosten gestellt. Die außerordentlich hohe Nutzungsvariabilität und Einsatzvielfalt kommerziell genutzter Arbeitsmaschinen sowohl im Bau- als auch im Landmaschinenbereich stellen die virtuelle Produktentwicklung solcher mechatronischer Systeme vor große Herausforderungen. Die Art und Weise, wie eine Arbeitsmaschine bedient und gefahren wird, wirkt sich signifikant auf deren Lebensdauer und folglich auf deren Auslegungs- und Entwicklungsprozess aus. Die Kenntnis realistischer Belastungsprofile einer Arbeitsmaschine in einer möglichst frühen Produktentwicklungsphase steigert die Effizienz der Gesamtauslegung und reduziert gleichzeitig das technische Risiko bei der Entwicklung.

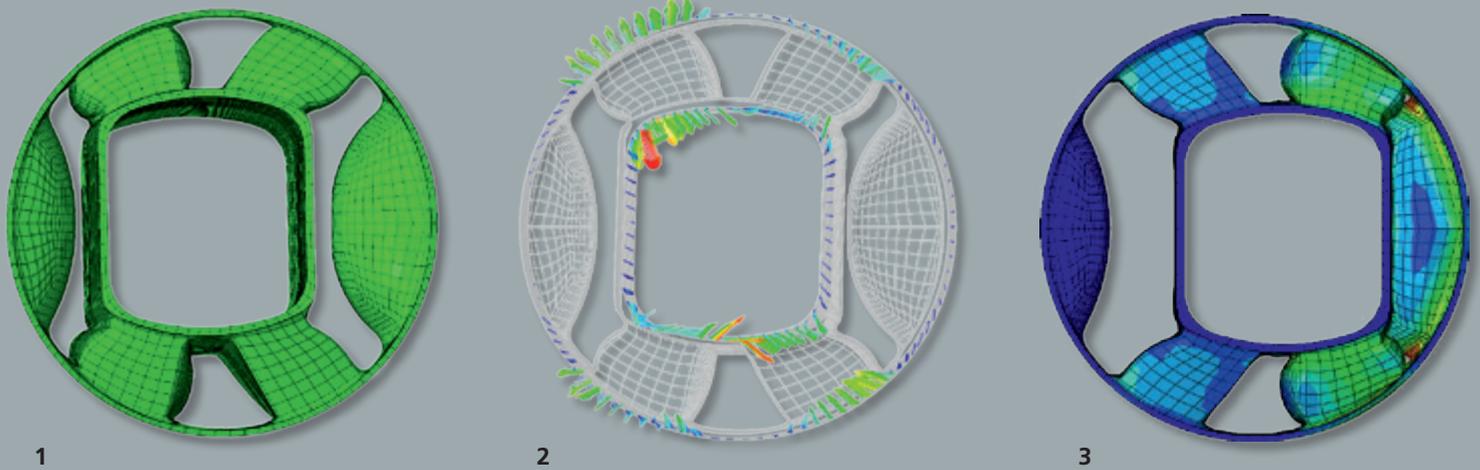
Die neue am ITWM entwickelte und umgesetzte Lösung nutzt dazu einen interaktiven Fahrsimulator, der die Simulation des virtuellen Produktmodells, z. B. eines Nutzfahrzeugs, für einen Bediener erfahrbar macht. Es handelt sich bei dem vorgestellten System um den weltweit einzigen Simulator für den interaktiven Personenbetrieb auf Basis einer sechssachsigen Roboterkinematik mit 1000 kg Nutzlast und sehr großer Bewegungsfreiheit.

Der Mensch wird als Proband in diesem Simulator eingesetzt, wo er interaktiv ein speziell auf die jeweiligen Anforderungen angepasstes Simulationsmodell steuert und eine authentisch gestellte Arbeitsaufgabe löst. Auf diese Weise kann der menschliche Einfluss auf die Maschine unmittelbar und ohne den Einsatz eines Prototypen erforscht werden. Ein mögliches Szenario ist z. B. das Ausheben eines Grabens mit einem noch nicht real existierenden Bagger durch einen erfahrenen Baggerfahrer und das Verladen des Aushubs auf einen Lkw. Die Stellgrößen, wie Lenk- und Bedienhebelbewegungen, die der Proband im Simulator, abhängig von der dargestellten Szene erzeugt, wirken als Eingangsgrößen auf das Rechnermodell der betrachteten Maschine zurück. Die direkte Rückkopplung von Bedieneringriffen auf das Bewegungsverhalten des Simulators bewirken eine sehr immersive Wahrnehmung und infolgedessen ein realitätsnahes Verhalten des Probanden. Neben dem Bewegungsfeedback gemäß kybernetischen Anforderungen stehen dem Probanden eine visuelle Simulation der Szene sowie Akustik- und Vibrationseffekte und eine originalgetreue Haptik der seriennahen Simulatorkabine zur Verfügung. Die generierten Simulationsdaten und die Bedieneringriffe werden dann abgespeichert und für nachfolgende detaillierte Simulationen genutzt.

Zukünftig werden auch die in der Abteilung entwickelten Boden- und Wechselwirkungssimulationen im Simulator zur Verfügung stehen, sodass ein wirklichkeitstreues Bodenmodell den realistischen Eindruck noch verstärken wird.

1 *Schematischer Gesamtaufbau*

2 *Visualisierung des RoboLabs*



1 – 3 Elastomerlager,
Ausgangsmodell zur Modell-
reduktion: deformierte
Geometrie – äußere Reak-
tionskräfte – Spannungen
im Material

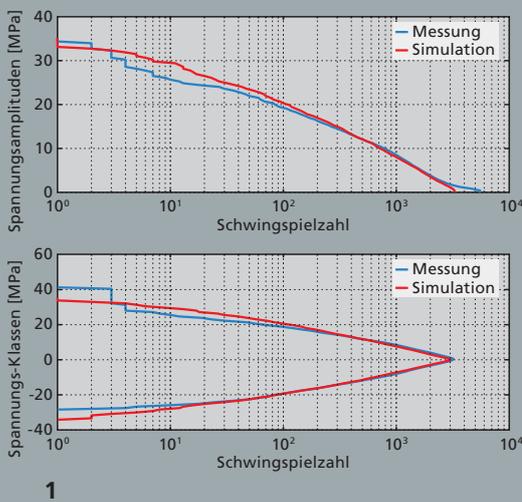
MODELLREDUKTION NICHTLINEARER STRUKTUR- MECHANIK

In der Fahrzeugentwicklung werden zur Optimierung des Fahrkomforts und der Fahrdynamik an vielen Stellen Elastomerbauteile eingesetzt. Dies sind zum Beispiel Fahrwerks- und Motorlager, aber auch hydro-elastische Komponenten. Während zur Auslegung oft mit Linearisierungen gearbeitet werden kann, dominiert bei einer Betriebsfestigkeitsanalyse mit großen stark mehrdimensionalen Anregungen das nichtlineare Verhalten.

Zur Simulation wird die Geometrie der Bauteile mit einer hohen Anzahl von Finiten Elementen diskretisiert, um mithilfe von lokalen dynamischen Kraftgesetzen auf das globale Kraft-Verschiebungsverhalten zu schließen. Der Rechenaufwand dieser Simulationen überschreitet jedoch für längere Anregungen eine zumutbare Simulationszeit und ist daher insbesondere in der Mehrkörpermodellierung eines Fahrzeugs zur Zeit nicht einsetzbar. Die dort üblicherweise verwendeten Ersatzmodellierungen bilden entweder das eindimensionale Verhalten in einer Vorzugsrichtung ab und stützen sich dabei auf entsprechende Bauteilkennlinien oder stellen eine lineare Überlagerung von Verformungszuständen dar. Diese besitzen daher eine auf kleine Deformationen bzw. eindimensionale Belastungen eingeschränkte Gültigkeit.

Zur Modellreduktion gehen wir direkt von dem nichtlinearen FE-Modell gemeinsam mit einem anwendungsnahen Anregungszeitverlauf aus. Wir extrahieren die im Zeitverlauf enthaltene Charakteristik und starten verschiedene Simulationen des vollen nichtlinearen Modells. Aus den daraus gewonnenen Daten konstruieren wir anschließend ein reduziertes nichtlineares Modell mittels einer Projektion auf den durch die charakteristische Anregung aufgespannten Arbeitsraum. Das so reduzierte Modell behält die nichtlinearen Eigenschaften und besitzt eine um Größenordnungen kleinere Simulationszeit. Die Gültigkeit eines so reduzierten Modells umfasst die Anregungen, die im Umfeld der zur Simulation ausgewählten Anregungen liegen.

An der Forschung und Evaluierung dieser Methoden arbeiten wir gemeinsam mit vier universitären Partnern, Audi und John Deere im BMBF-Projekt SNI-MoRed. Zusätzlich unterstützen uns die Freudenberg Forschungsdienste und Vibracoustic als Hersteller von Fahrwerksbuchsen mit detaillierten Simulationsmodellen.



2



MEHRKÖRPERMODELL-BASIERTES ONLINE-MONITORING DER BETRIEBSBEANSPRUCHUNG

Um eine hohe Zuverlässigkeit für Nutzfahrzeuge zu gewährleisten, wird in der Entwicklungs- und Auslegungsphase ein Betriebsfestigkeitsnachweis geführt. Grundlage für diesen Nachweis sind Bauteilbeanspruchungen, die durch Messungen am realen Fahrzeug und Simulationen ermittelt werden. Damit die im Betriebsfestigkeitsnachweis prognostizierte Lebensdauer der Realität entspricht, müssen die betrachteten Beanspruchungen die tatsächlichen Betriebsbeanspruchungen realitätsnah nachbilden. Aufgrund der hohen Varianten- und Nutzungsvielfalt von Nutzfahrzeugen ist das aber nur approximativ möglich. Um dennoch eine hohe Zuverlässigkeit zu garantieren, werden sicherheitskritische Bauteile weit vor ihrem Versagen ausgetauscht, was immer mit Zusatzkosten verbunden ist.

Im Rahmen einer Promotion am ITWM wurde ein Prozess entwickelt, mit dem die Beanspruchung an kritischen Stellen während des Betriebs ermittelt wird. Dieses Online-Monitoring der Betriebsbeanspruchung basiert auf einem Mehrkörpersystem (MKS) des überwachten Systems, das auf Basis von einfach zu messenden Größen die Beanspruchung an anderen kritischen Stellen im Fahrzeug simuliert, um daraus die verbleibende Lebensdauer zu berechnen. Die gesamte Simulation wird auf einer Embedded Plattform durchgeführt, die in die Fahrzeugelektronik-Architektur eingebettet wird und die Betriebsbeanspruchungen direkt online aus den vom Fahrzeug erfahrenen Belastungen berechnet.

Um Modelle und Algorithmen des Online-Monitoringprozesses schnell testen zu können, dient dem ITWM ein Modell-Lkw mit Anhänger (Maßstab 1:10) als Entwicklungsplattform. Der Demonstrator ist mit einem CAN-Bus ausgestattet, sodass die Bedingungen auf Signalebene denen im realen Nutzfahrzeug entsprechen. Bei einer bereits erfolgreich umgesetzten Online-Monitoring Anwendung werden beispielsweise die Spannungen in der flexiblen oberen Anhängerplatte auf Basis von gemessenen Beschleunigungen auf der unteren Platte in Echtzeit während der Fahrt simuliert. Kern der Simulation ist ein flexibles MKS-Modell des Anhängers. Aus den Spannungen wird die verbleibende Lebensdauer der flexiblen Platte berechnet. Die Validierung des Online-Monitoring-Prozesses erfolgt grundsätzlich mit einer Testfahrt des Demonstrators und dem Vergleich von online simulierten und parallel dazu gemessenen Spannungen sowie den daraus errechneten Lebensdauern.

Durch die Integration des MKS-basierten Online-Monitorings von Betriebsbeanspruchungen in ein Nutzfahrzeug können Wartungsintervalle dem tatsächlichen Zustand des Nutzfahrzeugs angepasst werden. Darüber hinaus kann vor Erreichen der Lebensdauerergrenze rechtzeitig eingegriffen und ein Bauteilausfall verhindert werden.

1 *Vergleich der Online-Monitoring-Ergebnisse mit Messung (Spannenpaardiagramm (oben) und Klassendurchgangsdigramm (unten))*

2 *Modell-Lkw mit Anhänger*



COMPETENCE CENTER HIGH PERFORMANCE COMPUTING

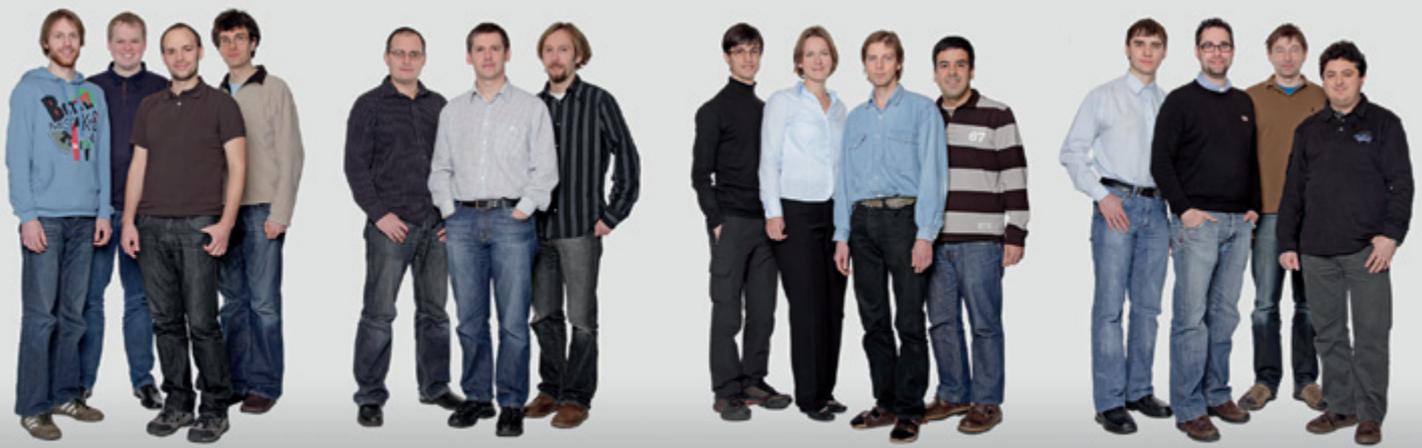
- MULTICORE INNOVATION CENTER
- HPC TOOLS
- SEISMIC IMAGING
- VISUALISIERUNG GROSSER DATENMENGEN
- PERFORMANCE OPTIMIERUNG
- E-ENERGIE, SMART GRIDS

Bereichsleiter

Dr. Franz-Josef Pfreundt

T. 0631/3 1600-4459

franz-josef.pfreundt@itwm.fraunhofer.de



High Performance Computing beschäftigt sich historisch mit den Herausforderungen in der Welt der Supercomputer. Wie lassen sich parallele Rechner effizient programmieren? Welche Algorithmen sind besonders leistungsfähig und lassen sich effizient parallelisieren? Wie sieht eine leistungsfähige parallele Rechnerarchitektur aus und welche Anforderungen bestehen an ein Betriebssystem für parallele Rechner?

Mit dem faktischen Ende der Steigerung der Leistungsfähigkeit von CPUs durch die Erhöhung der Taktfrequenz hat sich die Entwicklung von CPUs wieder stark diversifiziert – Multicore CPUs, Grafikkarten, INTEL MIC, FPGAs. Parallele Programmierung ist damit heute zu einer Herausforderung für viele Softwareentwickler geworden und nicht mehr auf die Welt der Supercomputer begrenzt. Parallele energieeffiziente Prozessoren finden sich heute in Smartphones und Tablet Computern. Energieeffizienz wird auf der anderen Seite immer mehr zum Bottleneck für die weitere Leistungssteigerung im Bereich der Supercomputer. So werden weltweit große Anstrengungen unternommen, um sogenannte EXAFLOP Rechner bis Ende dieses Jahrzehnts zu entwickeln: Rechner mit vielen Millionen »Cores«, die für wissenschaftliche Simulation eine Rechenleistung von 10^{18} Flops erbringen. Dabei ist das Hauptproblem, die Daten energieeffizient und schnell genug zu den eigentlichen Recheneinheiten zu transportieren.

Das Competence Center für High Performance Computing am Fraunhofer ITWM hat sich frühzeitig auf diesen Paradigmenwechsel eingestellt und innovative neue Softwarekomponenten auf den Markt gebracht. Das Global Address Space Programming Interface GPI erlaubt es, deutlich besser skalierende parallele Software zu entwickeln und schickt sich an, das bisher dominierende MPI-Programmiermodell für kritische Applikationen abzulösen. Darauf aufbauend wurde mit GPI-Space eine parallele Programmier- und Laufzeitumgebung entwickelt. Mit GPI-Space erhält der Anwendungsentwickler ein Werkzeug, das die Entwicklung paralleler Software erheblich vereinfacht und ihm zu höherer Produktivität verhilft. GPI-Space greift dabei auch Programmierparadigmen aus dem Cloud Computing auf und entwickelt sie weiter.

Mit der Leistungsfähigkeit der Rechner sind auch die Datenmengen gestiegen, und parallele Dateisysteme sind eine Schlüsselkomponente im HPC geworden. Hier konnte das Fraunhofer Parallel File System (FhGFS), das seit 2005 am ITWM entwickelt wird, im Jahre 2011 seine Position in Europa mit vielen neuen Installationen insbesondere in Hochschulrechenzentren festigen. Der Sprung über den Atlantik ist das angestrebte Ziel für 2012.

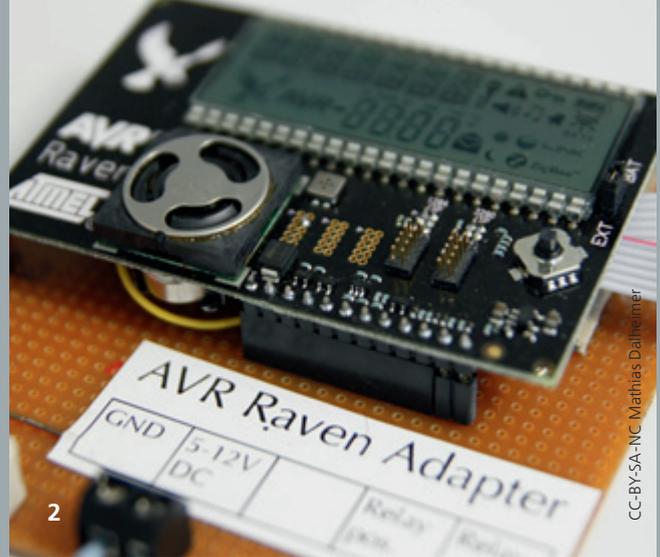


Die stärkste Gruppe im CC HPC stellt nach wie vor die Anwendungsentwicklung in der Seismik dar. Die im Rahmen von Kooperationsprojekten entwickelten Softwarepakete für die Winkel Migration (GRT) und die Visualisierung und Analyse von Prestack-Daten (Pre-StackPro) haben die qualitativ hochgesteckten Anforderungen erfüllt und sind jetzt im produktiven Einsatz. Die Kombination aus High Performance Computing Knowhow und exzellenten Algorithmen hat diesen Anwendungen zu Alleinstellungsmerkmalen in der Industrie verholfen.

Ein besonderes technologisches Highlight des Jahres 2011 war die Vorstellung der interaktiven photorealistischen Visualisierung eines kompletten Pkw in Full HD-Auflösung. Während kommerzielle Wettbewerber noch viele Minuten für die Berechnung eines Bildes benötigen, schafft es die vom Fraunhofer ITWM entwickelte Software, 20 Bilder pro Sekunde in voller Auflösung bei gleichzeitig interaktiver Geometriemodifikation wiederzugeben.

*Sven Breuner, Frank Kautz,
Christian Mohrbacher,
Bernd Schubert, Nikolai
Ivlev, Pavel Frolov,
Alexander Neundorf,
Dr. Jefferson Stafusa Elias
Portela, Monika Schappert,
Kai Krüger, Ely Wagner
Aguar de Oliveira, Egor
Derevenetc, Alexander
Petry, Dr. Mirko Rahn,
Dr. Tiberiu Rotaru*

*Dr. Matthias Balzer,
Dr. Daniel Grünewald, Jens
Krüger, Dr. Leo Neseemann,
Tobias Götz, Kathrin Fuchss
Portela, Dr. Abel
Amirbekyan, Lena Oden,
Rui Mário da Silva
Machado, Dr. Dimitar
Stoyanov, Dr. Franz-Josef
Pfreundt, Frauke Santacruz,
Dr. Martin Kühn, Dr. Norman
Ettrich, Dr. Dirk Merten,
Benedikt Lehnertz,
Dr. Dominik Michel*



SMART GRIDS – DAS INTELLIGENTE ENERGIENETZ

1 *Strom aus Windkraftanlagen kann langfristig nicht eingeplant werden. Daher muss unser Stromnetz flexibler werden, um mehr Strom aus erneuerbaren Energiequellen aufnehmen zu können.*

2 *Um Haushaltsgeräte regeln zu können, müssen diese über ein Bussystem gesteuert werden können. Das ITWM entwickelt mit dem OktoBus ein Open-Source-Bussystem, welches direkt in bestehende Heimnetzwerke integriert werden kann und günstig nachrüstbar ist.*

Die Integration erneuerbarer Energien (EE) aus Windkraftanlagen oder Photovoltaikanlagen stellt unser Stromnetz vor große Herausforderungen. Da Strom nur sehr begrenzt gespeichert werden kann, müssen Wege gefunden werden, wie die schwankende Produktion aus EE-Anlagen integriert werden kann. Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten: Stromspeicher wie Lithium-Ionen-Batterien können dezentral installiert werden, um die zusätzliche Energie aufzunehmen. Alternativ können Geräte dann betrieben werden, wenn sowieso viel erneuerbare Energie produziert wird. Beide Verfahren führen zu einer verbesserten Integration des EE-Stroms in unser bestehendes Stromnetz.

