



# Fraunhofer

ITWM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR TECHNO- UND WIRTSCHAFTSMATHEMATIK ITWM



JAHRESBERICHT  
2013/14

## Titelbild

So lebensecht sind auch die Projektionen, mit denen der abgebildete interaktive Fahrsimulator RODOS® des ITWM arbeitet: Seit Ende 2013 macht er die Einflüsse des Fahrers auf ein Fahrzeug in puncto Energieeffizienz, Betriebssicherheit und Lebensdauer berechenbarer und liefert damit Fahrzeugherstellern an der Schnittstelle Mensch-Maschine wichtige Daten für eine effizientere Entwicklung im Automotive-Bereich.

Wachstum durch Innovation – EFRE



**JAHRESBERICHT**  
**2013/14**





## INHALTSVERZEICHNIS

4	Vorwort	72	Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC
6	Rückblick	78	Vorträge
10	Ausgründungen	83	Lehrtätigkeiten
12	Das Fraunhofer ITWM	84	Publikationen
14	Institutprofil	90	Graduierungsarbeiten
15	Organigramm	92	Messe- und Konferenzteilnahmen
16	Das Institut in Zahlen	93	Ehrungen und Preise
18	Kunden und Kooperationspartner	94	Eigene Veranstaltungen
20	Kuratorium/Vernetzung und Kooperationen	95	Gäste
21	Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick	96	Mitarbeit in Gremien, Herausgebere Tätigkeit
22	Zentrale IT-Infrastruktur	97	Patente
24	Transportvorgänge	99	Impressum
30	Strömungs- und Materialsimulation		
36	Bildverarbeitung		
42	Systemanalyse, Prognose und Regelung		
48	Optimierung		
54	Finanzmathematik		
60	Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit		
66	Competence Center High Performance Computing		



Das Jahr 2013 war ein gutes Jahr für die deutsche Wirtschaft. Die Unternehmen investieren in Forschung und Entwicklung und »Mathematik für Innovation« wird nachgefragt. Dies spiegelt sich im ITWM durch ein Allzeithoch bei den Wirtschaftserträgen von mehr als 10 Millionen Euro und einem Wirtschaftsertragsanteil im Betriebshaushalt von über 47 Prozent wider. Damit gewinnt die Zusammenarbeit mit der Industrie einen noch größeren Stellenwert für das ITWM.

Diese Zusammenarbeit ist durch drei strukturelle Elemente gekennzeichnet, die den wirtschaftlichen Erfolg des Instituts treiben: Die Zusammenarbeit mit kleinen und mittelständischen Unternehmen, die Vernetzung mit der regionalen Wirtschaft und die zunehmende Bedeutung der Akquisition im Ausland im Kontext der Globalisierung.

Längerfristiger Erfolg beim Mathematiktransfer in Wirtschaft und Gesellschaft basiert auf nachhaltigen Investitionen in Grundlagen- und Vorlaufforschung. Ein Indikator für die Selbstverpflichtung zur Grundlagenforschung ist die Anzahl der im Institut verankerten Promotionen. Im Jahr 2013 wurden im ITWM wieder über 60 Doktorandinnen und Doktoranden betreut. Diese über die Jahre stabile Zahl ist auch im Vergleich mit anderen Fraunhofer-Instituten sehr hoch und der damit verbundene Output an erfolgreichen Dissertationen hat unter anderem dazu beigetragen, dass der Fachbereich Mathematik in Kaiserslautern bei der Anzahl der abgeschlossenen Promotionen im Bundesranking an der Spitze liegt.

Ein weiterer wichtiger Faktor für Wachstum und Erfolg des Instituts sind zukunftsorientierte Investitionen in die IT-Infrastruktur im Hard- und Softwarebereich sowie in Laborausstattungen. Wir haben 2013 auch im Rahmen des Abbaus von Institutsreserven eine Reihe solcher Investitionsmaßnahmen initiiert. Dazu gehört die Erneuerung unserer IT-Hardware und hier insbesondere der Ausbau der Compute- und Storage-Plattform für rechenintensive Simulationen und Softwareentwicklung. Der neue, aus 200 Servern bestehende Linux-Cluster, der auf modernster Blade-Technologie basiert, ermöglicht hocheffiziente

Workflows in der Projektbearbeitung und Entwicklung in einer eng verzahnten Umgebung von High-Performance-Systemen mit Desktop-Umgebungen.

Darüber hinaus wurde eine Reihe von Investitionen für den Aufbau neuer und den Ausbau bestehender Geschäftsfelder getätigt, wie z. B. die Einrichtung eines Holzanalyse- und -berechnungslabors, der Aufbau eines Messfahrzeugs zur Erfassung von 3D-Straßen- und Umgebungsdaten sowie die Einrichtung eines Exascale Storage and Scalability Labs. Das Land Rheinland-Pfalz und die EU haben uns dabei durch den Einsatz von EFRE-Mitteln massiv unterstützt, wofür ich mich an dieser Stelle noch einmal herzlich bedanken möchte.

Ein Beispiel für eine erfolgreiche Investitionsmaßnahme im Geschäftsfeld »Digitale Nutzfahrzeugtechnologie« ist der interaktive Fahrsimulator RODOS®, der 2013 in der Abteilung Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit in Betrieb genommen wurde. Das System ist auf Basis eines Industrieroboters mit 1000 kg Nutzlast konzipiert. Innerhalb eines sphärischen Projektionsdomes mit 10 m Durchmesser wird eine nahtlose Projektion einer interaktiven Szene erzeugt. Die dafür verantwortlichen 18 Projektoren sind so synchronisiert und in ihrem Bild angepasst, dass eine aktive Stereoprojektion eine realistische Wahrnehmung gewährleistet. Das System wird jetzt in Projekten zur Entwicklung von Fahrermodellen, zur Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstelle sowie zur Entwicklung und Absicherung von Assistenzsystemen eingesetzt. Großes Aufsehen erregte der Simulator bei der Kaiserslauterer »Nacht der Wissenschaft«, als sich der Projektionsdom mit dem Anblick des Fritz-Walter-Stadions füllte und ein virtueller Bagger sich zwischen brennendem Gefahrgut und Baumaterialien bewegte.

Im Competence Center für High Performance Computing (CC HPC) war ein Highlight des Jahres 2013 der Fraunhofer-Preis für das »Global Address Space Programming Interface« kurz GPI. Die Preisträger sind die ITWM-Mitarbeiter Carsten Lojewski und Rui Machado sowie Christian Simmendinger von T-Systems.

Mit dem GPI wurde die bisher erfolgreichste Innovation des CC HPC ausgezeichnet, mit der in der parallelen Programmierung ein Paradigmenwechsel hin zu höherer Leistungsfähigkeit für Multicore-Systeme und besserer Skalierbarkeit vollzogen wurde. Auf GPI aufbauende Projekte und die Publikation der Open Source-Version von GPI waren die zentralen Themen des Jahres in der HPC. So konnte z. B. mit GPI-Space eine leistungsfähige europäische Alternative zu Hadoop im Big Data-Umfeld präsentiert werden und das CC HPC konnte eine Beteiligung an drei von sieben europäischen Exascale-Projekten realisieren.

Für die Abteilung Optimierung war das Jahr 2013 von erneutem Wachstum und außerordentlich hohem Industrieertrag von fast 60 Prozent geprägt. Das von der BASF beauftragte Projekt INES zur statistischen Datenaufbereitung und Rekonzilierung als Vorstufe zu Simulation und Optimierung chemischer Prozesse sowie die Fortsetzung des Projektes zur Layoutplanung von Photovoltaik-Kraftwerken im Auftrag der Siemens AG waren neben einem Projekt zur Optimierung von Materialflüssen in einem Schüttguthafen im Emirat Qatar Glanzlichter bei den Industriaufträgen. Im öffentlichen Sektor wurden mit dem vom BMBF ab Frühjahr 2013 geförderten Projekt SPARTA zur adaptiven Radiotherapieplanung über 1,2 Millionen Euro eingeworben.

Die Abteilung Transportvorgänge besitzt im Bereich der Simulation von Produktionsprozessen zur Herstellung von Filamenten und Vliesstoffen ein – auch im internationalen Vergleich – hervorragendes Standing. Dies drückt sich einerseits durch zahlreiche Publikationen zu den Themen Spinnprozesse, Fadendynamik in turbulenten Strömungen und Ablageprozesse aus. Andererseits kann im Bereich »Technische Textilien« und dem zugehörigen Anlagen- und Maschinenbau auf ein breites und immer noch wachsendes Kundenspektrum gezählt werden. Mit der Finite Pointset Methode (FPM) entwickelt die Abteilung ein eigenes gitterfreies Verfahren. Die zunehmende Komplexität der mit FPM behandelten kontinuumsmechanischen Fragestellungen war für das vergangene Jahr kennzeichnend. Spektakuläres Simulationsbeispiel ist die Wasserdurchfahrt eines kompletten Fahrzeugmodells.

Die Abteilung Strömungs- und Materialsimulation hat trotz großer personeller Umbrüche ihr erfolgreichstes Jahr hinter sich. In 2013 gelang es durch den Aufbau langfristiger Kunden- und Kooperationsbeziehungen eine gute Basis für den wirtschaftlichen Erfolg für die kommenden Jahre zu etablieren. Beispielhaft genannt sei hier die äußerst fruchtbare Arbeitsteilung mit der Ausgründung »Math2Market GmbH« zur Vermarktung und Weiterentwicklung der Mikrostruktursoftware GeoDict. Durch die aktuell stattfindende Kombination der Mikrostruktursimulationstechnologie mit der klassischen Fertigungs- und Systemsimulation für komplette Bauteile eröffnen sich der Abteilung vielfältige Anwendungsprojekte bei der Auslegung von technischen Filtern, Mischern und Mühlen, von innovativen Batterie- bzw. Brennstoffzellensystemen oder dem funktionsgerechten Design von faser- und partikelverstärkten Leichtbauteilen.

Mein Dank gilt dem ITWM-Team, das auch im vergangenen Jahr wieder mit hoher Identifikation und Autonomie seine Kompetenzen in eine Vielzahl von Projekten erfolgreich eingebracht und damit den wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Erfolg des ITWM ermöglicht hat.

Bei unseren Auftraggebern und Projektpartnern möchte ich mich für das entgegengebrachte Vertrauen bedanken. Wir freuen uns darauf, mit Ihnen zusammen im Jahr 2014 neue Aufgaben und Herausforderungen anzugehen und ich wünsche Ihnen jetzt viel Vergnügen bei der weiteren Lektüre unseres Jahresberichtes.



Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters  
Institutsleiter



## ITWM-LEITER ERNEUT WTR-VORSITZENDER

1 Auch die Bundeskanzlerin interessierte sich für das Patienten-Navi.

2 Fast so schön wie das Kinderzimmer zuhause: das neue Eltern-Kind-Büro am Institut.

Im Februar wurde Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters in München für weitere drei Jahre zum Vorsitzenden des Wissenschaftlich-Technischen Rates (WTR) der Fraunhofer-Gesellschaft gewählt. Er hat dieses Amt schon seit April 2006 inne. Der WTR vertritt die Interessen der 67 Institutsleiter und ihrer 20.000 Mitarbeiter und berät den Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft in strategischen Fragen. So spricht er beispielsweise Empfehlungen aus in der Personalpolitik und bei der Ausrichtung der Forschung. Prof. Prätzel-Wolters wird auch zukünftig ein Mitspracherecht bei der Gründung neuer Fraunhofer-Institute haben.

## GIRLS'DAY IM KANZLERAMT

Am Vortag des bundesweiten Girls'Day lud Bundeskanzlerin Angela Merkel wieder Mädchen aus Berliner Schulen zur Auftaktveranstaltung ins Kanzleramt ein. In einem Berufsparcours mit spannenden Exponaten konnten die 24 Schülerinnen ausgiebig testen, ausprobieren und selbst Hand anlegen. Das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM hatte das »Patienten-Navi« mitgebracht – eine spielerische, aber realitätsnahe Simulation der Patienten-Transportlogistik in Krankenhäusern, für die sich auch die Bundeskanzlerin interessierte. Die Girls'Day-Teilnehmerinnen schlüpfen in die Rolle der Disponenten, die dafür verantwortlich sind, dass die Patienten rechtzeitig von einer Station zur anderen gebracht werden und die Arbeit für die Transporteure fair verteilt wird. Die Erkenntnis, dass Mathematik nicht nur Rechnen bedeutet, sondern mit ihrer Hilfe Abläufe innerhalb komplexer Strukturen und große Datenmengen computergestützt optimiert werden können, stellte sich schnell ein.

## ERÖFFNUNG ELTERN-KIND-BÜRO

Im April machte das ITWM einen weiteren Schritt zur Verbesserung der Vereinbarkeit von Familie und Beruf: Verwaltungsleiterin Dr. Marion Schulz-Reese eröffnete im Institutsgebäude ein Eltern-Kind-Büro. Das 17 Quadratmeter große Arbeitszimmer bietet den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ITWM die Möglichkeit, bei Betreuungsengpässen oder Notfällen ihren Nachwuchs mit zur Arbeit zur bringen. Fallen Schulstunden aus oder ist die Tagesmutter erkrankt, können die Beschäftigten ihre Kinder im Eltern-Kind-Büro betreuen und ihre Arbeit erledigen. Neben einem Schreibtischarbeitsplatz ist das Eltern-Kind-Büro mit einem Kinderspiel- und Ruhebereich ausgestattet. Es gibt eine Wickelkommode und ein Sofa-Bett, das sich mit wenigen Handgriffen auch in ein Gitterbettchen für die ganz Kleinen umbauen lässt.





## PLAKAT WAND KUNST – EIN WEITES FELD

Gemeinsam mit der hiesigen Künstlerwerkgemeinschaft gestaltete die Gruppe Plakat Wand Kunst e. V. aus Karlsruhe 21 Plakatwände entlang der Trippstadter Straße und auf dem Campus der TU; jeder Künstler vertrat seine eigene Position und Sichtweise in Bezug auf den Ausstellungsort und eventuelle inhaltliche Themen – einzige Vorgabe war das Format der Plakatwände. Durch das gemeinsame Format und die Struktur der Anordnung entstand trotzdem ein geschlossenes Gesamtbild, das Autofahrern und Fußgängern sieben Wochen lang eine visuelle Abwechslung in den Arbeitsweg brachte.

1 *Plakat Wand Kunst vor dem Fraunhofer-Zentrum: Sequenz K von Susanne Adam und Angelika Steinmacher sowie Starlight von Ralph Gelbert (rechts)*

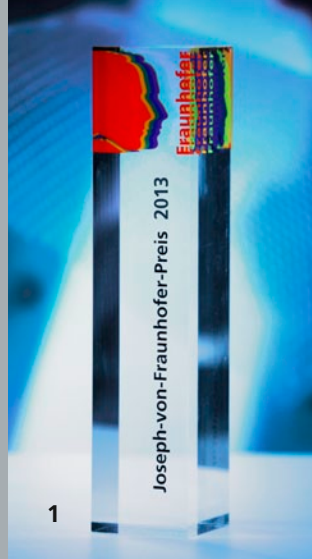
## FRAUNHÖFCHEN-LAB EINGERICHTET

Das Fraunhöfchen-Lab ist ein Experimentierlabor für Schülerinnen und Schüler, das zurzeit von den Kindern der ITWM-Grundschulbetreuungsgruppe genutzt wird. Einmal pro Woche treffen sich die Sechs- und Siebenjährigen nach der Hausaufgabenbetreuung zur Projektzeit im Labor. Dann stehen spannende Aktivitäten wie Mikroskopieren oder Kristallezüchten auf dem Programm. Des Weiteren nutzen die Kinder ihre Projektzeit, um den Arbeitsplatz der Eltern am Institut kennenzulernen. Das Lab ist u. a. ausgestattet mit Arbeitstischen, Mikroskopen und verschiedenen Mal- und Bastelutensilien. Zudem gibt es eine Sammlung an Lese- und Bilderbüchern neben der Sitzecke. Für die Zukunft ist die Anschaffung mehrerer Tablet-Computer geplant. Das Fraunhöfchen-Lab soll langfristig auch als Computer- und Experimentierlabor für Schulgruppen, z. B. im Rahmen von »Jugend forscht«, zur Verfügung stehen.

2 *Soll mit seinen Aufgaben wachsen: das Fraunhöfchen-Lab am ITWM*

## GRÜNDERFÖRDERER-PREIS FÜR ITWM UND IESE

»KL gründet«, eine Initiative der westpfälzischen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft, zeichnet Menschen mit innovativen Geschäftsideen und dem Mut, ein Unternehmen zu gründen, aus. Um den Schritt in die Selbstständigkeit zu erleichtern, sind auch Gründerförderer wichtig – Unternehmen und Institutionen, die ihren Mitarbeitern den Freiraum für die Entwicklung eigener Geschäftsideen geben. Zu diesen gehört das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik, das in diesem Jahr gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software-Engineering den Gründerförderer-Preis des Diemersteiner Kreises verliehen bekam. Der Leiter des Fraunhofer ITWM, Prof. Dieter Prätzel-Wolters, nahm den Preis stellvertretend für beide Kaiserslauterer Institute entgegen. Die Ausgründungen des ITWM werden auf den Seiten 10 und 11 vorgestellt.



## FRAUNHOFER-PREIS 2013 FÜR GPI – GLOBAL ADDRESS SPACE PROGRAMMING INTERFACE

1 Der Preis und ...

2 ... die Preisträger: Dr. Carsten Lojewski, Dr. Christian Simmendinger, Dr. Rui Machado

Die Anwendungen von High Performance Computing reichen von der Google-Suche über Wettervorhersage und Klimasimulation bis hin zur Bio-Informatik. Auch im Bereich Big Data wächst der Bedarf an noch schnelleren, noch effektiveren aber auch energiesparenden Computerclustern. Die Anzahl der Prozessoren pro System ist im Millionenbereich angekommen und wird – bedingt durch die Stagnation des Prozessortakts und die Vorgaben an den Stromverbrauch dieser Systeme – noch stärker anwachsen. Weitgehend unverändert geblieben über die letzten 20 Jahre ist allerdings das bei Supercomputern verwendete Programmiermodell, das sogenannte Message Passing Interface (MPI). MPI sorgt dafür, dass die Mikroprozessoren in den verteilten Systemen kommunizieren können. Doch MPI stößt an seine Grenzen.

Bei der Lösung von Berechnungs- und Simulationsaufgaben für seismische Daten stieß Dr. Carsten Lojewski vom Competence Center High Performance Computing am ITWM an die Grenzen bisherigen Methoden: Probleme waren mangelnde Skalierbarkeit, die Begrenzung auf eine blocksynchrone, zweiseitige Kommunikation und die fehlende Fehlertoleranz. Darum fing er an, ein neues Programmiermodell zu entwickeln. Am Ende dieser Entwicklung stand GPI – das Global Address Space Programming Interface, das die parallele Architektur von Hochleistungsrechnern maximal effizient nutzt. GPI beruht auf einem komplett neuen Denkansatz: auf einem asynchronen Kommunikationsmodell. Jeder Prozessor kann dabei wahlfrei auf alle Daten direkt zugreifen – egal auf welchem Speicher sie liegen und ohne andere parallel ablaufende Prozesse zu beeinflussen. Gemeinsam mit Dr. Rui Machado, ebenfalls vom ITWM, und Dr. Christian Simmendinger von der T-Systems Solutions for Research erhielt Dr. Carsten Lojewski einen der diesjährigen Joseph-von-Fraunhofer-Preise. Ähnlich wie MPI ist das Programmiermodell von GPI nicht als parallele Programmiersprache entwickelt worden sondern als parallele Programmierschnittstelle. GPI ist daher universell einsetzbar. Der Bedarf für eine derartige hochskalierbare, flexible und fehlertolerante Programmierschnittstelle ist hoch und wächst parallel zu den Herausforderungen exponentiell wachsender Prozessorzahlen.

GPI ist zwar ein Werkzeug für Spezialisten, aber mit dem Potenzial, die algorithmische Entwicklung für leistungsfähige Software zu revolutionieren. Es gilt als Schlüssel, um die nächste Generation von Supercomputern – Exascale-Rechner, die 1000mal schneller sind als heutige Großrechner – zu ermöglichen.





## INNOVATIONSZENTRUM APPLIED SYSTEM MODELING

Die vierjährige Laufzeit des Innovationszentrums »Applied System Modeling – Science meets Engineering« endete im Dezember 2013. Im Mittelpunkt stand das Bestreben, die Kompetenzen der TU Kaiserslautern und der Fraunhofer-Institute IESE, ITWM sowie der Abteilung Materialcharakterisierung und -prüfung des IPM in Forschung und Lehre zu bündeln. Von Seiten der TU standen die Bereiche Informatik und Mathematik im Fokus, wobei auch mit anderen Fachbereichen, insbesondere den Ingenieurwissenschaften, kooperiert wurde. Ziel war die Etablierung eines effizienten Wissenstransfers zwischen den Disziplinen und in Forschungsprojekten. Im März 2012 wurde das Konzept des Innovationszentrums durch eine externe Expertenkommission aus Wissenschafts- und Wirtschaftsvertretern sehr positiv evaluiert. Der Erfolg des ersten Kaiserslauterer Innovationszentrums zeigt sich einerseits in den umfangreich eingeworbenen Drittmitteln, aber auch in den vielfältigen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Kooperationen in Form gemeinsamer Promotionen und Veröffentlichungen, die während des gesamten Förderzeitraums entstanden sind. Darüber hinaus zeigen die Projektergebnisse die erreichte Vernetzung zwischen den beteiligten Disziplinen. Hervorzuheben ist hierbei, dass diese Ergebnisse nur aufgrund der interdisziplinären Herangehensweise realisierbar waren, da sie jeweils Kompetenzen aus mehreren Domänen erforderten.

**1** Auftaktveranstaltung  
zum Innovationszentrum  
im Februar 2010

Im Innovationszentrum Applied System Modeling for Computational Engineering ASM4CE (2014-2016) steht die industrielle Verwertung innovativer Forschungsleistungen in ingenieurwissenschaftlichen Anwendungsfeldern im Vordergrund: hierarchische skalenübergreifende Modellierung komplexer technischer Prozesse, virtuelles Design von Leichtbaukomponenten, Prognostics von eingebetteten Systemen, Cyber-Physical Systems. Das ASM4CE trägt somit dem stark zunehmenden Gewicht von Mathematik und Informatik in den Ingenieurwissenschaften Rechnung. Zunehmend basieren ihre Innovationen auf Software- und Informationstechnologie. Modellierung, Simulation, Optimierung und deren Nutzung in Software und sicherheitsrelevanten Systemen sind heutzutage domänenübergreifend unverzichtbare Bestandteile für die Qualitätsprüfung, Prognose und Entscheidungsunterstützung in der Produktentwicklung bzw. Prozessoptimierung.

Am ASM4CE beteiligen sich die Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft am Standort Kaiserslautern sowie die Fachbereiche Informatik, Mathematik, Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Elektrotechnik und Informationstechnik sowie Bauingenieurwesen der TU Kaiserslautern. Die Gesamtkosten des Innovationszentrums ASM4CE belaufen sich auf 4,8 Millionen Euro für eine Förderperiode von drei Jahren, wobei die Finanzierung je zu 50 Prozent durch das Land Rheinland-Pfalz und die Fraunhofer-Gesellschaft getragen wird.