Im durch das Konjunkturprogramm II geförderten Projekt »mySmartGrid« verfolgen wir den zweiten Ansatz: Durch Regelungstechnik sollen elektrische Geräte wie Tiefkühltruhen und Wärmepumpen dann Strom verbrauchen, wenn sowieso viel Strom im Netz zur Verfügung steht. In Kaiserslautern und Umgebung werden bis zu 1000 Haushalte und KMUs mit entsprechender Technik ausgestattet. Der Stromverbrauch wird gemessen und ansprechend dargestellt, um den Projektteilnehmern ein besseres Verständnis für ihren eigenen Stromverbrauch zu vermitteln. Ziel des Projektes ist die Schaffung eines virtuellen Verbrauchers, der zur Stabilisierung des Stromnetzes verwendet werden kann. Eine Kernkomponente des Projekts ist das HexaBus-System: Um existierende Haushaltsgeräte automatisch steuern zu können, muss eine Kommunikation mit den Geräten umgesetzt werden. Der HexaBus als IPv6-basiertes Funksystem leistet noch mehr: Neue Geräte können das System nutzen, um beliebige Zusatzfunktionen umzusetzen: So könnte eine beladene Waschmaschine warten, bis der Benutzer von unterwegs das Startkommando gibt.

Alle Ergebnisse des Projektes sind frei zugänglich und basieren auf Open Source-Entwicklungen. Wir kooperieren dabei nicht nur mit lokalen Energieversorgern wie den Stadtwerken Kaiserslautern, sondern auch mit Geräteherstellern.

Im ergänzenden Projekt »myPowerGrid«, gefördert vom rheinland-pfälzischen Umweltministerium, erforschen wir die Möglichkeiten, in Lithium-Ionen-Batterien Strom zu puffern. So kann z. B. überschüssiger Strom aus Windkraftanlagen später in windstillen Zeiten wieder in das Netz eingespeist werden. Die dazu notwendige Technik wird gemeinsam mit Energieversorgern und Geräteherstellern entwickelt. Unser Schwerpunkt liegt hier in der Koordination der im Stromnetz verteilten Energiespeicher, die entsprechend geregelt werden müssen. Dabei sind nicht nur schwankende Produktionsleistungen zu berücksichtigen, sondern auch die Einschränkungen hinsichtlich des Lade- und Entladeverhaltens der eingesetzten Batterien.

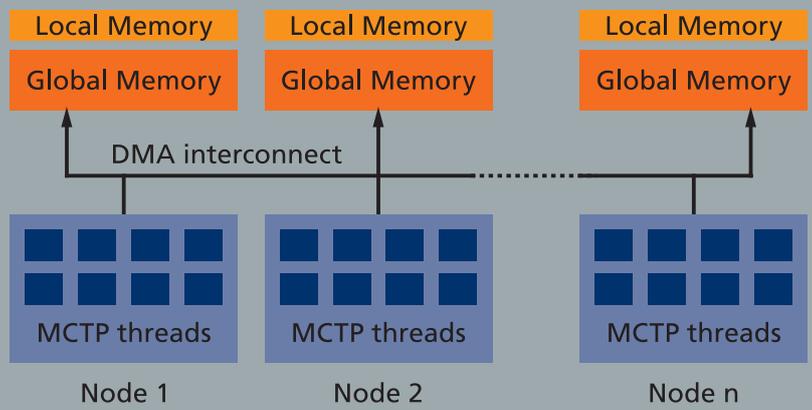
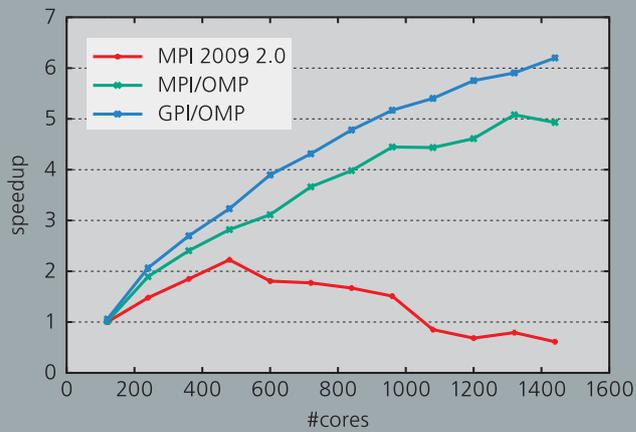


SKALIERBARER STORAGE MIT DEM FRAUNHOFER PARALLEL FILE SYSTEM

Mit der stetig zunehmenden Leistungsfähigkeit moderner Prozessoren und Netzwerktechnologien, die den Zusammenschluss zu immer größeren Computer-Clustern ermöglichen, wächst auch der Bedarf an immer realistischeren und detailgetreueren Simulationsergebnissen. Derartige Simulationen erfordern allerdings auch die Arbeit mit großen Datensätzen, die heute nicht selten im Bereich mehrerer 100 Gigabytes oder sogar im Terabyte-Bereich liegen können. Problematisch dabei ist jedoch, dass die Leistungsfähigkeit von Festplatten im Verhältnis deutlich unter dem Niveau der übrigen Systemkomponenten liegt, sodass die Laufzeit von Berechnungen häufig vorrangig durch die Geschwindigkeit des Festplattenzugriffs bestimmt wird.

1 Administration und Monitoring des FhGFS sind durch grafische Werkzeuge sehr einfach und intuitiv.

Das CC HPC arbeitet seit einigen Jahren am parallelen Dateisystem FhGFS. Hierbei werden die einzelnen Dateien scheinbar auf mehrere Server verteilt und können dadurch parallel eingelesen bzw. geschrieben werden. Dieses Verfahren ermöglicht es, Datensätze mit einem Vielfachen der herkömmlichen Geschwindigkeit zu verarbeiten und wirkt sich so unmittelbar positiv auf die Dauer bis zum Berechnungsergebnis aus. Neben einer sehr guten Skalierbarkeit des Systems legt das Entwicklerteam außerdem großen Wert auf eine unkomplizierte Handhabung durch die Bereitstellung grafischer Management-Tools und ein hohes Maß an Flexibilität bei der Installation. So ist es beispielsweise beim FhGFS möglich, nicht nur separate Server als gemeinsamen parallelen Speicher in einem Cluster zu nutzen, sondern auch die Festplatten der Clusterknoten untereinander auf diese Art zu verbinden. Daneben lassen sich die Verteilungsmuster der Daten flexibel an die Bedürfnisse der Nutzer, etwa geographisch getrennte Serverräume, anpassen, um die Zugriffszeit auf die Daten weiter zu reduzieren. Bereits in den Vorjahren konnte in Kooperation mit Partnern und Kunden aus Industrie und Forschung gezeigt werden, dass das FhGFS bei typischen Workloads einen deutlich besseren Durchsatz liefern kann als vergleichbare kommerzielle Lösungen. So wird das FhGFS u. a. zur Anbindung des Speichers eines der schnellsten Cluster weltweit, dem LOEWE-CSC in Frankfurt/Main, genutzt. Das System besteht dabei aus über 800 Clusterknoten und erreicht einen Durchsatz beim Schreiben und Lesen von über 10 GB/s. Derzeit wird das Dateisystem auf diversen Clustern in der Größenordnung mehrerer hundert Rechenknoten eingesetzt. Im kommenden Jahr sollen dann die Arbeiten am Hochverfügbarkeitsmodus fertiggestellt werden und später die Unterstützung für Microsoft Windows hinzukommen. Dadurch wird das Dateisystem auch außerhalb des HPC-Bereichs, beispielsweise als ausfallsicherer Projekt-Speicher oder für Home-Verzeichnisse interessant. Das FhGFS kann kostenlos unter <http://www.fhgfs.com> heruntergeladen werden. Optionaler Support ist ebenfalls erhältlich.



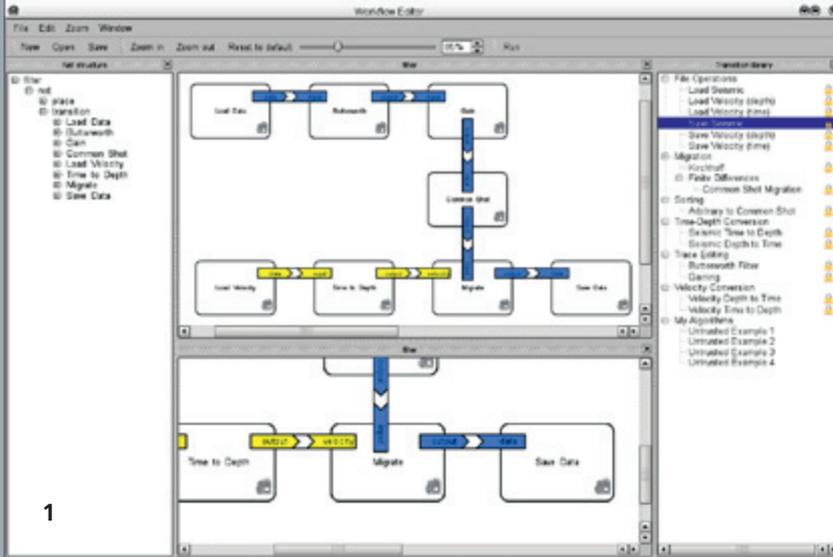
PROGRAMMIEREN SKALIERBARER SOFTWARE: GPI UND MCTP

1 Skalierungsverhalten von TAU (F6, 4W Multigrid, 2M Punkte, Xeon X5670, 16 GiB, QDR Infiniband)

2 GPI stellt einen partitionierten Adressraum zur Verfügung.

Hochleistungssysteme heute und in der absehbaren Zukunft bestehen aus massiv parallelen heterogenen Rechenknoten mit vielen Rechenkernen, die durch Hochgeschwindigkeitsnetzwerke miteinander verbunden sind. Um diese Maschinen adäquat zu benutzen, wird Software benötigt, die Probleme auf Zehntausenden oder gar Millionen von Rechenkernen effizient lösen kann. Entsprechende Programmiermodelle sind mit hohen Anforderungen konfrontiert: Benötigt wird ein einfaches und flexibles Modell, das neben fehlertoleranter Ausführung auch voll asynchrone und effiziente Kommunikation zwischen verschiedenen Speichersubsystemen mit unterschiedlicher Bandbreite und Latenz erlaubt. Nur so können Kommunikation und Berechnung gleichzeitig erfolgen – eine entscheidende Voraussetzung für skalierbare Software.

Das CC HPC hat sich diesen Herausforderungen gestellt und zwei einfache, robuste und skalierbare Programmierschnittstellen entwickelt: GPI und MCTP. Auf der Ebene vernetzter Rechenknoten erlaubt das Global Address Programming Interface (GPI) hocheffiziente Kommunikation mit geringster Latenz. Aufbauend auf den Fähigkeiten moderner Verbindungsnetzwerke wie InfiniBand oder RoCE stellt GPI einen partitionierten globalen Adressraum (PGAS) zur Verfügung. Rechenknoten können unabhängig voneinander (one-sided), voll asynchron (ohne Belastung der Rechenkerne), ohne temporäre Kopien (zero-copy) und mit maximaler Bandbreite auf den Speicher anderer Rechenknoten sowohl lesend als auch schreibend zugreifen. Diese Basisfunktionalität wird in GPI um eine Reihe weiterer Funktionen erweitert: Extrem schnelle kollektive Operationen (wie Barrieren), atomare Zähler (atomar über Rechenknoten hinweg) oder umfassende Umgebungstests sind nur einige. Das in der Vergangenheit vorherrschende Thema des Sendens und Empfangens von Nachrichten wird ebenfalls unterstützt und um eine völlig neue Art der passiven Kommunikation erweitert. Abgerundet wird GPI durch eine fehlertolerante Ausführungsumgebung. Innerhalb eines Rechenknotens wird GPI durch unser Multicore Threading Package (MCTP) zu einer kompletten Umgebung ergänzt, die die Entwicklung skalierbarer Software auf Basis eines einzigen (Thread-) Modells erlaubt. Die MCTP stellt Funktionen zum Umgang mit parallelen Threads und Threadpools zur Verfügung. Sie bewegt sich dabei stets auf der Höhe der Zeit und ist derzeit die einzige Bibliothek, die die konkreten Hardwaregegebenheiten (NUMA-Layout) konsequent berücksichtigt. Ergebnis sind zum Beispiel Synchronisationsprimitive, deren Latenz um Größenordnungen geringer ist als die anderer Threadpakete. Im Jahr 2010 hat das CC HPC die Markteinführung von GPI und MCTP als eigenständige Produkte gestartet. Es haben sich mittlerweile Tier-0 Dienstleister wie das HLRS in Stuttgart für PGAS als Modell der Zukunft und für GPI als PGAS-API entschieden. Beginnend im Jahr 2011 unterstützt das ITWM maßgeblich eine Initiative verschiedener großer Forschungseinrichtungen und Anwender zur Definition des GASPI-Standards für PGAS-API.



GPI-SPACE: PRODUKTIVES ENTWICKELN UND EFFIZIENTES AUSFÜHREN VON CLUSTERANWENDUNGEN

Absolute Performance und Durchsatz bei der Verarbeitung von Daten spielen für Unternehmen aus den unterschiedlichsten Bereichen eine immer größere Rolle. Neben Unternehmen sehen sich auch Forschungseinrichtungen neuen Herausforderungen gegenüber, weil Sensoren immer detailliertere Abbilder erzeugen. Auswertung von Satellitendaten, Verarbeitung von Informationen über das Erbgut oder die Suche nach dem Higgs-Boson sind anspruchsvolle Aufgaben, schon allein wegen der Menge zu verarbeitender Daten. GPI-Space ist der Ansatz des CC HPC zur Lösung von zwei der wichtigsten und immer noch offenen Probleme bei der Verarbeitung extrem großer Daten: Das Programmiermodell für entsprechende Anwendungen und die Ausführungsumgebung. Das System baut auf einem schnellen virtuellen Speicher auf, der auf Basis von GPI implementiert ist. GPI ist eine ebenfalls am CC HPC entwickelte Programmierschnittstelle, die dem Modell eines partitionierten globalen Adressraums (PGAS) folgt. Dieses Modell ist ein allgemein anerkannter aussichtsreicher Kandidat für die Programmierung effizienter und skalierbarer Software auf heutigen und zukünftigen Hochleistungssystemen. Basierend auf dem virtuellen Speicher implementiert GPI-Space eine effiziente verteilte und parallele Laufzeitumgebung, die sich dynamisch an den Zustand der Maschine anpasst und Skalierbarkeit durch Verdecken der Datenzugriffslatenz ermöglicht. Die Laufzeitumgebung besteht aus einer Menge von Agenten, die sich in beliebige Topologien einfügen. Sie ermöglicht das Ausführen von Basismodulen, die beliebige, insbesondere bereits existierende, Programme enthalten und arbeitet isoliert von möglichen Fehlern dieser Programme. Fehler oder Abstürze innerhalb eines Basismoduls stellen niemals die Integrität und Konsistenz der Laufzeitumgebung infrage. Gesteuert wird GPI-Space durch grafische Workflows, die unabhängig von der konkreten Hardware und den spezifischen Basismodulen sind. GPI-Space trennt Koordinierung der Daten und Berechnung auf den Daten und sichert damit, dass Anwendungen auch auf zukünftiger Hardware effizient ausgeführt werden. Die Workflows in GPI-Space basieren auf Petri-Netzen, einem bekannten Formalismus zur Beschreibung verteilter und paralleler Prozesse. Der Workflow Interpreter von GPI-Space extrahiert alle Aktivitäten, die momentan ausgeführt werden können und übergibt diese der Laufzeitumgebung, von der sie auf die vorhandenen Ressourcen aufgeteilt und (parallel) ausgeführt werden. Darüber hinaus sind Petri-Netze das Ziel vieler wohldefinierter Optimierung und haben eine genaue Bedeutung, die formal verifiziert werden kann. Gleichzeitig sind die in GPI-Space verwendeten Workflows wesentlich mächtiger als ein einfaches Map & Reduce: Jedes denkbare parallele Muster kann ausgedrückt werden. Ein umfassender Satz allgemein benötigter Workflows ist bereits enthalten, speziell für die Verarbeitung seismischer Daten bietet GPI-Space eine Reihe zusätzlicher Funktionalitäten an. Die drei Hauptkomponenten – virtueller Speicher, verteilte Laufzeitumgebung und Workflow Interpreter – sind nahtlos integriert, können aber auch einzeln verwendet werden.

1 *Skizze eines Domain-spezifischen grafischen Editors für GPI-Space*



FRAUNHOFER-CHALMERS RESEARCH CENTER FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS FCC

- **GEOMETRIE UND BEWEGUNGSPLANUNG**
- **COMPUTATIONAL ENGINEERING UND DESIGN**
- **SYSTEMBIOLOGIE UND BIOINFORMATIK**

Leiter des FCC
Dr. Uno Nävert
T. +46 (0) 31/772-42 85
uno.navert@fcc.chalmers.se



Das Fraunhofer-Chalmers Research Center for Industrial Mathematics FCC hat seit seiner Einweihung 2001 über zweihundert industrielle und öffentliche Projekte abgeschlossen und dabei erfolgreich mit über hundert Unternehmen aus verschiedenen Branchen zusammengearbeitet. Seine Mission ist die wissenschaftliche Forschung im Bereich der angewandten Mathematik, mit den Zielrichtungen schwedische und europäische Industrie, Handel und öffentliche Einrichtungen. Beide Gründer, die deutsche Fraunhofer-Gesellschaft und die schwedische Chalmers-Universität, haben beschlossen, das FCC bis 2015 mit je einer halben Million Euro pro Jahr zu fördern und damit ihre Überzeugung zum Ausdruck gebracht, dass die Intensivierung der Kooperation für Forschung und Bildung beider Länder von Vorteil ist.

Wir stellen einen starken Anstieg der öffentlichen Projekte in absoluten und relativen Zahlen fest. Gleichzeitig sind die Einnahmen aus direkten Industrieprojekten zurückgegangen, während die Industrie in großem Umfang als Vertragspartner in den öffentlichen Projekten beteiligt ist. Wir erwarten, dass es zwei bis drei Jahre dauern wird, um wieder den normalen Industrieanteil von rund vierzig Prozent zu erreichen. Wir veranstalten eine Kampagne mit dem Ziel, im Bereich Industrie eine breitere Kundenbasis zu gewinnen, die auch kleine und mittlere Unternehmen einschließt. Zusammen mit unseren Partnern, der Chalmers-Universität und dem Fraunhofer ITWM decken wir einen weiten Anwendungsbereich ab; 2011 haben wir unsere Zusammenarbeit weiter verstärkt. Dazu gehören gemeinsame Aktionen mit allen Abteilungen des ITWM sowie dem Chalmers Wingquist Laboratory, Chalmers Systems Biology, Chalmers Fluid Dynamics und mit dem Gothenburg Mathematical Modelling Centre (GMMC).

Die Europäische Wissenschaftsstiftung hat eine Studie zum Thema »Forward Look on Mathematics and Industry« vorgelegt; ein Band widmet sich »European Success Stories in Industrial Mathematics«, zu dem das FCC drei Projekte aus den Bereichen Automotive und Pharmazie beigetragen hat.

2008 haben wir die Industrial Partner Group (IPG) als Nachfolger der früheren Swedish Association of Industrial Mathematics (STM) ins Leben gerufen. Die Gruppe trifft sich weiterhin zweibis viermal jährlich in Kaiserslautern und Göteborg, um ein Forschungsprogramm für Forschungs- und industrielle Szenarien festzulegen und eine Synthese herzustellen. Im ersten Jahr hat sich die Gruppe mit der Identifizierung und Optimierung von Parametern beschäftigt. Ergebnis war ein Vorschlag zur Mehrskalens- und multiobjektiven Simulation und Optimierung. Auch 2011 haben wir uns in den vom GMMC vorgegebenen Forschungsszenarien mit Unsicherheit, Zuverlässigkeit und Qualität befasst. Das Research Proposal konzentrierte sich auf die VMEA (Variation Mode and Effect Analysis).

Die Abteilung Geometrie und Bewegungsplanung hat in enger Zusammenarbeit mit dem Chalmers Wingquist Laboratory die zweite Phase des zehnjährigen Wingquist Laboratory VINN Excellence Centre for Virtual Product Realization 2007 – 2016 erreicht. Im vergangenen Jahr hat die Abteilung vier mehrjährige öffentliche Projekte fortgeführt, einschließlich eines Projekts zur virtuellen Lackierung und eines Projekts zu sich intelligent bewegenden Gliederpuppen. Die Softwareplattform IPS für die Bewegungsplanung starrer Körper, die Planung der Bewegung von Robotern und die Simulation flexibler Kabel ist durch Lizenzierungen industrieller Kunden in Europa, den Vereinigten Staaten und Japan anerkannt worden. Das FCC entwickelt IPS gemeinsam mit der ITWM-Abteilung Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit.

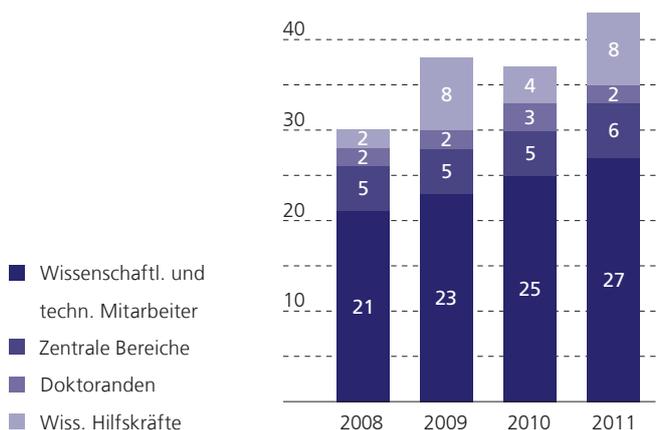
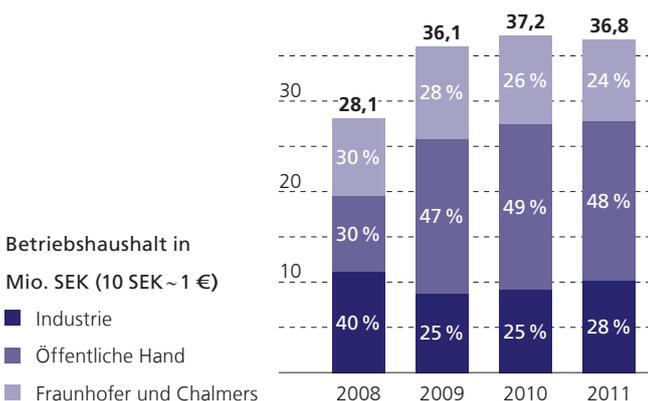
Die Abteilung Computational Engineering und Design hat ihre Arbeit auf dem Gebiet der Multiphysics-Anwendungen im Zusammenhang mit den Wechselwirkungen von Flüssigkeiten und festen Körpern sowie Flüssigkeiten und elektromagnetischen Feldern ausgebaut, insbesondere im Rahmen von Projekten mit schwedischen und europäischen Partnern in der Industrie und den ITWM-Abteilungen Optimierung, Strömungs- und Materialsimulation und Transportprozesse. Die Abteilung erforscht in einem Sechs-Jahres-Projekt in Zusammenarbeit mit

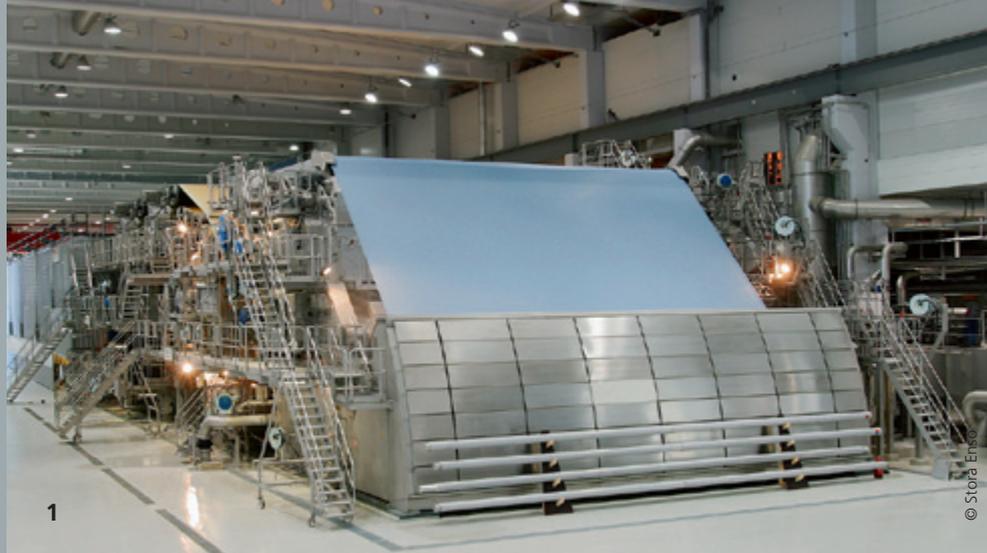


der schwedischen Papier- und Verpackungsindustrie innovative Simulationsverfahren für Papier und hat in den Jahren 2010 und 2011 ein damit zusammenhängendes Projekt zur dynamischen Simulation von Glasfasernetzwerken in einer Finite-Elemente-Umgebung von Seiten des Gothenburg Mathematical Modelling Centre in Angriff genommen. In einem Projekt mit Chalmers S2 und dem Sahlgrenska Universitätsklinikum befasst sich die Abteilung in einem Projekt zur fokussierten Ultraschall-Chirurgie mit der Medizintechnik.

Die Abteilung Systembiologie und Bioinformatik wächst weiter, speziell wegen unserer EU-Projekte. Unsere Zusammenarbeit mit der ITWM-Abteilung Systemanalyse, Prognose und Regelung ist in einem Projekt zur Integration von Systembiologie, Biotechnologie, Mathematik und Bildverarbeitung in der Produktion von tierischem Zellprotein intensiviert worden. Die Arbeiten zur interaktiven Pharmakokinetik und Pharmakodynamik haben zur Entwicklung der Software Maxsim2 für die Pharmaindustrie geführt, die im vergangenen Jahr am Markt präsentiert wurde. Die Abteilung hat mit dem Ausbau ihres Anwendungsbereichs auf dem Gebiet der technischen informationsintensiven Systeme und Datenanalyse begonnen und erweitert damit ihre Kompetenzen in der mathematischen Statistik, automatischen Steuerung und Qualitätskontrolltechnik.

2011 konnten wir fünf neue Mitarbeiter einstellen. Unser Team von Wissenschaftlern aus dem Bereich der angewandten Forschung ist eine Mischung aus PhDs und Masters of Science. In unserem Betreuungsmodell arbeiten die Master-Studenten zwei bis fünf Jahre lang an industriellen und öffentlichen Projekten. Während dieses Zeitraums halten wir sie dazu an, an Konferenzen teilzunehmen und Arbeiten zu veröffentlichen, um sich im Bereich der Forschung zu profilieren. Wenn sich anschließend ein geeignetes Projekt ergibt, in dem sich ein Doktorand unterbringen lässt, haben wir gleich einen geeigneten Kandidaten, der von Beginn an einen wichtigen Beitrag leistet. Dem Mitarbeiter bietet sich die Möglichkeit, in seiner Ausbildung einen Schritt weiterzukommen. Sieben der bei uns angestellten Masters of Science, darunter fünf im letzten Jahr, haben auf diese Weise mit ihren Arbeiten zur Promotion begonnen: fünf bei Chalmers und zwei im Ausland. Auch unsere jährliche Informationsveranstaltung »Earn Money on Mathematics« für Master-Studenten aus internationalen Programmen von Chalmers und der Universität Göteborg war wieder sehr fruchtbar: Sechzehn Master-Studenten schreiben nun ihre Abschlussarbeit am FCC; darüber hinaus konnten wir auch wieder etliche wissenschaftliche Hilfskräfte gewinnen.





INNOVATIVE PAPIERSIMULATION

1 Die drei wichtigsten Elemente einer Papiermaschine: Siebpartie, Pressenpartie, Trockenpartie.

In der Siebpartie verlässt die Fasersuspension den Stoffauslauf und trifft auf ein Formsiebgewebe. Hier beginnt der Aufbau des Fasergewebes, weiterhin findet eine erste Entwässerung statt. In der Pressenpartie wird unter hohem Druck weiteres Wasser aus dem Gewebe herausgepresst. Das verbleibende Wasser verdampft in der Trockenpartie, wenn das Gewebe über heiße Trocknerrollen läuft.

Zielsetzung dieses Projekts ist die Entwicklung neuartiger Werkzeuge zur Simulation der Herstellung von Papier- und Kartonqualitäten, die auf Mikrostrukturmodellen des Fasergewebes basieren. Ein neu geschaffenes Konsortium, bestehend aus den vier Firmen Albany International, Eka Chemicals, Stora Enso und Tetra Pak sowie dem FCC und dem Fraunhofer ITWM deckt die gesamte Produktionskette vom Zellstoff bis zum fertigen Karton ab.

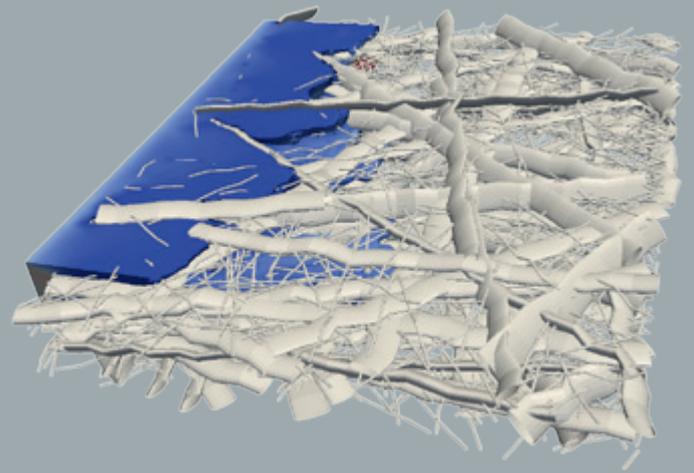
Die Mikrostruktursimulation zur Bestimmung der Kartoneigenschaften ist hinsichtlich der Produkt- und Prozessentwicklung eine völlig neue Herangehensweise in der Papierindustrie. Mit der während des Projekts entwickelten Software wird ein Großteil der Produktentwicklung zukünftig am Computer simuliert werden können, was zu einem substantiell besseren Verständnis der Papierherstellungsprozesse führt; insbesondere ist es wichtig, Produkte mit höherer Funktionalität, aber mit weniger Material- und Energieaufwand zu entwickeln. Dies ist entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit erneuerbarer Verpackungsmaterialien, um den wachsenden Problemen durch erdölbasierte Verpackungen z. B. aus Kunststoff zu begegnen.

Die Software setzt auf einem objektbasierten C++ Framework auf und besteht aus den folgenden eng gekoppelten Modulen: PaperGeo zur Generierung virtueller Strukturen, IBOFlow zur Simulation der Fluidodynamik und FeelMath für die Strukturmechanik. Die IPS-Plattform wird für Pre- und Post-Processing verwendet. Insbesondere dient die Software dazu, den Aufbau des Fasernetzes in der Siebpartie der Papierherstellung und bestimmte Eigenschaften von Kartonverpackungen zu untersuchen, wie beispielsweise Widerstandsfähigkeit gegen feuchtigkeitsbedingte Randwelligkeit oder strukturelle Dynamikeigenschaften, die von Fasereigenschaften und Prozessbedingungen abhängen. Auf lange Sicht führt dies dazu, dass man Kartonverpackungen mit besseren funktionalen Eigenschaften entwickeln kann.

In der Siebpartie einer Papiermaschine verlässt eine Fasersuspension in Form eines freien Strahls den sogenannten Stoffauslauf und fällt auf ein wasserdurchlässiges Band, das man Formsiebgewebe nennt. Dieser allererste Papierbildungsprozess beeinflusst die Eigenschaften des Fasernetzes und die der nachgeschalteten Entwässerungsstufen und hängt von den Fasereigenschaften, chemischen Additiven, dem Formsiebgewebe und anderen Prozessbedingungen ab. Da die Papiereigenschaften von der Mikrostruktur abhängen, kommen Kontinuumsmodelle nicht infrage. Die Fluid-Struktur-Interaktion, d. h. die des Fluids und bewegter Fasern und Flocken muss bei dieser Anwendung genau modelliert werden. Da die Fasern im Wasser schwimmen und dieselbe Dichte wie das sie umgebende Wasser haben, ist dies eine sehr anspruchsvolle Aufgabe.



2



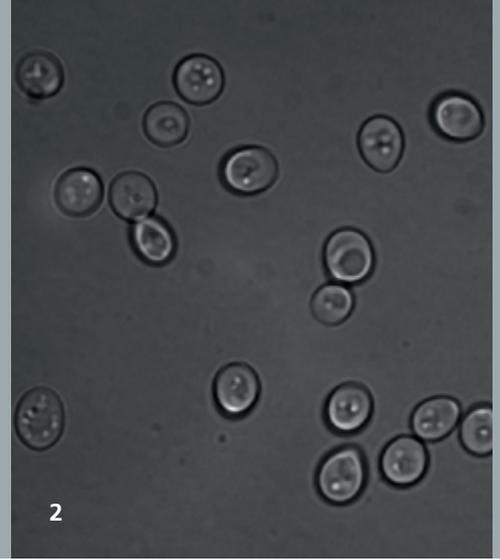
3

Die Navier-Stokes Software IBOFlow des FCC ist perfekt geeignet für diese Anwendung: Die Strömung um die bewegten Fasern wird durch ein adaptives Octree-Gitter aufgelöst, die Präsenz von Fasern in der Strömung wird über Immersed-Boundary-Verfahren modelliert. Die Fasern werden als schlanke Körper modelliert und als hohle elliptische Segmente dargestellt. Die Kraft des Fluids auf jedes Fasersegment wird berechnet, indem man den Druck und den viskosen Spannungstensor über die Oberfläche des Segments integriert. Das Euler-Bernoulli-Balkenmodell in der co-rotatorischen Fassung wird verwendet und in einem FEM-Netz diskretisiert, um die großen Faserdeformationen zu berechnen. Die Faser-Faser- und Faser-Sieb-Kopplungen werden mit Lagrange-Multiplikatoren simuliert. In der Simulationssoftware werden einzelne Fasern generiert und der Prozess visualisiert, bei dem die Fasern am Formsiebgewebe abgelagert werden. Der Aufbau der Oberflächendichte des Papiers über dem Formsiebgewebe und die Orientierung der Fasern werden berechnet, diese Daten können später experimentell überprüft werden. Die erste Version dieser Papiersieb-Simulationssoftware wurde im Frühjahr 2011 an die Industriepartner ausgeliefert.

2 *Karton in hochwertiger Qualität*

3 *Zweiphasen-Mikrostruktursimulation einer Wasserfront, die in die offene Kante eines Papiers eindringt. Es wurde das Modul Volume of Fluids (VoF) der IBOFlow verwendet.*

Während der Inbetriebnahme der Tetra Brik Aseptischen Füllmaschine (TBA) wird nach einem kurzen Stopp das Bad mit einer Flüssigkeit aus Wasser und Peroxid gefüllt, diese Flüssigkeit dringt an den offenen Enden des Kartons ein. Hierbei sind nur einige Millimeter zulässig, da sonst defekte Röhrchen die antiseptischen Eigenschaften der Füllmaschine zunichte machen könnten. Die resultierende Eindringtiefe hängt von den Fasereigenschaften, den chemischen Additiven, der Blattstruktur und anderen Prozessparametern ab. Um das Eindringen an der Kante zu simulieren, wurde ein Multiscale Framework entwickelt. Kleine Teilstücke der 3D-Mikrostruktur werden mit PaperGeo generiert. Für diese Mikrostrukturen generiert ein Poren-Morphologie-Modell aktive Porenradien und Sättigungsstufen für verschiedene Druckabfälle. Anschließend werden einphasige Strömungssimulationen bei aktiven Poren durchgeführt, um die relative Permeabilität zu berechnen. Diese Ergebnisse werden dann mit zweiphasigen Strömungssimulationen mit dem Modul Volume of Fluids (VoF) in IBOFlow validiert. Ein virtuelles Makroblatt (2D-Verteilung des Oberflächengewichts und Anisotropie) wird dann auf Basis der Mikroigenschaften erzeugt. Simulationen mit diesem Makroblatt zeigen dann die Wasserfront als Funktion der Zeit. Die erste Version dieser Software zur Simulation der feuchtigkeitsbedingten Randwelligkeit wurde im Sommer 2011 an die Industriepartner ausgeliefert.



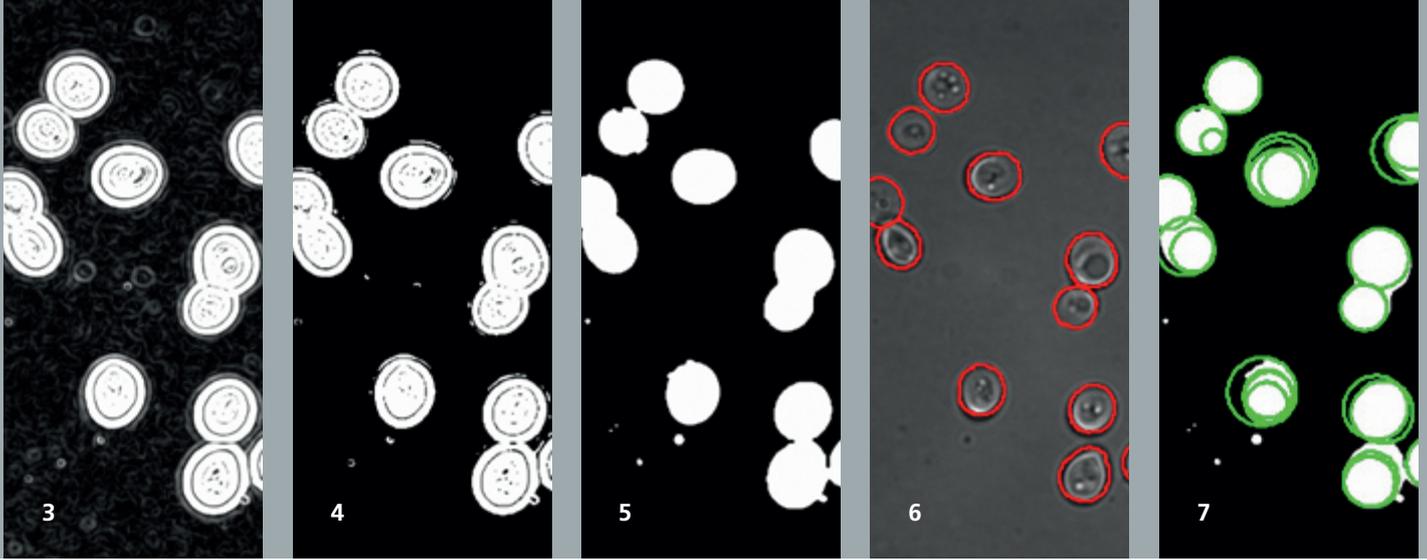
BILDANALYSE-TOOLS FÜR QUANTITATIVE UNTERSUCHUNGEN AN HEFEZELLEN

1 Vollautomatisches Mikroskop

2 Hefezellen unter dem Mikroskop

Mikroskopische Untersuchungen, die von der Bionanophotonik-Arbeitsgruppe in Chalmers zusammen mit dem Institut für Zell- und Mikrobiologie der Universität Göteborg durchgeführt wurden, hatten die zeitliche Nachverfolgung mehrerer einzelner Zellen zum Ziel, um die Entwicklung verschiedener Phänomene unter Berücksichtigung von Zellpopulationsvariationen zu beobachten. Ein Beispiel hierfür ist die dynamische Antwort individueller Zellen auf sich ändernde Umweltbedingungen, wie beispielsweise Stress, der durch plötzliche Hitzeeinwirkung hervorgerufen wird. In solchen Fällen kann man mit Untersuchungen hinsichtlich der Aufenthaltsorte bestimmter Proteine (z. B. innerhalb und außerhalb des Zellkerns) feststellen, inwieweit eine Zelle von der externen Stimulation betroffen ist. Wenn man das zu untersuchende Protein mit einem Fluoreszenzmarker markiert, wird der Kern je nach Proteinkonzentration in Relation zur restlichen Zelle mehr oder weniger stark fluoreszieren. Dieser Effekt ist bei individuellen Zellen unterschiedlich stark ausgeprägt, sodass man die Antwort jeder einzelnen Zelle quantifizieren muss. Eine manuelle Quantifizierung ist ein sehr zeitraubender Prozess. Es müssen die Bildbereiche markiert werden, die zur Zellmembran bzw. zum Kern gehören und die Pixel in jedem Bereich in Abhängigkeit ihrer Intensität ausgezählt werden. Diese Prozedur ist für alle aufeinanderfolgenden Bilder einer Zelle zu wiederholen, damit man feststellen kann, wie sich die Konzentration des Proteins mit der Zeit verändert. Diese Auswertung muss dann für jede einzelne Zelle einer Aufnahme durchgeführt werden; es ist leicht einzusehen, dass es ein nahezu aussichtsloses Unterfangen ist, manuell eine größere Anzahl von Zellen zu untersuchen. Die Bildauswertung geschieht dennoch oft noch manuell, die Ergebnisse sind dann aber eher qualitativer und subjektiver Natur. Mit einem automatisierten und quantitativen Analyseverfahren wird das Ergebnis objektiver, ferner können weitere ressourcenintensive Analysen durchgeführt werden, wie z. B. die Erfassung der zeitlichen Verteilung eines Proteins in einer Gesamtzellpopulation.

Um quantitative Untersuchungen des zeitlichen Verhaltens mehrerer Zellen zu automatisieren, wurden Algorithmen und Softwaretools zur automatischen Segmentierung und Nachverfolgung von Einzelbildern und Bildsequenzen aus Zeitraffer-Mikroskopieaufnahmen zu entwickeln. Die Verfahren wurden in einem Programm namens CellStat implementiert und kamen auch in Kollaborationsprojekten mit externen Partnern zum Einsatz. CellStat ist ein Softwaretool mit graphischer Benutzerschnittstelle zur automatischen Erkennung und Nachverfolgung von Hefezellen aus Transmissionsmikroskop-Bildern, ferner können GFP-markierte Proteine mittels Fluoreszenzmikroskopie lokalisiert und quantifiziert werden. Die Stärke der Algorithmen in CellStat ist in den robusten Verfahren begründet, die Langzeit-Zeitraffer-Untersuchungen von Proteinen hinsichtlich deren Lokalisierung, Migration und Vererbung über mehrere Zellzyklen ermöglichen.



CellStat erlaubt auch einen hohen Durchsatz von Zellen mit Genstörungen beim Proteinfunktionalitäts-Screening. Eine kürzlich durchgeführte Studie umfasste die Nachverfolgung von 50–100 Zellen in Bildsequenzen, die für verschiedene Zellkulturen bis zu 1800 Einzelbilder umfasste. Für jede Einzelzelle wird die Ortsveränderung markierter Proteine zwischen Zellkern und Zytoplasma erfasst. Aus diesen Daten kann man Rückschlüsse auf die Intensität des Zellstresses ziehen. Untersuchungen an einzelnen Zellen sind unerlässlich zum Verständnis der Zellfunktion, hierbei kommt automatisierten Bildanalysewerkzeugen wie CellStat eine Schlüsselrolle bei der Erfassung von Mikroskopiedaten zu.

Es ist bekannt, dass bei der Untersuchung lebender Zellen unter dem Mikroskop diese durch Licht beschädigt werden können und so das Ergebnis der Untersuchung beeinflusst wird. Eine Studie der Universitäten Chalmers und Göteborg zeigte, dass die Zellen schon durch eine überraschend niedrige Lichtbelastung beeinträchtigt werden. Das Phänomen von Zellschäden als Folge von Lichteinfluss wurde an Hefezellen als Modellorganismus untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass Zellen bei Lichtdosen unter 0,16 Joule pro Quadratzentimeter nicht beeinträchtigt werden. Dies konnte durch Untersuchungen an einem bestimmten Protein gezeigt werden, von dem bekannt war, dass es unter Stresseinwirkung in den Zellkern und wieder nach außen wandert. In dieser von Biologen, Mathematikern und Physikern durchgeführten interdisziplinären Studie wurde deutlich, dass die Entwicklung und der Gebrauch moderner Bildanalysealgorithmen, wie sie im Softwarepaket CellStat implementiert sind, unverzichtbar sind. CellStat ist für wissenschaftliche, nicht-kommerzielle Zwecke frei verfügbar. Inzwischen verwenden drei Forschungslaboratorien diese Software für ihre Untersuchungen.