## AUSGRÜNDUNGEN

1 *Nachbarn: Das Fraunhofer ITWM und der Neubau des Business + Innovation Center*

Das Business + Innovation Center Kaiserslautern GmbH in direkter Nachbarschaft des Fraunhofer-Zentrums unterstützt Existenzgründer beim Schritt in die Selbständigkeit und vermietet Büroflächen für kleine Unternehmen. Davon macht auch das Fraunhofer ITWM Gebrauch, denn von den derzeit zehn Firmen, die das bic beherbergt, sind vier Ausgründungen unseres Instituts.

### **flexstructures**

Seit Januar 2013 befindet sich die flexstructures GmbH in den Räumen des bic. Das Unternehmen ist eine Ausgründung der Abteilung Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit und vertreibt hauptsächlich die Software IPS, die gemeinsam mit dem Fraunhofer-Chalmers Research Center for Industrial Mathematics in Göteborg entwickelt wurde. IPS Cable Simulation ist ein unterstützendes Werkzeug, das sowohl in der Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie als auch in der Luft- und Raumfahrt und im Maschinenbau genutzt wird, um die effiziente Verlegung biegeschlaffer Bauteile wie Kabel und Schläuche zu gewährleisten. Innerhalb jedes dieser Wirtschaftszweige gibt es drei große Arbeitsprozesse, die in hohem Maße von IPS Cable Simulation profitieren: Konstruktion, virtuelle Montage und digitale Absicherung. Marktreif ist mittlerweile auch das Modul IPS Virtual Paint zur Analyse und Optimierung von Lackiervorgängen auf komplizierten Flächen wie beispielsweise Fahrzeugkarosserien. Die flexstructures GmbH beschäftigt drei festangestellte Mitarbeiter und drei Hiwis.

### **Sharp Reflections**

Das ITWM hat zusammen mit dem norwegischen Öl- und Gasunternehmen StatOil Hydro ein Software-Produkt zur Auswertung geophysikalischer Daten entwickelt, das in der Erdölindustrie eingesetzt wird. Für die Vermarktung dieser Software zuständig ist die Sharp Reflections GmbH, die im Jahr 2009 aus dem Competence Center High Performance Computing gegründet wurde. Der große Vorteil der ITWM-Software gegenüber herkömmlichen Produkten liegt in der Nutzung paralleler Computer-Technologie anstelle von Großrechnern sowie in der großen Geschwindigkeit, mit der Firmen die Daten selbst interaktiv auswerten können. In Norwegen betreut die Tochtergesellschaft Sharp Reflections AS die dort ansässigen Kunden und Evaluierungspartner; hier werden vor allem Services angeboten wie Schulung und Beratung beim Einsatz der Software sowie die Auswertung von geophysikalischen Daten für die Kunden. Eine weitere Expansion ins Ausland ist bereits für 2014 geplant. Sharp Reflections hat in Deutschland und Norwegen insgesamt sechs Mitarbeiter sowie zwei Berater in Großbritannien.



## Math2Market

Math2Market ist 2011 aus der Abteilung Strömungs- und Materialsimulation hervorgegangen und ist mit neun Mitarbeitern vor Ort sowie vier externen die größte der ITWM-Ausgründungen. Das Unternehmen ist auf rechnergestützte Werkstoff- und Materialentwicklung spezialisiert, mit dem virtuellen Materiallabor GeoDict. Die Software zeichnet sich durch drei Hauptmerkmale aus: Erstens die Möglichkeit zum Import zweidimensionaler und dreidimensionaler Bilder realer Materialien; zweitens die Möglichkeit zur geometrischen Modellierung existierender und neuer Materialien und drittens die Möglichkeit zur Berechnung beziehungsweise zur Vorhersage der Eigenschaften existierender und neuer Materialien. Letzteres kann entweder durch geometrische Analysen und Auswertung der Lösungen von partiellen Differentialgleichungen, die Prozesse wie Durchströmung, Wärmeleitung, Diffusion oder Deformation beschreiben, mit der GeoDict-Software selbst geschehen oder aber durch Export der Strukturen in Software anderer Hersteller. Nutzer können mit GeoDict also neue Verbundwerkstoffe und neue poröse Medien durch Versuch-und-Irrtum im Rechner finden statt klassisch durch ihre Herstellung und nachfolgende Experimente. Im Januar 2013 hat die Math2Market GmbH nach den Vertriebsrechten auch sämtliche Rechte zur Entwicklung von GeoDict von der Fraunhofer-Gesellschaft erworben; d. h. neben Software-Verkäufen und Beratungsprojekten kann auch die kundenspezifische Weiterentwicklung von GeoDict betrieben werden. Wissenschaftsbasierte Neuentwicklungen werden aber weiterhin in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ITWM angegangen. Im September 2013 erhielt Math2Market einen der 1,2,3,Go Awards für seinen Businessplan; mit diesem Preis unterstützen Unternehmer der Großregion Pfalz/Saarland, Lothringen, Luxemburg und Belgien innovative Gründungsideen – Math2Market gehört zu den zehn ausgezeichneten Start-ups.

## ThinkParQ

Vornehmliche Aufgaben der jüngsten ITWM-Ausgründung ThinkParQ sind Vertrieb und Support rund um das FhGFS, ein paralleles Dateisystem, bei dem die Daten automatisch auf mehrere Server verteilt werden, so dass der Zugriff entsprechend schneller ist. ThinkParQ möchte dabei aber auch den Einsatz des FhGFS in anderen Bereichen außerhalb des (wissenschaftlichen) High Performance Computing etablieren, z. B. in der Medien-Branche, wo mit den neuen hochauflösenden Videoformaten etc. natürlich auch der Bedarf an Speichersystemen wächst, die mit solchen Datenmengen umgehen können. Der Vertrag, der ThinkParQ die exklusiven Vertriebsrechte am FhGFS – demnächst BeeGFS (Bee Global File System) – einräumt, läuft seit Januar 2014. Die Firma hat momentan drei Angestellte.

*2 Das Math2Market-Team  
bei der Verleihung des  
1,2,3, Go Awards in der  
Fruchthalle Kaiserslautern*





---

**Dr. Marion Schulz-Reese, Christian Peter, Mirko Spell, Sylvia Gerwalin,  
Tino Labudda, Martin Vogt, Claudia Nickel, Dominic Schunk, Eva Schimmele,  
Dr. Elmar Gerwalin, Katharina Parusel, Manuela Hoffmann, Anja Nitschky,  
Gabi Gramsch, Dominic Daneker, Alexander Basler, Dieter Eubell, Waltraud Dully,  
Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters, Prof. Dr. Axel Klar, Prof. Dr. Ralf Korn,  
Martin Braun, Brigitte Williard, Michaela Grimberg-Mang, Erik Schnabel,  
Michael Mannweiler, Klaus Linck**



---

# **DAS FRAUNHOFER ITWM**

---

[www.itwm.fraunhofer.de](http://www.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: autoMOBILproduktion, Batterien, Fraunhofer-Initiative Big Data, Cloud Computing, Leichtbau, Numerische Simulation von Produkten und Prozessen, SysWasser, Verkehr, Vision.



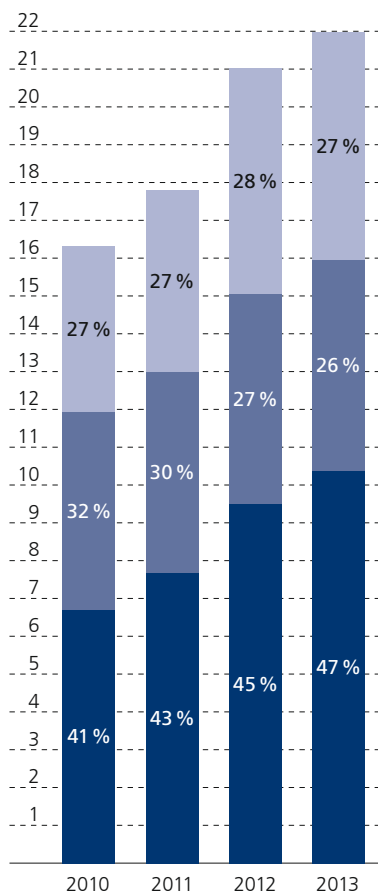
## ORGANIGRAMM

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

## HAUSHALT

Betriebshaushalt in Mio. €

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



Das Jahr 2013 war für das ITWM im wesentlichen ein Jahr der Konsolidierung. Nach dem starken Wachstum in den vergangenen Jahren wuchs der Betriebshaushalt im Vergleich zum vorangegangenen Jahr um knapp 4,5 Prozent. Außerordentlich erfolgreich war die Entwicklung allerdings bei den Wirtschaftserträgen: 47,2 Prozent Industriertragsanteil war das höchste Ergebnis seit 2005 und eines der höchsten seit Bestehen des ITWM. Hier wurde eine Steigerungsrate von 10,4 Prozent gegenüber 2012 erreicht. Insgesamt stiegen die Industrierträge auf mittlerweile fast 10,4 Mio. €. Auch der Anteil an Aufträgen ausländischer Firmen ist weiter gestiegen. Hier konnten Erträge von über 4 Mio. € erzielt werden. Der Anteil liegt jetzt bei fast 39 Prozent der Gesamtindustrierträge. Auch die größten Auftraggeber kamen aus dem Ausland, nämlich Statoil (Norwegen) und Repsol (USA). Über 70 Prozent der Auftraggeber zählen zu unseren »Stammkunden«, erfreulicherweise konnten 2013 45 neue Auftraggeber gewonnen werden. Bei den öffentlichen Erträgen hielt der rückläufige Trend der letzten zwei Jahre leider an. Die Erträge vom Bund verringerten sich um weitere sieben Prozent, die Landesmittel im Gesamthaushalt verzeichneten eine Steigung um acht Prozent, wobei hiervon allerdings über 20 Prozent in den Investitionshaushalt flossen. Erfreulicherweise konnte auch bei den EU-Erträgen eine Steigerung um 46 Prozent verzeichnet werden. Die Förderung aus Fraunhofer-internen Programmen und Sonderzuwendungen blieb nahezu konstant. Der Investitionshaushalt lag mit über 3,3 Mio. € so hoch wie nie zuvor. Mithilfe zentraler strategischer Investitionsmittel

Haushaltsentwicklung*	2010	2011	2012	2013
Betriebshaushalt	16315	17810	21034	21979
Investitionshaushalt	550	2567	1042	3734
<b>Gesamt</b>	<b>16865</b>	<b>20377</b>	<b>22076</b>	<b>25713</b>

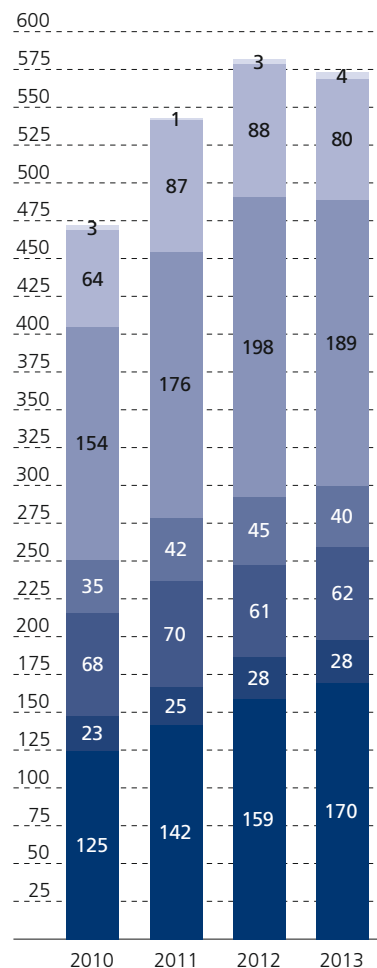
\*Tausend €

wurden hier u. a. ein neuer Cluster und ein paralleles Filesystem beschafft. Das ITWM blickt optimistisch in die Zukunft und rechnet mit einem leichten Reserveaufbau im Betriebshaushalt 2014, während weitere Reserven im Investitionshaushalt abgebaut werden sollen. Mithilfe zusätzlicher EFRE-Mittel vom Land Rheinland-Pfalz wird hier speziell in ein Holzanalyse- und Berechnungslabor, in ein Messfahrzeug zur Erfassung von 3D-Straßen- und Umgebungsdaten sowie in ein Exascale Storage & Scalability Lab investiert.

## PERSONALENTWICKLUNG

Im wissenschaftlichen Bereich wurden 25 neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eingestellt, während 14 das ITWM verließen. Ein Drittel der Neueinstellungen kommt aus dem Ausland (Iran, Ukraine, Brasilien, Portugal, Spanien, Italien, Frankreich), so dass das ITWM immer internationaler wird. Ein sehr erfreulicher Trend hielt an: Von den neuen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern stammt die Hälfte aus dem eigenen Nachwuchs. Dies ist ein eindeutiger Beweis dafür, dass sich die Investitionen des ITWM in eine intensive Nachwuchsarbeit lohnen, insbesondere auch die Betreuung von 62 laufenden Promotionen im Jahr 2013. Die zahlreichen am ITWM geförderten Dissertationen haben mittlerweile den Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern bei den Promotionen auf Platz 1 im Bundesranking gebracht. Die Nachwuchsförderung ist ein wichtiger Baustein in der Personalpolitik des ITWM, ein anderer ist sicher die hohe Ausschüttung von Zulagen am ITWM, mit der das Institut seine engagierten und hoch motivierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter belohnen möchte. 2013 wurden rund 850.000 € an Forschungsprämien, Exzellenz- und IT-Zulagen ausgeschüttet – das sind immerhin sechs Prozent des gesamten Personalaufwandes 2013.

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



## KUNDEN UND KOOPERATIONSPARTNER AUSWAHL 2013

- AbbVie Deutschland GmbH & Co. KG, Ludwigshafen
- Accenture CAS GmbH, Kaiserslautern
- Adam Opel AG, Rüsselsheim, Kaiserslautern
- AixProcess GmbH, Aachen
- Anaesthesio, Dorsten
- Assyst GmbH, Aschheim-Dornach
- AUDI AG, Ingolstadt
- AUTEFA, Linz (A)
- BASF SE, Ludwigshafen
- Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, München
- BMW Group, München
- BPW Bergische Achsen Kommanditgesellschaft, Wiehl
- BSN medical GmbH, Hamburg
- ClusterVision, Amsterdam (NL), München
- Continental Automotive Systems AG, Frankfurt/M.
- Cummins, Marktheidenfeld
- DAF Trucks N. V., Eindhoven (NL)
- Daimler AG, Stuttgart, Wörth
- delta h Ingenieurgesellschaft mbH, Witten
- Det Norske Oljeselskap, Oslo (N)
- Deutscher Sparkassen- und Giroverband, Berlin
- Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg
- DZ-Bank, Luxemburg (L)
- Eagle Burgmann, Wolfratshausen
- ebm papst, Mulfingen
- EKF diagnostic GmbH, Barleben
- Elsevier Ltd., Kidlington (GB)
- ESI Group, Paris (F)
- Fachhochschulen: Berlin, Darmstadt, Kaiserslautern, Mainz, Mannheim, Saarbrücken
- FLSmidth Wadgassen GmbH, Wadgassen
- Freudenberg Filtration Technologies, SE & Co. KG, Kaiserslautern, Weinheim
- Görlitz AG, Koblenz
- Heimbach GmbH & Co. KG, Düren
- Hubert Stüken GmbH & Co. KG, Rinteln
- IBS FILTRAN GmbH, Morsbach-Lichtenberg
- Inergy, Brüssel (B)
- IPConcept, Luxemburg (L)
- John Deere, Mannheim, Kaiserslautern
- Johns Manville Europe GmbH, Bobingen
- K+S Kali, Phillipsthal
- Kliniken und Krankenhäuser: Dachau, Essen, Frankfurt/Höchst, Heidelberg, Homburg
- Kreissparkasse Kaiserslautern
- Kronos, Leverkusen
- KTM-Sportmotorcycle AG, Mattighofen (A)
- Landesbank Baden-Württemberg, Stuttgart
- Landgericht Saarbrücken, Saarbrücken
- Liebherr, Kirchdorf, Colmar (F)
- LKC, München
- LONZA Group AG, Basel (CH)
- Lundin, Lysaker (N)
- M+W Process Industries GmbH, Stuttgart
- MAN Truck & Bus Deutschland GmbH, München

- Mann+Hummel GmbH, Ludwigsburg
- Marathon Oil, Houston (USA)
- Math2Market GmbH, Kaiserslautern
- Megware, Chemnitz
- MTU Aero Engines GmbH, München
- MVZ Dres. Englmaier, Waldkraiburg
- NOGRID GmbH, Mainz
- Paul Wild OHG, Kirschweiler
- Pfalzwerke AG, Ludwigshafen
- Porsche AG, Weissach
- proALPHA Software AG, Weilerbach
- Procter & Gamble, Schwalbach, Euskirchen, Cincinnati (USA)
- Progress Rail inspection & information systems, Bad Dürkheim
- R+V Versicherung, Wiesbaden
- RaySearch Laboratories AB, Stockholm (S)
- Repsol, Houston (USA)
- RJI Micro & Analytic GmbH, Karlsdorf-Neuthard
- Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- Rock Solid Images, Houston (USA)
- Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, Oberursel
- Saft Batterien GmbH, Nürnberg
- Scania CV AB, Södertälje (S)
- Schmitz Cargobull AG, Altenberge
- Schott AG, Mainz
- Seismic City, Houston (USA)
- Seismic Image Processing Ltd, Aberdeen (GB)
- SGL Carbon, Meitingen
- SIEDA GmbH, Kaiserslautern
- Siemens AG, Renewable Energy Division, Nürnberg
- Siemens AG, Oncology Care Systems, Heidelberg
- skytron energy GmbH, Berlin
- StoREgio e.V., Ludwigshafen
- Solvay GmbH, Hannover
- Statoil, Stavanger (N), Trondheim (N), Oslo (N), Houston (USA)
- Stryker GmbH & Co KG, Freiburg
- Superon GmbH, Dernbach
- SWK Stadtwerke Kaiserslautern GmbH, Kaiserslautern
- Teckpro AG, Kaiserslautern
- T-Systems Solutions for Research GmbH, Stuttgart
- Uhde Inventa-Fischer, Berlin
- Universitäten: Bordeaux (F), Bremen, Erlangen, Freiberg, Freiburg, Heidelberg, Kaiserslautern, Karlsruhe, Kassel, Mainz, Münster, Nancy(F), Saarbrücken, Thuwal (KSA), Ulm, Valenciennes (F)
- Vaillant, Remscheid
- Vesuvius GmbH, Borken
- Voith Hydro, Heidenheim
- Volkswagen AG, Wolfsburg
- Volvo CE, Konz, Göteborg (S)
- VR Automotive Dichtsysteme GmbH, Auengrund
- VW Stiftung, Hannover
- Webasto SE, Stockdorf
- Woltz GmbH, Wertheim
- Xella / Fermacell, Calbe/Saale

August Altherr, JOHN DEERE European Technology Innovation Center

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, Chalmers Tekniska Högskola

Dr. Wilhelm Krüger, Blue Order AG

Prof. Dr. Volker Mehrmann, Technische Universität Berlin

Prof. Dr. Helmut Neunzert, Fraunhofer ITWM

Barbara Ofstad, Siemens AG

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

RD Ingo Ruhmann, Bundesministerium für Bildung u. Forschung

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

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

Dr. Mattias Schmidt, Procter & Gamble Service GmbH

Prof. Dr. Wolfgang Wahlster, DFKI GmbH

Dr. Christof M. Weber, Daimler AG

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

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

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

#### Weitere Kooperationen

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



## DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT AUF EINEN BLICK

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

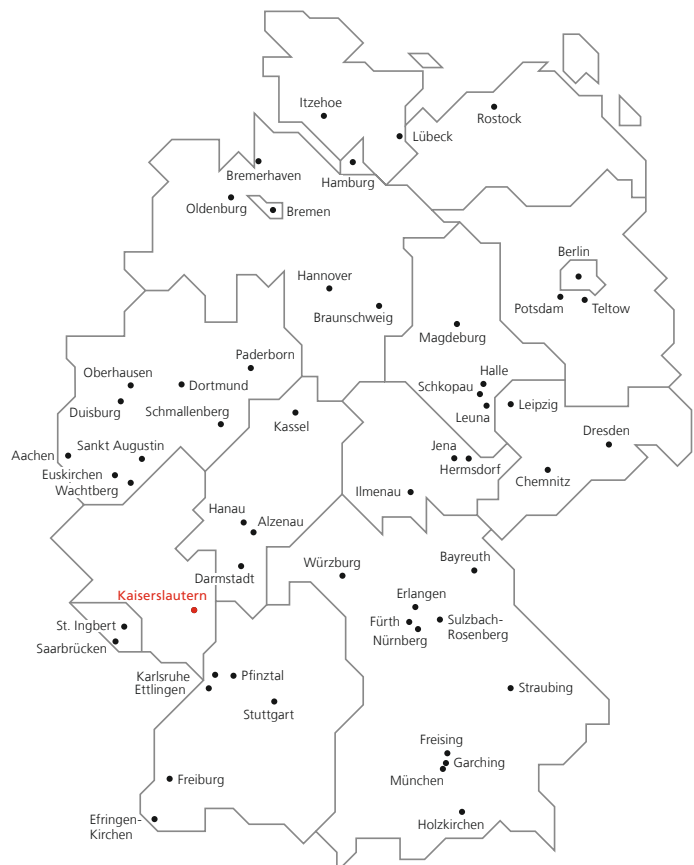
Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 67 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 23 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,7 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

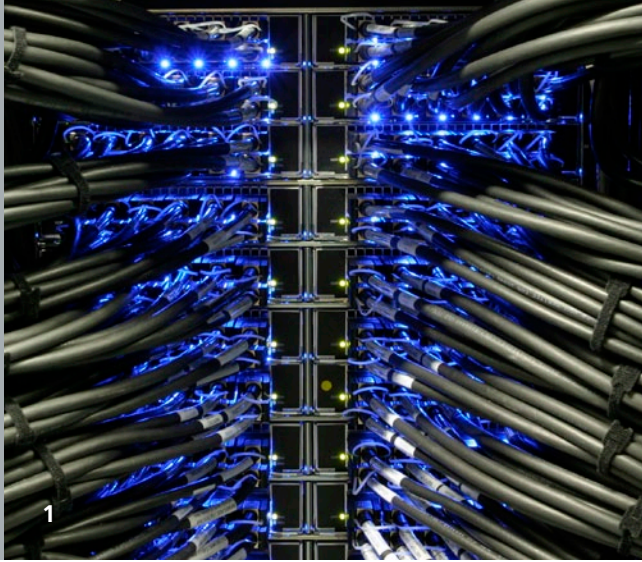
Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

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

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

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





## ZENTRALE IT-INFRASTRUKTUR

1 Hochgeschwindigkeitsnetzwerk

2 Besprechungstechnik

Innovative Projektergebnisse in den Fachabteilungen basieren nicht zuletzt auf einer modernen, sicheren und zuverlässigen zentralen Infrastruktur, die unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von Routineaufgaben entlastet und ihnen die Werkzeuge an die Hand gibt, die für gutes Projektmanagement, kreatives Forschen und effiziente Softwareentwicklung nötig sind.

Das Fraunhofer ITWM investiert aus diesen Gründen kontinuierlich in eine moderne IT-Infrastruktur. In drei Serverräumen werden derzeit über 300 Server und mehrere Hundert Terabyte Datenspeicher betrieben, die mit 10 bis 56 Gigabit/s untereinander vernetzt sind und direkt an den rund 400 Büro- und Besprechungsarbeitsplätzen zur Verfügung stehen.