Technische Fakten zu CellStat:

- Konturerkennung und Nachverfolgung von Hefezellen bei Mikroskopiebildsequenzen
- Kernalgorithmen in C/C++
- Matlab-Interface
- Freie Verwendung für Forschungszwecke
- Plug-Ins zur Extraktion von Fluoreszenz-Daten

3 *Filterung der Hefezell-*
aufnahmen

4 *Klassifikation nach Pixeln*

5 *Entauschen der Aufnah-*
men

6 + 7 *Modellanpassung*

Altendorf, Hellen
3D Modeling of Dense Packings of Bended Fibers
 34th Workshop of the International Society of Stereology, Paris (F), Februar

Altendorf, Hellen
Application of Virtual Material Design on a Glass Fiber Reinforced Polymer
 3D Microstructure Meeting, Saarbrücken, November

Altendorf, Hellen
Stochastic Modeling of a Glass Fiber Reinforced Polymer
 Graduate School »Models of Random Structures«, Fontainebleau (F), März und National Symposium on Mathematical Morphology, Intra (I), Juli

Altendorf, Hellen
Morphological Analysis and Stochastic Modeling of Random Fiber Networks
 Seminar CMLA-ENS Cachan, Cachan (F), April

Andrä, Heiko; Kabel, Matthias; Ricker, Sarah; Krzikalla, Fabian; Schulz, Volker
Numerische Homogenisierung für viskoelastische Faserverbundwerkstoffe
 NAFEMS Seminar: Fortschritte in der Simulation von Composites, Wiesbaden, April

Andrä, Heiko; Krzikalla, Fabian
Numerical Homogenization for Viscoelastic Fiber-Reinforced Plastics
 ITM, KIT, Karlsruhe, Februar

Andrä, Heiko; Matei, Iuliana; Amstutz, Samuel
Optimization for castings using the topological gradient and a level-set method
 Euromech 522, Erlangen, Oktober

Andrä, Heiko; Rief, Stefan
Effektive elastische Eigenschaften und Schädigungsverhalten von Fasernetzwerken
 Forschungsforum »Modellierung und Prognose von Eigenschaften faserbasierter Produkte«, PTS, Heidenau, Dezember

Andrä, Heiko; Edelvik, Fredrik; Fredlund, Mats; Glatt, Erik; Kabel, Matthias; Lai, Ron; Mark, Andreas; Martinsson, Lars; Nyman, Ulf; Rief, Stefan
Micromechanical Network Model for the Evaluation of Quality Controls of Paper
 Progress in Paper Physics Seminar 2011, Graz (A), September

Barth, Jakob; Ripperger, Siegfried; Laourine, Ezzeddine; Cherif, Chokri; Rief, Stefan; Glatt, Erik; Wiegmann, Andreas
Computational investigation of geometry and permeability of woven fabrics for filtration
 Techtexil 2011, Frankfurt/M., Mai

Bayrasay, P.; Dehning, C.; Kalmykov, I.; Burger, Michael; Speckert, Michael
Einsatzmöglichkeiten der MKS-FEM-Kopplung am Beispiel einer Fahrzeugsimulation
 NAFEMS »Die Rolle von CAE in der Systemsimulation«, Wiesbaden, November

Becker, Jürgen
Pore scale modelling of porous layers used in fuel cells
 Special Semester RICAM, Linz (A), Oktober

Becker, Jürgen; Rief, Stefan; Wiegmann, Andreas
Fast Media-Scale Multi Pass Simulations
 Filtech 2011, Wiesbaden, März

Becker, Jürgen; Wiegmann, Andreas
Combining pore morphology and flow simulations to determine two-phase properties of 3D tomograms
 3D Microstructure Meeting, Saarbrücken, November

Becker, Jürgen; Wiegmann, Andreas
Computer aided material engineering applied to porous layers used in PEFC
 Hydrogen + Fuel Cells 2011, Vancouver (CDN), Mai

Becker, Urs; Dreßler, Klaus; Herkt, Sabrina; Merk, Jürgen
Nichtlineare Modellreduktion zur Berechnung von Elastomerlagern in der Betriebsfestigkeit

1. Tagung DVM-Arbeitskreis Elastomerbauteile, Weinheim, April

Becker, Urs; Simeon, Bernd
The constrained generalized alpha method for incompressible rubber-like materials
 2nd International Conference on Computational Engineering (ICCE), Darmstadt, Oktober

Berger, Martin; Erben, Christina; Schröder, Michael
Decentralized Multicriteria Decision: Making in Collaborative Forwarding of Air Freight
 Logistik Management LM2011, Bamberg, September

Bludau, Bastian; Küfer, Karl-Heinz
A two-machine flow shop problem consisting of a discrete processor and a batch processor under uncertainty
 MAPSP (10th Workshop on Models and Algorithms for Planning and Scheduling Problems), Nymburk (CZ), Juni

Breuner, Sven
Fraunhofer Parallel File System (FhGFS) - Status Update
 10th HLRS/hww Workshop on Scalable Global Parallel File Systems, Stuttgart, Mai

Breuner, Sven
Requirements and Challenges for Parallel File Systems
 International Supercomputing Conference, Hamburg, Juni

Buck, Marco
Robust and Efficient Solvers of the 3D Elasticity Equation for Microstructural Simulations
 CMCM YRS 2011, Kaiserslautern, Februar

Buck, Marco; Iliev, Oleg; Andrä, Heiko; Kabel, Matthias
Robust Multigrid for the 3D Elasticity System by Energy Minimizing Interpolation
 Conf. on LSSC 2011, Sozopol (BG), Juni

Burger, Michael; Dreßler, Klaus; Speckert, Michael
Invariant Input Loads for Full Vehicle Multibody System Simulation

Eccomas Thematic Conference »Multibody Dynamics«, Brüssel (B), Juli

Burkhart, Daniel
Iso-geometric flow simulations using Catmull-Clark finite elements
 Conference on Geometric and Physical Modeling, Orlando (USA), Oktober

Burkhart, Daniel
Adaptive and feature-preserving subdivision for high-quality tetrahedral meshes
 Eurographics 2011, Llandudno in Wales (UK), April

Dalheimer, Mathias
Energy Consumption Optimization
 Energie-Workshop der Science Alliance Kaiserslautern, November

Dalheimer, Mathias
Cloud License Management
 ISC Cloud 2011, Mannheim, September

Dalheimer, Mathias
Lizenzmanagement in der Cloud
 IT Asset und Lizenzmanagement, Frankfurt/Main, März

Dalheimer, Mathias
Power to the People: Die Rolle des Kunden im Stromnetz der Zukunft
 Smart Grid Symposium, Karlsruhe, Februar

Dalheimer, Mathias
Smart Grids privat nutzen
 Solartagung 2011, Birkenfeld, September

Dalheimer, Mathias
Keynote »The Cloud in a Nutshell«
 STI Jahrestreffen 2011, Kaiserslautern, Oktober

Didas, Stephan
Shape Analysis Problems in Practical Applications
 Workshop: Innovations for Shape Analysis: Models and Algorithms, Dagstuhl, April

Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Spies, Martin
Entwicklung und Anwendung eines leistungsfähigen Ultraschall-Verfahrens zur zerstörungsfreien Prüfung von Bronze-Legierungen
HochschulKupferSymposium 2011, Hannover, November

Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Spies, Martin; Rieder, Christian
3D-Visualisierung von Ultraschalldaten als effektives Werkzeug in der bildgebenden Prüftechnik
DGZfP-Jahrestagung, Bremen, Mai

Erlwein, Christina; Müller, Marlene
Modelling of alternative investments: a regime-switching regression model for hedge funds
International Finance Conference, IIM Kolkata (IND), Januar

Erlwein, Christina; Ruckdeschel, Peter
Robust Investment Strategies
5th R/Rmetrics Meielisalp Workshop and Summer School on Computational Finance and Financial Engineering, Leissigen (CH), Juni

Ewing, Richard; Iliev, Oleg; Lazarov, Raytcho; Rybak, Iryna; Willems, Jörg
On upscaling for a class of composite materials and porous media with high contrast of coefficients
Modelling storage in deep layers, Schwetzingen, Oktober

Feßler, Robert
Fast Design of Freeform Optics
EOSMOC, München, Mai

Glatt, Erik; Huber, Florian; Enzmann, Frieder; Schaefer, Thorsten; Wiegmann, Andreas
Comparison of Experiments and Computer Simulations of Nanoparticle Migration in Natural Granite Fracture
3D Microstructure Meeting, Saarbrücken, November

Gramsch, Simone
Optimierung in der Konstruktion von Textilmaschinen durch Einsatz von Simulationstools am Beispiel einer Nadelmaschine
Hochschule Hof, Januar

Gramsch, Simone; Hietel, Dietmar; Schäfer, Matthias
Taylor-made and optimized needle boards by simulation of needle punch patterns
ITMA, Barcelona (E), September

Hauser, Matthias
Symbolische Modellreduktion von Systemen mit Parametervariationen mittels Sensitivitätsanalyse
12.GMM/ITG-Fachtagung: Entwicklung von Analogschaltungen mit CAE-Methoden (Analog), Erlangen, November

Hauser, Matthias
Fast and Robust Symbolic Model Order Reduction with Analog Insydes
Computer Algebra in Scientific Computing, Kassel, September

Heese, Christian; Niedziela, Dariusz; Latz, Arnulf; Breit, Wolfgang
Simulation of the rheological behaviour of UHPC: The slump flow
fib Symposium, Prag (CZ), Juni

Hermanns, Oliver
Virtuelle Montageabsicherung von biegeschlaffen Bauteilen
4. Montageforum ‚Biegeschlaffe Teile in der Automobilindustrie‘, Stuttgart, Oktober

Hietel, Dietmar
Modeling and simulation of fiber spinning and nonwoven processes
Index 2011, Genf (CH), April, und ITMA, Barcelona (E), September

Hietel, Dietmar
Fundamental analysis of melt-blow process, part 1: modeling, simulation & evaluation
ITMA, Barcelona (E), September

Horbenko, Nataliya; Ruckdeschel, Peter
Quasi-Monte Carlo Quantiles and Applications in Finance
16th INFORMS Applied Probability Conference, Stockholm (S), Juli

Horbenko, Nataliya; Ruckdeschel, Peter
Operational Risk with R
5th R/Rmetrics Meielisalp

Workshop and Summer School on Computational Finance and Financial Engineering, Leissigen (CH), Juni

Horbenko, Nataliya; Ruckdeschel, Peter
Robust Tools for Operational Risk
Workshop "Risk and Extreme Values in Insurance and Finance", Lissabon (P), Juni

Hubel, Sebastian; Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Spies, Martin; Leevers, Sylvia; van Kooij, Adri
Bestimmung der strukturabhängigen Ultraschallschwächung in Gusswerkstoffen am Beispiel von gegossenen Nickel-Aluminium-Bronzen
DGZfP-Jahrestagung, Bremen, Mai

Iliev, Oleg
On multiscale flow and material simulation
Schlumberger MRC, Moscow (RUS), Mai

Iliev, Oleg; Kronsbein, Cornelia
Multi-level Monte Carlo for multiscale simulations of flows in heterogeneous media
Invited talk, IAMCS Workshop in Large-Scale Inverse Problems and Uncertainty Quantification, Texas A&M University, College Station (USA), Februar

Iliev, Oleg; Gornak, Tatjana; Zemitis, Aivars
On a fictitious region method – directional splitting approach for simulation of reactor safety – related flows
Invited presentation, Applied Mathematics Perspectives, Vancouver (CDN), Juli

Iliev, Oleg; Kabel, Matthias; Kirsch, Ralf; Lakdawala, Zahra; Starikovicius, Vadimas; Dederling, Michael; Toroshchin, Edward
Computer Aided Engineering for the Simulation and Optimization of Filter Element Designs
European Conference of Chemical Engineering, Berlin, September

Iliev, Oleg; Kabel, Matthias; Kirsch, Ralf; Lakdawala, Zahra; Starikovicius, Vadimas; Dederling, Michael

Computer Aided Engineering (CAE) für das Design von Filterelementen
NAFEMS Seminar »Integration von Strömungsberechnungen (CFD) in den Produktentwicklungsprozess«, Wiesbaden, April

Iliev, Oleg; Kirsch, Ralf; Lakdawala, Zahra; Starikovicius, Vadimas
On some macroscopic models for depth filtration: Analytical solutions and parameter identification
FILTECH Conference, Wiesbaden, März

Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Bonfiglioli, Guisepppe; Jenny, Patrick
Multiscale finite volume method for Stokes Darcy problem
Annual Meeting Int. Society Porous Media, Bordeaux (F), März

Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Kirsch, Ralf; Kabel, Matthias; Andrä, Heiko; Toroshchin, Edward; Starikovicius, Vadimas; Ciegis, Raimondas; Dederling, Michael
On modeling and simulation of filtration processes in filter elements
Fleetguard Ltd, Pune (IND), Januar

Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Kirsch, Ralf; Steiner, Konrad; Toroshchin, Edward; Starikovicius, Vadimas; Dederling, Michael
CFD simulations for better filter element design
Congress Filtech Europa, Wiesbaden, März

Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Kirsch, Ralf; Toroshchin, Edward; Popov, Peter; Starikovicius, Vadimas
On Modeling and Simulation of Multiscale Filtration Processes
Invited talk, Large Scale Scientific Computation, Sozopol (BG), Juni

Iliev, Oleg; Latz, Arnulf; Nakova, Vasilena; Taralov, Maxim; Zausch, Jochen; Zhang, Shiquan
On Certain Challenges in Simulation of Lithium ion Batteries
Invited talk, Simulation in Technology, Stuttgart, Juni und Invited talk, Multiscale problems, RICAM Special Semester, Linz (A), Dezember

Iliev, Oleg; Lazarov, Raytcho; Willems, Jörg

Framework for flows in porous media: from variational multiscale method to upscaling based two level domain decomposition preconditioners

Workshop »Analytical and numerical methods for multi-scale systems«, Heidelberg, Februar, und ICIAM, Vancouver (CDN), Juli

Jeulin, Dominique; Altendorf, Hellen
3D Modeling of Dense Packings of Bended Fibers

13th International Congress for Stereology, Beijing (CHN), Oktober

Jung, Dominik; Linn, Joachim

Durability analysis using nonhomogeneous material parameters
CAE Grand Challenges 2011, Hanau, April

Justinger, Christoph; Shklyar, Inga; Klein, Peter; Schilling, Martin

Developing new strategies in abdominal wall closure using a virtual mechanical model

33. Int. Congress of the European Hernia Soc., Ghent (B), Mai

Kabel, Matthias; Andrä, Heiko
Customization of fibre based multilayeracoustic trims by numerical simulation

Techtextil, Frankfurt/Main, Mai

Korn, Ralf

Wie viel Zins braucht die Praxis?
DVfVW-Tagung, Dresden, November

Korn, Ralf

Recent Advances in Option Pricing via Binomial Trees

Frankfurt Math Finance Conference, Frankfurt/Main, März und DMV-Tagung, Köln, September

Korn, Ralf

Worst-Case Optimal Portfolio Strategies

Internationaler Workshop zur Finanzmathematik am Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern, März

Korn, Ralf

Monte Carlo Methods for Extreme Event Simulation

Workshop Project »Robust Risk Estimation«, Kaiserslautern, Juli

Korn, Ralf

Extreme Risiken am Finanz- und Versicherungsmarkt: Entdecken, entschärfen, versichern

Studium Integrale, TU Kaiserslautern, Februar

Korn, Ralf

Optimale Portfolios bei Crash-Gefahr

TU Dortmund, Mai

Kuhnert, Jörg

Introduction to the Finite Pointset Method: 6 lectures on basic algorithms

IIT Madras Modelling Seminar, Madras (IND), Januar

Kuhnert, Jörg

Introduction to the Finite Pointset Method: theory and applications

Meshless Seminar, Paris (F), Mai

Kuhnert, Jörg; Schmid, Mirco

Using meshfree methods to simulate fuel flow in refueling and sloshing scenarios

TankTech2011, Unterschleißheim, November

Kuhnert, Jörg; Tramecon, Alain

Finite Pointset Method: optimized meshfree solver for airbag deployment simulations
Particles, Barcelona (E), Oktober

Lakdawala, Zahra

Coupling Multiscale Simulations for Filtration Processes
OCCAM Oxford (UK), Januar

Lakdawala, Zahra; Iliev, Oleg;

Dederling, Michael; Starikovicius, Vadimas

On the recent progress in predicting filtration efficiency for filter elements

Filtech, Wiesbaden, März

Lang, Patrick

Analog Insysdes - Intelligent Symbolic Design System for Analog Circuits

Industrial Applications and Prospects of Computer Algebra, Kaiserslautern, Juni

Latz, Arnulf

Modellierung und Simulation als Design-Tool für Li-Ionen Batterien auf Material- u. Zellskala

1st Materials for Batteries Kongress, München, Oktober

Latz, Arnulf

Modeling and Simulation strategies for Lithium ion batteries

Duale Hochschule Mannheim, April

Latz, Arnulf

Thermodynamic consistent modeling and simulation of transport on micro scales in Li ion batteries

Institut für Elektrochemie, Universität Ulm, Mai

Latz, Arnulf

Three dimensional modelling and simulation of electrochemical transport in Li ion batteries

Symposium für elektrochemische Multiphysikmodellierung, Universität Ulm, Oktober

Latz, Arnulf

BEST: Micro- and Macro Design of Li ion Batteries with simulation

Symposium Nutzfahrzeugcluster Mannheim, Mai

Latz, Arnulf; Zausch, Jochen

Thermodynamic consistent modeling and simulation of transport on micro scales in Li ion batteries

WIAS Berlin, Mai, und Battery Days 2011, Konstanz, Oktober

Latz, Arnulf; Zausch, Jochen

BEST (Battery and Electrochemistry Simulation Tool): Simulation der Eigenschaften von Li-Ionen Batterien auf Material- und Zellskala

Energieworkshop der Science Alliance Kaiserslautern, November

Lemke, Tatjana

Monte Carlo inference for alpha-stable processes

Div F Student Conference, Cambridge, England, June und 1st Interdisciplinary Workshop on Mathematics of Filtering and its Applications, Brunel University, London (UK), Juli

Lemke, Tatjana

Enhanced Poisson sum series representation for alpha-stable processes

International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Prag (CZ), Mai

Maack, Stefan; Spies, Martin; Hillemeier, Bernd

3D-Schallfeldcharakterisierung niederfrequenter Ultraschall-Prüfköpfe in Beton – Experimentelle Untersuchungen und Simulation

DGZfP-Jahrestagung, Bremen, Mai

Maack, Stefan; Spies, Martin; Hillemeier, Bernd

Experimentelle Untersuchungen und Simulationen zur 3D-Schallfeldcharakterisierung niederfrequenter Ultraschall-Prüfköpfe in Beton

Lange Nacht der Wissenschaften, Berlin, Mai

Maasland, Mark

Oberflächeninspektion in Kombination mit weiteren Messverfahren

Fraunhofer Vision Seminar »Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung«, Karlsruhe, Dezember

Machado, Rui

Unbalanced tree search on a manycore system using the GPI programming model
ISC11, Hamburg, Juni

Marburger, Jan; Kuhnert, Jörg

Coupling of granular media and fluid flow solved by the Finite Pointset Method.

Particles, Barcelona (E), Oktober

Mark, Andreas; Svenning, Erik;

Rundqvist, Robert; Edelvik, Fredrik; Glatt, Erik; Rief, Stefan; Wiegmann, Andreas; Fredlund, Mats; Lai, Ron;

Martinson, Lars; Nyman, Ulf

Microstructure Simulation of Early Paper Forming Using Immersed Boundary Methods
Progress in Paper Physics Seminar 2011, Graz (A), September

Mark, Andreas; Sandboge, Robert; Berce, Anton; Edelvik, Fredrik;

Glatt, Erik; Rief, Stefan; Wiegmann, Andreas; Fredlund, Mats; Amini, Junis; Lai, Ron; Martinson, Lars;

Nyman, Ulf; Tryding, Johan

Multi Scale Simulation of Paper-board Edge Wicking Using a Fiber-Resolving Virtual Model
Progress in Paper Physics Seminar 2011, Graz (A), September

Neunzert, Helmut
Models for industrial problems: How to find and how to solve them – in industry and in education
IIT Madras, Chennai (IND), Januar

Neunzert, Helmut
Fraunhofer ITWM: Mathematik ist Technologie
Diemersteiner Kreis, Villa Denis, Diemerstein, Februar

Neunzert, Helmut
Brücken von und nach Indien
Rotary Club Kaiserslautern-Kurpfalz, Kaiserslautern, März

Neunzert, Helmut
Wissenschaftsstandort Kaiserslautern
Goldenes Abiturjubiläum, Kaiserslautern, März

Neunzert, Helmut
Kopfwerk und Handwerk – auch eine Art von Interdisziplinarität
Universität Wien, Interdisziplinäres Dialogforum, Mai

Neunzert, Helmut
Joseph von Fraunhofer
Rotary-Club Kaiserslautern-Kurpfalz, Kaiserslautern, Juni

Neunzert, Helmut
TRANSPARENCY
Farewell symposium: Industrial Mattheijmatics, Eindhoven University of Technology (NL), September

Neunzert, Helmut
Problemgetrieben versus Methodengetrieben: Wie entwickelt sich Angewandte Mathematik?
DMV Jahrestagung, Köln, September

Neunzert, Helmut
Science location Kaiserslautern
Besuch einer kasachischen Wirtschaftsdelegation, Kaiserslautern, September

Neunzert, Helmut
40 Lehr- und Wanderjahre
Verleihung der Ehrenmedaille der TU Kaiserslautern, Oktober

Neunzert, Helmut
Industrial Mathematics in Germany

Stefan-Banach-Center: EMS School and Workshop on Mathematics for Multiscale Phenomena, Bedlowo (PL), Oktober

Neunzert, Helmut
Mathematik für den Alltag – Meist keine alltägliche Mathematik
Ludwigsgymnasium, München, November

Neunzert, Helmut
The new role of mathematics
IV Science Conclave, Allahabad (IND), November

Nickel, Stefan
Location Problems in Supply Chain Management
Istanbul (TR), Februar

Nickel, Stefan
Mathematical Models for Territory Design and Extensions
Challenges in Statistics and Operations Research, Kuwait (KWT), März

Nickel, Stefan
Standortplanung für agile Logistiknetzwerke – Modelle und Algorithmen
Arbeitskreis Netz, Nürnberg, März

Nickel, Stefan
Hub and Spoke Network Design with Single-assignment Capacity Decisions and Balancing Requirements
INFORMS Conference, Carlotta (USA), November

Nowak, Uwe; Berger, Martin; Schröder, Michael; Küfer, Karl-Heinz
Multicriteria Optimization of System in Package Design
SIAM Conference on Optimization, Darmstadt, Mai

Nzouankeu Nana, Giles-Arnaud
Optimized Methods for a News-based Risk Management
Seminar mit der Technischen Universität München

Iliev, Oleg; Zemitis, Aivars; Gornak, Tatjana; Steiner, Konrad
CoPool: Simulation of Thermo and Hydrodynamics in Containment Pool

Institute for Nuclear Safety at RAS, Moscow (RUS), Mai

Hermanns, Oliver
Digitale Baubarkeits- und Montageabsicherung flexibler Bauteile
Fachkongress Digitale Fabrik@Produktion, Hamburg, November

Pfreundt, Franz-Josef
Rechenzentrum des Fraunhofer ITWM aus Betreibersicht
ATA-Tagung, Uni Bremen, Juni

Pfreundt, Franz-Josef
Neues vom Fraunhofer Parallel File System
Herbsttreffen ZKI-Arbeitskreis Supercomputing, Jena, Oktober

Pfreundt, Franz-Josef
MyPowerGrid – Speicherkomponente eines virtuellen Kraftwerkes
Görlitz Infotag EnWG, Bonn, April

Pieper, Martin
Multiobjective optimization with expensive objectives applied to a thermodynamic material design problem
82nd Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics – GAMM, Graz (A), April

Pieper, Martin; Edelvik, Fredrik; Mark, Andreas; Küfer, Karl-Heinz; Klein, Peter
Multiobjective Optimization of Oven Curing in Automotive Paint Shops
21st International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Jyväskylä (FIN), Juni

Prätzel-Wolters, Dieter
Fraunhofer ITWM: Mathematik ist Technologie
Rat für Technologie des Landes Rheinland-Pfalz, Februar

Prill, Torben
Simulation of SEM Images of Highly Porous Media
3D Microstructure Meeting, Saarbrücken, November

Printsypar, Galina; Iliev, Oleg ; Rief, Stefan
Mathematical Modeling and Simulation of the Pressing Sec-

tion of a Paper Machine Including Dynamic Capillary Effects
AGU Fall Meeting, San Francisco (USA), Dezember

Rahn, Mirko
Experiences with the PGAS Language GPI
14th HLRS Teraflop Workshop , Stuttgart, Dezember

Rahn, Mirko
GPI-Space – Produktives Entwickeln (von Clusteranwendungen)
Innovationscafe III, Kaiserslautern, Juni

Rahn, Mirko
GPI – Global Address Space Programming Interface: Model, Experiences and Scalability, Future
ParCO 2011, Exascale minisymposium, Gent, September, und High Performance Computing and Tools Research Group Meeting, University of Houston, Houston (USA), Dezember

Rahn, Mirko
Global Address Space Programming Interface: Modell, Erfahrungen, Skalierbarkeit
ZKI-Arbeitskreis Supercomputing, Zeuthen, Mai

Rauhut, Markus
Typischer Aufbau eines Online-Oberflächeninspektionssystems
Fraunhofer Vision Seminar »Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung«, Karlsruhe, Dezember

Rauhut, Markus
Software-Tools zur Erstellung von Bildverarbeitungsalgorithmen
Innovationscafe IV, Kaiserslautern, Oktober

Rauhut, Markus
Inspection of textured surfaces in industrial applications
ISIS.2011, Düsseldorf, März

Rauhut, Markus; Spies, Martin; Taubner, Kai
Verbesserung der Auffindwahrscheinlichkeit (POD) von Oberflächenfehlern in Metallerteugnissen mittels optischer Inspektionsverfahren und Bildverarbeitung
DGZfP-Jahrestagung, Bremen, Mai

- Redenbach, Thomas; Spies, Martin; Rieder, Hans; Schuler, Frank
Bildgebende Röntgen- und Ultraschallverfahren für industriell relevante strukturelle Materialien
DGZfP-Jahrestagung, Bremen, Mai
- Ricker, Sarah; Andrä, Heiko; Frei, Stefan; Kabel, Matthias; Shklyar, Inga; Zemitis, Aivars; Krzikalla, Fabian
Multi-Scale Simulation of Viscoelastic Fiber-Reinforced Composites
5. GAMM-Seminar on Multiscale Material Modelling, Kaiserslautern, Juni
- Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Spies, Martin
Möglichkeiten und Anwendung von E-Learning-Konzepten in der beruflichen Qualifizierung für die ZfP am Beispiel der Ultraschallprüfung
DGZfP-Jahrestagung, Bremen, Mai
- Rösch, Ronald
Fehlerdetektion in texturierten Oberflächen im praktischen Einsatz
Fraunhofer Vision-Technologietag 2011, Kaiserslautern, Juni, und Magdeburg, November
- Rösch, Ronald
Inspektion texturierter Oberflächen mittels Bildverarbeitung
Workshop »Anforderungen an Holzoberflächen messen und prüfen«, Detmold, Oktober
- Ruckdeschel, Peter; Erlwein, Christina
Robustification of Elliott's HMM-Based Online Filter
ERCIM, London (UK), Dezember
- Ruckdeschel, Peter; Erlwein, Christina
(Robust) Online Filtering in Regime Switching Models and Application to Investment Strategies for Asset Allocation
UseR! 2011, Warwick (UK), August
- Ruckdeschel, Peter; Horbenko, Nataliya
Yet another breakdown point notion: EFSBP---illustrated at scale-shape models
ICORS 2011, Valladolid (E), Juni
- Ruckdeschel, Peter; Horbenko, Nataliya
Robustness for Operational Risk
Internationaler Workshop zur Finanzmathematik am Fraunhofer ITWM, März und Kickoff-Workshop »Robust Risk Estimation«, Kaiserslautern, Juli
- Ruckdeschel, Peter; Horbenko, Nataliya
Robust Statistics for Quantification of Operational Risk
Statistische Woche 2011, Leipzig, September
- Ruckdeschel, Peter; Spangl, Bernhard; Ursachi, Irina
Robustifications of the EM Algorithm for State Space Models
International Finance Conference, Kolkata (IND), Januar
- Sayer, Tilman; Ruckdeschel, Peter; Szimayer, Alexander
Pricing American options in the Heston model: A close look on incorporating correlation
International Finance Conference, IIMKolkata (IND), Januar
- Scherrer, Alexander
Schlüsselqualifikation Mathematik
BIT, Neustadt an der Weinstraße, Februar
- Scherrer, Alexander
Mathematische Optimierung und Entscheidungsunterstützung in der virtuellen Produktentwicklung
Bytics AG, Uster (CH), Mai
- Scherrer, Alexander; Küfer, Karl-Heinz
Arbeiten zur Strahlentherapie am Fraunhofer ITWM
HIT, Heidelberg, Februar
- Schladitz, Katja
Lokale Mikrostrukturanalyse
Fraunhofer Vision-Technologietag 2011, Magdeburg, November
- Schmidt, Sebastian; Latz, Arnulf; Niedziela, Darek
Simulation of complex liquids for the production process
Die Integration von Strömungsrechnungen in den Produktprozess, NAFEMS Seminar, Wiesbaden, April
- Schmidt, Sebastian; Zausch, Jochen; Latz, Arnulf
Algebraic multigrid as a newton step solver for coupled nonlinear PDE systems from complex rheology modeling
International Conference on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM), Vancouver (CDN), Juli
- Schröder, Michael
Simulationsgestützte Schichtplanung im Krankenhaus-Transportdienst
GOR Health Care Management, Lübeck, Februar
- Schröder, Michael
Reiseassistentz – Navigation im öffentlichen Raum
Priener Logistiktage, Prien a. Chiemsee, Oktober, und Fachaus-tausch Geoinformation, Heidelberg, November
- Schröder, Michael; Tolzmann, Enno
Neue Konzepte zur assistierten Dienstplanung
SIEDA Anwenderkonferenz, Berlin, September
- Schüle, Ingmar
Fahrplansynchronisierung im öffentlichen Nahverkehr - Mathematische Optimierung zur Verbesserung komplexer Abstimmungsprozesse
EUREKA'11, Stuttgart, März
- Serna Hernandez, Jorge Ivan; Küfer, Karl-Heinz; Monz, Michael
Multi-Objective Optimization in MIP- The Beam Selection Optimization Problem in IMRT
21st Conference on Multiple Criteria Decision Making, Jyväskylä (FIN), Juni
- Siedow, Norbert; Feßler, Robert; Ellinghaus, Jan-Moritz; Zwick, Susanne
Design und Produktion von Freiformoptiken
Fraunhofer Symposium Netzwerk 2011, München, November
- Speckert, Michael; Streit, Anja; Pieper, Martin; Buchasia, Chhitiz
Virtuelle Produktentwicklung für die Fahrzeugtechnologie
Seminar des Innovationszentrum Applied System Modelling, Kaiserslautern, Februar
- Spies, Martin
Citius altius fortius – Mit Mathematik zum ‚Schneller, Höher, Weiter‘ bei der Ultraschallprüfung großer Teile?
DGZfP-Ehrenkolloquium für Jörg Völker, Berlin, Januar
- Spies, Martin; Orth, Thomas
Vergleichende Schallfeldberechnungen für 2D-Phased-Array Prüfköpfe mittels Generalisierter Punktquellensynthese und CIVA 10
DGZfP-Jahrestagung, Bremen, Mai
- Spies, Martin; Rieder, Hans
Modell-basierte Optimierung der Ultraschallprüfung anisotroper Werkstoffe am Beispiel von Faserverbundmaterialien
DGZfP-Jahrestagung, Bremen, Mai
- Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Dugan, Sandra
Abbildung und Größenbestimmung von Spannungskorrosionsrissen in austenitischen Komponenten mittels Synthetischer Apertur Fokus Technik
DGZfP-Jahrestagung, Bremen, Mai
- Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Hubel, Sebastian; Eckert, Thomas
Verbesserung der Fehlerauffindwahrscheinlichkeit (POD) durch den Einsatz von Modellierungs- und Bildgebungsalgorithmen am Beispiel von schwer prüfbareren Schiffspropellerwerkstoffen
Seminar des FA Ultraschallprüfung der DGZfP, Offenbach, November
- Spies, Martin; Rieder, Hans; Orth, Thomas; Maack, Stefan
Simulation of Ultrasonic Arrays for Industrial and Civil Engineering Applications Including Validation
Review of Progress in Quantitative NDE 2011, Burlington, VT (USA), Juli
- Stahl, Dominik; Damm, Tobias
Superresolution using the lifting scheme and an adapted pseudoinverse
17th Conference of the International Linear Algebra Society, ILAS, Braunschweig, August

- Steiner, Konrad
Simulation techniques for the design process of fibrous materials
P&G-Seminar, Euskirchen, Mai
- Stephani, Henrike
Automatic Analysis of Terahertz Spectra
Talk at the Statistics Research Group, TU Kaiserslautern, Juli
- Taffe, Alexander; Spies, Martin; Recknagel, Jörg; Rieß, Hubert
Schulung zur zuverlässigen Ortung von Bewehrung in Stahlbetonbauteilen von Kraftwerken
DGZfP-Jahrestagung, Bremen, Mai
- Trinkaus, Hans L.
Innovation Portal: Knowledge, Project and Process Management.
Industrial Sales Engineering (RUB), Bochum, Dezember
- Trinkaus, Hans L.
Online Decision Support for the Management of Multi Criteria Dynamic Processes.
International Conference on Operations Research, Zurich (CH), September
- Trinkaus, Hans L.
Neue Datenbank: Was wäre möglich?
KID-Seminar (DKFZ), Heidelberg, August
- Vecchio, Irene
Anisotropic Poisson Cylinder Processes
Guest talk at the Statistics Research Group, University Kaiserslautern, Juli
- Vecchio, Irene; Wirjadi, Oliver; Andrä, Heiko
Stochastic models for cellulose fiber based materials
Forschungsforum »Modellierung und Prognose von Eigenschaften faserbasierter Produkte«PTS, Heidenau, Dezember
- Wächtler, Timo; Kuhnert, Jörg; Attarakih, Menwer; Tiwari, Sudarshan
The normalized quadrature method of moments coupled with the Finite Pointset Method
Particles, Barcelona (E), Oktober
- Weibel, Thomas; Daul, Christian; Wolf, Didier; Rösch, Ronald
Planarity-Enforcing Higher-Order Graph Cut
18th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) 2011, Brussels (B), September
- Weibel, Thomas; Daul, Christian; Wolf, Didier; Rösch, Ronald
Customizing Graph Cuts for Image Registration problems
XXIIIe Colloque GRETSI Traitement du Signal & des Images (GRETSI) 2011, Bordeaux (F), September
- Weinhold, Oliver; Baumann, Sonja; Obermayr, Martin; von Holst, Christian
Prozesskette zur Parametrierung von Reifenmodellen in der Landtechnik
13. Internationale VDI-Tagung mit Fachausstellung ‚Reifen-Fahrwerk-Fahrbahn‘, Hannover, Oktober
- Welke, Richard; Bortz, Michael; Küfer, Karl-Heinz; Aspiron, Norbert; Hasse, Hans
Multicriteria Optimization in Engineering of chemical plants
21st Conference on Multiple Criteria Decision Making, Jyväskylä (FIN), Juni
- Wiegmann, Andreas
Progress & Challenges predicting Filtration and Separation
AFS annual meeting, Louisville, KY (USA), Mai
- Wiegmann, Andreas
Toward predicting Filtration and Separation: Challenges & Progress
Laboratoire des Sciences du génie Chimique, Université de Nancy (F), März
- Wiegmann, Andreas
Computer Aided Engineering of Materials with GeoDict
Oak Ridge National Laboratory (USA), Mai
- Wiegmann, Andreas; Rief, Stefan; Becker, Jürgen
Improved control for media-scale multi pass simulations
AFS Annual Meeting, Louisville, KY (USA), Mai
- Wirjadi, Oliver
3D-Charakterisierung von Verbundwerkstoffen
Computertomographie im industriellen Einsatz, Stuttgart, Mai
- Wirjadi, Oliver
Lokale Mikrostrukturanalyse
Fraunhofer Vision-Technologietag, Kaiserslautern, Juni
- Wirjadi, Oliver
Quantitative Geometric Characterization of Composites
GE X-Ray Symposium, Berlin, August
- Wirjadi, Oliver; Schladitz, Katja; Andrä, Heiko; Kabel, Matthias
New Insights Into Structure-Property-Relations
Composite Europe 2011, Composites Forum, Stuttgart, September
- Wirsen, Andreas
Monitoring von Torsionsschwingungen in Turbosätzen
Tagung »Turbogeneratoren in Kraftwerken«, Haus der Technik, Essen, Februar
- Zausch, Jochen; Latz, Arnulf
Microscopic Modeling of Ion, Charge, and Heat Transport in Lithium-Ion Batteries
219th meeting of the Electrochemical Society, Montreal (CDN), Mai
- Zausch, Jochen; Latz, Arnulf
Modellierung und Simulation als Design Tool für Li-Ionen-Batterien auf Material- und Zellskala
Kongress Elektromobilität, Berlin, Juni
- Andrä, Heiko
Kontaktmechanik
TU Kaiserslautern, Wintersemester 2011/12
- Bitsch, Gerd
Mechatronik
FH Kaiserslautern, Sommersemester 2011
- Bitsch, Gerd
Mechatronik, Mathematik
FH Kaiserslautern, Wintersemester 2011/12
- Burger, Michael
Mathematical Methods of Classical Mechanics II – Dynamics of Mechanical Multibody Systems
TU Kaiserslautern, Wintersemester 2011/12
- Didas, Stephan
Grundlegende Techniken der Signal- und Bildverarbeitung
Felix-Klein-Sommerschule, September
- Dreßler, Klaus
Durability Load Data Analysis
TU Kaiserslautern, Sommersemester 2011
- Erlwein, Christina
Markov Switching Models and their applications in Finance
TU Kaiserslautern, Wintersemester 2011/12
- Iliev, Oleg
Multiscale problems in science and industry
Intensive course at »Computational PDEs«, Chennai (IND), Januar
- Iliev, Oleg
Mathematics of multiscale industrial problems
Intensive course at DAAD Summer School on »Mathematics in Industry«, Sofia (BG), September
- Klar, Axel
Professur für Technomathematik
TU Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik
- Knaf, Hagen
Projektgruppe »Automatische Diagnoseunterstützung bei Herzrhythmusstörungen«, MINT-Modellprojekt zur Beruforientierung

Felix-Klein-Zentrum für Mathematik, Kaiserslautern

Korn, Ralf
Professur für Stochastische Steuerung und Finanzmathematik
 TU Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik

Küfer, Karl-Heinz
Theory of scheduling problems
 TU Kaiserslautern, Sommersemester 2011

Küfer, Karl-Heinz
Probability and Algorithms
 TU Kaiserslautern, Wintersemester 2011/12

Küfer, Karl-Heinz; Schröder, Michael
Seminar zur Optimierung für industrielle Anwendungen
 TU Kaiserslautern, Sommersemester 2011 und Wintersemester 2011/12

Lang, Holger
Mathematische Methoden der klassischen Mechanik
 TU Kaiserslautern, Sommersemester 2011

Latz, Arnulf
Modellierung und Simulation auf dem Gebiet der MVW
 TU Kaiserslautern, Wintersemester 2010/11

Neunzert, Helmut
Moderne Mathematik: Inverse Probleme
 Teile einer Vorlesung, TU Kaiserslautern, Mai, Juni

Neunzert, Helmut; Hietel, Dietmar
Modelling Workshop
 IIT Madras, Chennai (IND), Januar

Nickel, Stefan
Professur für Diskrete Optimierung und Logistik
 KIT Karlsruhe, Institut für Operations Research

Orlik, Julia
Homogenisierung
 TU Kaiserslautern, Wintersemester 2011/12

Prätzel-Wolters, Dieter
Professur für Technomathematik
 TU Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik

Rieder, Hans
Signalverarbeitung mittels digitaler Signalprozessoren
 HTW Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, Wintersemester 2011/12

Scherrer, Alexander
Numerische Lineare Algebra
 Felix-Klein-Zentrum für Mathematik, Summer School 2011, September

Schröder, Michael
Krankenhauslogistik – Anforderungen, Konzepte und IT-gestützte Lösungen
 FH Pirmasens, Gastvorlesung, Mai 2011

Spies, Martin
Electromagnetic waves, their interaction with matter and some general principles used in NDT
 Université Bordeaux I, Master CNDMS, November

Acar, Sarp Kaya; Korn, Ralf; Natheva-Acar, Kalina; Wenzel, Jörg
A Two-Factor HJM Interest rate Model for Use in Asset Liability Management
 In: Mitra, Schwaiger (Eds), Asset and Liability Management Handbook, palgrave macmillan, 2011

Ackermann, Heiner; Berger, Martin
Assistenzsysteme für Logistiknetzwerke
 Tagungsband Logistik Forum (2011)

Ackermann, Heiner; Fischer, Simon; Hofer, Martin; Schöngens, Marcel
Distributed Algorithms for QoS Load Balancing
 Distributed Computing, 23, 321-330 (2011)

Ackermann, Heiner; Goldberg, Paul W.; Vahab, S. Mirrokni; Röglin, Heiko; Vöcking, Berthold
Uncoordinated Two-Sided Matching Markets
 SIAM Journal on Computing, 40, 92-106 (2011)

Altendorf, Hellen; Jeulin, D.
3D Modeling of Dense Packings of Bended Fibers
 Proceedings of 13th International Congress for Stereology. October 2011

Altendorf, Hellen; Jeulin, D.
Random-Walk-Based Stochastic Modeling of Three-Dimensional Fiber Systems
 Physical Review E, 83, 041804, April 2011

Altendorf, Hellen; Jeulin, D.
Stochastic Modeling of a Glass Fiber Reinforced Polymer
 Lecture Notes in Computer Science, Volume 6671, Mathematical Morphology and Its Applications to Image and Signal Processing, pages: 439 – 450. Juli 2011

Andrä, Heiko; Edelvik, Fredrik; Fredlund, Mats; Glatt, Erik; Kabel, Matthias; Lai, Ron; Mark, Andreas; Martinsson, Lars; Nyman, Ulf; Rief, Stefan
Micromechanical network model for the evaluation of quality controls of paper
 Progress in Paper Physics Seminar 2011, September 2011

Andrä, Heiko; Iliev, Oleg; Kabel, Matthias; Lakdawala, Zarah; Kirsch, Ralf; Ricker, Sarah
Fluid-structure interaction in porous media for loaded filter pleats
 PAMM, April 2011

Andrä, Heiko; Iliev, Oleg; Kabel, Matthias; Lakdawala, Zarah; Kirsch, Ralf; Starikovicius, Vadimas
Modelling and simulation of filter media loading and of pleats deflection.
 FILTECH 2011 Bd. I, March 2011, S. 480–486

Andrä, Heiko; Kabel, Matthias; Ricker, Sarah; Krzikalla, Fabian; Schulz, Volker
Numerische Homogenisierung für viskoelastische Faserverbundwerkstoffe
 Fortschritte in der Simulation von Composites NAFEMS, April 2011

Angiolo, Farina; Klar, Axel; Mattheij, Robert M.M.; Mikelic, Andro; Siedow, Norbert
Mathematical models in the manufacturing of glass
 Lecture Notes in Mathematics, Springer-Verlag (2011)

Arne, Walter; Marheineke, Nicole; Schnebele, Johannes; Wegener, Raimund
Fluid-fiber-interactions in rotational spinning process of glass wool production
 Journal of Mathematics in Industry 1:2 (2011)