Zum Jahreswechsel 2013/2014 ist für sehr ressourcenintensive Simulationsrechnungen sowie für die Entwicklung und Anwendung paralleler Software der Linux-Hochleistungsrechner »Beehive« in Betrieb genommen worden. Dessen 3.200 Cores sind über ein Hochgeschwindigkeitsnetzwerk mit 200 TB lokalem Plattenplatz verbunden, auf dem das im Fraunhofer ITWM selbst entwickelte – und im High-Performance-Computing-Markt weltweit etablierte – parallele Dateisystem FraunhoferFS zum Einsatz kommt.

Neben zahlreichen weiteren Linux-Servern für Office- und kleinere Compute-Aufgaben stehen den Anwendern mehrere Dutzend Microsoft-Windows-Terminalserver zur Verfügung, die bereits vollständig virtualisiert sind. Dieses Nebeneinander von Linux- und Windows-Architekturen ist seit Bestehen des ITWM ein Hauptcharakteristikum seiner IT-Infrastruktur. So können nahezu beliebige (Kunden-)Umgebungen nachgebildet und die Vorteile beider Betriebssysteme genutzt werden.

### Grüne Büros

In idealer Ergänzung zu den Server-Systemen stehen den Anwendern in Büros, Fluren und Besprechungsräumen »Thin Client«-Rechner zur Verfügung, die bei rund 15 Watt Leistungsaufnahme lediglich die Grafikausgabe der Server zu den Arbeitsplätzen leiten und so zu einer geräusch- und abwärmearmen, überall nahezu identischen Arbeitsumgebung beitragen.

Dort, wo – in der Regel projektspezifisch – das Client/Server-Konzept an seine Grenzen stößt, etwa bei sehr grafik- oder datenintensiven Anforderungen, stehen den Nutzern entsprechend leistungsfähige Workstations zur Verfügung.



Über 200 moderne und leistungsstarke Business-Notebooks ergänzen die stationären Installationen und geben unseren Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen die notwendige Freiheit, um auch mobil Office- und Entwicklungsarbeiten durchführen zu können.

### **Virtuelle Rechner für virtuelle Prozess- und Materialentwicklung**

Die Virtualisierung von Rechnersystemen, d. h. die Abstraktion der Benutzerumgebung von der physischen Hardware, hat sich in den vergangenen Jahren als eine der effektivsten Methoden zur effizienten Nutzung von IT-Ressourcen durchgesetzt. Auch den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern im Fraunhofer ITWM stehen Plattformen zur Verfügung, auf denen sie selbstständig virtuelle Rechner und Netze erstellen und betreiben können. Da zunehmend auch Technologien am Markt sind, um grafikintensive und CAx-Anwendungen in virtuellen Umgebungen nutzen zu können und Testaufbauten sowie wissenschaftliche Arbeiten in Kooperation mit der TU Kaiserslautern gezeigt haben, dass diese »3D-Remote«-Technologie auch praktisch einsetzbar ist, investiert das Institut gerade in den Ausbau dieser Plattformen. In naher Zukunft wird »virtuelle Materialentwicklung« (einer der Forschungsschwerpunkte) also auch auf »virtuellen Rechnern« durchgeführt werden.

### **Stets sicher vernetzt**

Ob per Netzwerkverbund innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft, per dedizierter Leitung zum Kooperationspartner TU Kaiserslautern oder über hochsichere (weltweite) Fernzugänge von und zu Projektpartnern – mit allen steht das Fraunhofer ITWM über die Instituts Grenzen hinaus über schnelle und abgesicherte Netzwerke in Verbindung, um Informationen und Daten austauschen zu können. Nicht zuletzt können auch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unterwegs oder vom Home Office per Virtual Private Network auf Dienste innerhalb des Institutsnetzes zugreifen.

**3** Arbeitsplatz

**4** Virtualisierungsplattform und High Performance Linux Cluster

© Thomas Brenner





---

**Timo Wächtler, Dr. Walter Arne, Dr. Raimund Wegener, Dr. Dietmar Hietel, Pratik Suchde, Dr. Isabel Ostermann, Dr. Norbert Siedow, Dr. Simone Gramsch, Dr. Jörg Kuhnert, Andre Schmeißer, Tobias Seifarth, Dr. Jevgenij Jegorov, Jaroslaw Wlazlo, Dr. Christian Leithäuser, Dr. Robert Feßler, Simon Schröder, Dr. Jan Mohring, Thomas Cibis, Dr. Jalo Liljo, Johannes Schnebele**



---

# TRANSPORTVORGÄNGE

## ▪ FLEXIBLE STRUKTUREN

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

## ▪ STRÖMUNG

Strömungsdynamik und -optimierung sowie Fluid-Struktur-Kopplungen

## ▪ GITTERFREIE METHODEN

Finite Pointset Methode für Simulationen strömungs- und kontinuumsmechanischer Problemstellungen

## ▪ OPTIK, STRAHLUNG, WÄRME

Berechnung von Freiformlinsen, Strahlungstransport, Diffusion

## ▪ MODELLREDUKTION

Überführung großer Finite-Elemente-Modelle in parametrische reduzierte Zustandsraummodelle





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

Das Jahr 2013 verlief für die Abteilung wirtschaftlich im Bereich der Auftragsforschung erfolgreich. Der Bereich der öffentlichen Projekte ist aktuell durch einen starken Umbruch gekennzeichnet, in dem zahlreiche Projekte erfolgreich beendet wurden. Diese schaffen eine gute Grundlage für die Auftragsforschung der nächsten Jahre. Trotzdem steht die Abteilung jetzt vor der zentralen Herausforderung, auch im öffentlichen Bereich neue Projekte, Themen und Anschlussfinanzierungen zu generieren.

In den vergangenen Jahren hat das Thema Softwareentwicklung in der Abteilung zunehmend an Bedeutung gewonnen. Im Resultat stehen jetzt in allen Themenfeldern spezifische Softwaretools zur Verfügung, in denen sich das Kompetenzspektrum widerspiegelt. Wir stellen daher in diesem Jahresbericht drei solcher Werkzeuge vor: FIDYST (Fiber Dynamics Simulation Tool) demonstriert als Simulator von Filamentdynamiken in turbulenten Strömungen die Kompetenzen der Bereiche »Strömung« und »Flexible Strukturen«. Mit FPM (Finite Pointset Methode) entwickelt die Gruppe »Gitterfreie Methoden« einen eigenen gitterfreien Löser für ein breites Feld kontinuumsmechanischer Problemstellungen. Die Fortschritte im Bereich der »Modellreduktion« dokumentieren sich in der MATLAB-Toolbox MRT; darüber hinaus wurde bereits im letzten Jahresbericht LODTa (Light Optimal Distribution Tool), ein auf neuen algorithmischen Ideen zum Beam-Shaping beruhendes Softwaretool für die Auslegung von Freiformflächen, vorgestellt.





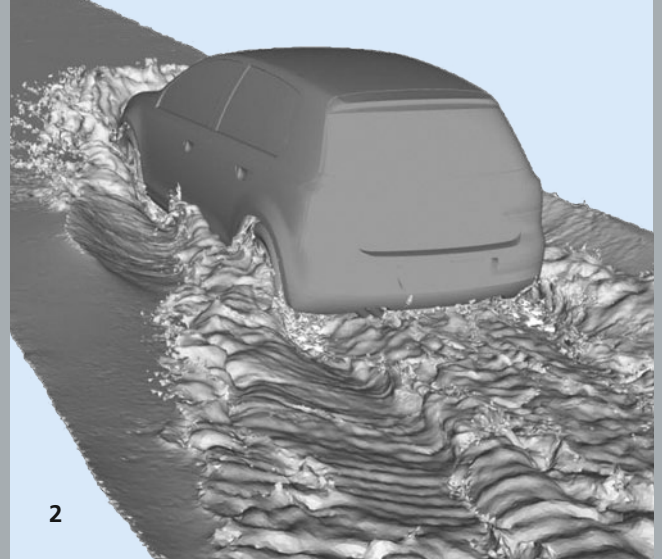
## FIDYST – FIBER DYNAMICS SIMULATION TOOL

Das Simulationstool FIDYST ist eine hocheffiziente Software zur Simulation von elastischen Filamenten oder Fasern in turbulenten Strömungen. Aufbauend auf der Theorie der sogenannten Cosserat-Rods modelliert FIDYST in großer Allgemeinheit die Dynamik von elastischen, linienförmigen Objekten. Daher gibt es ein breites Spektrum von Einsatzgebieten für dieses Softwaretool, besondere Bedeutung hat FIDYST jedoch im Bereich des textilen Maschinenbaus und der Produktion von technischen Textilien erlangt.

Im Bereich des textilen Maschinenbaus wurde FIDYST bereits mehrfach von Industriepartnern zur Auslegung ihrer Maschinen bei der Produktion von Spinnvliesstoffen erfolgreich eingesetzt; typisch in diesem Bereich sind die sogenannten Spunbond- und Meltblown-Verfahren. Dabei nutzten die Industriepartner die Simulationen der Fadendynamik gezielt dazu, die Geometrie der Anlage zu optimieren, um eine verbesserte Qualität der Vliesstoffe zu erzielen. Dies gelang den Industriefirmen insbesondere durch Analysen des Kontaktes von Fäden mit Maschinenbauteilen, einer neuen Funktionalität, die erst Anfang 2013 auf Basis einer laufenden Promotion in FIDYST integriert wurde. Auch ein Produzent von Vliesstoffen profitierte bereits erheblich vom Einsatz der Software FIDYST. Der Vliesstoffhersteller entwickelte auf Basis von Simulationsstudien mit FIDYST ein neues Produkt, das bei gleichbleibender Produktqualität weniger Einsatz von Rohmaterial erfordert.

Der Kern der Software ist in C++ implementiert, die grafische Benutzeroberfläche ist mit Hilfe der Klassenbibliothek Qt realisiert. Vervollständigt wird die Software mit Bibliotheken zum Import von Strömungsdaten und einem Viewer, der sowohl die Strömungsdaten als auch die Simulationsergebnisse der Fadendynamik visualisiert. Die Strömungsdaten werden im EnSight Gold Case-Format importiert, so dass FIDYST unabhängig vom verwendeten Strömungssolver ist. Dabei werden automatisch Geometrieteile detektiert und für die Simulation der Faden-Wand-Kontakte aufbereitet. FIDYST kann dabei auch transiente Strömungsdaten verarbeiten, so dass auch der Kontakt von Fäden mit beweglichen Maschinenbauteilen simuliert werden kann. Zur Eingabe der Materialdaten der Fäden bietet FIDYST eine Benutzeroberfläche mit kontextsensitiven Hilfen, über die auch weitere Modellparameter gesteuert werden können. Da das EnSight Gold Case-Format auch für den Export der Fadendynamiken genutzt wird, können die Simulationsergebnisse dann anschließend in Standardwerkzeugen zur Visualisierung oder Datenanalyse weiterverarbeitet werden.

1 *Simulation von Stapelfasern*



## FPM – FINITE POINTSET METHODE

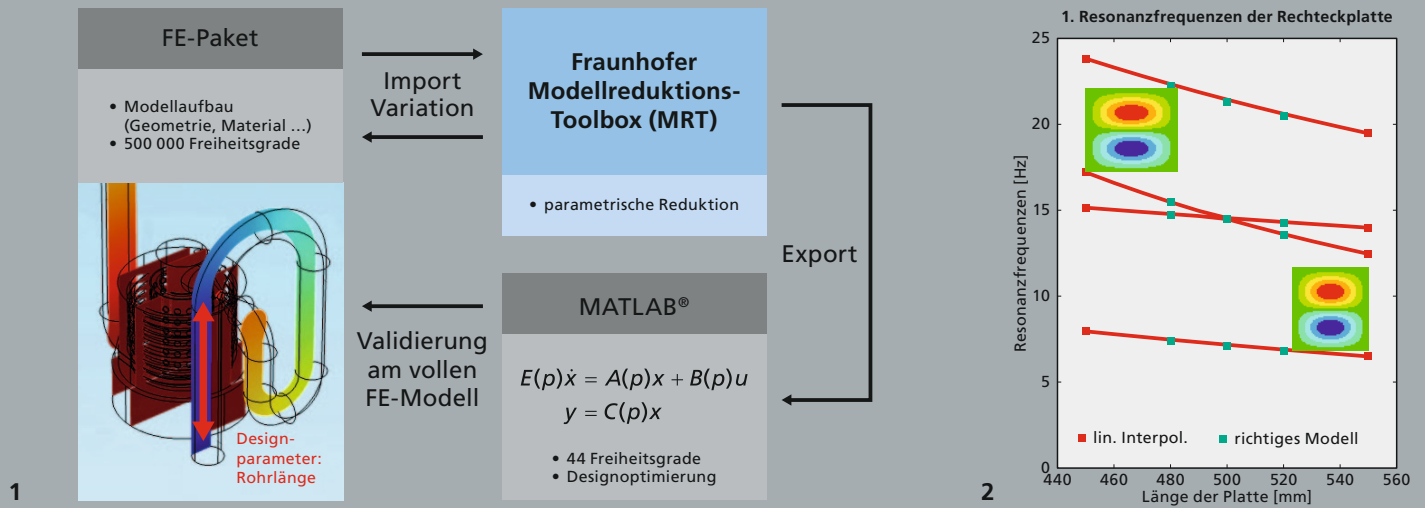
1 Experiment Wasserdurchfahrt

2 FPM-Simulation Wasserdurchfahrt

Die FPM ist eine originäre Entwicklung des Fraunhofer ITWM. Sie stellt einen gitterfreien numerischen Ansatz zur Modellierung von Problemen im Bereich der Strömungs- und Kontinuumsmechanik dar. Die geometrische Basis ist eine Wolke numerischer Punkte, die relevante physikalische und geometrische Informationen tragen. Es werden die Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie auf jedem einzelnen Punkt abgebildet, wobei FPM sich sogenannter differentieller Operatoren bedient, die partielle Ableitungen der abgebildeten Differentialgleichungen approximieren. Diese Operatoren entstehen auf der Basis von Least-squares-Verfahren bzw. auf der Basis linearer Optimierung. Im Gegensatz zu Finiten Elementen oder Finiten Volumen beruht die Methode nicht auf einer schwachen Formulierung. Man kann FPM als generalisierten Finite-Differenzen-Ansatz betrachten. Das bringt weitreichende Vorteile beim Einbinden neuer Materialgesetze oder neuer physikalischer Modellierungskonzepte. Die Partikel der Punktwolke bewegen sich mit der Geschwindigkeit des Kontinuums (Lagrange-Charakter). Einfache Transportaufgaben werden problemlos durch die Punktebewegung abgebildet. Der Lagrange-Ansatz ermöglicht eine sehr einfache Behandlung von Phasengrenzen, freien Oberflächen bzw. bewegten Teilen der Geometrie.

FPM wird seit dem Jahr 2000 am ITWM für industrielle Anwendungen entwickelt. Die erste Anwendung war dabei der Einsatz als Gasdynamiksolver für Airbag-Entfaltung bei der Crashsimulation. Hier besteht bis heute eine Kooperation mit ESI-Group, einem der führenden Anbieter von Crash-Software. Gleichzeitig wurde an der Entwicklung eines inkompressiblen bzw. schwach kompressiblen FPM-Lösers gearbeitet. Erste Anwendungen gab es im Bereich Füllen und Schwappen an Tankanlagen im Automobilbereich. Hier besteht eine traditionelle Kooperation mit der Volkswagen AG. Aber auch Anwendungen im Bereich Glasformgebung (Kooperation mit Schott, Nogrid) hatten in diesem frühen Stadium der FPM-Entwicklung bereits industrielles Niveau erreicht.

Heute deckt FPM ein sehr großes Spektrum physikalischer Vorgänge ab. Neben Anwendungen aus der klassischen Strömungsmechanik konzentrieren wir uns auch auf nichtklassische Aspekte, z. B. elastoplastische Vorgänge (Spanbildung bei der Metallbearbeitung), oder viskoelastische Phänomene (Spinnprozesse von Fasern). Im Bereich Bodenmechanik versuchen wir, neue hochgradig nichtlineare Materialmodelle in die Lösungsmethodik einzuarbeiten. Mit der Modellierung von Populationsbilanzen decken wir den Bereich disperser Phasen ab und koppeln diese mit klassischen kontinuierlichen Phasen.



## PARAMETRISCHE MODELLREDUKTION MIT MRT

Bei der Auslegung von Maschinen oder Prozessen benötigt man sowohl eine integrierte dynamische Simulation aller Komponenten auf Systemebene als auch eine detaillierte Analyse, wie die makroskopischen Bauteileigenschaften von Geometrie oder Materialparametern abhängen. Erstere Simulation basiert üblicherweise auf einer Beschreibung durch Systeme differentialalgebraischer Gleichungen, in der einzelne Komponenten durch weniger als hundert Freiheitsgrade repräsentiert werden. Software wie MATLAB-Simulink® oder Dymola kommt hier zum Einsatz. Die detaillierten Analysen lösen hingegen diskretisierte partielle Differentialgleichungen mit oft mehr als hunderttausend Freiheitsgraden pro Komponente, typischerweise mit FE-Paketen wie ANSYS oder COMSOL. Modellreduktion verbindet beide Welten, indem die großen FE-Modelle in kompakte Systemmodelle mit hinreichend gleichem Ein-Ausgabeverhalten überführt werden.

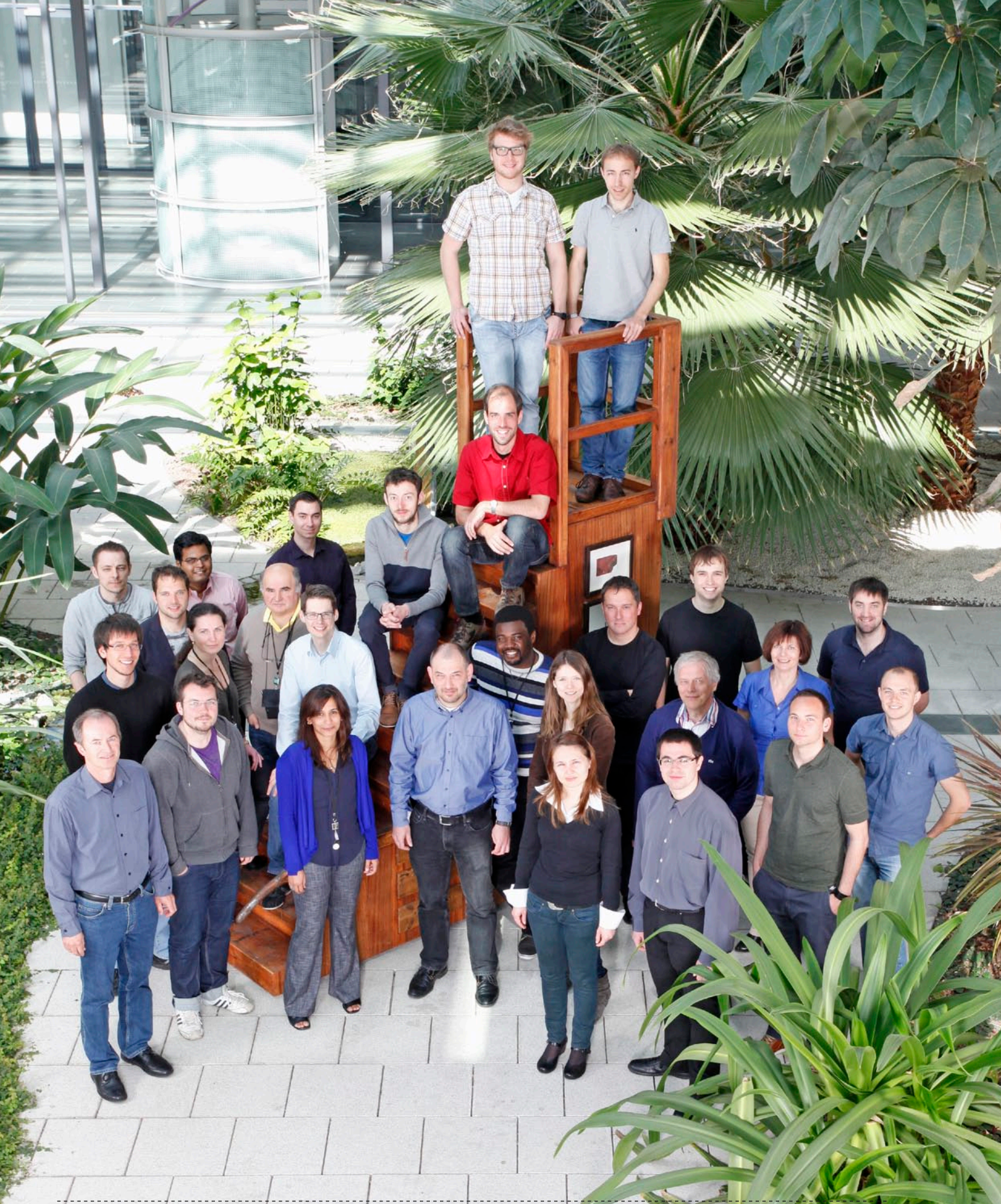
Die Fraunhofer-Modellreduktions-Toolbox MRT ist nun ein Werkzeug, mit dem lineare FE-Modelle unkompliziert von ANSYS nach MATLAB transferiert und dort reduziert, zusammengesetzt, simuliert und Ergebnisse dargestellt werden können. Insbesondere zeichnet sie sich durch die Möglichkeit aus, parametrische reduzierte Modelle erstellen zu können. Soll ein Design optimiert werden, dann möchte der Nutzer in rascher Folge unterschiedliche Kombinationen von Geometrie- oder Materialparametern durchspielen. Müsste er dabei jedesmal wieder das modifizierte reduzierte Modell von Grund auf aus dem vollen FE-Modell ableiten, wäre er verloren. Die gewählte Alternative besteht darin, während einer Offline-Phase an automatisch ausgewählten Stellen des Parameterraums reduzierte Modelle zu erzeugen und deren Matrizen dann online für neue Parametersätze sehr schnell zu interpolieren. Auf das FE-Werkzeug muss in dieser Phase gar nicht mehr zurückgegriffen werden. Die Herausforderungen dieses Ansatzes hängen damit zusammen, dass die Zustandsraumdarstellung eines dynamischen Systems nur bis auf Basistransformation eindeutig ist. Werden Matrizen zu unpassenden Basen interpoliert, kann das Ergebnis beliebig falsch werden. Die Lösungsstrategie basiert auf Normalformen und Eigenwertverfolgung im Parameterraum. Für den Nutzer bleibt dies freilich verborgen. Er schreibt lediglich ein gewöhnliches APDL-Skript, wählt dann über eine Nutzeroberfläche Last- und Design-Parameter, Ein- und Ausgabegrößen sowie den Reduktionsgrad und startet schließlich den ansonsten automatischen Reduktionsprozess.

Die Modellreduktions-Toolbox wurde seit nunmehr acht Jahren in öffentlichen Projekten entwickelt und immer wieder um spezielle Bedürfnisse von Industriekunden erweitert. Prinzipiell können alle linearen FE-Modelle reduziert werden, die eine harmonische Analyse erlauben.