Arne, Walter; Marheineke, Nicole; Wegener, Raimund
Asymptotic transition from Cosserat rod to string models for curved viscous inertial jets
 Math. Mod. Meth. Appl. Sci. 21(10):1987-2018 (2011)

Attarakih, Menwer M.; Jaradat, Moutasem; Hlawitschka, Mark W.; Kuhnert, Jörg; Bart, Hans-Jörg
Integral formulation of the population balance equation using the cumulative QMOM
 Computer-Aided Chemical Engineering, 29, 81-85 (2011)

- Attarakih, Menwer; Kuhnert, Jörg; Wächtler, Timo; Abu-Khader, Mazen; Bart, Hans-Jörg
Solution of the population balance equation using the normalized QMOM (NQMOM)
Proc. CFD2011, Trondheim, 2011
- Barth, Jakob; Ripperger, Siegfried; Laourine, Ezzeddine; Cherif, Chokri; Rief, Stefan; Glatt, Erik; Wiegmann, Andreas
Computational investigation of geometry and permeability of woven fabrics for filtration
Techtextil 2011, Frankfurt/Main
- Bayrasay, P.; Dehning, C.; Kalmykov, I.; Burger, Michael; Speckert, Michael
Einsatzmöglichkeiten der MKS-FEM-Kopplung am Beispiel einer Fahrzeugsimulation
NAFEMS, Wiesbaden, November
- Becker, Jürgen; Wieser, Christian; Fell, Stephan; Steiner, Konrad
A multi-scale approach to material modelling of fuel cell diffusion media
International Journal of Heat and Mass Transfer, 54, 1360-1368 (2011)
- Berger, Martin
Entscheidungsunterstützung in Logistik-Netzwerken
Deine Bahn, 10, 35-39 (2011)
- Berger, Martin; Erben, Christina; Schröder, Michael
Decentralized Multicriteria Decision Making in Collaborative Forwarding of Air Cargo Freight
Proceedings of the 2011 Logistics Management Conference (2011)
- Berger, Martin; Schröder, Michael
Multicriteria decentralized decision making in logistic chains: a dynamic programming approach for collaborative forwarding of air cargo freight
Logistic Research, 3/2-3, 121-132, DOI 10.1007/s12159-011-0055-8 (2011)
- Böttcher, Michael; Schmidt, Sebastian; Latz, Arnulf; Jäger, Magnus; Stuke, M.; Duschl, C.
Filtration at the microfluidic level: enrichment of nanoparticles by tuneable filters
Journal of Physics: Condensed Matter, 23(32), 324101 (8pp) (2011)
- Bradford, S. A.; Torkzaban S.; Wiegmann, Andreas
Pore-Scale Simulations to Determine the Applied Hydrodynamic Torque and Colloid Immobilization
Vadoze Zone Journal, Vol. 10, Issue 13, 2011, pp 3994-4006.
- Brickenstein, Michael; Dreyer, Alexander
Verifikation digitaler Systeme mit PolyBoRi - Ein Fallbeispiel
Rundbrief Computeralgebra 48, 13-16, Fachgruppe Computeralgebra der GI, DMV und GAMM, 2011
- Burger, Michael; Dreßler, Klaus; Speckert, Michael
Invariant Input Loads for Full Vehicle Multibody System Simulation
Eccomas Thematic Conference Multibody Dynamics 2011, Brussels (B), Juli
- Burkhart, Daniel; Hamann, Bernd; Umlauf, Georg
Finite element analysis for linear elastic solids based on subdivision schemes
Visualization of Large and Unstructured Data Sets – Applications in Geospatial Planning, Modeling and Engineering, OASICS, 19, 1-10 (2011)
- Correia, Isabel; Nickel, Stefan; Saldanha-da-Gama, Francisco
Hub and spoke network design with single assignment, capacity decisions and balancing requirements
Applied Mathematical Modeling, 35 (10), pp.4841-4851 (2011)
- Dalheimer, Mathias
Power to the People
Berichte des Fraunhofer ITWM Nr. 200, 2011
- Dalheimer, Mathias
Power to the People (Kurzfassung)
Datenschleuder Nr. 96
- Debna, Angelika; Alaerts, Louis; Spies, Martin; Minogue, Patrick; Epineau, Christophe
Recent Experiences with Ultrasonic Inspection of Baffle Former Bolts
DGZfP-Proceedings BB-125-CD '8th International Conference on NDE in Relation to Structural Integrity for Nuclear and Pressurised Components' (2011), Th.2.C.5s und JRC Scientific and Technical Reports: Proceedings of the 8th International Conference on NDE in Relation to Structural Integrity for Nuclear and Pressurised Components, 29 Sep. - 1 Oct. 2010, Berlin; ed. by M. Bieth; JRC 64886 European Commission; 901-909 (2011)
- Desmettre, Sascha
Optimal investment for executive stockholders with exponential utility
Decisions in Economics and Finance, DOI: 10.1007/s10203-011-0119-x (2011)
- Desmettre, Sascha; Szimayer, Alexander
Work effort, consumption and portfolio selection: When the occupational choice matters
Mathematical Methods of Operations Research, 74(1), 121-145 (2011)
- Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Spies, Martin; Rieder, Christian
3D-Visualisierung von Ultraschalldaten als effektives Werkzeug in der bildgebenden Prüftechnik
DGZfP-Berichtsband BB-127-CD DGZfP-Jahrestagung (2011), P75
- Erlwein, Christina; Müller, Marlene
A regime-switching regression model for hedge funds
Berichte des Fraunhofer ITWM Nr. 199, 2011
- Ewe, Hendrik; Ackermann, Heiner; Küfer, Karl-Heinz; Kopfer, Herbert
Combinatorial Auctions in Freight Logistics
Proceedings 2nd International Conference on Computational Logistics – ICCL'11, 1-17, Springer, ISBN 978-3-642-24263-2 (2011)
- Fokin, Alexander; Derevenec, Egor; Chernov, Alexander; Troshina, Katerina
SmartDec: Approaching C++ Decomilation.
Proceedings of 18th Working Conference on Reverse Engineering, Limerick (IRL), 17-20 October 2011, pp. 347-356.
- Frank, Martin; Lang, J.; Schäfer, Matthias
Adaptive finite element simulation of the time-dependent simplified PN equations
Journal of Scientific Computing, 49, 332-350 (2011)
- Frank, Martin; Levermore, C.D., Schäfer, Matthias
Diffusive corrections to PN approximations
Multiscale Modeling & Simulation, 9, 1-28 (2011)
- Gelareh, Sheibani; Nickel, Stefan
Hub location problems in transportation networks
Transportation Research Part E: Logistics and Transportations Review (2011)
- Gramsch, Simone
Optimised needle boards based on simulations of needle punch patterns
European Success Stories in Industrial Mathematics, Springer-Verlag, 58 (2011)
- Grzybowski, Jerzy; Nickel, Stefan; Pallaschke, Diethard; Urbanski, Richard
Ordered median functions and symmetries Optimization
Optimization, 60 (7), pp. 801-811 (2011)
- Hauser, Matthias; Salzgi, Christian
Symbolische Modellreduktion von Systemen mit Parametervariationen mittels Sensitivitätsanalyse
12.GMM/ITG-Fachtagung Analog 2011, Entwicklung von Analog-schaltungen mit CAE-Methoden, GMM-Fachbericht Band 70, 2011
- Hauser, Matthias; Salzgi, Christian; Dreyer, Alexander
Fast and Robust Symbolic Model Order Reduction with Analog Insydes
CASC 2011, Lecture Notes in Computer Science 6885, 215-225. Springer, Heidelberg (2011)

- Heese, Christian; Niedziela, Dariusz; Latz, Arnulf; Breit, Wolfgang
Simulation of the rheological behaviour of UHPC: The slump flow.
Fib Symposium Prague (CZ), June 2011, ISBN: 978-80-87158-29-6
- Hering-Bertram, Martin; Siedow, Norbert; Tse, Oliver; Plontke, Stefan K.; Gill, Ruth; Salt, Alec N.
Simulation and visualization of medical application to the inner ear of the Guinea pig to reduce animal experiments
Scientific Visualization: Interactions, Features, Metaphors, 2, 103-117 (2011)
- Herkt, Sabrina; von Holst, Christian
Parameterization of MBS Tire Models for Tractors Based on FEM Simulations
The International Journal of Multi-physics, pp. 309-318
- Hietel, Dietmar; Antonov, Sergey; Feßler, Robert
Simulation of high-tech fiber spinning processes using solvents and reactants
Proc. 50. Chemiefasertagung, Dornbirn (A), (2011)
- Hietel, Dietmar; Burkhart, Daniel; Gramsch, Simone
Generierung von Vliesstrukturen aus stochastischem Ablageprozess: Modellierung, Simulation, Analyse und Optimierungspotenzial
Proc. 26. Hofer Vliesstofftage, Hof
- Hietel, Dietmar; Liljo, Jalo; Mohring, Jan; Schnebele, Johannes; Wegener, Raimund; Marheineke, Nicole
Coupled simulation of fiber and fluid dynamics
Proc. ANSYS Conference & 29th CADFEM Users' Meeting 2011, Stuttgart (2011)
- Hlawitschka, Mark W.; Jaradat, Moutasem; Chen, Fang; Attarakih, Menwer; Kuhnert, Jörg; Bart, Hans-Jörg
A CFD-population balance model for the simulation of Kuhni extraction column
Computer-Aided Chemical Engineering, 29, 66-70 (2011)
- Horbenko, Nataliya; Ruckdeschel, Peter; Bae, Taehan
Robust Estimation of Operational Risk
The Journal of Operational Risk, 6(2), 3-30 (2011)
- Hubel, Sebastian; Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Spies, Martin; Leevers, Sylvia; van Kooij, Adri
Bestimmung der strukturbhängigen Ultraschallschwächung in Gusswerkstoffen am Beispiel von gegossenen Nickel-Aluminium-Bronzen
DGZfP-Berichtsband BB-127-CD DGZfP-Jahrestagung (2011), P74
- Hülsmann, Stephan; Berger, Martin; Webel, Christian
Virtuelle Techniken für reale Logistikprozesse
Logistik für Unternehmen, 7/8, 14-15 (2011)
- Iliev, Oleg; Kabel, Matthias; Kirsch, Ralf; Lakdawala, Zahra; Starikovicius, Vadimas; Dederling, Michael
Computer Aided Engineering for the Design of Filter Elements
NAFEMS Seminar »The Integration of CFD into the Product Development Process« 2011, chapter 13
- Iliev, Oleg; Kirsch, Ralf; Lakdawala, Zahra; Starikovicius, Vadimas
On some macroscopic models for depth filtration: analytical solutions and parameter identification
Proceedings Filtech Congress, 2011
- Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra ; Kirsch, Ralf; Steiner, Konrad; Toroshchin, Edward; Dederling, Michael; Starikovicius, Vadimas
CFD simulations for better filter element design
Proceedings Filtech Congress, 2011
- Iliev, Oleg; Lazarov, Raytcho; Willems, Joerg
Variational multiscale Finite Element Method for flows in highly porous media
SIAM Multiscale Model. Simul. vol.9, 2011, pp. 1350-1372
- Iliev, Oleg; Nagapetyan, Tigran; Ritter, Klaus
Monte Carlo Simulation of Asymmetric Flow Field Flow Fractionation
Proc. of the 8th IMACS Seminar on Monte Carlo Methods, Borovets (BG), 2011
- Iliev, Oleg; Printsypar, Galina; Rief, Stefan
A one-dimensional model of the pressing section of a paper machine including dynamic capillary effects
Berichte des Fraunhofer ITWM Nr. 206, 2011
- Iscanoglu Kekic, Aysegül; Korn, Ralf; Ugur, Ömür
A Mean-Variance Approach to Constant Proportion Debt Obligations
Wilmott, May 2011
- Ito, Takehiro; Nishizeki, Takao; Schröder, Michael; Uno, Takeaki; Zhou, Xiao
Partitioning a Weighted Tree into Subtrees with Weights in a Given Range
Algorithmica, 62 (3-4), 823-841, ISSN 0178-4617 (2011)
- Jacob, Peter; Nickel, Stefan; Richter, Sven; Schäfer, Thilo; Schilling, Martin K.; Schuld, Jochen
Impact of IT-supported clinical pathways on medical staff satisfaction. A prospective longitudinal cohort study
International Journal of Medical Informatics, 80 (3), pp. 151-156 (2011)
- Justinger, Christoph; Shklyar, Inga; Klein, Peter; Schilling, Martin
Developing new strategies in abdominal wall closure using a virtual mechanical model
In: Abstract Book of 33rd Int. Congress of European Hernia Soc., Hernia 15 (2011) Suppl 2, S 55
- Kabel, Matthias; Andrä Heiko
Design and Optimization of Multilayered Acoustic Trims
DAGA 2011, 37. Deutsche Jahrestagung für Akustik DEGA, March 2011, S. 541-542
- Khan, Faisal; Enzmann, Frieder; Kersten, Michael; Wiegmann, Andreas; Steiner, Konrad
3D simulation of the fluid velocity field in a heterogeneous soil aggregate on basis of nanotomographic imaging and LBE solver
Journal of Soils Sediments, DOI 10.1007/s11368-011-0435-3
- Knaf, Hagen
Wo stehen wir und wie kommen wir weiter?
In: H.-J. Bullinger: TECHNOlogisch! Technologien erfolgreich in den Markt bringen, LOG_X Verlag GmbH, Ludwigsburg, 2011
- Korn, Ralf; Sezgin Alp, Özge
Continuous-Time Mean-Variance Portfolio Optimization in a Jump-Diffusion Market
Decisions in Economics and Finance, 34:21-40, 2011
- Korn, Ralf; Sezgin Alp, Özge
Continuous-Time Mean-Variance Portfolios: A Comparison
Optimization, DOI: 10.1080/02331934.2011.619265
- Korn, Ralf; Siu Tak-Kuen; Zhang, Aihua
Asset Allocation for a DC Pension Fund Under Regime Switching Environment
European Actuarial Journal 1, 361-377, 2011.
- Kreiß, Jens-Peter; Zangmeister, Tobias
New Findings on the Usage of Logistic Regression in Accident Data Analysis
ESV-paper No. 11-0192, 22. ESV-Conference, Washington (USA)
- Kreiß, Jens-Peter; Zangmeister, Tobias
Quantification of the Effectiveness of a Safety Function in Passenger Vehicles on the Basis of Real-World Accident Data
Berichte des Fraunhofer ITWM Nr. 203, 2011
- Kroisandt, Gerald; Ruckdeschel, Peter
Bingo und Stochastik: Wieviele Spieler wie häufig und wieviel im allgemeinen Bingo ohne Interaktion gewinnen
Mathematische Semesterberichte der DMV, Heft 59/1, DOI: 10.1007/s00591-011-0096-8
- Krueger, Jens; Donofrio, David; Shalf, John; Mohiyuddin, Marghoob; Williams, Samuel; Olikier, Leonid; Pfreundt, Franz-Josef

Hardware/Software Co-design for Energy-Efficient Seismic Modeling

Proceedings of Supercomputing 2011, Seattle, WA

Lagemann, Christian; Hüper, Knut; Helmke, Uwe; Lang, Parick

LQG balancing: Intertwining balancing and sign iterations

Proceedings of IEEE Conf. on Decision and Control (CDC)2010: pp. 5356-5361

Lakdawala, Zahra; Iliev, Oleg; Dederling, Michael; Starikovicius, Vadimas

On the recent progress in predicting filtration efficiency for filter elements

Proceedings Filtech Congress, 2011

Lang, Holger; Linn, Joachim; Arnold, Martin

Multibody dynamics simulation of geometrically exact Cosserat rods

Multibody System Dynamics, Vol. *25*(3), 2011

Latz, Arnulf; Niedziela, Dariusz; Schmidt, Sebastian

Schüttgutsimulation. Innovatives Werkzeug zur Prozessauslegung und Silooptimierung

Silo World, 1/2011, 38-41

Latz, Arnulf; Zausch, Jochen

Thermodynamic consistent transport theory of Li-ion batteries

Journal of Power Sources 196, 3296-3302 (2011)

Latz, Arnulf; Zausch, Jochen; Iliev, Oleg

Modelling of Species and Charge Transport in Li-Ion Batteries Based on Non-equilibrium Thermodynamics

Lecture Notes in Computer Science 6046, 329 (2011)

Lorenz, Jürgen; Bär, Eberhard; Clees, Tanja; Evanschitzky, Peter; Jancke, Roland; Kampen, Christian; Paschen, Uwe; Salzig, Christian; Selberherr, Siegfried

Hierarchical Simulation of Process Variations and Their Impact on Circuits and Systems: Results

IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 58(8) (2011), 2227-2234

Lorenz, Jürgen; Bär, Eberhard; Clees, Tanja; Jancke, Roland; Salzig, Christian; Selberherr, Siegfried

Hierarchical Simulation of Process Variations and Their Impact on Circuits and Systems: Methodology

IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 58(8) (2011), 2218-2226

Maack, Stefan; Spies, Martin; Hillemeier, Bernd

3D-Schallfeldcharakterisierung niederfrequenter Ultraschall-Prüfköpfe in Beton – Experimentelle Untersuchungen und Simulation

DGZfP-Berichtsband BB-127-CD DGZfP-Jahrestagung (2011), P70

Maasland, Mark

Oberflächeninspektion in Kombination mit weiteren Messverfahren

Fraunhofer Vision-Seminar »Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung«, Karlsruhe, Tagungsband (2011)

Machado, Rui; Lojewski, Carsten; Abreu, Salvador; Pfreundt, Franz-Josef

Unbalanced tree search on a manycore system using the GPI programming model

Computer Science - Research and Development, Volume 26 Issue 3-4, June 2011

Mang, Sarah; Brachmann, Christoph; Süß, Philipp; et al.

RONDO – Software platform used for combined analysis and image display for MR and other diagnostic modalities

28th Annual Scientific Meeting Leipzig, ESMRMB Congress 2011

Marburger, Jan; Marheineke, Nicole; Pinnau, Rene

Adjoint based optimal control using meshless discretizations.

Journal of Computational and Applied Mathematics, 235(10), 3138-3150 (2011)

Marheineke, Nicole; Wegener, Raimund

Modeling and application of a stochastic drag for fibers in turbulent flows

Int. J. Multiphase Flow, 37, 136-148

Mark, Andreas; Sandboge, Robert; Berce, Anton; Edelvik, Fredrik; Glatt, Erik; Rief, Stefan; Wiegmann, Andreas; Fredlund, Mats; Amini, Junis; Lai, Ron; Martinson, Lars; Nyman, Ulf; Tryding, Johan

Multi-Scale Simulation of Paperboard Edge Wicking Using a Fiber-Resolving Virtual Paper Model

Progress in Paper Physics Seminar 2011, Graz (A)

Mark, Andreas; Svenning, Erik; Rundquist, Robert; Edelvik, Fredrik; Glatt, Erik; Rief, Stefan; Wiegmann, Andreas; Fredlund, Mats; Lai, Ron; Martinsson, Lars; Nyman, Ulf

Microstructure simulation of early paper forming using immersed boundary methods

TAPPI-Journal, November 2011; Progress in Paper Physics Seminar 2011, Graz (A)

Melo, Maria Teresa; Nickel, Stefan; Saldanha-da-Gama, Francisco

An efficient heuristic approach for a multi-period logistics network redesign problem

TOP, pp. 1-29 (2011)

Nickel, Stefan; Saldanha-da-Gama, Francisco; Ziegler, Hans-Peter

A multi-stage stochastic supply network design problem with financial decisions and risk management

Omega, 40 (5), pp. 511-524 (2011)

Nickel, Stefan; Schröder, Michael; Steeg, Jörg

Mid-Term and Short-Term Planning Support für Home Health Care Services

European Journal of Operations Research, DOI 10.1016/j.ejor.2011.10.042 (2011)

Nickel, Stefan; Stein, Oliver; Waldmann, Karl-Heinz

Operations Research

Springer Verlag

Niedziela, Dariusz; Strautins, Uldis; Hosdez, Valerie; Kech, Armin; Latz, Arnulf

Improved Multiscale Fiber orientation modeling in injection molding of short fiber reinforced thermoplastics: Simulation and Experiment

The International Journal of Multiphysics. Special edition: Multiphysics Simulations – Advanced Methods for Industrial Engineering. 2011, ISBN 978-1-907132-36-0

Obermayer, Martin; Dreßler, Klaus

Application of FEM Tire-Simulation for Virtual Experiments

VDI-Expertenforum: Networking and Communication for Automation in Agricultural Engineering

Obermayer, Martin; Dreßler, Klaus; Vrettos, Christos; Eberhard, Peter

Prediction of draft forces in cohesionless soil with the Discrete Element Method

J. of Terramechanics, pp. 347-358

Orlik, Julia

Two-scale homogenization in transmission problems of elasticity with interface jumps

Applicable Analysis, 2011

Pavlenko, Evgeny; Wedler, Markus; Stoffel, Dominik; Kunz, Wolfgang; Seelisch, Frank; Greuel, Gert-Martin; Dreyer, Alexander

STABLE: A new QF-BV SMT Solver for hard Verification Problems combining Boolean Reasoning with Computer Algebra

Proc. International Conference on Design, Automation and Test in Europe (DATE), ISSN 1530-1591, 2011.

Pieper, Martin

Multiobjective optimization with expensive objectives applied to a thermodynamic material design problem

PAMM Proc. Appl. Math. Mech. 11, 733 – 734 (2011)

Pieper, Martin; Klein, Peter

A simple and accurate numerical network flow model for bionic micro heat exchangers

Heat and Mass Transfer, Springer-Verlag, 47 (5), 491-503 (2011)

Pieper, Martin; Klein, Peter

Application of simple, periodic homogenization techniques to non-linear heat conduction problems in non-periodic, porous media

Heat and Mass Transfer, Springer-Verlag, DOI 10.1007/s00231-011-0879-4 (2011)

- Printsypar, Galina; Ciegis, Raimondas
On convergence of a discrete problem describing transport processes in the pressing section of a paper machine including dynamic capillary effects: One-dimensional case
Berichte des Fraunhofer ITWM Nr. 210, 2011
- Rauhut, Markus
Inspection of textured surfaces in industrial applications
ISIS.2011, Düsseldorf, Tagungsunterlagen
- Rauhut, Markus
Typischer Aufbau eines Online-Oberflächeninspektionssystems
Fraunhofer Vision-Seminar »Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung«, Karlsruhe, Tagungsband (2011)
- Rauhut, Markus; Spies, Martin; Taubner, Kai
Probability of Detection of Surface Defects in Metals Using Optical Inspection Techniques
Review of Progress in Quantitative NDE 2010, Vol. 30, AIP Conference Proceedings 1335, S. 1549-1556 (2011)
- Rauhut, Markus; Spies, Martin; Taubner, Kai
Verbesserung der Auffindwahrscheinlichkeit (POD) von Oberflächenfehlern in Metallzeugnissen mittels optischer Inspektionsverfahren und Bildverarbeitung
DGZfP-Berichtsband BB-127-CD DGZfP-Jahrestagung (2011), Di.3.B.2
- Redenbach, Claudia; Shklyar, Inga; Andrä, Heiko
Laguerre tessellations for elastic stiffness simulations of closed foams with strongly varying cell sizes
Int. J. Engng. Sci. 50 (2012), 70-78
- Redenbach, Claudia; Vecchio, Irene
Statistical analysis and stochastic modelling of fibre composites
Composites Science and Technology 71, S. 107-112, 2011
- Redenbach, Claudia; Wirjadi, Oliver; Rief, Stefan; Wiegmann, Andreas
Modeling of Ceramic Foams for Filtration Simulation
Advanced Engineering Materials, 13, Issue 3, S.171-177, 2011
- Redenbach, Thomas; Spies, Martin; Rieder, Hans; Schuler, Frank
Bildgebende Röntgen- und Ultraschallverfahren für industriell relevante strukturelle Materialien
DGZfP-Berichtsband BB-127-CD DGZfP-Jahrestagung (2011), P41
- Reimers, Linda; Perez-Cruz, Claudia; Maasland, Mark; Ebert, Ulrich; Klein, Corinna
An optimized method for quantifying dendritic spines in a murine model of Alzheimer's disease
Proceedings of the 9th Göttingen meeting of the german neuroscience society, Göttingen, T11-6A
- Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Spies, Martin
Möglichkeiten und Anwendung von E-Learning-Konzepten in der beruflichen Qualifizierung für die ZfP am Beispiel der Ultraschallprüfung
DGZfP-Berichtsband BB-127-CD DGZfP-Jahrestagung (2011), Di.2.B.2
- Ruckdeschel, Peter; Horbenko, Nataliya
Optimally-robust estimators in generalized Pareto models
Statistics, DOI: 10.1080/02331888.2011.628022 (2011)
- Ruckdeschel, Peter; Horbenko, Nataliya
Yet another breakdown point notion: EFSBP – illustrated on scale-shape models
Metrika, DOI: 10.1007/s00184-011-0366-4 (2011)
- Ruckdeschel, Peter; Sayer, Tilman; Szymayer, Alexander
Pricing American options in the Heston model: a close look on incorporating correlation
Berichte des Fraunhofer ITWM Nr. 204, 2011
- Schladitz, Katja
Quantitative micro-CT
Journal of Microscopy 243(2), 111-117, 2011
- Schladitz, Katja; Redenbach, Claudia; Sych, Tetyana; Godehardt, Michael
Model Based Estimation of Geometric Characteristics of Open Foams
Methodology and Computing in Applied Probability, 2011
- Schmidt, Oliver; Halfmann, Thomas; Lang, Patrick
Coupling of Numerical and Symbolic Techniques for Model Order Reduction in Circuit Design
Lecture Notes in Electrical Engineering, Vol. 74, pp. 261-276, Springer (2011)
- Schmidt, Sebastian; Niedziela, Dariusz; Latz, Arnulf
Simulation of complex liquids for the production processes.
NAFEMS Seminar »Die Integration von Strömungsberechnungen (CFD) in den Produktentwicklungsprozess«, April 4-5, 2011. Wiesbaden, Germany. ISBN: 978-1-874376-64-4
- Schröder, Simon; Olawsky, Ferdinand; Hering-Bertram, Martin; Hagen, Hans
Stochastic droplet-fiber collisions
Proc. International Conference on Computational Science ICCS 2011, Nanyang (S), (2011)
- Schüle, Ingmar; Leithäuser, Neele; Schröder, Michael
Fahrplansynchronisierung im öffentlichen Nahverkehr – Mathematische Optimierung zur Verbesserung komplexer Abstimmungsprozesse
Proceedings of HEUREKA '11 – Optimierung in Verkehr und Transport, FGSV Verlag, ISBN 978-3-941790-72-8 (2011)
- Schuler, F.; Schladitz, Katja
Zur Untersuchung von stahlfaserverstärkten Betonen auf Basis der 3D-Computer-Tomographie
1. Young Researcher Symposium, Nachwuchsring des Landesforschungszentrums »Center of Mathematical and Computational Modelling« CM², Kaiserslautern, 2011
- Schuler, F.; Schnell, J.; Schladitz, Katja
The use of computer-tomography for the analysis of steel fibre reinforced concretes
fib-Workshop on performance-based specifications for concrete, Dehn, Frank; Beushausen, Hans (Hrsg.), Leipzig, 2011, S. 193-200
- Simmendinger, Christian; Jägersküpper, Jens; Machado, Rui; Lojewski, Carsten
A PGAS-based Implementation for the Unstructured CFD Solver TAU
PGAS11 Proceedings, October 2011
- Soffing, Stefan A.; Bortz, Michael; Eggert, Sebastian
Density profile of interacting fermions in a one-dimensional optical trap
Physical Review, A84, 02 1602 @ (2011)
- Spies, Martin; Orth, Thomas
Vergleichende Schallfeldberechnungen für 2D-Phased-Array Prüfköpfe mittels Generalisierter Punktquellensynthese und CIVA 10
DGZfP-Berichtsband BB-127-CD DGZfP-Jahrestagung (2011), P76
- Spies, Martin; Rieder, Hans
Modell-basierte Optimierung der Ultraschallprüfung anisotroper Werkstoffe am Beispiel von Faserverbundmaterialien
DGZfP-Berichtsband BB-127-CD DGZfP-Jahrestagung (2011), Mi.1.B.3
- Spies, Martin; Rieder, Hans
SAFT Ultrasonic Imaging and Sizing of Stress Corrosion Cracks in the Heat-Affected Zone of Welded Austenitic Pressurized Components
JRC Scientific and Technical Reports: Proceedings of the 8th International Conference on NDE in Relation to Structural Integrity for Nuclear and Pressurised Components, 29 Sep. - 1 Oct. 2010, Berlin; ed. by M. Bièth; JRC 64886 European Commission; 795 (2011)
- Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander
On-site Evaluation of Large Components Using SAFT and TOFD Ultrasonic Imaging
Review of Progress in Quantitative NDE 2010, Vol. 30, AIP Conference Proceedings 1335, S. 1394-1401 (2011)

- Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Dugan, Sandra
Abbildung und Größenbestimmung von Spannungskorrosionsrisiken in austenitischen Komponenten mittels Synthetischer Apertur Fokus Technik
DGZfP-Berichtsband BB-127-CD
DGZfP-Jahrestagung (2011), Di.3.A.1
- Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Hubel, Sebastian; Eckert, Thomas
Verbesserung der Fehlerauffindwahrscheinlichkeit (POD) durch den Einsatz von Modellierungs- und Bildgebungsalgorithmen am Beispiel von schwer prüfbareren Schiffspellerwerkstoffen
DGZfP-Berichtsband BB-132-CD
,Seminar des FA Ultraschallprüfung - Verbesserung der Prüfaussage für spezielle Prüfaufgaben' (2011), V7
- Stahl, Dominik; de Boor, Carl
On Radon's recipe for choosing correct sites for multivariate polynomial interpolation
Journal of Approximation Theory 163 (12), 1854-1858 (2011)
- Stahl, Dominik; Hauth, Jan
PF-MPC: Particle filter-model predictive control
Systems & Control Letters 60 (8) 632-643 (2011) und Berichte des Fraunhofer ITWM 201 (2011)
- Starikovicius, Vadimas; Ciegis, Raimondas; Iliev, Oleg
A parallel solver for the design of oil filters
Math. Model. Anal. 16, No. 2, 326-341 (2011).
- Staub, Sarah; Andrä, Heiko; Kabel, Matthias; Zangmeister, Tobias
Multi-Scale Simulation of Viscoelastic Fiber-Reinforced Composites
Technische Mechanik 2011
- Stephani, Henrike; Heise, B.; Wiesauer, K.; Katzletz, S.; Molter, D.; Jonuscheit, Joachim; Beigang, Rene
A feature set for enhanced automatic segmentation of hyperspectral terahertz images
IEEE 2011 Irish Machine Vision and Image Processing Conference, Dublin (IRL), September 2011
- Subramanyam, A. Bhaskar; Kuhnert, Jörg; Tiwari, Sudarshan; Sundar, S.; Joshi, Amol; Saxena, Anshul
On parallelization and load balancing aspects of the Finite Pointset Method
International Journal of Computer Mathematics, 88 (2), 360-374 (2011)
- Taffe, Alexander; Spies, Martin; Recknagel, Jörg; Rieß, Hubert
Schulung zur zuverlässigen Ortung von Bewehrung in Stahlbetonbauteilen von Kraftwerken
DGZfP-Berichtsband BB-127-CD
DGZfP-Jahrestagung (2011), Di.2.B.1
- Teichert, Katrin; Süß, Philipp; Serna Hernandez, Jorge Ivan; Monz, Michael; Thieke, Christian; Küfer, Karl-Heinz
Comparative analysis of Pareto surfaces in multi-criteria IMRT planning
Physics in Medicine and Biology 56, 3669-3684 (2011)
- Tramecon, Alain; Kuhnert, Jörg; Perrin, Morgane; Mouchette, Laurent
New trends in accurate simulations for the verification of safety margins in the nuclear power plant industry: application of virtual performance solution for the response of immersed structures subjected to earthquakes
Proc. ASME 2011 Pressure Vessels and Piping Conference, Baltimore, Maryland, (USA) (2011)
- Tröltzsch, Jürgen; Kroll, Lothar; Niedziela, Dariusz; Latz, Arnulf
Simulation des Spritzgiessprozesses mit integrierter textiler Faserverstärkung
Proceedings 18. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde 30.03.2011-01.04.2011, Chemnitz
- Vecchio, Irene; Schladitz, Katja; Godehardt, Michael; Heneka, Markus J.
3d geometric characterization of particles for technical cleanliness
Summer Academy on Stochastic Analysis, Modelling and Simulation of Complex Structures, Hirscheegg – Kleinwalsertal, Poster
- Vecchio, Irene; Schladitz, Katja; Godehardt, Michael; Heneka, Markus J.
Geometric characterization of particles in 3d with an application to technical cleanliness
Bericht des Fraunhofer ITWM, Nr. 207, 2011
- Weber, O; Rack, A.; Redenbach, C; Schulz, M; Wirjadi, O.
Micropowder injection molding: investigation of powder-binder separation using synchrotron-based microtomography and 3D image analysis
Journal of Materials Science 46, S. 3568–3573, 2011
- Weibel, Thomas; Daul, Christian; Wolf, Didier; Rösch, Ronald
Customizing Graph Cuts for Image Registration problems
XXIIIe Colloque GRETSI Traitement du Signal & des Images (GRETSI) 2011, Bordeaux (F)
- Weibel, Thomas; Daul, Christian; Wolf, Didier; Rösch, Ronald
Planarity Enforcing Higher-Order Graph Cut
18th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) 2011, Brussels (B)
- Weihe, Stefan; Weigel, Nicolas; Dreßler, Klaus; Speckert, Michael; Feth, Sascha
A Verified and Efficient Approach Towards Fatigue Validation of Safety Parts
Materials Testing, Vol. *53*(7-8), 2011, pp. 450-454
- Weinhold, Oliver; Baumann, Sonja; Obermayr, Martin; von Holst, Christian
Prozesskette zur Parametrierung von Reifenmodellen in der Landtechnik
13. Internationale VDI-Tagung mit Fachausstellung 'Reifen-Fahrwerk-Fahrbahn', Hannover, VDI-Berichte 2137, pp. 323-332
- Wiegmann, Andreas; Becker, Jürgen; Cheng, Liping; Glatt, Erik; Rief, Stefan
GeoDict: A software-centered approach to the simulation of thin porous media and their properties
Interpore, Bordeaux (F), 2011
- Yang, Xiang; Schröder, Simon; Hering-Bertram, Martin; Biedert, Tim; Hagen, Hans; Aurich, Jan C.
Noise investigation in manufacturing: a simulation and virtual reality enhanced method
Proc. 44th CIRP International Conference on Manufacturing Systems (CIRP ICMS 2011), Madison, Wisconsin (USA), 2011
- Zamel, Nada; Li, Xianguo; Becker, Jürgen; Wiegmann, Andreas
Effect of liquid water on transport properties of the gas diffusion layer of polymer electrolyte membrane fuel cells
International Journal of Hydrogen Energy, 36, 5466-5478 (2011)
- Zoufine Bare Contreras, Daniel; Orlik, Julia
Asymptotics for a thin elastic fiber in contact with a rigid foundation
PAMM 2011

Altendorf, Hellen
3D Morphological Analysis and Modeling of Random Fiber Networks – applied on Glass Fiber Reinforced Composites
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik, und Ecole national supérieure des Mines de Paris, Centre de Morphologie Mathématique

Arnold, Michael
Video Retrieval using Motion Descriptors
 Masterarbeit, Universität des Saarlandes, Studiengang Master of Visual Computing

Asal, Thorsten
Aufbau eines Systems zur Dickenmessung von Tabletten im Rahmen einer Machbarkeitsstudie
 Diplomarbeit, Fachhochschule Kaiserslautern, Angewandte Ingenieurwissenschaften

Avuglah, Richard Kodzo
Some Steps towards Experimental Design for Neural Network Regression
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Belyaev, Alexander
Optimal control in focused ultrasound therapy
 Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Bischof, Christian
Strategies for Private Households in the Smart Grid
 Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Borsche, Raul
Modeling and Simulation of Sewer Networks and coupled Surface Flow
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Braun, Hans
Boundary Conditions and Perfectly Matched Layers for the Wave Equation
 Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Burger, Michael
Optimal Control of Dynamical Systems: Calculating Input Data for Multibody System Simulation
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Burkhart, Daniel
Subdivision for volumetric finite elements
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Diffo Kaze, Arnaud
Simulation von Schädigungseffekten bei faserverstärkten Kunststoffen
 Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Dobrovolskij, Dascha
Interpolationsmethoden zum Berechnen von Eigenspannungsprofilen aus Ultraschallmessdaten
 Masterarbeit, Beuth-Hochschule für Technik, Berlin, Fachbereich II Mathematik-Physik-Chemie

Eckert, Thomas
Entwicklung eines Algorithmus zur Volumenbildung und winkelabhängigen Größenbestimmung in rekonstruierten Ultraschalldaten
 Bachelorarbeit, Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Mannheim, Technische Angewandte Informatik

Ewe, Hendrik
Combinatorial Exchanges in Freight Logistics
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Frei, Amelie
Sichtbarer Strom - Zielgruppenorientierte Visualisierung des Stromverbrauchs auf einem eingebetteten System
 Bachelorarbeit, Hochschule Furtwangen, Digitale Medien

Groß, Tjorben
Model Reduction and Error Estimation for Coupled Systems
 Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Hach, Christian
Untersuchung des Deformationsverhaltens einer Pkw-Verbundlenkerachse mittels FE-Simulation
 Diplomarbeit, FH Kaiserslautern, Maschinenbau

Hanselmann, Gerrit
On the principle of heterogeneous redundancy based Bayesian approach to integrate static and dynamic fault prediction models
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Heinze, Christian
Generierung von Features durch Shape from Shading
 Bachelorarbeit, Fachhochschule Westküste, Elektrotechnik und Informationstechnik

Heizenreder, Sonja
Analyse und Modellierung biologischer Mikrostrukturen mittels 3D-Mikrotomographie
 Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Biologie

Hoffmann, Anna
Physikalische und mathematische Modellbildung in der fokussierten Ultraschalltherapie
 Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Horbenko, Nataliya
Robuste Ansätze für operationelle Risiken von Banken
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Ilvasov, Maxim
A Tree Algorithm for Helmholtz Potential Wavelets on Non-Smooth Surfaces: Theoretical Background and Application to Seismic Data Postprocessing
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Klein, Matthias
Entwicklung und Bewertung eines Systems zur orts- und zeitgenauen Ertragsprognose von Photovoltaikanlagen
 Masterarbeit, Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft, FB Wirtschaftsinformatik

Kleinert, Jan
Particle simulations using a cone complementarity approach and ideas for a matrix-free multigrid solver
 Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Lanka, Evita
Stochastic Scheduling in Automotive Suppliers Industry
 Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Maheshwari, Vidit
On non-overlapping domain decomposition method for non-isothermal problems
 Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Marburger, Jan
Optimal control based on mesh-free approximations
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Medvedev, Pavel
Component triggered multilevel method
 Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Nam, Alexander
Homogenization for multi-scale contact problems in technical textiles
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Nowak, Uwe
From Circle Placements to Rectangle Placements – Nonlinear Optimization in Electronic Design Automation
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Obermaier, Harald
Multi-field visualization
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Öngün, Yekta
Finite Element Simulation of Mixed Lubrication of Highly Deformable Elastomeric Seals
 Dissertation, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau

MESSE- UND KONFERENZTEILNAHMEN

Pupashenko, Daria
Robust Kalman smoothing for dynamic vehicle data
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Reit, Xenia
Extrakorporale fokussierte Ultraschalltherapie
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Repke, Sabine
Adjoint-based optimization approaches for stationary free surface flows
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Ricker, Sarah
Multi-Scale Modeling and Simulation in Configurational Mechanics
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Rief, Sebastian
Robuste Optimierungsstrategien am Beispiel des Bauchverschlusses nach Laparoskopie
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Ruckdeschel, Peter
Optimally Robust Estimation and Filtering: Concepts, Enhancements and Implementations
Habilitation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Salzig, Christian
Modeling of Gene Expression Time Courses and Identification of Gene Interaction Networks
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Schmidt, Kilian
Dreidimensionale Modellierung von Filtermedien und Simulation der Partikelabscheidung auf der Mikroskala
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Schneider, Markus
Schnelle explizite Diffusionsfilter
Bachelorarbeit, Beuth-Hochschule für Technik, Berlin, Fachbereich II Mathematik-Physik-Chemie

Serna Hernandez, Jorge Ivan
Multi-objective optimization in Mixed Integer Problems with application to the Beam Selection Optimization Problem in IMRT
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Shumilina, Anna
Modeling and Simulation of Protein Folding
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Steinhauer, Dorothea
Klassifikation von Verkehrszeichen basierend auf Farb- und Forminformation
Bachelorarbeit, FH-Kaiserslautern, Angewandte Ingenieurwissenschaften

Stöbener, Katrin
Mesoskopische Observablen in der Molekulardynamik von Flüssigkeiten: Konstruktion, lineare Transportkoeffizienten und Multiskalenaspekte
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Physik

Tse, Oliver
SPn-systems in radiative heat transfer and natural convection-radiation models: parameter identification and optimal control
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Wan, Yijun
Discrete Element Method in Granular Material Simulations
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

3D-Microstructure Meeting
Saarbrücken, November

American Filtration and Separation Society Annual Meeting
Louisville, KY (USA), Mai, Aussteller, Vortrag

ANMMS-Workshop 2011: Analytical and numerical methods for multiscale systems
Heidelberg, Februar, Poster

ANSYS Conference & 29th CAD-FEM Users Meeting 2011
Stuttgart, Oktober, Vortrag

45. Bildverarbeitungsforum »Computational Photography«
Stuttgart, März

46. Bildverarbeitungsforum »Moderne Bildsensorik«
Regensburg, Juli

47. Bildverarbeitungsforum »3D+ Bildverarbeitung«
München, Oktober

CeBIT 2011: Smart Grid Summit »IT meets Energy«
Hannover, März

50. Chemiefasertagung
Dornbirn (A), September, Vortrag

CloudZone 2011
Karlsruhe, Aussteller

Cluster für Individualisierte ImmunIntervention (CI3): Clusterkonferenz 2011
Frankfurt/M., Januar

COMPOSITES EUROPE 2011 – 6. Europäische Fachmesse & Forum für Verbundwerkstoffe, Technologie und Anwendungen
Stuttgart, September, Aussteller, Vortrag

Computer Algebra in Scientific Computing (CASC 2011)
Kassel, September, Vortrag

21st Conference on Multiple Criteria Decision Making
Jyväskylä (S), Juni, Vortrag, Poster

CONTROL 2011 - Internationale Leitmesse für Qualitätssicherung
Stuttgart, Mai, Aussteller

CVC-Jahrestagung
Wörth, November, Aussteller

Daimler EDM CAE Forum
Stuttgart, Juli

DGZfP-Jahrestagung 2011
Bremen, Mai/Juni, Vorträge

DMV-Tagung
Köln, September

EAGE 2011 – European Association of Geoscientists & Engineers: Conference and Exhibition
Wien (A), Mai, Aussteller, Poster

219th ECS Meeting (Electrochemical Society)
Montreal (CDN), Mai, Vortrag

Energieworkshop der Science Alliance Kaiserslautern
Kaiserslautern, November, Vortrag

EOSMOC 2011
München, Mai, Vortrag

ESCAPE 2011
Sithonia, Chalkidiki (GR), Mai

Eurographics
Llandudno in Wales (UK), April, Vortrag

8th European ITS Congress
Lyon (F), Juni, Aussteller

26th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition
Hamburg, September

Fachaustausch Geoinformation
Heidelberg, November, Aussteller

Festveranstaltung »25 Jahre Bildverarbeitung an der Universität Heidelberg«
Heidelberg, April

Fib Symposium Prague 2011, Concrete engineering for excellence and efficiency
Prag (CZ), Juni, Vortrag

FilTech 2011 – International Conference & Exhibition for Filtration and Separation Technology
Wiesbaden, März, Aussteller, Vorträge