1 Verwendung der Modellreduktions-Toolbox

2 Problem der Eigenwertüberschneidung am Beispiel des Parameters »Seitenverhältnis einer eingespannten Platte«





---

**Dr. Heiko Andrae, Vassilena Taralova, Maxim Taralov, Johannes Spahn,  
Andreas Fink, Tobias Hofmann, Dr. Zahra Lakdawala, Dr. Konrad Steiner,  
Katherine Leonard, Dr. Aivars Zemitis, Christine Roth, Torben Prill,  
Sebastian Osterroth, Inga Shklyar, Dr. Matthias Kabel, Ikenna Ireka,  
Dr. Stefan Rief, David Neusius, Dr. Janis Sliseris, Prof. Dr. Oleg Iliev,  
Dr. Dariusz Niedziela, Ruturaj Deshpande, Dimitar Iliev, Dr. Sebastian Rau,  
Dr. Jochen Zausch, Rolf Westerteiger, Sven Linden**



---

# STRÖMUNGS- UND MATERIALSIMULATION

## ▪ MIKROSTRUKTURSIMULATION UND VIRTUELLES MATERIALDESIGN

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

## ▪ HYDRODYNAMIK UND CFD

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

## ▪ KOMPLEXE FLUIDE

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

## ▪ FESTKÖRPERMECHANIK

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

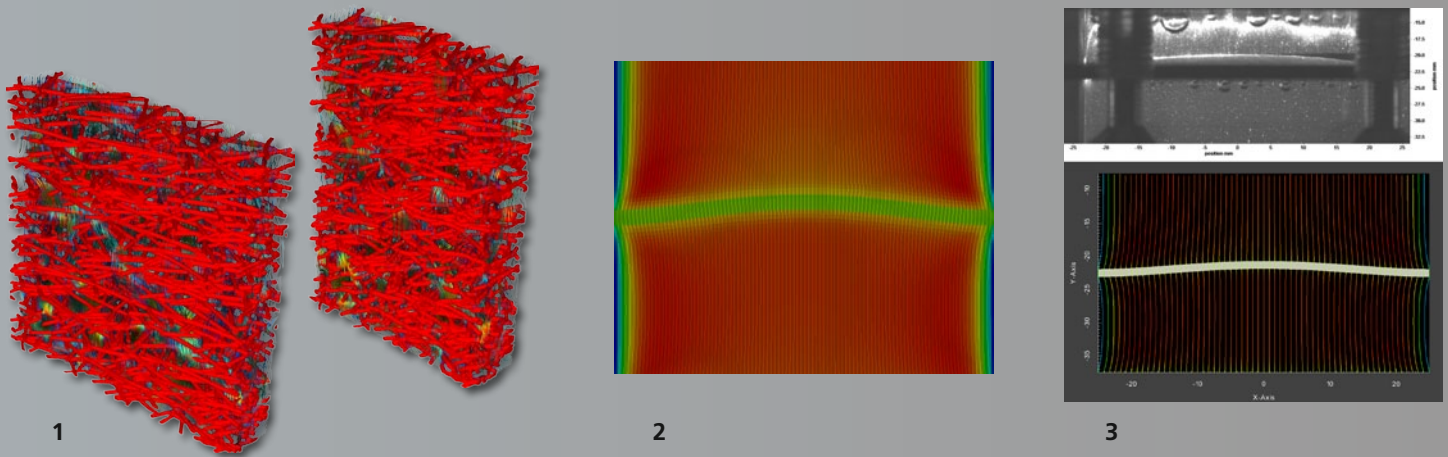




Die Abteilung beschäftigt sich mit der Multiskalenmodellierung und Entwicklung effizienter und robuster Simulationsmethoden und Softwaretools für ein in die Produktentwicklung oder Prozessauslegung integriertes virtuelles Materialdesign. Die Modellierung und Simulation der Herstellungsprozesse (Mischen, Dispergieren, Einspritzen, Auffiltrieren, Beschichten) der komplexen Verbund- bzw. Hybridmaterialien wird dabei zusätzlich in den virtuellen Auslegungsprozess mit einbezogen. Die simulationstechnische Beherrschung der wechselseitigen Beeinflussung von Fertigungsverfahren und -restriktionen mit den lokalen Materialeigenschaften bei dynamischen Beanspruchungen kompletter Bauteile ist für viele Anwendungsbeispiele die typische Herausforderung. Aktuelle Kundenanfragen betreffen die Herstellung und Funktionalisierung von Filtermaterialien und technischen Filtersystemen, von Batterie- bzw. Brennstoffzellen oder von faser- und partikelverstärkten Leichtbauteilen. Die Alleinstellung der Abteilung ist gekennzeichnet durch die Entwicklung, Bereitstellung und spezifische Anwendung von industriell tauglichen Multiskalen- und Multiphysics-Methoden und firmenspezifischen Softwarelösungen.

Das Jahr 2013 war für die Abteilung nach großen personellen Umbrüchen ein Neubeginn mit vielen Risiken. Erfreulicherweise konnten die notwendigen Veränderungen und der Aufbau von stabilen langfristigen Kunden- und Kooperationsbeziehungen deutlich schneller als erwartet realisiert werden. Somit konnte das Jahr sowohl bezüglich der Industriequote als auch bezüglich des positiven Ergebnisses erfolgreicher abgeschlossen werden als je zuvor. Auch die Perspektiven für die kommenden Jahre sind aufgrund eines hohen Auftragsbestandes und langfristiger Projektvorhaben sehr gut.

Der Umbruch wurde auch genutzt, um zu ausgewählten Partnern komplementäre wissenschaftliche und wirtschaftliche Kooperationen auf- bzw. auszubauen. Beispielhaft genannt seien hier die enge Zusammenarbeit in Ausbildung und Forschung mit dem Lehrstuhl für Technische Mechanik an der TU Kaiserslautern, die Mitarbeit im Simulationsbereich von Hybridverbunden beim Exzellenzcluster MERGE der TU Chemnitz, die Kooperation mit dem Helmholtz-Institut in Ulm zur Modellierung und Simulation von Batterien wie natürlich auch die fruchtbare Arbeitsteilung mit unserer Ausgründung Math2Market zur Vermarktung und Weiterentwicklung der Software GeoDict als virtuelles Materiallabor. Die langjährigen internationalen Kontakte insbesondere über die mitgegründete Interpore Society und enge Forschungsk Kooperationen mit dem Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern wurden u. a. durch personellen Austausch intensiviert.



## DEFORMATION VON FILTERMEDIEN UND FLUID-PORÖSE-STRUKTUR-INTERAKTION (FPSI)

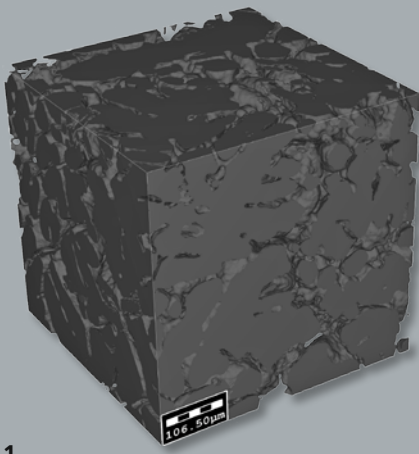
Die bisherige Forschung und Entwicklung im Bereich der Modellierung und Simulation von Filtrationsprozessen haben gezeigt, dass der Einsatz von spezialisierter CFD-Software die Entwicklungsphase bei der Auslegung von Filtern erheblich verkürzt. In der Vergangenheit konnten die Hersteller und Entwickler von Filterelementen bzw. -materialien bei der rechnergestützten Auslegung das Filtermedium als »starre« Struktur behandeln. In immer mehr Anwendungsfällen muss jedoch die Verformbarkeit des Filtermaterials berücksichtigt werden. Gründe hierfür sind u. a. neue Einsatzbereiche für bestehende Filterbauteile bzw. -medien, stark veränderte oder dynamischere Betriebsbedingungen (höhere Volumenströme oder Drücke, Verwendung anderer Fluide), große Auswirkungen von relativ kleinen Verformungen, vor allem bei gefalteten Filtermedien sowie Innovationen bei den Filtermedien bzw. deren Herstellung. Dies stellt nicht nur die Entwicklungsingenieure vor neue Herausforderungen; auch für die mathematische Modellierung und numerische Simulation dieser Effekte ergeben sich neue, anspruchsvolle Aufgabenstellungen, denn die mathematische Beschreibung dieser sogenannten poroelastischen Phänomene unterscheidet sich stark, je nachdem ob man das Filtermedium als Mikrostruktur oder als Kontinuum auf der Größenskala des Filterelements behandelt.

Auf der Mikroskala müssen die elastischen Eigenschaften des Fasermaterials in geeigneter Weise bei der Berechnung der Verformung des Filtermediums (d. h. einschließlich der Porenräume) unter Belastung verwendet werden. Dies ist mit der Software FeelMath gelungen: Für eine gegebene poröse Mikrostruktur mit bekannten Elastizitätsparametern des Fasermaterials können für verschiedene Lastfälle die zugehörigen Verformungen, Spannungen und effektiven Elastizitätseigenschaften des porösen Materials berechnet werden. Durch Verwendung von GeoDict-Strömungslösern lässt sich im Anschluss die zugehörige Permeabilität bestimmen. Das Verständnis dieser Zusammenhänge ist von besonderer Bedeutung auf der makroskopischen Ebene, wenn man an der Interaktion des homogenisierten Filtermediums mit dem durchströmenden Fluid interessiert ist. Die Druckverteilung verursacht eine Verformung des porösen Mediums, die geänderte Form wiederum beeinflusst das Strömungsfeld usw. Die mathematische Modellierung, algorithmische Behandlung und experimentelle Untersuchung dieser Fluid-Poröse-Struktur-Interaktion (FPSI) ist Gegenstand des deutsch-französischen Carnot-Fraunhofer-Projekts »FPSI\_Filt«. In Analogie zur Festkörpermechanik lassen sich poroelastische Platten- und Schalenmodelle entwickeln, so dass die Dimension des Elastizitätsproblems verringert wird. Durch die Kopplung von Strömungs- und Elastizitätsberechnung kann die FPSI numerisch simuliert werden. Vergleiche mit entsprechenden Messungen zeigen, dass diese Vorgehensweise sehr erfolgversprechend ist. Weitere Entwicklungen und Validierungen erfolgen in enger Kooperation mit der Industrie.

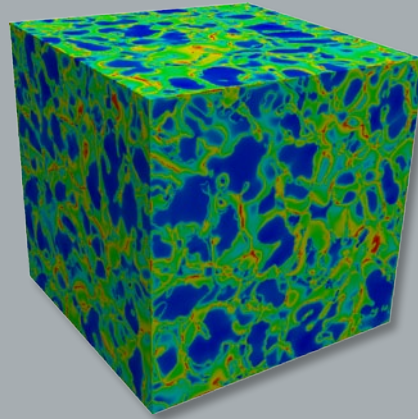
**1** Vergleich einer unverformten (links) und komprimierten (rechts) porösen Mikrostruktur und der zugehörigen Strömungsfelder (Stromlinienvisualisierung)

**2** Fluid-Poröse-Struktur-Interaktion: simulierte Strömungsgeschwindigkeit für ein ursprünglich flaches Filtermedium, das sich durch die Druckverteilung verformt hat

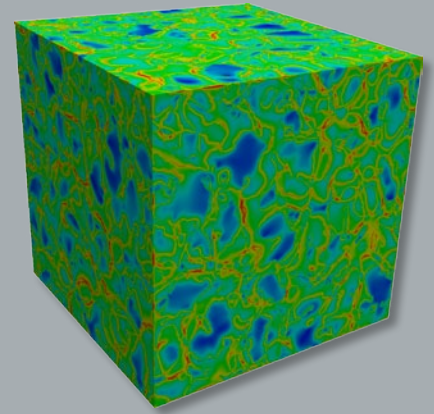
**3** Vergleich der im Experiment beobachteten Verformung einer Filtermedienprobe im Strömungskanal (oben) mit der numerischen Simulation (Experiment: LFMA, Lyon)



1



2



3

## EIGENSPANNUNGEN IN ALUMINIUM-SILIZIUM-GUSS-LEGIERUNGEN

1 Aluminium-Mischkristalle in einer Aluminium-Silizium-Legierung

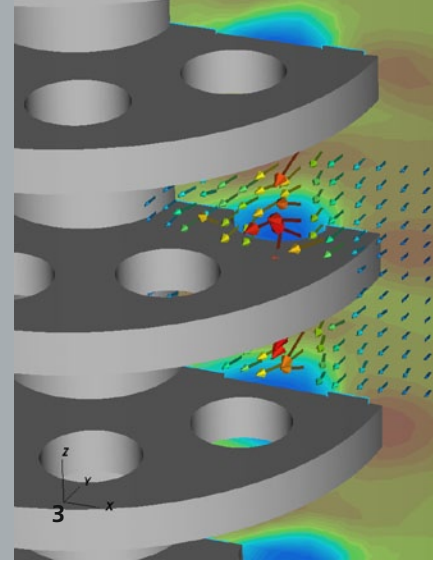
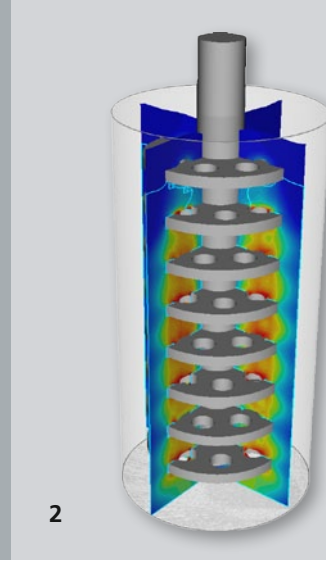
2 Eigenspannungen 2. Art in einem Volumenelement der Legierung (rot: hohe Spannungen, blau: kleine Spannungen)

3 Dehnungen durch die Eigenspannungen 2. Art (rot: große Dehnungen, blau: kleine Dehnungen)

Al-Legierungen besitzen gegenüber reinem Aluminium eine höhere Festigkeit. Deshalb werden Al-Legierungen in vielen Bereichen des Leichtbaus eingesetzt. Im hier vorgestellten Projekt werden Al-Si-Gusslegierungen untersucht, die beispielsweise für Zylinderköpfe und Kurbelgehäuse verwendet werden. Da Aluminium und Silizium unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten besitzen, entwickeln sich nach dem Erstarren der Schmelze während der Abkühlung neben den gewöhnlichen makroskopischen Eigenspannungen zusätzliche Eigenspannungen auf mikroskopischem Niveau, sogenannte Eigenspannungen 2. Art. Diese Eigenspannungen, die bisher nicht messbar waren, stellen hohe Materialbeanspruchungen auf mikroskopisch kleinen Bereichen dar und spielen deshalb eine große Rolle für die Rissbildung in Gussteilen. Gemeinsam mit Partnern des Lehrstuhls für Umformtechnik und Gießereiwesen (utg) und der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) der TU München, der BMW AG und der RWP GmbH sowie den Kollegen des Fraunhofer IIS (EZRT) wurden die Eigenspannungen 2. Art mittels Neutronendiffraktometrie in den einzelnen Phasen des Al-Si-Gefüges getrennt gemessen und erstmals direkt in der am ITWM entwickelten Mikrostruktursimulation berücksichtigt, um die mechanischen Eigenschaften, wie z. B. die Steifigkeit, das plastische Fließen und die Festigkeit, viel präziser als bisher vorherzusagen. Diese Ergebnisse können weiter benutzt werden, um die Betriebsfestigkeit der Bauteile zu berechnen.

Bei der Erstarrung der Al-Si-Schmelze bilden sich zuerst Al-Mischkristalle, die eine dendritische Struktur besitzen. Abb. 1 zeigt ein Beispiel einer derartigen dendritischen Struktur, die aus einer am Synchrotron in Grenoble aufgenommenen Computertomographie rekonstruiert wurde. Mit sinkender Temperatur wird die Löslichkeit des Siliziums in der Schmelze rasch kleiner, so dass sich danach winzige plättchen- oder nadelförmige Si-Kristalle innerhalb einer sogenannten eutektischen Phase bilden. Mittels Neutronendiffraktometrie wurden sehr hohe Druckspannungen in diesen kleinen Si-Kristallen gemessen. Die am ITWM entwickelte Software FeelMath erlaubt es, mithilfe dieser Messwerte die Eigenspannungen (Abb. 2) und die damit verbundenen elastischen Eigendehnungen (Abb. 3) im gesamten Gefüge zu bestimmen und beliebige Lastfälle zu simulieren. Im hier gezeigten Beispiel treten hohe Eigenspannungen 2. Art in der eutektischen Phase auf, so dass es unter hinreichend hohen mechanischen Belastungen zu Mikrorissen und Schädigungseffekten kommen wird. Damit konnte eine Ursache von experimentellen Beobachtungen aufgeklärt werden. Ziel des Projekts ist jedoch nicht nur das tiefere Verständnis der Gefügeeigenschaften, sondern eine gezielte Bewertung der Sensitivität der Prozessparameter, wie z. B. Abkühlrate und Legierungszusammensetzung, auf die Festigkeit der Al-Legierungen.





## AUSLEGUNG VON RÜHRWERKSKUGELMÜHLEN DURCH NICHT-NEWTONSCHE MEHRPHASENSIMULATION

Mühlen spielen in Verarbeitungsprozessen granularer Materialien eine entscheidende Rolle. Die hohe wirtschaftliche Relevanz dieser Prozesse in der verarbeitenden Industrie – allein ca. 60 % der Produkte der chemischen Industrie sind Granulate, weitere 20 % enthalten pulverförmige Bestandteile – bedeutet, dass sogar geringe Effizienzsteigerungen großen Einfluss z. B. auf den Gesamtenergieverbrauch dieser Prozesse haben.

Nach mehreren Jahren Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Simulation granularer Medien, auch am Fraunhofer ITWM, sind die einphasigen granularen Strömungsprozesse – oder solche, die vereinfacht als einphasig betrachtet werden können – simulativ beherrschbar. Die nächste Herausforderung ist nun die Simulation mehrphasiger Strömungen mit zumindest einer granularen oder pulverigen Phase. Unter diesen stellt die Simulation der Strömung in Rührwerkskugelmühlen eine besondere Herausforderung dar. Hier verbinden sich mehrere aktuelle Forschungsgebiete der Berechnung komplexer Strömungen innerhalb einer Simulation: Zweiphasige Suspensionsströmung von Pulver und Wasser, modelliert als nicht-newtonsches Fluid, eine dritte Phase der als granular modellierten Kugeln, schnell bewegte Bauteile sowie eine vierte Phase der umschließenden Luft.

Die damit auftretenden Modellierungs- und numerischen Schwierigkeiten sind immens. Die Interaktion von vier räumlich und zeitlich voll aufgelösten Phasen muss sowohl untereinander als auch mit den sich schnell bewegenden Bauteilen modelliert werden. Den daraus resultierenden phasenabhängigen Anforderungen an die numerischen Verfahren wurde mittels einer erweiterten Zeitschrittsteuerung begegnet. Erstmals wurden hier die Module FLUID, also mehrphasige, nicht-newtonsche Modellierung zusammen mit einer dritten newtonischen Phase und GRAIN – für die Simulation der Rührkugeln in einer solch komplexen Fragestellung – kombiniert. In Zusammenarbeit mit dem Projektpartner wurden die daraus resultierenden Simulationsergebnisse erfolgreich mit vorhandenen Messungen abgeglichen.

Die resultierenden Strömungsfelder für Suspension, Luft sowie die Rührwerkskugeln geben detailliert Auskunft über die Dichteverteilung, Geschwindigkeitsfelder, Druckverteilungen sowie Scherkräfte und Energiezustand der involvierten Phasen. Dies ermöglicht die virtuelle Performanceanalyse sowie Auslegung der Mühlen bezüglich lokaler und globaler Kräfte, Spannungen und Energieverluste. Weiterhin lassen sich über lokale Scherkräfte Rückschlüsse zum zu erwartenden Abnutzungsverhalten ziehen und damit die Performance der Mühle, also ihr Energieverbrauch bei gleichbleibender Mahlleistung, optimieren.

**1** KRONOS-Rührwerkskugelmühle

**2** Die Mühle wird vollständig in Ort und Zeit aufgelöst simuliert, sodass das Strömungsverhalten aller Phasen in der gesamten Mühle sowie lokal um das Rührwerk evaluiert werden kann.

**3** Die Pfeile zeigen die Strömung der  $TiO_2$ -Suspension, während der Falschfarbenplot die Granulatdichte zeigt.

 FLUID

 GRAIN

Projektpartner:

**KRONOS**<sup>®</sup>





---

**Andreas Fink, Dascha Dobrovolskij, Dr. Ronald Rösch, Torben Prill, Markus Rauhut, Sebastian Hubel, Björn Wagner, Rebekka Malten, Dr. Katja Schladitz, Sonja Föhst, Easwaran Prakash, Alexander Dillhöfer, Thomas Weibel, Dr. Oliver Wirjadi, Dr. Ali Moghiseh, Thomas Redenbach, Dr. Martin Spies, Franz Schreiber, Hans Rieder, Andreas Jablonski, Christine Roth**



---

# BILDVERARBEITUNG

- **OBERFLÄCHENINSPEKTION**

Online-Prüfung des optischen Erscheinungsbildes von Industrieprodukten

- **ULTRASCHALL-IMAGING**

Zerstörungsfreie Inspektion und Visualisierung industriell relevanter Materialien und Bauteile

- **MIKROSTRUKTURANALYSE**

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



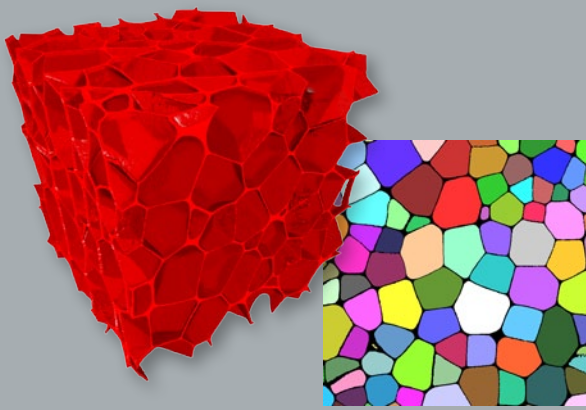


2013 hat die Abteilung wieder in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie und Forschung maßgeschneiderte Lösungen auf den Gebieten der Bild-/Signalverarbeitung und des bildgebenden Ultraschalls entwickelt und implementiert. Der weltweite Wachstumskurs der Branche hat die Entwicklung positiv beeinflusst. In der industriellen Produktion ist die Oberflächeninspektion, d. h. die Prüfung des optischen Erscheinungsbildes eines Produktes, eine der wichtigsten Qualitätssicherungsmaßnahmen geworden. Fehler können dabei funktioneller oder ästhetischer Art sein. Insbesondere für ästhetische »Fehler« ist es schwierig, subjektives Empfinden in mathematischen Modellen abzubilden. Schwerpunkt der Abteilung ist die Entwicklung komplexer Oberflächeninspektionssysteme mit hohem algorithmischem Anteil.

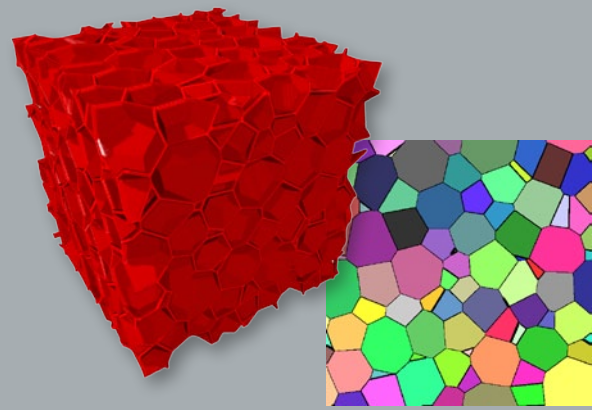
Der Bereich Ultraschall-Imaging erschließt eine weitere bildgebende Technologie und eröffnet neue Möglichkeiten der Inspektion und Visualisierung industriell relevanter Materialien und Bauteile. Ziele sind die Fehlererkennung und -klassifikation in komplexen Bauteilen, das Erfassen von Materialeigenschaften und die Simulation und Optimierung von Ultraschall-Sensoren.

Die Mikro- und Nanostruktur moderner Werkstoffe bestimmt maßgeblich deren makroskopische Materialeigenschaften. Die Abteilung entwickelt Algorithmen zur Charakterisierung und stochastischen Modellierung solcher Strukturen anhand dreidimensionaler Bilddaten. Die Analyse der räumlichen Geometrie und der Struktur-Eigenschafts-Beziehungen in Werkstoffen eröffnen so neue Möglichkeiten wie Optimierung von Materialeigenschaften durch virtuelles Materialdesign. Im Jahr 2013 fand dieser Schwerpunkt besondere Anerkennung durch die Nominierung für den Bauma-Preis und einen Preis auf dem Young Researcher Symposium.

Inzwischen sind zwei Bildverarbeitungs-Softwarepakete etabliert: MAVI und ToolIP. MAVI ist ein Softwaresystem für die Analyse von Volumenbildern komplexer Mikrostrukturen, wie z. B. von Schäumen oder Faserverbundwerkstoffen. Es bietet lokale Analysemethoden, z. B. für Porositäts-, Dicken- oder Orientierungsanalyse. Für faserverstärkte Kunststoffe können lokale Faserorientierungstensoren bestimmt werden. Außerdem gibt es eine spezielle Softwarevariante zur Analyse von Partikeln. ToolIP ist eine Entwicklungsumgebung, mit der komplexe Bildverarbeitungslösungen grafisch programmiert werden können. Die zugrundeliegende Bildverarbeitungsbibliothek enthält ca. 300 verschiedene Algorithmen zur Bildverbesserung, Kantendetektion, Objekterkennung, Registrierung, Segmentierung, Featureberechnung und Klassifikation, aber auch Matrixoperationen, Basisoperationen und Bildtransformationen. Es können sowohl Bilder aus dem sichtbaren als auch dem nicht sichtbaren Bereich bearbeitet werden (z. B. Röntgen, Ultraschall, Infrarot).



1



2

## GANZHEITLICHE METHODE ZUR ANALYSE UND SIMULATION GESCHLOSSENZELLIGER POLYMERHARTSCHÄUME

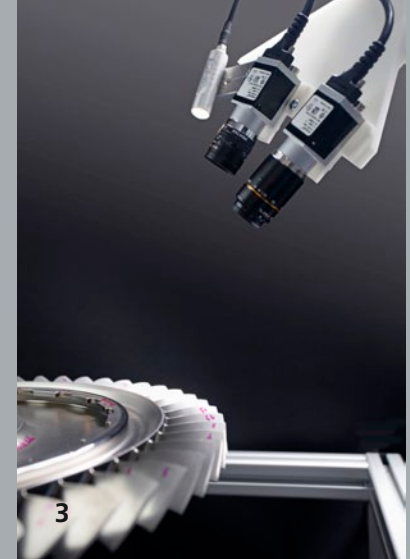
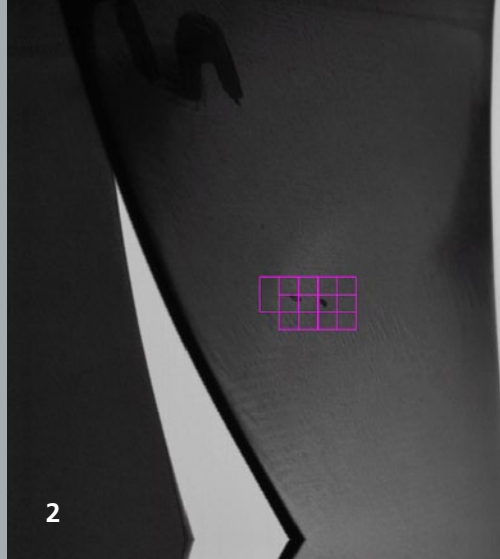
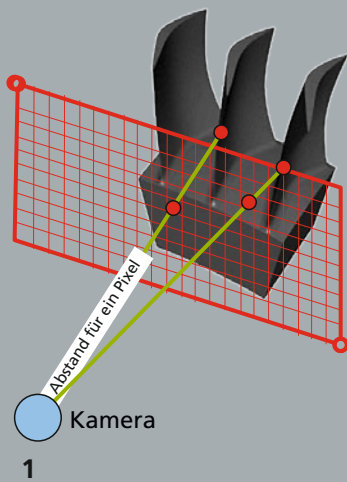
Polymerhartschäume werden als Kernmaterial in hochbelasteten Sandwichstrukturen im Fahrzeug- und Maschinen- und Anlagenbau, z. B. in Off-Shore-Windkraftanlagen, eingesetzt. Insbesondere im Vergleich zu Wabenkernmaterialien sind sie günstiger herzustellen und einfacher zu verarbeiten. Grundvoraussetzung für den vermehrten Einsatz von Schäumen ist detaillierte Kenntnis der Werkstoffmechanik. Gerade in hochbelasteten Bauteilen fungiert der Schaumkern nicht nur als leichter Abstandhalter, sondern muss mechanische und thermische Lasten bei Herstellung und Betrieb der Bauteile aufnehmen. Diese gesteigerten Anforderungen erfordern den Einsatz komplexer Methoden, um die Polymerhartschäume zu charakterisieren.

Im AiF-Projekt MAFoam (Modular Algorithms for Closed Foam Mechanics) wurden deshalb die Analyse mit Mikrocomputertomografie ( $\mu$ CT) gewonnener 3D-Bilddaten, die Anpassung stochastischer Geometriemodelle sowie die Finite-Elemente-Simulation der mechanischen Eigenschaften zu einer geschlossenen Analyseketten verbunden. So kann erstmals der Zusammenhang zwischen Mikrostruktur und mechanischen Eigenschaften der geschlossenzelligen Polymerhartschäume detailliert analysiert werden. Der entscheidende im Projekt erzielte Fortschritt ist, dass alle notwendigen Schritte von Segmentierung und Analyse der 3D-Bilder der Mikrostruktur über Modellierung der Zellstruktur bis zur Simulation so weit automatisiert wurden, dass auch Nicht-Experten auf den genannten Gebieten diese Strukturen optimieren können.

Dazu mussten vor allem die Segmentierung der Schaumstruktur aus den Grauwertbildern, die bildanalytische Rekonstruktion der Zellstruktur und die Auswahl des die reale Struktur am besten abbildenden Geometriemodells automatisiert werden. Auf der Basis von mehr als 20  $\mu$ CT-Aufnahmen wurden Methoden entwickelt, um die Parameter für die Segmentierung und den entscheidenden Glättungsschritt bei der Zellrekonstruktion aus den Bilddaten zu berechnen. Als besonders geeignete Modellklasse wurden Laguerre-Mosaik, generiert von zufälligen dichten Kugelpackungen, identifiziert, da die Polymerhartschäume polyedrische Zellen haben, d. h. die Zellwände sind eben. Sind die Kugelradien gammaverteilt, dann ist die generierte Zellstruktur von Kugelpackungsdichte und dem Variationskoeffizienten der Radienverteilung determiniert. Diese Modellparameter können nicht direkt aus dem Bild der realen Struktur abgeleitet werden. Stattdessen wird auf der Basis simulierter Realisierungen ein Abstandsmaß aus acht messbaren Strukturkenngößen minimiert. Für den gewählten Spezialfall kann die Abhängigkeit dieser Kenngößen vom Variationskoeffizienten durch Polynome approximiert werden. Die aufwändige Simulation muss also nur einmal im Voraus erfolgen, für eine neue Struktur können die optimalen Modellparameter abgelesen werden.

1 Volumenrendering einer Probe des PMI-Hartschaums Evonik ROHACELL® WIND-F RC100, visualisiert ist ein Würfel der Kantenlänge 600 Pixel = 16,2 mm (Pixelkantenlänge 2,7  $\mu$ m); eingeblendet: Schnitt durch das bildanalytisch rekonstruierte Zellsystem

2 Volumenrendering des Wandsystems einer Realisierung des angepassten stochastischen Geometriemodells; eingeblendet: Schnitt durch das Zellsystem



## INSPEKTION UND VERMESSUNG VON BLADED INTEGRATED DISKS (BLISK)

**1** Eine Herausforderung für die Bildverarbeitung ist die genaue Positionsbestimmung der Defekte in 3D-Koordinaten

**2** Ein typischer Defekt auf dem Schaufelblatt einer BLISK

**3** Prototypische Inspektion der Oberfläche einer BLISK mit zwei Kameras und einer Beleuchtung

Ein wichtiges Bauteil in heutigen Flugzeugtriebwerken sind sogenannte BLISKS. Aufgrund der hohen Qualitätsanforderungen werden BLISKS von gut ausgebildeten Spezialisten mehrere Stunden auf Defekte geprüft und diese dann genauestens vermessen, um eine quantitative Beschreibung der Defekte zu erhalten. Im europäischen Forschungsprogramm »Clean Sky für die Luftfahrt« entwickelt das Fraunhofer ITWM zusammen mit den Partnern Hexagon Metrology GmbH und Hexagon Technology Center GmbH eine integrierte und vollautomatische Lösung zur Oberflächeninspektion und Vermessung von BLISKS.

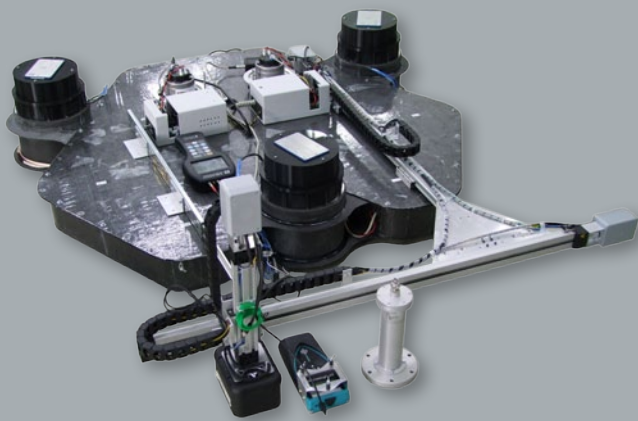
Im ersten Schritt erfolgt die geometrische Vermessung des Bauteils mit einer Koordinaten-Messmaschine (CMM). In Kombination mit dem CAD-Modell der BLISK liefert dieser Schritt alle Informationen über die Form und Geometrie der BLISK bzw. Abweichungen von den definierten Sollwerten. Aufgabe des Fraunhofer ITWM ist die Entwicklung einer Lösung für den zweiten Arbeitsschritt. Durch mehrere Kameras wird die BLISK zu 100% gescannt und auf Oberflächen-defekte hin geprüft. Ort und Typ (z. B. Riss, Schlagstelle etc.) der potenziellen Oberflächenfehler werden gespeichert. Diese Aufgabe enthält einige Herausforderungen: So muss ein Beleuchtungssystem entwickelt werden, dass alle Fehlertypen auf der BLISK sichtbar macht. Aufgrund der Vielfalt der Fehlertypen sind dazu mehrere Beleuchtungsverfahren notwendig. Auch ist die Geometrie des Bauteils so komplex, dass es schwierig ist, Kamera und Beleuchtung so zu positionieren, dass nach und nach die gesamte Oberfläche abgescannt werden kann. Weiterhin müssen Kameras und Teile der Beleuchtungen so klein und leicht sein, dass sie durch eine CMM bewegt werden können. Letztendlich sind komplexe Algorithmen zur Oberflächeninspektion zu entwickeln, die ohne viele Beispieldaten alle potenziellen Defekte automatisch erkennen.

In einem dritten Schritt werden die Defekte genauer klassifiziert und korrekt vermessen. Dazu wird ein neuer Sensor für die Defektmessung und -typisierung entwickelt. Grundlage sind dann die im zweiten Arbeitsschritt ermittelten Positionen der Defekte. Aus den Ergebnissen des vorherigen Schrittes wird automatisch ein Programm zur Vermessung aller Defekte mit einer zweiten CMM erzeugt. Diese Messungen ergeben dann eine quantitative Beschreibung der möglichen Defekte. In Fällen, in denen ein Defekt fraglich ist, muss die Inspektion weiterhin durch einen Fachmann überprüft werden.

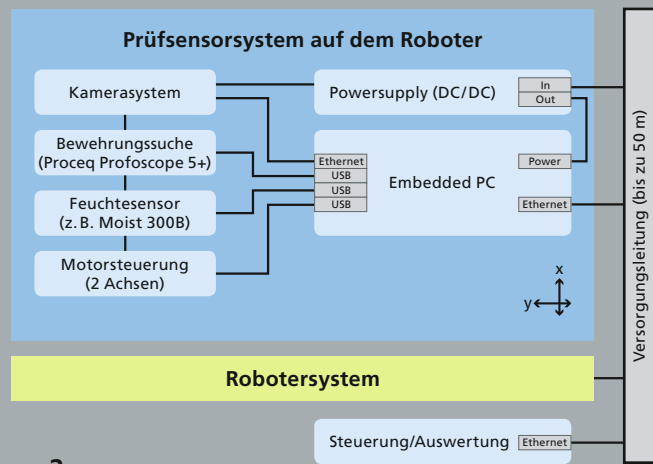
Insgesamt ist das Ziel dieses Vorhabens, die Qualitätssicherung von BLISKS sicherer und effizienter zu gestalten.







1



2

## ROBOTERSYSTEME ZUR INSPEKTION UND BEWERTUNG VON GROSSEN BETONBAUTEILEN

Ingenieurbauwerke wie Brücken, Staudämme, Schleusen und Kühltürme weisen häufig große, schlecht zugängliche Oberflächen auf, deren Zustand regelmäßig untersucht werden muss. In einem ZIM-Projekt (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) ging das Fraunhofer ITWM gemeinsam mit vier mittelständischen Unternehmen und der Arbeitsgruppe Robotersysteme am Fachbereich Informatik der TU Kaiserslautern neue Wege in der Bauwerksinstandhaltung. Speziell für die Inspektion von vertikalen und stark geneigten Flächen wurde ein mit Unterdruck an der Oberfläche haftendes Inspektionssystem entwickelt, welches verschiedenste Messsensoren (zur Erfassung der Feuchtigkeit, des Zustandes der Bewehrung, optische Erkennung von Oberflächenfehlern) vor Ort zum Einsatz bringt.

Die wesentlichen Beiträge der verschiedenen Kooperationspartner umfassten innovative Forschungsarbeiten zu den Themen Entwicklung und Aufbau eines Dicht- und Reibradsystems, Design und Roboterkonstruktion, Nutzer- und objektorientierte Inspektionsmethodik inklusive der Entwicklung zielgerichteter Prüf- und Auswerteverfahren für die Inspektion großer Betonbauwerke sowie die Entwicklung einer Robotersteuerung. Der Beitrag des Fraunhofer ITWM umfasste die Prüftechnik auf Basis der verschiedenen Messmethoden, die mechanisierte Prüfung am Bauwerk sowie Datenerfassung und Prüfbewertung.

Das Gesamtsystem besteht aus einem flexibel einsetzbaren Kletterroboter, der Prüftechnik sowie der zugehörigen Auswertelekttronik und -software. Die verschiedenen Messsensoren werden mithilfe eines leichten Manipulators, der auf der Roboterplattform integriert ist (Bild 2), über die Bauwerksoberfläche bewegt. Der Prüfbereich liegt derzeit bei einem halben Quadratmeter. Der Steuer- und Messrechner ist für die Programmierung der Sensorik und die Durchführung der Prüfung zuständig. Das Konzept sieht vor, dass der Benutzer das System mit einem industrietauglichen Laptop bedient, während die Inspektionssoftware auf der Roboterplattform läuft. Die Steuerung erfolgt per »Remote Desktop«, womit eine gewisse Unabhängigkeit vom Betriebssystem gewährleistet ist. Am Ende der Prüfung wird ein Report generiert, der die Prüfung grafisch aufbereitet und die relevanten Ergebnisse zusammenfasst. Die Inspektionssoftware verfügt für jeden Sensor über unterschiedliche Darstellungen. So wird bei der Ultraschallprüfung ein dreidimensionales Datenfeld aufgenommen, während bei der Feuchtemessung und der Bewehrungssuche ein zweidimensionaler Datensatz gespeichert wird. Die Parametrierung der Sensorik sowie die Einstellungen bezüglich des Sensorpositioniermoduls werden sensorabhängig vorgenommen. Derzeit werden die verschiedenen Komponenten auf die Roboterplattform integriert. Danach wird gemeinsam mit den Kooperationspartnern eine Erprobungs- und Validierungsphase durchgeführt.

1 Integration-Scanner auf Roboterplattform: Darstellung mit dem integrierten Ultraschallwandler und den beiden Sensoren für die Bewehrungssuche (Wirbelstrom) und die Messung der Feuchte (Mikrowelle)

2 Blockdiagramm des Steuer- und Messrechners (Embedded PC) auf der Roboterplattform





---

**Dr. Patrick Lang, Anastasia Migunova, Dr. Andreas Wirsén, Vladimir Shiryaev, Dr. Alex Sarishvili, Hans Trinkaus,  
Thanh Hung Nguyen, Dr. Christian Salzig, Dr. Jan Hauth, Tjorben Groß, Andreas Barthlen**



---

# SYSTEMANALYSE, PROGNOSE UND REGELUNG

- **SYSTEMANALYSE UND REGELUNG**

Entwicklung modellbasierter Monitoringsysteme und Regelungsstrategien sowie deren Hardware-Integration

- **DATA MINING UND ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG**

Entwicklung datenbasierter Prognosetools und visueller Analysetechniken

- **MULTISKALEN-STRUKTURMECHANIK**

Numerische Verfahren zur Berechnung effektiver mechanischer Eigenschaften multiskaliger Materialien



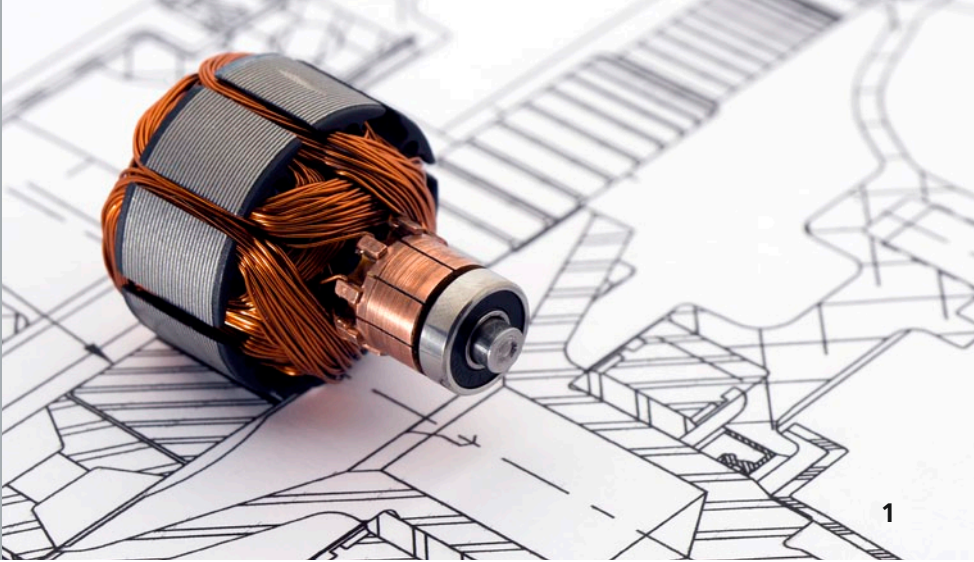


Die Kernkompetenzen der Abteilung sind die mathematische System- und Kontrolltheorie, das Data Mining und die multivariate Statistik sowie multiskalige Analysemethoden. Diese Kompetenzen kommen bei der Modellierung, Analyse, Prognose und Regelung komplexen Systemverhaltens in verschiedenen Anwendungsschwerpunkten zum Einsatz.

Fragestellungen im Bereich Energiesysteme sind die Überwachung von Kraftwerksturbosätzen, die Stabilisierung von Energieübertragungsnetzwerken sowie die Steigerung der Energieeffizienz von industriellen Produktionsprozessen. Die zunehmende Integrationsdichte elektronischer und mechatronischer Bauteile, verknüpft mit vielfältiger Sensorik und Aktorik, resultiert oftmals in komplexem und sehr sensitivem Gesamtsystemverhalten. Systemtheoretische Multi-Domänen-Modelle bilden hier die Basis für eine analytische oder simulative (SIL/HIL) Verhaltensverifikation. Die Fülle verfügbarer Omics-Daten lässt die Vision einer auf geeigneten Biomarkern basierenden personalisierten Medizin zunehmend in greifbare Nähe rücken. Mathematische Modelle in Verbindung mit Simulations- und Optimierungswerkzeugen verbessern biotechnologische Prozesse und helfen bei der Entwicklung hochwirksamer und hochspezifischer Medikamente; leistungsstarke Datenanalysewerkzeuge unterstützen die Diagnose und Entscheidungsfindung; interaktive Software erleichtert die Durchführung individueller Beratungsgespräche. Im Bereich Material- und Produktdesign werden Modelle zur Vorhersage, Klassifikation und Simulation von Produkt- und Materialverhalten entwickelt, auf deren Basis sich entsprechende Entwurfsentscheidungen ableiten lassen. Um die Zahl kostspieliger Experimente zur Datenbeschaffung möglichst gering zu halten, kommen Methoden zur Versuchsplanung zum Einsatz. Einen besonderen Schwerpunkt stellen technische Textilien dar, deren effektive Materialeigenschaften mittels mathematischer Homogenisierungsverfahren berechnet werden. Produktions- und Geschäftsprozesse zeichnen sich vielfach durch eine hohe Komplexität resultierend aus Verkettung und Interaktion vieler Komponenten aus. Die systematische Analyse dieser Prozesse ermöglicht ihre Optimierung im Hinblick auf Qualität oder Energieeffizienz, Entdeckung von Schwachpunkten und daraus resultierend dem Design neuer Produkte. Auf die visuellen Fähigkeiten des Menschen zugeschnittene Darstellungen von Daten und Analyseergebnissen fördern deren Nutzbarmachung.

In allen genannten Anwendungsschwerpunkten werden von der Abteilung sowohl Beratungsdienstleistungen als auch kundenspezifische Softwareentwicklung sowie eigene Produkte angeboten.