Forum Life Science 2011
Garching, März, Aussteller

- Frankfurt MathFinance Tagung
Frankfurt/M., März, Vortrag
- Fraunhofer Vision-Technologietag 2011
Kaiserslautern, Juni, Veranstalter, Aussteller, Vorträge
- Fraunhofer Vision-Technologietag 2011
Magdeburg, November, Aussteller, Vorträge
- Functional Genomics – Next Generation Applications and Technologies
Frankfurt/M., Februar
- GAMM 2011
Graz (A), April, Vorträge
- GAMM-Seminar on microstructures, 2011
Darmstadt, Januar
12. GMM/ITG-Fachtagung: Entwicklung von Analogschaltungen mit CAE-Methoden (Analog 2011)
Erlangen, November, Vortrag
- Graduate School »Models of Random Structures«
Fontainebleau (F), März
- Hannovermesse 2011
Hannover, April, Aussteller
- Heureka'11
Stuttgart, März, Vortrag
26. Hofer Vliesstofftage
Hof, November, Aussteller, Vortrag
- HPC-Status-Konferenz der Gauss-Allianz
Darmstadt, Dezember
- Hydrogen + Fuel Cells 2011
Vancouver (CDN), Mai, Aussteller, Vortrag
- ICUME 2011 (International Conference on Uncertainty in Mechanical Engineering)
Darmstadt, November
- IEEE 2011 Irish Machine Vision and Image Processing Conference
Dublin (IRL), September, Poster
- 25th IFIP TC 7 Conference on System Modeling and Optimization
Berlin, September
- INDEX 2011 – World's Leading Nonwovens Exhibition
Genf (CH), April, Aussteller, Vorträge
- Industrial Applications and Prospects of Computer Algebra 2011
Kaiserslautern, Juni, Aussteller, Vortrag, Poster
- International Conference on Computational Science ICCS 2011
Singapore (SG), Juni, Vortrag
- 13th International Congress for Stereology
Beijing (CHN), Oktober, Vortrag
- 33rd International Congress of the European Hernia Society
Gent (B), Mai
- International Symposium on Mathematical Morphology
Intra (I), Juli, Poster
11. Internationale VDI-Fachtagung Nutzfahrzeuge 2011 – Truck, Bus, Van, Trailer
Steyr (A), Mai, Aussteller, Poster
- INTERPORE 2011 – 3rd International Conference on Porous Media
Bordeaux (F), März, Aussteller, Vorträge
- Intersolar 2011
München, Juni, Aussteller
- ISC'11 – International Supercomputing Conference
Hamburg, Juni, Aussteller, Vorträge
- ISIS 2011 – International Surface Inspection Summit
Düsseldorf, März, Vorträge
- IT & Business 2011 – Fachmesse für Software, Infrastruktur und IT-Services
Stuttgart, September, Aussteller
- ITMA 2011 – Internationale Textilmaschinenexposition
Barcelona (E), September, Aussteller, Vorträge
37. Jahrestagung für Akustik – DAGA 2011
Düsseldorf, März, Vortrag
9. Konferenz des Förderkreises Abgasnachbehandlungstechnologien für Dieselmotoren e.V. – FAD
Dresden, November, Aussteller
- Les Rendez-Vous Carnot 2011
Lyon (F), Oktober, Aussteller
- Logistik Management 2011
Bamberg, September, Vortrag
- Logistik-Forum
Nürnberg, November, Aussteller
- 1st Materials for Batteries Congress
München, Oktober, Vortrag
- MUSIS workshop: Interfaces and interfacial displacement in unsaturated porous media
Lauterbad, Februar, Poster
- Numerical Analysis of Multiscale Problems & Stochastic Modeling, Linz, Dezember 2011
Linz (A), Dezember, Poster
- Parts2Clean
Stuttgart, Oktober, Aussteller
- Pharma-Forum 2011
St. Ingbert, November, Aussteller
- Pore2Field
Rueil-Malmaison (F), November
- Powtech 2011 – Internationale Fachmesse für Mechanische Verfahrenstechnik und Analytik
Nürnberg, Oktober, Aussteller, Vorträge
- Progress in Paper Physics Seminar 2011
Graz (A), September, Vortrag, Poster
- Review of Progress in Quantitative NDE 2011
Burlington (USA), Juli, Vortrag
- SC11 – International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis
Seattle (USA), November, Aussteller, Vorträge
- SEG 2011 – Society of Exploration Geophysicists International Exposition
San Antonio (USA), September, Aussteller
- Seminar »Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung«
Karlsruhe, Dezember, Aussteller, Vorträge
- Seminar CMLA-ENS Cachan
Cachan (F), April, Vortrag
- SIAM Conference on Geometric and Physical Modeling
Orlando (USA), Oktober, Vortrag
- SIAM Conference on Optimization
Darmstadt, Mai
- Summer Academy on Stochastic Analysis, Modelling and Simulation of Complex Structures
Hirscheegg – Kleinwalsertal (A), September, Poster, Vortrag
- Symposium on Variational Image Analysis
Heidelberg, Juni, Poster
- Tag der Forschung und Technologie
Mainz, November, Aussteller
- TECH'INNOV 2011
Paris-Orly (F), Februar, Aussteller
- TechTextil 2011 – Internationale Fachmesse für technische Textilien und Vliesstoffe
Frankfurt/M., Mai, Aussteller, Vortrag
- TER@TEC 2011 Forum
Palaiseau, Paris (F), Aussteller
- Textil und Sensorik – Kooperationsforum mit Fachausstellung
Regensburg, Oktober, Aussteller
- Transport logistic 2011
München, Mai, Aussteller
- Treffpunkt 2011 Firmenkontaktmesse
Kaiserslautern, Aussteller
- VDI Wissensforum »Reifen – Fahrwerk – Fahrbahn«
Hannover, Oktober, Aussteller, Vorträge

EHRUNGEN UND PREISE

VISION 2011 - Internationale
Fachmesse für Bildverarbeitung
Stuttgart, November, Aussteller

Weiterbildungskurs »Ultraschall
UT3« am DGZfP-Ausbildungs-
zentrum
Berlin, Oktober

Wissenschaft im Dialog 2011 –
Wissenschaftssommer
Mainz, Juni, Aussteller

Wissenschaftsjahr der Stadt
Kaiserslautern »Wissen schafft
Integration«
Kaiserslautern, Vortragsreihe, April
– November, Mitorganisator

Workshop »Anforderungen an
Holzoberflächen messen und
prüfen«
Detmold, Oktober, Vortrag

Workshop »Moderne Bildsen-
soren«
Hanau, Juni

Workshop »Technische Optik
für Bildverarbeiter«
Hanau, Mai

34th Workshop of the Interna-
tional Society of Stereology
Mines ParisTech, Paris (F), Februar,
Vortrag

Workshop on Geometry and
Physics of Spatial Random Sys-
tems
Bad Herrenalb, Juli, Vortrag

10th Workshop on Models and
Algorithms (MAPSP)
Nymburk (CZ), Juni, Vortrag

Asal, Thorsten
JOHN DEERE-Preis für ausge-
zeichnete Diplomarbeit im Stu-
diengang Mechatronik an der
FH Kaiserslautern »Aufbau eines
Systems zur Dickenmessung von
Tabletten im Rahmen einer
Machbarkeitsstudie«
November

Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans;
Spies, Martin
Förderpreis 2011 für herausra-
gende und innovative wissen-
schaftliche Arbeiten zum Werk-
stoff Kupfer
Deutsches Kupferinstitut
November

Neunzert, Helmut
Ehrenmedaille der Technischen
Universität Kaiserslautern
Oktober

Nzouankeu Nana, Giles-Arnaud
DAAD-Preis 2011 für hervor-
ragende Leistungen ausländischer
Studierender
Deutscher Akademischer Aus-
tausch Dienst (DAAD)
November

Prätzel-Wolters, Dieter
Landesverdienstorden Rhein-
land-Pfalz
Mainz
November

Reichardt, Mathias
JOHN DEERE-Preis für besonde-
res soziales Engagement an der
FH Kaiserslautern
November

Schüle, Ingmar
Preis der Kreissparkassen-Stif-
tung für die Promotion »RLT
Approaches to QSAPs – Applied
to Timetable Synchronization in
Public Transport«
Kaiserslautern
Juni

Schuler, Frank; Schladitz, Katja
3. Preis beim Young Researcher
Symposium
Nachwuchsring des Landesfor-
schungszentrums »Center of Ma-
thematical and Computational Mo-
delling CM²«
Januar

EIGENE VERANSTALTUNGEN

Bilateral Workshop »Image
Analysis & Modelling of Micro-
structures«
Fontainebleau (F), März

Elektro:camp (<<2011.05>>) und
(<<2011.11>>)
Stuttgart, Mai; Groningen (NL),
November

Forschungsworkshop »Struktur-
mechanik und Systemsimulation«
Kaiserslautern, Oktober

Fraunhofer DNT Workshops
»Statistik und Nutzungsvielfalt«
und »Simulation/VPE«
Kaiserslautern, September

Fraunhofer-Vision: Technologie-
tag 2011
Kaiserslautern, Juni

Gesundheitstag 2011 »Fit am
Arbeitsplatz«
Fraunhofer IESE und ITWM,
Kaiserslautern, November

»Innovationscafe« des Innova-
tionszentrums »Applied System
Modeling«
Kaiserslautern, Januar, März, Mai,
Oktober, Dezember

Internationaler Workshop zur
Finanzmathematik
Kaiserslautern, März

Kick-off Meeting/Workshop für
Projekt der VW-Stiftung »Robust
Risk Estimation«
Kaiserslautern, Juli

Modelling storage in deep layers
Schwetzingen, Oktober 2011,
(Mitorganisator)

Nacht, die Wissen schafft
Kaiserslautern, Mai

Pre-Conference Tutorial: Asset
and Option Pricing: Monte Carlo
Methods and Regime Switching
Models
Kolkata (IND), International Finance
Conference, Januar (in Kooperation
mit OptiRisk)

Seminar »Lastdaten – Analyse,
Bemessung und Simulation«
Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern,
November

Seminar »Mehrkörpersimulation
in der Betriebsfestigkeit«
Kaiserslautern, März

Seminar »Statistische Methoden
in der Betriebsfestigkeit«
Kaiserslautern, Mai

Verbundseminar mit Technikums-
besichtigung: Stochastische Pro-
duktionsprozesse zur Herstellung
von Filamenten und Vliesstoffen -
ProFil
Oerlikon Neumag, Neumünster,
März

Vortragsreihe des Arbeitskreises
»Bildanalyse und Mustererken-
nung Kaiserslautern« (BAMEK)
Kaiserslautern, Januar – Dezember

Workshop »3D-Microstructure
Meeting«
Saarbrücken, November

Workshop »Interaktive Migration«
Kaiserslautern, Juni und November

Workshop: Application of Hidden
Markov Models
Brunel/London (GB), März/April
(in Kooperation mit OptiRisk und
CARISMA)

Workshop: Asset and Option
Pricing: Monte Carlo Methods
and Regime Switching Models
Mumbai (IND), Januar (in Koopera-
tion mit OptiRisk)

Workshop: R in Finance
World Bank, Washington (USA),
Juni/Juli (in Kooperation mit Opti-
Risk; teilweise per Videokonferenz)

Workshop-Serie »Moderne Fi-
nanzmathematik für die Praxis«
Kaiserslautern, 10 Workshops zu
verschiedenen Themen, März bis
Dezember

Workshop: Zinsmodellierung
Ernst & Young, Frankfurt-Eschborn,
Dezember

- Aïd, René (Finance for energy markets research center, Paris (F))
Hedging and Vertical Integration in Electricity Markets
November
- Arnold, Martin (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg)
Numerik für Mehrkörpersysteme
Juni
- Arteaga, Ines Lopez (Eindhoven University of Technology (NL))
Modelling vibrations on deformed rolling tyres - a modal approach
Juni
- Baaser, H. (FDD Freudenberg Forschungsdienst KG, Weinheim)
Vom statischen und dynamischen Materialverhalten in Elastomer-Komponenten
Juni
- Bick, Björn (Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main)
Portfolio Optimierung
Oktober
- Biegler-König, Richard (Universität Duisburg-Essen, Essen)
Information Premium in Power Markets
November
- Camphausen, Florian (WestLB, London (UK))
Quantification of Operational Risk at WestLB
Juli
- Ciegis, Raimondas (Technical University of Vilnius (LT))
Flows in porous media and parallelization
Februar und November
- Gibali, Aviv (Technion – Israel Institute of Technology, Haifa (IL))
The Variation Inequality Problem
November
- Jackson, Myles (New York University (USA))
History and Philosophy of Science and Technology
Juni – August
- Jakobson, Stefan (Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC, Göteborg (S))
- Physikalische Modellbildung und mathematische Optimierungsverfahren in der fokussierten Ultraschalltherapie**
mehrere mehrwöchige Aufenthalte
- Khim, Veasna (Innofinance, Luxemburg (L))
Overview of the research activities on operational risk management
Juli
- Kiesel, Rüdiger (Universität Duisburg-Essen, Essen)
Market Risk Premium in Power Markets
November
- Kohl, Matthias (Hochschule Furtwangen)
Robust Regression
Juli
- Konecny, Franz (Universität für Bodenkultur, Wien (A))
Risk Estimation in Time-Dependent Flood Models
Juli
- Kraus, Johannes (RICAM, Linz (A))
Multilevel algorithms, robust preconditioners
Oktober
- Kreiß, Jens (TU Braunschweig, Institut für Mathematische Stochastik)
Some Recent Results on Bootstrapping Time Series
Februar – März
- Langrené, Nicolas (Université Paris Diderot, Paris (F))
A structural Risk Neutral Model for pricing electricity derivatives
November
- Legoll, Frederic (ENPC, Paris (F))
Stochastic homogenization
März
- Maas, Ramona (Technische Fakultät Erlangen, Lehrstuhl für Technische Dynamik (LTD))
Optimalsteuerung biomechanischer MKS-Modelle mit Muskeln
Oktober
- Marazzi, Alfio (Université de Lausanne (CH))
Robust Statistics and Diagnose Related Groups
Juli
- Margenov, Svetozar (Inst. Parallel Processing, Sofia (BG))
Multilevel algorithms, elasticity, parallelization
Oktober
- Minev, Peter (University of Alberta (CDN))
Numerics for incompressible flows, fluid-structure interaction
Oktober
- Morgenthaler, Stephan (EPFL, Lausanne (CH))
Marginal Parameters of Multivariate Distributions
Juli
- Otto, Gordon (Universitätsklinik Jena)
Introduction to Department for Anesthesiology and Intensive Care Jena
Juli
- Oudjane, Nadia (Finance for energy markets research center, Paris (F))
On the Robustness of the Snell envelope
November
- Popov, Peter (Bulgarische Akademie der Wissenschaften, Sofia (BG))
Fluid-structure interaction, flow in deformable porous media, iterative upscaling
Juni
- Rieder, Helmut (Universität Bayreuth)
The Cost of Not Knowing the Radius
Juli
- Rootzen, Holger (Chalmers University of Technology, Göteborg (S))
Relation FCC – Chalmers Mathematics
Februar – März
- Savatarova, Viktoria (MEPhI, Moskau (RUS))
Homogenization
September – Dezember
- Seul ki Kang (Texas A&M University (USA))
Flow in porous media, numerical analysis
Februar – Juni
- Spangl, Bernhard (Universität für Bodenkultur, Wien (A))
On Robust Filtering with Applications
Juli
- Stettner, Lukasz (Polnische Akademie der Wissenschaften, Warschau (PL))
Multiscale and Finance Mathematics
Februar – März
- Stettner, Lukasz (Polnische Akademie der Wissenschaften, Warschau (PL))
Multiscale and Finance Mathematics
Februar – März
- Vassilevski, Panayot (Lawrence Livermore National Lab (USA))
Multilevel and upscaling methods
Mai
- Willems, Joerg (Radon Institute, RICAM, Linz (A))
Flow in porous media, Multiscale Problems, Numerical Analysis
August
- Yalchin, Efendiev (Texas A&M University (USA))
Multiscale problems, Numerical Methods For PDEs, Uncertainty
Januar – Juli
- Yotov, Ivan (University Pittsburgh (USA))
Num.analysis, FEM, Mortar FEM, subsurface flow, stochastic PDEs
Juni
- Zikatanov, Ludmil (PennState University (USA))
Algebraic multigrid
Oktober

MITARBEIT IN GREMIEN, HERAUSGEBERTÄTIGKEIT

Didas, Stephan

- Image Processing On-Line (Editor)
- Journal of Mathematical Imaging and Vision (Reviewer)
- Pattern Recognition (Reviewer)
- IEEE Transactions on Image Processing (Reviewer)
- International Journal of Imaging (Reviewer)
- International Journal of Imaging Systems and Technology (Reviewer)

Erlwein, Christina

- Stochastic Models (Reviewer)

Iliev, Oleg

- President of the International Society for Porous Media
- Math. Modelling and Analysis (Editorial Board)
- LNCS, Springer (Gutachter)
- SIAM Multiscale Modeling and Simulation (Gutachter)
- SIAM Geoscience (Gutachter)
- Transport in Porous Media (Gutachter)
- J.Food Engineering (Gutachter)
- Appl. Math. and Mechanics (Gutachter)

Korn, Ralf

- Deutsche Gesellschaft für Versicherungs- und Finanzmathematik (Stellv. Vorsitzender)
- Dekan FB Mathematik, TU Kaiserslautern (bis Februar 2011)
- Sprecher Forschungszentrum (CM)² (bis Juni 2011)
- European Actuarial Journal (Editor)
- Mathematical Finance (Associate Editor)
- Mathematical Methods of Operations Research (Associate Editor)

- Imperial College Press/World Scientific: »Quantitative Finance Series« (Editor)

- Springer Briefs in Mathematical Finance (Editor)

Küfer, Karl-Heinz

- Computers & Operations Research (Gutachter)
- Medical Physics (Gutachter)
- Physics in Medicine and Biology (Gutachter)
- European Journal of Operations Research (Gutachter)

Maasland, Mark

- Fraunhofer-Allianz Vision (Mitglied)

Neunzert, Helmut

- Evaluationskomitee für das Programm »Inter Carnot Fraunhofer«
- Scientific Advisory Board des Winquist Laboratory in Chalmers, Göteborg (S)
- FCC Advisory Board (Vice Chairman)
- International Committee for Applied Mathematics in the European Mathematical Society (Member)
- Technologiebotschafter der Stadt Kaiserslautern

Nickel, Stefan

- Computers & Operations Research (Editor-in-Chief)
- European Working Group on Location Analysis (Sprecher des Boards)

Pfreundt, Franz-Josef

- Facing the Multicore-Challenge II (Program Committee)
- HipHaC'11 (Program Committee)
- ISC'11 (Program Committee)

Pieper, Martin

- Heat and Mass Transfer (Gutachter)

Prätzel-Wolters, Dieter

- Forschungszentrum »Center of Mathematical and Computational Modeling CM²« der TU Kaiserslautern (Mitglied)
- Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC (Boardmember)
- GAMM-Fachausschuss »Dynamik und Regelungstheorie« (Mitglied)
- Graduiertenkolleg »Mathematik und Praxis« der Technischen Universität Kaiserslautern (Mitglied)
- Präsidium und Senat der Fraunhofer-Gesellschaft (Mitglied)
- Rheinland-pfälzischer Landesforschungsschwerpunkt »Mathematik und Praxis« (Mitglied)
- Stiftungsrat »Fraunhofer-Zukunftsstiftung« (Mitglied)
- Wissenschaftlich-technischer Rat und Hauptkommission der Fraunhofer-Gesellschaft (Vorsitzender)

Rieder, Hans

- DGZfP Unterausschuss ‚Phased Array‘ im Fachausschuss Ultraschallprüfung (Mitglied)
- VDE/VDI-Fachausschuss „Nicht-lineare Systeme“ (Mitglied)

Rief, Stefan

- Chemical Engineering Science (Reviewer)

Rösch, Ronald

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

- Heidelberger Bildverarbeitungsforum (Beirat)

- IOP electronic Journals (Gutachter)

- GACR (Gutachter)

- Fraunhofer-Arbeitskreis Computertomographie

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

- DGM-Arbeitskreis Tomographie (Mitglied)

- DGM-Fachausschuss Strahllinien (Mitglied)

- DGM-Arbeitskreis: Quantitative 3D-Mikroskopie von Oberflächen (Mitglied)

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

Ruckdeschel, Peter

- Statistical Methods and Applications (Reviewer)
- Canadian Journal of Statistics (Reviewer)
- Metrika (Reviewer)
- Journal of Multivariate Statistics (Reviewer)
- Computational Statistics and Data Analysis (Reviewer)
- Statistics and Probability Letters (Reviewer)
- Statistical Papers (Reviewer)

Scherrer, Alexander

- Physics in Medicine and Biology (Gutachter)

Schladitz, Katja

- Leichtbau-Cluster (Mitglied)
- International Society for Stereology (Mitglied)
- Journal of Microscopy (Gutachter)
- Image Analysis & Stereology (Editorial Board)

- International Journal of Materials Research (Gutachter)

Schröder, Michael

- Computers & Operations Research (Gutachter)

Spies, Martin

- 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 (Gutachter)
- Journal of the Acoustical Society of America (Gutachter)
- Journal of Computational Acoustics (Gutachter)
- Materials Evaluation (Gutachter)
- NDT&E International (Gutachter)
- Wave Motion (Gutachter)
- Ultrasonics (Gutachter)
- Acustica (Gutachter)

Vecchio, Irene

- Bernoulli Society (Studentenmitglied)

Velten, Sebastian

- Computers & Operations Research (Gutachter)
- TOP (Gutachter)

Wenzel, Jörg

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

Wirjadi, Oliver

- Image Analysis and Stereology (Reviewer)
- Journal of Pattern Recognition Research (Reviewer)
- IEEE Transactions on Image Processing (Reviewer)

Wirsen, Andreas

- Fraunhofer Forschungsallianz Adaptronik



Kontakt

Fraunhofer-Institut für Techno- und
Wirtschaftsmathematik ITWM

Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

Telefon +49(0)631/3 1600-0
Telefax +49(0)631/3 1600-1099
E-Mail info@itwm.fraunhofer.de
www.itwm.fraunhofer.de