## QUALITÄTSSICHERUNG BEI DER HERSTELLUNG VON ELEKTROMOTOREN FÜR DIE AUTOMOBILINDUSTRIE

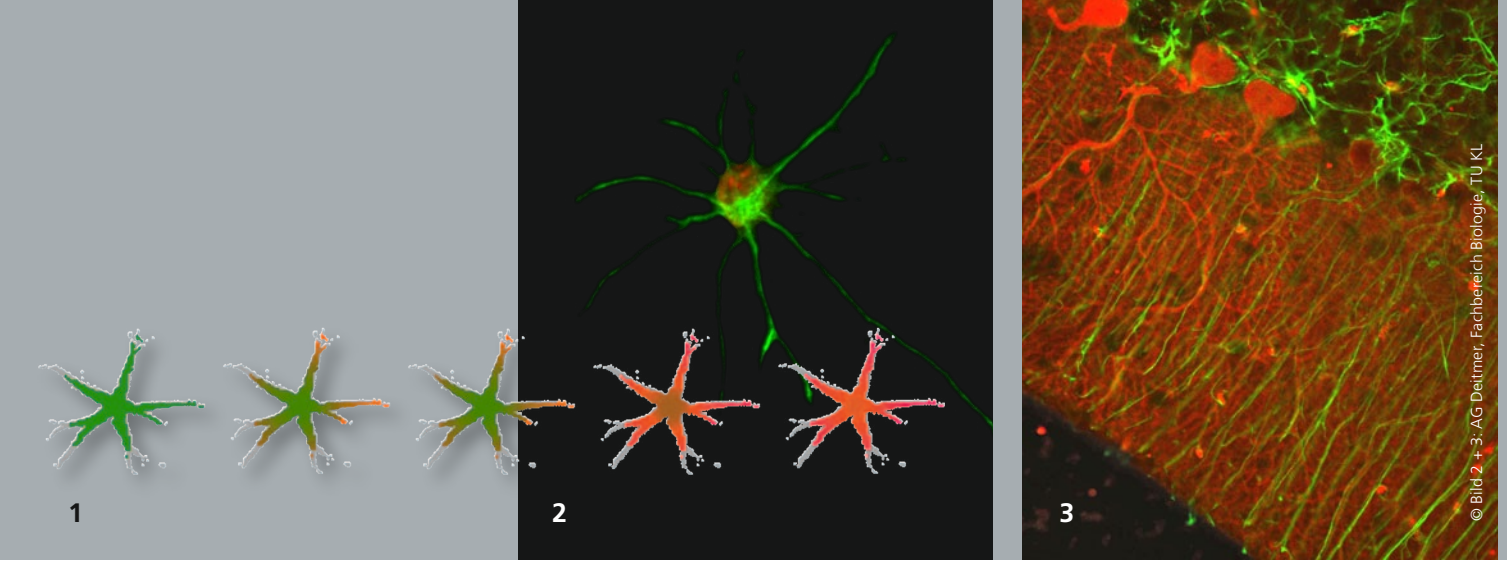
Elektrische Kleinmotoren kommen in der Automobilindustrie beispielsweise in Fensterhebern, Scheibenwischanlagen, Pumpen oder Gebläsen zum Einsatz. Um sicherzustellen, dass die hergestellten Motoren hinsichtlich ihrer Funktionstüchtigkeit und Lebensdauer den vorgegebenen Spezifikationen genügen, werden diese nach der Produktion vermessen. Dabei werden fehlerbehaftete Bauteile aussortiert, um nicht in den Verkauf zu gelangen.

In diesem Umfeld bearbeitet das Fraunhofer ITWM Aufträge industrieller Partner, in denen die geplanten Qualitätssicherungsmethoden auf ihre Funktionalität geprüft und für Produktvarianten erweitert werden. Nebenbei soll ein besseres Verständnis dafür erzeugt werden, wie die einzelnen Komponenten des Motorankers die Messsignale der Ankervermessung beeinflussen, um Rückschlüsse auf deren Produktionsgenauigkeit ziehen zu können.

Um diese Aufgabe zu lösen, wurde das ITWM-eigene Softwaretool Analog Insydes verwendet, mit dem analoge Schaltungen modelliert, simuliert, analysiert und optimiert werden können. So wurden der Motoranker sowie die Messapparaturanordnung zur Bestimmung der anliegenden Ströme und Spannungen als Ersatzschaltbild, bestehend aus elektrischen analogen Bauteilen, modelliert. Die resultierenden automatisch generierten Schaltungsgleichungen der Ankervermessung enthalten somit implizit die Abhängigkeiten der anliegenden Strom- und Spannungssignale von den Ankerparametern. Des Weiteren wurden die Stärken von Analog Insydes dazu verwendet eine übersichtliche Approximation der symbolischen Übertragungsfunktion des Ankers herzuleiten. Diese erlaubt eine einfache Analyse des Systemverhaltens.

Nimmt man nun mehrere Messungen an den verschiedenen Lamellen des selben Motorankers vor, so kann man durch das so generierte überbestimmte Gleichungssystem auf die Größen der einzelnen Ankerparameter zurückschließen. Dies kann nun dazu genutzt werden zu überprüfen, ob das produzierte Bauteil den Anforderungen an Funktionstüchtigkeit und Lebensdauer entspricht. Des Weiteren können nun auch weitere Charakteristika des produzierten Ankers mit Hilfe der Motorparameter bestimmt werden, deren explizite Messung damit eingespart wird. So reduziert sich die Zeit eines Prüfzyklus, die zur Qualitätskontrolle eines einzelnen Bauteils benötigt wird, signifikant.

1 Anker eines elektrischen Kleinmotors



## SCHNELLE SIMULATION VON REAKTIONS-DIFFUSIONSPROZESSEN IN GEHIRNZELLEN

**1** *Simulation eines Reaktions-Diffusionsprozesses in einer virtuellen dreidimensionalen Astrozyte (Schnitt in Bildebene)*

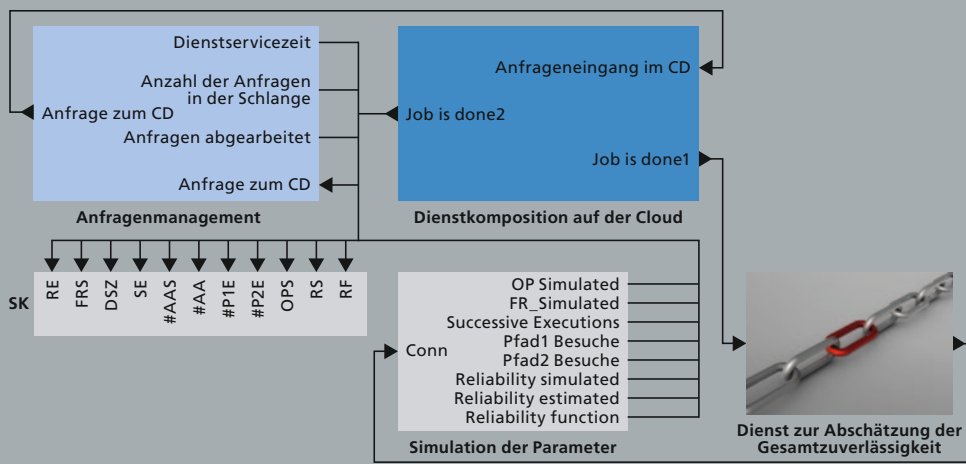
**2** *Aufnahme einer kultivierten Astrozyte aus einem Rattenhirn*

**3** *Purkinje-Neuron und Bergmann-Glia-Zelle einer Ratte*

Gehirnzellen weisen eine komplexe dreidimensionale Struktur auf: Je nach Typ gehen vom Zellkörper mehr oder weniger weit verzweigte Verästelungen aus (Dendriten und Axon). Mit diesen Verästelungen stellen die Zellen vielfache Verbindungen zu Nachbarzellen her (Synapsen) und bilden so großräumige Netze. Am bekanntesten sind die neuronalen Netze, die als grundlegend für die Funktion des Gehirns gelten. Aber auch Zellen eines anderen Typs leisten einen wichtigen Beitrag: die Gliazellen. Während man früher annahm, dass diese im Wesentlichen eine Stützfunktion erfüllen, zeigt aktuelle Forschung, dass sie die Neuronen nicht nur mit Nährstoffen versorgen, sondern sogar maßgeblich an neuronalen Prozessen, wie z. B. dem Lernen, beteiligt sind.

Die Verbindungen der Zellen untereinander dienen dem Informations- und Stoffaustausch. Die Interaktionen zwischen den Zellen beruhen auf elektro-chemischen Prozessen und sind sehr vielfältig: Aktiver und passiver Transport von Ionen über die Zellmembran, Stofftransport innerhalb der Zelle durch Diffusion, chemische Pufferung von Ionen sind nur wenige Beispiele.

Da Neuronen und Gliazellen normalerweise sehr klein sind, sind direkte zeitlich und räumlich aufgelöste Messungen an lebenden Zellen so gut wie nicht möglich. Man versucht daher, die Prozesse an besser beobachtbaren Modell-Zellen (etwa Frosch-Oozyten) zu verstehen und die Ergebnisse auf die komplexeren Zellen zu übertragen. Mathematische Modellierung und Computersimulationen helfen dabei. Aus mathematischer Sichtweise handelt es sich um die numerische Lösung von partiellen Differentialgleichungen (Diffusions-Reaktionsgleichungen) in komplexen dreidimensionalen Geometrien. Herkömmliche Löser arbeiten auf diskreten Gittern und erfordern die Invertierung sehr großer dünnbesetzter Matrizen. Die komplexen Strukturen der Zellen und Zellverbände können nur mit sehr feinen Gittern abgebildet werden, wodurch die benötigte Rechenleistung enorm ansteigt. Simulationen sind dann nur auf Rechen-Clustern durchführbar. In der Abteilung »Systemanalyse, Prognose und Regelung« des ITWM wurde daher in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe »Allgemeine Zoologie« (TU Kaiserslautern) von Prof. Deitmer ein schneller Löser entwickelt, der auf einem stochastischen Ansatz beruht und daher ohne Gitter und ohne die Invertierung großer Matrizen auskommt. Mit diesem Löser können Simulationen in komplexen drei-dimensionalen Zellen auf einem normalen PC oder Laptop in Echtzeit durchgeführt werden. Als weitere Anwendung wurde auch schon eine Implementierung des Hodgkin-Huxley-Modells getestet, das die Ausbreitung von Aktionspotentialen in Neuronen und Herzgewebe beschreibt. Denkbar sind aber auch Anwendungen der Methode für Echtzeitregelungen in technischen Anlagen (Öfen, Abkühlanlagen), bei denen Wärmediffusion eine Rolle spielt.



1

## INNOVATIVE DIENSTLEISTUNGEN IM ZUKÜNFTIGEN INTERNET – IndiNet

Das Projekt »Innovative Dienstleistungen im zukünftigen Internet« ist eines von aktuell vier technisch-wissenschaftlichen Projekten des Spitzenclusters »Softwareinnovationen für das digitale Unternehmen«. Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer Plattform, die Anbieter emergenter Softwarekomponenten bei der Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen durch erprobte Vorgehensweisen, Richtlinien und Vorlagen unterstützen wird, sodass sie Ihre Angebote auf offenen Marktplätzen positionieren können. Die technische Realisierung und der Betrieb der zugehörigen Dienste werden durch geeignete Dienstleistungen und Werkzeuge unterstützt. In diesem Zusammenhang arbeitet das ITWM an der Entwicklung eines Dienstes zur Schätzung der Zuverlässigkeit von Dienstkomposita, wie sie von Plattformnutzern erzeugt und angeboten werden können.

1 *Demonstrator einer Plattform für die Abschätzung der Zuverlässigkeit und die Simulation des Ausfallverhaltens eines Dienstkompositums auf der Cloud*

Die Zuverlässigkeitsschätzung verwendet stochastische Methoden und basiert auf Angaben zur Teildienstzuverlässigkeit, wobei die Qualität der Informationen zur Zuverlässigkeit stark variieren kann. Die Anwender eines solchen Schätzdienstes wären typischerweise Serviceanbieter, die für Unternehmen maßgeschneiderte Plattfordienste herstellen, wobei sie sich bereits vorhandener Dienste bedienen. Ein solcher Serviceanbieter muss seinen Kunden etwa im Rahmen eines Service-Level-Agreements (SLA) Informationen zur Leistungsfähigkeit des angebotenen Dienstkompositums zur Verfügung stellen. Darunter fallen Angaben zu Verfügbarkeit, Durchsatz, Antwortzeiten und Zuverlässigkeit. Ein Standardbestandteil eines SLA ist die Mean Time Between Failures (MTBF), eine Zielgröße bei der Analyse der Ausfalldaten eines Softwareproduktes während des Testens. Ist die MTBF für alle Dienstkomponenten eines Kompositums verfügbar, so kann diese Information direkt für die Abschätzung der Zuverlässigkeit des gesamten Kompositums genutzt werden. Für den Serviceanbieter ist es daher vernünftig, hauptsächlich solche Dienste für die Kompositumherstellung zu verwenden, für die in Bezug auf Zuverlässigkeitsinformationen entsprechend detaillierte SLAs vorliegen. Liegen keine Zuverlässigkeitsangaben der einzelnen Teildienste vor, so können diese mittels einer auf inhomogenen Poissonprozessen basierenden oder durch eine heuristische Methode abgeschätzt werden.

Im Projekt wurde eine Demonstratorplattform zur Abschätzung der Zuverlässigkeit von neu entwickelten Dienstkomposita auf der Cloud erzeugt. Die Plattform ermöglicht dem Entwickler, fundierte Aussagen über die Sensitivität der Gesamtzuverlässigkeit des Kompositums bezüglich beliebiger Variationen der Zuverlässigkeit der einzelnen Teildienste und des operationellen Profils des Kompositums zu treffen. Der Demonstrator erlaubt das Design der Anfrageneingangshäufigkeiten, die Modellierung der Anfragenabarbeitungszeiten, die Identifikation der Engpässe im Abarbeitungsprozess und u. a. auch die Visualisierung relevanter Größen während der Simulation.





---

**Prof. Dr. Karl-Heinz Küfer, Dr. Sebastian Velten, Dr. Neele Leithäuser, Jasmin Kirchner, Dr. Michael Bortz, Dr. Heiner Ackermann, Grete Kaffenberger, Chhitiz Buchasia, Neil Jami, Alexander Belyaev, Sandra Keth, Dr. Veronika Dick, Dr. Alexander Scherrer, Katrin Stöbener, Bastian Bludau, Dr. Richard Welke, Anna Hoffmann, Dr. Philipp Süß, Tabea Grebe, Dr. Johannes Leitner, Andreas Dinges, Dr. Volker Maag, Dr. Peter Klein, Dr. Kai Plociennik, Dr. Jan Schwientek, Jens Leoff, Dr. Rico Walter, Dimitri Nowak, Dr. Maksym Bereznyi, Dr. Jonas Haehnle, Dr. Ingmar Schüle**



---

# OPTIMIERUNG

## ▪ MEDIZINISCHE THERAPIEPLANUNG

Entwicklung neuer Methoden für die klinische Therapieplanung auf Basis mehrkriterieller Optimierung

## ▪ OPTIMIERUNG IM VIRTUAL ENGINEERING

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

## ▪ OPTIMIERUNG VON UNTERNEHMENSSTRUKTUREN UND -PROZESSEN

Modellierung logistischer und organisatorischer Planungssysteme sowie die Entwicklung individueller Softwarekomponenten





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

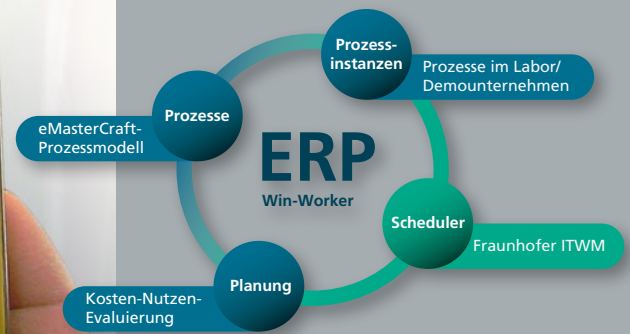
Das Jahr 2013 war für die Abteilung von Wachstum und hervorragendem wirtschaftlichem Erfolg geprägt; besonders hervorzuheben sind

- Start des Forschungs- und Entwicklungsprojektes INES zur Stationaritätserkennung, zum Datenausgleich und zur Sensitivitätsanalyse von Prozessdaten im Auftrag der BASF SE
- Start des großen Verbundprojektes SPARTA zur adaptiven Radiotherapieplanung in Förderung durch den BMBF
- Vorstellung des »Patienten-Navi« zur Planung klinischer Krankentransporte beim GirlsDay 2013 im Bundeskanzleramt
- Simulation eines Schüttguthafens zur Abwicklung von Baumaßnahmen der Stadien im Emirat Katar für die Fußball-Weltmeisterschaft 2022 im Auftrag von FLSmidth

Im wissenschaftlichen Bereich zählen neben drei abgeschlossenen Promotionen die Genehmigung der BMBF- bzw. BMWi-Projekte ViLoMa, SPARTA und SkaSIM, die Förderempfehlung für die BMBF- bzw. AiF-Skizzen H2OPT und PARA-OPT und der internationale Workshop »Projection Methods« mit renommierten Wissenschaftlern aus USA und Israel.



## eMasterCraft-Zyklus



3

## eMasterCraft – eBUSINESS UND STANDARDISIERTE STAMMDATEN IM BAU- UND AUSBAUHANDWERK

Gegenüber der Industrie hat die Bau-Handwerksbranche deutlichen Nachholbedarf bei der Nutzung elektronischen Datenverkehrs. Dies führt zu Wettbewerbsnachteilen, hohen Kosten, ineffizienten Prozessen und mangelnder Planung. Mit dem Projekt »eMasterCraft« fördert das Bundeswirtschaftsministerium im Rahmen der Initiative »Mittelstand-Digital« ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, das auf eine stärkere Durchdringung der Handwerksbranche mit elektronischem Datenaustausch und EDV-gestützten Prozessen abzielt, innerhalb der Handwerksunternehmen, aber vor allem auch in der Kommunikation untereinander sowie mit Architekten und Planungsbüros.

Hier sind in ersten Schritten vor allem Standards nötig: bei Stammdaten, bei Datenaustauschformaten und bei Prozessen. Denn kleine Handwerksunternehmen können dieses nicht selbst entwickeln oder pflegen, sondern müssen sich auf Branchenstandards stützen. Dennoch können Handwerksunternehmen nur zu einer stärkeren EDV-Orientierung ihrer Prozesse motiviert werden, wenn es sich für sie rechnet.

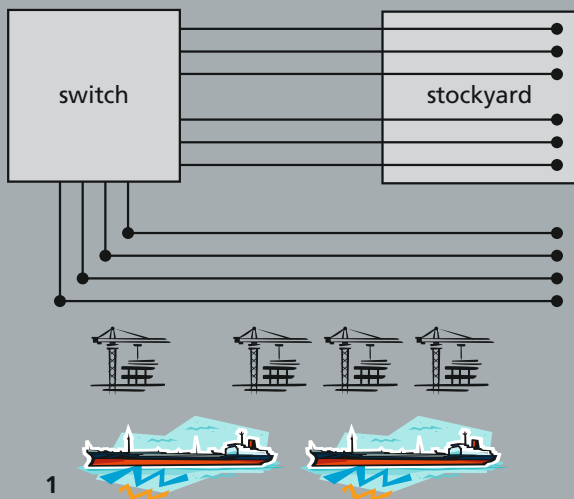
Deshalb entwickelt das ITWM in eMasterCraft ein Kosten-Nutzen-Tool, mit dem eine Gegenüberstellung von Aufwänden elektronischer Prozesse mit ihrem Nutzen unternehmensspezifisch erstellt werden kann. Dazu werden die Prozesse des Unternehmens im IST-Zustand einer Simulation der SOLL-Prozesse gegenübergestellt. Basis der Simulation ist ein »Scheduler«: eine Optimierungskomponente, die realistische zeitliche Abläufe bei knappen Ressourcen plant. Schon allein die Möglichkeit für Handwerksunternehmen, realistische Termine anhand vorhandener Ressourcen und Aufträge berechnen zu können, ist ein immenser Vorteil. Das Kosten-Nutzen-Tool stellt derartige Vorteile in einen monetären Bewertungszusammenhang.

eMasterCraft wurde im Juli 2012 mit neun Partnern aus Forschung, Handwerk und Unternehmensverbänden gestartet und läuft drei Jahre. Die Konsortialführung liegt beim ikpb – Institut für kybernetisches Planen und Bauen e. V. in Kassel, das in Kaiserslautern eine eMasterCraft-Projektzentrale in direkter Nachbarschaft des ITWM eingerichtet hat.

*1 + 2 In innovativen Handwerksunternehmen bereits Realität: Ein Maler erfasst seinen Arbeitsfortschritt elektronisch in einer App auf seinem Mobiltelefon; die Information steht dem Unternehmen im nächsten Augenblick für die Planung zur Verfügung.*

*3 Entwicklungszyklus im Projekt eMasterCraft: zentrale Komponente für das Kosten-Nutzen-Tool ist der automatische Scheduler des ITWM.*





## DURCHSATZOPTIMIERUNG BEI DER STRATEGISCHEN ERWEITERUNG EINES MASSENGUTHAFENS

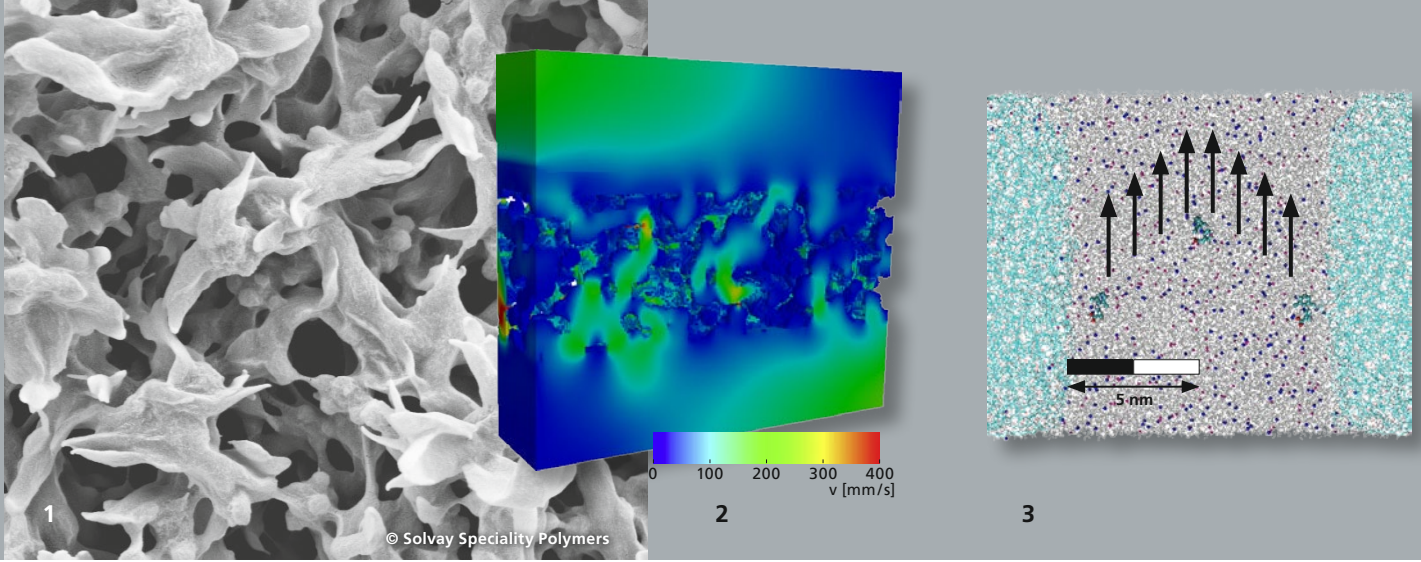
1 *Schematische Darstellung des simulierten Hafens*

2 *Schüttgutfrachter und Zwischenlager*

Aufgrund der fortschreitenden Globalisierung steigt die Menge zu transportierender Güter stetig an. Haupttransportmittel für Schüttgüter (z. B. Kohle und Sand, aber auch Getreide) sind Schiffe; insbesondere dann, wenn große Mengen über lange Strecken befördert werden. Häfen spielen dabei als Umschlagsknoten eine zentrale Rolle, wobei eine passende und aufeinander abgestimmte Auslegung der Entlade-, Transport- und Lagerkapazitäten entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg ist. Strategische Entscheidungen, die dazu getroffen werden müssen, sind mit hohen Investitionen verbunden und bedürfen einer entsprechenden Vorbereitung.

Um den Durchsatz einer geplanten Erweiterung einer Hafenanlage abzuschätzen, hat die Abteilung Optimierung eine Studie zur Entscheidungsfindung erstellt. Auftraggeber ist FLSmidth, ein Unternehmen, das u. a. individuelle Transport- und Lagersysteme für Schüttgüter anbietet. In der Hafenanlage sind aktuell mehrere Schiffsanlegestellen sowie Entladekräne vorhanden. Die Erweiterung umfasst ein System von Förderbändern, mit dessen Hilfe die Schüttgüter zu einem geplanten Zwischenlager transportiert werden sollen. Ziel ist es, die Entladung der Schiffe zeitlich vom Abtransport der Güter zu entkoppeln, um den Warendurchsatz zu erhöhen, Schiffsliegezeiten zu verringern und zeitliche Schwankungen auszugleichen. Zur Durchführung der Studie wurde ein Simulationsmodell entwickelt und implementiert. Aufgrund der Komplexität wurden zunächst Schiffsentladung und Simulation der Belegung des Zwischenlagers einzeln untersucht. Die Schiffsentladung wurde mithilfe eines Optimierungsansatzes gelöst. Ziel war die Minimierung der Gesamtentladezeit einzelner Schiffe, wobei Balance-, Stabilitäts- und Reihenfolgebedingungen sowie Geschwindigkeiten (Kräne und Bänder) beachtet wurden. Für die Simulation der Belegung des Zwischenlagers wurde eine deterministische Discrete-Event-Simulation implementiert. Diese ist parametrisierbar, sodass u. a. Strategien, in denen alle Lagerplätze immer die gleiche Größe haben, mit Alternativen verglichen werden können, die eine dynamische Anpassung der Größe erlauben. Um die beschriebenen Teilaspekte zu integrieren und so Aussagen über das Gesamtsystem zu erhalten, wurden der Simulation optimale, vorab berechnete Entladepläne zugrunde gelegt.

Auf Basis des integrierten Simulationsmodells wurden die Freiheitsgrade für die Auslegung des Systems herausgearbeitet, die für den Durchsatz eine hohe Relevanz haben. Für diese wurden Alternativen diskutiert und zu Empfehlungen zusammengefasst. Weiterhin konnten wichtige Erkenntnisse für den operativen Betrieb des erweiterten Hafens gewonnen werden. Diese helfen FLSmidth bei der Entwicklung und Umsetzung entsprechender Steuersysteme.



## NANOPUR – NANO-MEMBRANE ZUR EFFIZIENTEN FILTERUNG VON TRINKWASSER

NANOPUR, ein Projekt unter dem 7. Rahmenprogramm der EU, entwickelt aktive Nano-Membrane zur effizienten Filterung von Trinkwasser. 12 Partner aus sieben Nationen arbeiten an nanostrukturierten Membranen, die hohe Permeabilität bei gleichzeitig hoher Filterselektivität kombinieren. Das übergeordnete Ziel besteht in der Verbesserung der Energieeffizienz, Langzeitstabilität und Filterperformanz von Membran-Filterprozessen. In einem Bottom-up-Ansatz werden innovative Konzeptionen der Wasserfiltration basierend auf nanofunktionalisierten Membranen integriert. Neueste Entwicklungen im Umfeld der polymerbasierten Membrane, Oberflächenbehandlung und Biofunktionalisierung werden aufgegriffen und weiterentwickelt, um eine neue Membran mit verbesserter Permeabilität und höherer Selektivität zur Produktion von Trinkwasser herzustellen. Gefiltert werden insbesondere Viren und Medikamentenrückstände, z. B. Diclofenac.

Am ITWM wird mit der Modellierung der Membraneigenschaften auf Nano-Skalen gestartet. Molekulare Modellierung kann Struktur-Eigenschafts-Beziehungen aufdecken für Zeta-Potenziale und Strömungspotenziale; beide Eigenschaften sind experimentell nur schwer zugänglich, bestimmen aber wesentlich die Filtrationseigenschaften von Membranen. Unter Ausnutzung geeigneter molekularer Korrelationen werden Wand-Rheologie-Modelle entwickelt, die anschließend auf Mesoskalen als Randbedingungsmodelle in Strömungstransport- und Partikel-Anlagerungssimulationen verwendet werden. Auf dem Makro-Level, dem Modul-Level, werden von der ITWM-Abteilung Strömungs- und Materialsimulation auf Basis der Mesomodellierung die Key Performance Indicators (KPI) der Wasserfiltration berechnet. Aus technologischer Sicht sind dies Energieverbrauch, Fouling und Filtereffizienz (Selektivität). Zur Unterstützung der Kommerzialisierung der entwickelten Membrane werden die KPIs erweitert durch empirische Kosten- und Risiko-Bewertungen. Da all diese Qualitäts- und Kostenmaße nicht gleichzeitig optimiert werden können, wird das Konzept der Pareto-Optimalität (bestmögliche Kompromisse) genutzt und ein komplettes Entscheidungsunterstützungs-Werkzeug aufgebaut.

**1 + 2** Membran (links) und Fluss-Simulation mit atomistisch charakterisierten Randbedingungen auf Membranoberfläche (rechts)

**3** Wasserfluss in atomarer Auflösung durch Membranpore mit 3 Diclofenac-Molekülen





---

**Stefanie Grimm, Dr. Jörg Wenzel, Dr. Gerald Kroisandt, Prof. Dr. Ralf Korn,  
Dr. Johannes Leitner, Dr. Peter Ruckdeschel, Dr. Christina Erlwein-Sayer,  
Dr. Bernhard Kübler, Dr. Sascha Desmettre, Dr. Roman Horsky, Dr. Tilman Sayer**



---

# FINANZMATHEMATIK

## ▪ OPTIONSBEWERTUNG

Bewertungsformeln und Algorithmen zur Preisberechnung

## ▪ KREDITRISIKO UND STATISTIK

Validierung und Weiterentwicklung von Ratingverfahren

## ▪ PORTFOLIO-OPTIMIERUNG

Bestimmung von Risikokennzahlen und Riskomanagement großer Portfolios

## ▪ ZINSMODELLE

Entwicklung von Zinsmodellen, insbesondere für Niedrigzinsphasen

## ▪ VERSICHERUNGSMATHEMATIK

Simulation und Optimierung von Asset-Liability-Managementstrategien

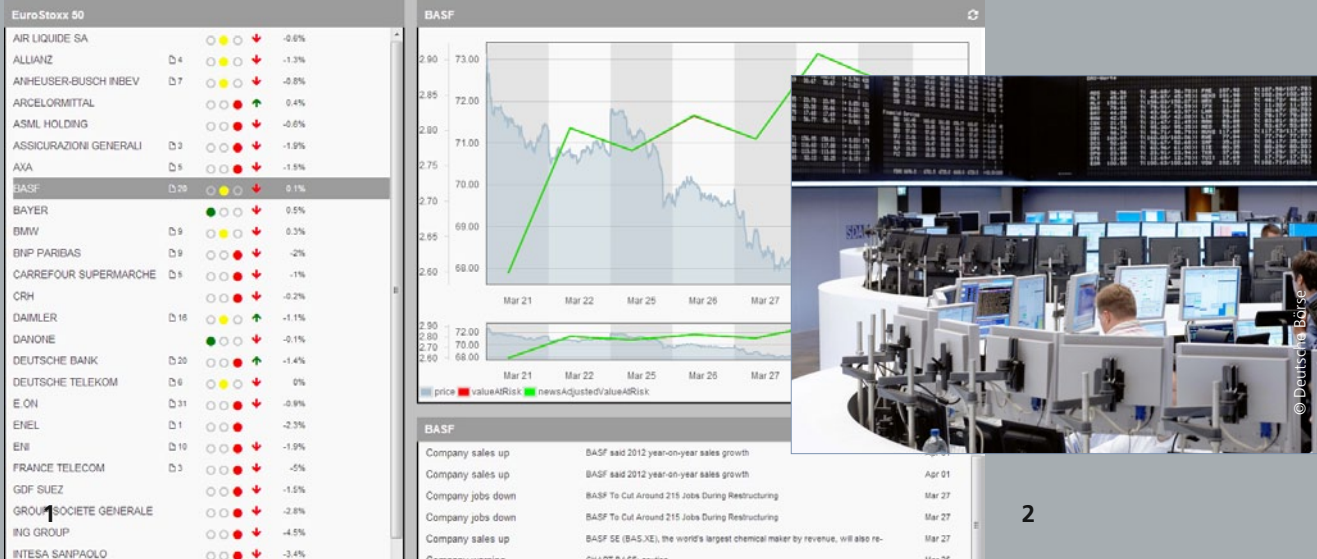




Die Abteilung Finanzmathematik liefert moderne Lösungen zu Problemstellungen, die sich bei der Entwicklung, Analyse und numerischen Umsetzung mathematischer Modelle für den Finanz- und Versicherungsbereich ergeben. Wir stützen uns auf neueste Ergebnisse der finanzmathematischen und statistischen Forschung, um Konzepte, Algorithmen, Modelle und Softwarelösungen für die Finanz- und Versicherungsindustrie ganzheitlich zu entwickeln. Wie schon in den Vorjahren stammen aktuelle Herausforderungen mehr und mehr aus den Bereichen Risikokontrolle und -management. Hier stand im Jahr 2013 die Arbeit in den beiden Forschungsprojekten »News Optimized Risk Management« (NORM) und »Robust Risk Estimation« im Vordergrund. Das NORM-Projekt wurde 2013 abgeschlossen; als ein Ergebnis ist nun eine Demo-Anwendung im Internet verfügbar. Außerdem konnten wir ein mehrjähriges Industrieprojekt zur Umsetzung der Richtlinien für OGAW-Fonds in einer Verwaltungsgesellschaft beenden.

Die Akquise neuer Industrieprojekte gestaltete sich im Jahr 2013 schwierig. Dies führen wir einerseits auf die zunehmende Risikoaversion in der Finanzbranche zurück als auch auf eine gewisse Sättigung bezüglich immer neuerer und ausgefeilterer Aktien- und Zinsmarktmodelle. Andererseits ergeben sich durch neue regulatorische Anforderungen für die Abteilung auch neue Geschäftsfelder. Dies betrifft Themen wie die Messung von Liquiditätsrisiken, Management der Risiken kompletter Firmenportfolios oder aber die Untersuchung auf Verdachtsmomente von Unregelmäßigkeiten. Auch in der Versicherungswirtschaft entstehen durch die derzeitige Niedrigzinspolitik neue Aufgabenstellungen im Bereich Asset-Liability-Management. Daher verstärken wir unsere Akquisetätigkeit auf diesen Gebieten. Unterstützend hierzu konnte ein gemeinsames WISA-Projekt mit dem Fraunhofer SCAI zum Thema »Stochastische Modellierung und numerische Simulation für das Risikomanagement von Versicherungsunternehmen« eingeworben werden. Die bewährte Zusammenarbeit mit Partnern wie der R+V Versicherung, der teckpro AG und der Landesbank Baden-Württemberg wurde fortgeführt.

Lokal wurde ein Projekt mit der Kreissparkasse Kaiserslautern erfolgreich abgeschlossen, aus dem sich auch Potenzial für eine weitere Zusammenarbeit ergibt. Mehrere öffentlich geförderte Projekte konnten planmäßig fortgesetzt werden. Dies betrifft das vom BMU geförderte Projekt »Quantifizierung des geothermischen Fündigkeitsrisikos« (GEOFÜND) sowie das vom BMBF geförderte Projekt »Energieeffiziente Simulationsbeschleunigung für Risikomessung und -management« (ESR). Gemeinsam mit der TU Kaiserslautern wurde das von der DFG geförderte Projekt »Regime-Switching Models in Finance: Statistics and Optimization« eingeworben und gestartet. Schließlich wurden auch zwei Promotionen erfolgreich abgeschlossen.



## NACHRICHTENOPTIMIERTES RISIKOMANAGEMENT

Nachrichten bewegen Märkte. Im EU-Projekt Nachrichtenoptimiertes Risikomanagement (NORM) entwickelte und implementierte die Abteilung ein dynamisches Verfahren, das finanzwirtschaftliche Nachrichten in die Berechnung von Marktpreisrisiken integriert. Unsere Kooperationspartner sind der niederländische Softwarespezialist SemLab und das englische Beratungsunternehmen OptiRisk. Vor allem für die kurzfristige Risikoprognose liefern Nachrichten einen wichtigen Erklärungsbestandteil. Gerade in Zeiten unruhiger Finanzmärkte wird immer wieder deutlich, wie stark Nachrichten die Entwicklungen auf Finanzmärkten beeinflussen. Etablierte Verfahren zur Risikoanalyse stützen sich oft nur auf historische Kursinformationen und vernachlässigen verfügbare Informationen aus zusätzlichen Quellen wie etwa Nachrichten-Streams. Diese retrospektive Risikoeinschätzung ist damit nicht adäquat für die Einschätzung aktueller und zukünftiger Risiken. Ausgangspunkt für die Entwicklung eines statistischen Modells ist der empirische Befund, dass das Auftreten von Nachrichten signifikant mit der Volatilität von Aktienrenditen korreliert ist. Die Volatilität wiederum geht direkt in die Berechnung des Standardrisikomaßes Value at Risk (VaR) ein.

Der NORM-Ansatz verknüpft historische Kursdaten und Nachrichten aus einem News-Stream und stellt ein Modell für die Entwicklung der bedingten Volatilität auf. Hierfür verwenden wir ein sogenanntes GJR-GARCHX(1,1)-Modell mit folgenden Eigenschaften:

- Integration von Nachrichten
- Differenzierung zwischen positiven und negativen Nachrichten
- Volatilitäts-Clustering
- Volatilitäts-Asymmetrie
- Fat tail

Die Validierung des Modells mit entsprechenden Backtests lieferte gute Ergebnisse. Als Proof-of-Concept-Anwendung wurde ein übers Internet zugängliches Tool implementiert. Diese Demo-Version findet sich unter [www.semlab.nl/portfolio-item/news-based-var](http://www.semlab.nl/portfolio-item/news-based-var). Aus dem Euro Stoxx 50 Aktienindex kann hierbei eine Aktie ausgewählt werden. Deren VaR mit einer Halte-dauer von einem Tag wird dann sowohl auf traditionelle Weise als auch mit dem nachrichten-adjustierten NORM-Ansatz ausgegeben.

1 Webtool

2 Aktienhändler an der Deutschen Börse

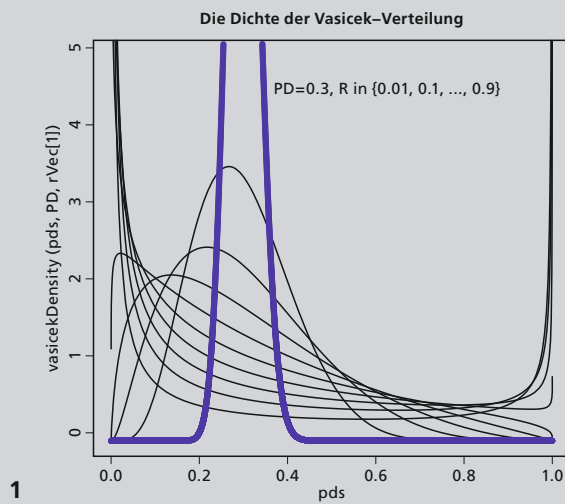
The Eurostars Programme is powered by EUREKA and the European Community



GEFÖRDERT VOM







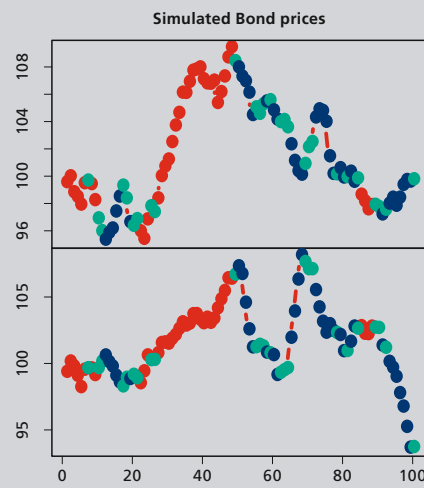
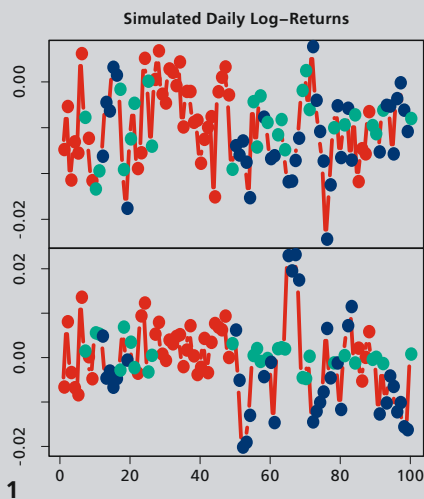
## EVALUIERUNG VON RISIKOGEWICHTEN

1 Ein Ansatz zur Modellierung von Ausfall-Korrelationen basiert auf der Vasicek-Verteilung

Im Zuge der Veränderungen in der Bankenregulierung, insbesondere Basel II (seit 2007) und Basel III (seit 2014) sind viele Kreditinstitute und Finanzdienstleister aufgefordert, ihr Risikomanagement zu verbessern. Dieser Prozess reicht von der Datenerfassung über die Risiko-Modellierung und statistische Auswertung bis in die Bilanzierung und das Risiko-Reporting.

Der Ansatz in der Solvabilitätsverordnung (SolvV) zielt darauf ab, bei einzelnen Positionen nicht nur deren individuelles Ausfallrisiko (z. B. in Form eines zu erwartenden mittleren Verlusts) zu berücksichtigen, sondern auch dem aus korrelierten Ausfällen resultierenden Risiko Rechnung zu tragen. Ausfallkorrelationen führen z. B. dazu, dass Verluste wesentlich stärker über verschiedene Jahre hinweg schwanken können, als dies unter einer Unabhängigkeitsannahme zu erwarten wäre. Dies stellt ein großes Problem bei der Bewertung von Kreditportfolien, der Bestimmung des benötigten Risikokapitals und der gegebenenfalls nötigen Risikovorsorge dar. Da weder die Ausfallwahrscheinlichkeiten bekannt sind – sondern nur mithilfe von Ratingverfahren geschätzt werden können – noch die Ausfallkorrelationen zur Verfügung stehen, für deren akkurate Schätzung wesentlich mehr historische Daten benötigt werden und es darüber hinaus zweifelhaft ist, inwieweit historische Daten in einem sich dynamisch verändernden wirtschaftlichen Umfeld überhaupt zur Extrapolation und Abschätzung zukünftiger Risiken verwendet werden können, handelt es sich beim Risikomanagement um eine hohe Kompetenz, großes Augenmaß und Integrität erfordernde Aufgabenstellung. Risikogewichte stellen, verglichen mit der Summierung der Einzelrisiken unter Unabhängigkeitsannahmen, eine wesentliche Verbesserung der Risikoabschätzung eines Kreditportfolios dar.

Im Rahmen eines Projekts beschäftigten wir uns mit der Darstellung der Grundlagen zur Bestimmung solcher Risikogewichte. Hierzu gehören insbesondere Verfahren aus der Stochastik, welche die Aggregation abhängiger Zufallsexperimente erlauben. Darüber hinaus wurde in einer Verfeinerung des bei dem Kunden derzeit im Einsatz befindlichen Risikoklassifizierungssystems eine teilweise Neubestimmung der Risikogewichte vorgenommen. Abschließend wurden die neu ermittelten Risikogewichte validiert.



## REGIMESWITCHING IN FINANZMARKTMODELLEN: STATISTIK UND MODELLWAHL

Die Möglichkeit eines Wechsels zwischen unterschiedlichen Zuständen (Regimes) wird in Finanzmarktmodellen immer wichtiger. Man geht davon aus, dass Modellparameter im Zeitablauf nicht konstant sind, sondern vielmehr zwischen unterschiedlichen Zuständen wechseln können. Diese Regimewechsel werden im Modell von einer Markovkette getrieben, die entweder zeitstetig oder diskret modelliert werden kann.

Bei Hidden Markov-Modellen (HMM) und Markov Switching-Modellen (MSM) ist diese Markovkette nicht beobachtbar. Der momentane Zustand bzw. die Übergangswahrscheinlichkeiten müssen somit aus beobachtbaren Zeitreihen gefiltert werden. Mit diesen Filtern kann man die Parameter im jeweiligen Modell abschätzen. Für Modelle am Finanzmarkt repräsentiert der Zustand der Markovkette beispielsweise eine gute bzw. schlechte Marktsituation, die sich auf die Schätzung einzelner Parameter auswirkt. Wenn z. B. Aktienrenditen durch ein HMM modelliert werden, kann man sich turbulente Zustände am Markt vorstellen, in denen die Volatilität der Aktien generell ein höheres Niveau annimmt. Hingegen gehen ruhigere Marktzustände mit niedriger Volatilität aber oft mit höheren mittleren Renditen einher. Diese Parameter können in den vorliegenden Modellen flexibel durch die Markovkette getrieben werden.

Im DFG-Projekt »Regimeswitching in zeitstetigen Finanzmarktmodellen: Statistik und problem-spezifische Modellwahl«, das die Abteilung Finanzmathematik gemeinsam mit dem Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern im Zeitraum 2012-2015 bearbeitet, fand im November ein internationaler Workshop statt. Der Workshop »Regime-switching models in Finance: Statistics and Optimization« umfasste sowohl Vorträge zu Problemen des Filterns, Algorithmen zur Parameterschätzung und deren Robustifizierung, Modellwahl und Clustering, Analyse von Change Points als auch die Modellierung von Aktienallokation und Portfoliooptimierung.

Die Veranstaltung bot der Forschungsgemeinschaft eine gute Gelegenheit, sich auszutauschen, neue Ideen vorzustellen und weiterführende Lösungsansätze zu ermitteln. Auch Industrieteilnehmer konnten sich über den aktuellen Stand der Forschung informieren und ihre eigenen Anwendungen und Fragestellungen vortragen.

1 *Simulierte Daten aus einem Hidden Markov Model, wie es Gegenstand des Workshops war, mit zweidim. Beobachtungen (oberes/unteres Panel) und drei Zuständen (rot, grün, blau)*





---

Dr. Klaus Dreßler, Dr. Nikolaus Ruf, Steffen Polanski, Dr. Sascha Feth, Sonja Baumann, Christine Rauch, Dr. Peter Cesarek, Dr. Michael Burger, Michael Roller, Michael Kleer, Dr. Michael Speckert, Dr. Eder Santana Annibale, Thorsten Weyh, Thomas Halfmann, Martin Obermayr, Alexander Lemken, Christoph Mühlbach, Dr. Andrey Gizatullin, Fabio Schneider, Axel Gallrein, Thomas Stephan, Dr. Sebastian Seifen, Ekaterina Kruglova, Dr. Clément Zémerli, Eduardo Pena Vina, Tim Rothmann, Michael Horcicka, Dr. Stefan Steidel



---

# MATHEMATISCHE METHODEN IN DYNAMIK UND FESTIGKEIT

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

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

- **SYSTEMSIMULATION IN DER FAHRZEUGENTWICKLUNG**

Reifen-, Boden- und Fahrermodelle

- **NICHTLINEARE STRUKTURMECHANIK**

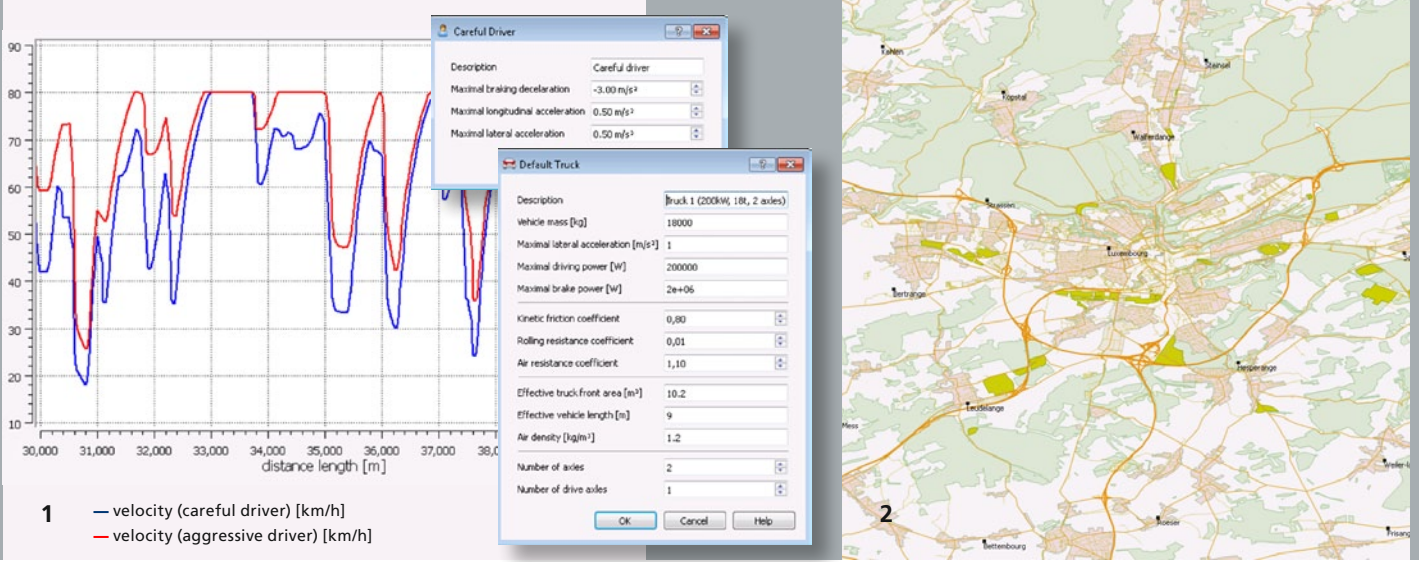
Simulation stark deformierbarer Komponenten und Strukturen wie Reifen, Elastomer- und Hydrolager, Luftfedern, Kabel, Schläuche





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

Im Fraunhofer-Innovationscluster Digitale Nutzfahrzeugtechnologie/Fahrzeug-Mensch-Umwelt ([www.nutzfahrzeugcluster.de](http://www.nutzfahrzeugcluster.de)) trägt die Abteilung MDF die Gesamtkoordination und bearbeitet mit den Industriepartnern Bosch, BPW, Daimler, GoodYear, John Deere, Liebherr und Volvo die Teilprojekte Nutzungsvariabilität, Energieeffizienz, on-board-Simulation, Reifen- und Bodensimulation und Strukturmechanik. Unser georeferenziertes Informations- und Analysesystem Virtual Measurement Campaign VMC<sup>®</sup> ermöglicht die systematische Analyse der Nutzungsvariabilität von Fahrzeugen auf Basis georeferenzierter Daten. Dadurch wird die Herleitung von Bemessungsgrundlagen für die Zuverlässigkeit und die Optimierung weiterer Größen wie Energieeffizienz und Kraftstoffverbrauch auf eine neue Grundlage gestellt. Auch bei der Betriebsfestigkeitsfreigabe von Bauteilen spielen statistische Methoden eine zentrale Rolle. Hierzu wird in der Abteilung das Softwaresystem JUROJIN zum statistisch abgesicherten Nachweis der Bauteilfestigkeit entwickelt. In der System- und Fahrzeugentwicklung gilt es, die physikalischen Systemeigenschaften frühzeitig und in verschiedenen Phasen des Entwicklungsprozesses rechnerisch zu simulieren, um Konstruktionsstände bewerten, verbessern und absichern zu können. Immer wichtiger wird die Möglichkeit der hybriden und interaktiven Simulation, um elektronische Steuergeräte und den Fahrer realistisch in die Berechnung einbeziehen zu können. Wir arbeiten an der Weiterentwicklung und Anwendung von Methoden der Mehrkörpersimulation und der Simulation gekoppelter physikalischer Systeme. Dabei entwickeln wir Verfahren zur invarianten Systemanregung, zur Reifensimulation (CDTire), zur Boden und Materialsimulation sowie zur Simulation stark deformierbarer Strukturen wie Elastomerlager, Kabel und Schläuche (IPS Cable Simulation). Besonderes Highlight war 2013 die Inbetriebnahme unseres interaktiven Fahrsimulators RODOS<sup>®</sup>. Das System ist auf Basis eines Industrieroboters mit 1000 kg Nutzlast konzipiert. Innerhalb eines sphärischen Projektionsdomes mit 10 m Durchmesser wird eine nahtlose Projektion einer interaktiven Szene erzeugt. Die dafür verantwortlichen 18 Projektoren sind so synchronisiert und in ihrem Bild angepasst, dass eine aktive Stereoprojektion eine realistische Wahrnehmung gewährleistet. Das System wird jetzt in Projekten zur Entwicklung von Fahrermodellen, zur Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstelle sowie zur Entwicklung und Absicherung von Assistenzsystemen eingesetzt.



## LORRY – ENTWICKLUNG VON LKW-REIFEN MIT NIEDRIGEM ROLLWIDERSTAND

Seit Ende 2012 wird am ITWM das europäische FP7-Förderprojekt LORRY bearbeitet. Koordiniert wird es von Goodyear; zum Konsortium gehören zehn weitere Partner aus sieben EU-Ländern. Das Ziel des Projektes ist die Verringerung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks von Lkw durch die Entwicklung neuartiger Reifen mit 20 % geringerem Rollwiderstand, was einer Reduktion von 5 % Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen entspricht. Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck ist dabei ein Maß für den Gesamtbetrag von CO<sub>2</sub>-Emissionen, die in den unterschiedlichen Stadien des Lebenszyklus eines Produkts entstehen.

Neben der Reifenentwicklung ist der Nachweis der Reifenqualität anhand realer Messungen ein weiterer Hauptbestandteil des Projektvorhabens. Dieser erfolgt über Flottenfahrzeugmessungen eines im Projekt beteiligten Logistik-Unternehmens und eines Anbieters von Telematiklösungen. Zu den Aufgaben des ITWM zählen einerseits die Planung der Flottenmessungen sowie die Durchführung der statistischen Auswertungen der erfassten Messdaten. Darüber hinaus wird die existierende Methodik der VMC-Software dahingehend erweitert, dass auch eine Vorhersage des Rollwiderstandes für bestimmte Kunden in bestimmten Märkten möglich sein wird. Es gibt inhaltlich einen starken Bezug zur ITWM-Software Virtuelle Messkampagne VMC®, die u. a. in Zusammenarbeit mit den Lkw-Firmen DAF, Daimler, MAN, Volvo und Scania entwickelt wurde. VMC ermöglicht die systematische Analyse der Nutzungsvariabilität von Fahrzeugen auf Basis georeferenzierter Daten. In Verbindung mit Fahrzeug- und Fahrermodellen können damit Messfahrten von beliebiger Länge am Rechner simuliert werden. Ziel ist dabei auch die verbesserte Planung von realen Messkampagnen und die Übertragbarkeit existierender Daten von einer Region auf eine andere, um so vorhandene Daten auch für andere Märkte nutzbar zu machen.

Neben der Kompetenz im Bereich der Modellierung der Nutzungsvariabilität spielt das Thema Reifenmodellierung eine zentrale Rolle im Rahmen der LORRY-Aktivitäten. Am ITWM wird in diesem Umfeld die Software CDTire ständig weiterentwickelt. Es handelt sich dabei um eine Familie von strukturmechanischen Reifenmodellen mit unterschiedlicher Modellierungsdetaillierung von Gürtel, Seitenwand und Lauffläche, um für verschiedene Anwendungen die jeweils optimale Kombination aus Genauigkeit und rechnerischem Aufwand anzubieten. Aktuell wird in einem gemeinsamen Projekt mit Goodyear ein MKS-Reifenmodell basierend auf CDTire-Technologie hinsichtlich der Handhabung von Rollwiderstand und Abrieb erweitert.

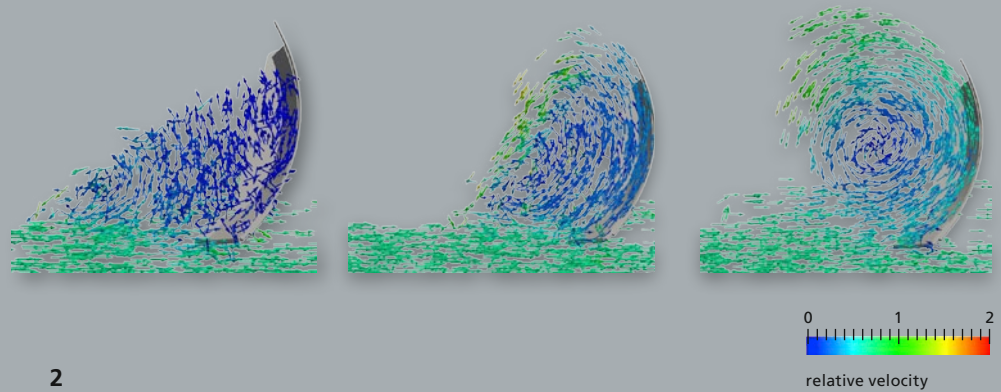
1 Virtuelle Messfahrt abhängig von Fahrer- und Fahrzeugmodellen

2 Visualisierung georeferenzierter Daten





© Liebherr



## BESTIMMUNG DER KRÄFTE BEI DER BODEN-BEARBEITUNG

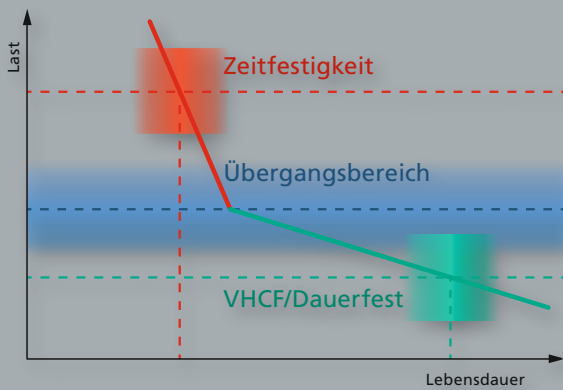
1 *Materialfluss vor einem Planierschild im Feldversuch*

2 *Materialfluss in der Simulation mit*  
 a) *kohäsionslosen*  
 b) *adaptiv-kohäsivem und*  
 c) *konstant-kohäsivem Material*

Bereits seit einigen Jahren wird die Partikelsimulation (DEM) am ITWM erfolgreich für die Vorhersage von Kräften bei der Bodenbearbeitung eingesetzt. Dabei wird eine Simulationsmethode, die eigentlich das mikromechanische Materialverhalten abbildet, zur Simulation von makroskopischen Effekten verwendet. Die einzelnen Partikel bilden dann nicht mehr einzelne Körner des realen Materials ab; statt dessen werden die makromechanischen Eigenschaften so eingestellt, dass sie dem realen Material entsprechen.

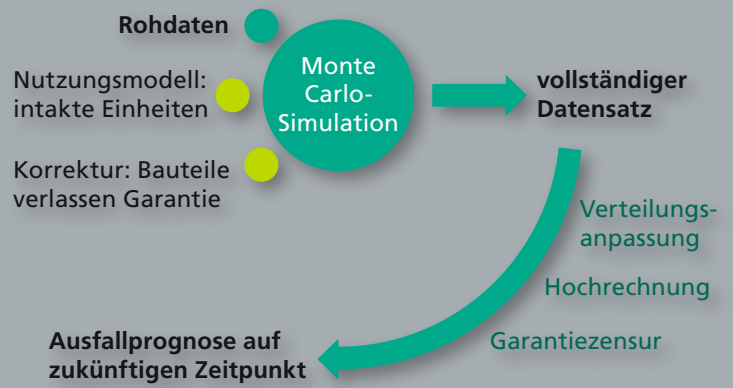
In der Praxis spielen vor allem kohäsive Materialien eine wichtige Rolle. Die Kräfte bei der Bodenbearbeitung steigen bei kohäsivem Material teilweise um mehr als das Dreifache gegenüber kohäsionslosem Material. Eine aktuelle Erweiterung des Simulationsmodells dient der Abbildung dieses Effekts. Makroskopische Kohäsion von granularen Materialien und natürlichem Boden wird von unterschiedlichen mikromechanischen Effekten, wie z. B. der Kapillarkohäsion, verursacht. Die Wirkung dieser Effekte auf das Schüttgutverhalten hängt unter anderem von der Korngröße ab. Unabhängig von der Ursache zeigt sich die Kohäsion des Bodens durch eine erhöhte Scherfestigkeit, vor allem bei kleinen Drücken. Die Modellierung der Kohäsion in der Partikelsimulation orientiert sich nicht an deren (mikroskopischer) Ursache, sondern an der makroskopischen Wirkung. Bei der Auswertung von Großversuchen an einem Schild einer Planierdrape stellte sich zudem eine Abhängigkeit der auftretenden Kohäsion vom Spannungsverlauf heraus. In Bereichen mit hohem Druck baute sich eine stärkere Kohäsion auf als in Bereichen mit niedrigem Druck. Das implementierte Modell für die Kohäsion ist eine Erweiterung des bereits für kohäsionsloses Material verwendeten Modells. Mithilfe von Großversuchen an Baumaschinen konnte die Tauglichkeit zur Bestimmung der Kräfte nachgewiesen werden. Auch die Abhängigkeit der Kohäsion vom Spannungsverlauf bildet das Modell ab.

Anwendungen für die Partikelsimulation finden sich auch im Bereich der Nutzungsvariabilität. In einer Simulationsstudie wurde z. B. eine Reihe von Trajektorien zum Füllen der Schaufel eines Radladers bezüglich ihrer Komplexität für den Bediener und des Zeit- und Energiebedarfs untersucht. Dies dient der Entwicklung von Assistenzsystemen und langfristig auch dem autonomen Betrieb der Maschine. Eine wesentliche Einschränkung bei der Anwendung der Partikelsimulation im industriellen Umfeld sind die relativ hohen Rechenzeiten. In Kooperation mit der Abteilung HPC wird deshalb bereits seit zwei Jahren an einer eigenen Implementierung der Partikelsimulation gearbeitet. In Zukunft soll eine vereinfachte Implementierung der Partikelsimulation auch für Echtzeitanwendungen, wie z. B. im Simulator RODOS®, entwickelt werden.



1

2



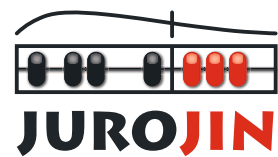
## JUROJIN – STATISTISCHE AUSWERTUNG VON BETRIEBSFESTIGKEITSVERSUCHEN

In der Abteilung wurde das Statistikprogramm Jurojin für die Planung und Auswertung von Betriebsfestigkeitsversuchen entwickelt. Methodik und Programmgestaltung orientieren sich an praktischen Problemstellungen, so dass mehrere Pkw- und Nutzfahrzeughersteller mit Jurojin bereits typische Aufgaben schneller und effizienter lösen können. Es werden Versuchspläne erstellt, die trotz geringen Stichprobenumfangs eine maximale Informationsausbeute sicherstellen. In der Regel müssen dabei keine planmäßig verlaufenen Versuchsreihen ausgewertet werden, sondern welche mit Abweichungen, z. B. ungeplant frühe Abschaltungen. Jurojin ermittelt hier adaptive und weiterführende Versuchspläne zur Kompensation. 2013 wurde die Software im Rahmen von bilateralen Projekten stark erweitert.

Bei zyklischen Bauteilbelastungen (Wöhlerversuche) ergibt sich bei mittleren bis hohen Lasten ein linearer Zusammenhang im doppellogarithmischen Maßstab, Zeitfestigkeit genannt. Bei niedrigen Lasten beobachtet man oft ein Abknicken der Gerade auf einen fast horizontalen Verlauf. In diesem Dauerfestigkeitsbereich werden Lasten theoretisch »unendlich oft« (d. h. über eine Million Zyklen) ertragen. Klassisch wird hier eine Regression in Lastrichtung, also orthogonal zur Zeitfestigkeitsregression, für die Information {Bauteil fällt aus/Bauteil ist dauerfest} durchgeführt. Diese Orthogonalität führt zu Informationsverlust: Zeit- und Dauerfestigkeitsdaten müssen getrennt ausgewertet werden. Motiviert durch Fragestellungen der Robert Bosch GmbH wurde ein neues stochastisches Modell entwickelt, in dem beide Bereiche in Zyklenrichtung interpretiert werden, wobei Dauerfestigkeit als VHCF-Grenzfall (very high cycle fatigue) erscheint. Zufallsvariablen regeln den Übergangsbereich und die Streuung der Zeitfestigkeit. In Jurojin können nun alle Informationen effizient in die simultane Parameterschätzung einfließen, inklusive einer automatisierten Auswahl der optimalen Modellkomplexität. Neben der Bewertung von neuen Komponenten im Entwicklungsprozess lassen sich in Jurojin auch Garantiedaten von Serienbauteilen analysieren. Diese Rohdaten enthalten meist nur reklamierte Bauteile und weisen keine Informationen über Laufleistungen intakter Bauteile auf. Eine Prognose auf dieser Basis wäre zu pessimistisch. Sobald im Laufe der Zeit die ersten Bauteile die Garantiephase verlassen, werden deren Defekte nicht mehr vollständig an den Hersteller gemeldet. Nun wäre eine Prognose zu optimistisch. In einem Projekt mit Liebherr wurden diese Unvollständigkeiten (Missing Data) modelliert und eine korrigierte Likelihood-Funktion entwickelt. Gemeinsam mit einem Nutzungsmodell der intakten Einheiten nutzt Jurojin eine Monte-Carlo-Simulation zu Berechnung eines statistisch vollständigen Datensatzes, auf dessen Basis die Hochrechnungen durchgeführt werden. Zuverlässige Ausfallprognosen für zukünftige Zeitpunkte sind damit insbesondere auch in frühen Phasen der Garantiedatenerhebung möglich.

1 *Kombiniertes Wöhlermodell*

2 *Missing Data Situation bei Garantiedaten*







Dr. Franz-Josef Pfreundt, Sabine Müller, Dr. Rui Mário da Silva Machado, Dr. Dominik Michel, Frauke Santacruz, Kathrin Fuchss Portela, Dr. Norman Ettrich, Matthias Klein, Ely Wagner Aguiar de Oliveira, Dr. Abel Amirbekyan, Dr. Mirko Rahn, Matthias Deller, Alexander Petry, Dr. Leo Nesemann, Dr. Javier Lechuga Garcia, Egor Derevenetc, Bernd Lietzow, Dr. Matthias Balzer, Kai Krüger, Dr. Tiberiu Rotaru, Dr. Pawan Kumar, Sven Breuner, Dr. Dimitar Stoyanov, Bernd Schubert, Lena Oden, Dr. Martin Kühn, Dr. Valeria Bartsch, Clemens Koch, Christian Mohrbacher, Bernd Lörwald



---

# **COMPETENCE CENTER HIGH PERFORMANCE COMPUTING**

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





Leistungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Industrien hängen mehr und mehr davon ab, effizient immer detailliertere Simulationsrechnungen durchführen zu können. Die Entwicklung neuer Funktionsmaterialien, die Optimierung von Maschinen und Abläufen, die Steuerung komplexer Systeme oder das Erkennen von Strukturen in großen Netzwerken: Praktisch kein Wirtschaftszweig kann auf den Einsatz leistungsfähiger Rechner verzichten. Dabei steigen die Anforderungen ständig: Immer genauere Modelle fordern umfangreichere Rechnungen und immer mehr und immer genauere Sensoren erzeugen immer mehr Daten. Das Competence Center für High Performance Computing beschäftigt sich in enger Zusammenarbeit mit verschiedenen industriellen und akademischen Partnern mit der Frage, wie die immer komplexer werdenden Prozessoren und Parallelrechner effizient genutzt werden können und stellt neben Werkzeugen zum Umgang mit Supercomputern auch komplette Softwarelösungen her.

Das Global Address Space Programming Interface (GPI) folgt einem Programmiermodell, das sehr gut für die Programmierung skalierender paralleler Software geeignet ist, also Software, die ein Problem bei Bereitstellung von mehr Ressourcen tatsächlich schneller löst. Kritische Teile großer relevanter Applikationen aus verschiedenen Bereichen der Industrie profitieren stark vom Umstieg auf das durch GPI geförderte Modell eines globalen Speichers und asynchroner Kommunikation. Aufbauend auf GPI und unter Berücksichtigung und Weiterentwicklung von Paradigmen aus dem Cloud-Umfeld entwickelt das CC HPC die Entwicklungsplattform und Laufzeitumgebung GPI-Space. Es handelt sich dabei um ein Werkzeug, das die Entwicklung und fehlertolerante Ausführung paralleler Software erheblich vereinfacht und für Big Data-Anwendungen prädestiniert ist. Sowohl Seismik-Anwendungen als auch GPI-Space nutzen zur Datenspeicherung bevorzugt das ebenfalls am CC HPC entwickelte parallele Dateisystem FhGFS. Es zeichnet sich durch einfache Bedienbarkeit und überlegene Performance und Skalierbarkeit aus. Die Nutzerbasis hat sich erneut vergrößert und sowohl Leistungsumfang als auch Geschwindigkeit wurden im letzten Jahr nochmals verbessert. Last but not least beschäftigt sich das CC HPC mit dem Management der Energiewende. Prinzipielles Ziel ist dabei, die fluktuierende Produktion der erneuerbaren Energien zu managen. In den Projekten mySmartGrid und myPowerGrid werden Themen wie die zeitliche Entkoppelung von Energieerzeugung und Energieverbrauch, Verbrauchsprognose und -verlagerung, Optimierung des Eigenverbrauches sowie das netzdienliche Management verteilter Batteriesysteme behandelt. Viel Wissen über die Konstruktion und die Steuerung komplexer IT-Systeme fließt ein in die Verfolgung des Ziels einer sicheren, ökologischen und wirtschaftlichen Energieversorgung. Green by IT ist so zu einem neuen wachsenden Geschäftsfeld der Abteilung geworden.



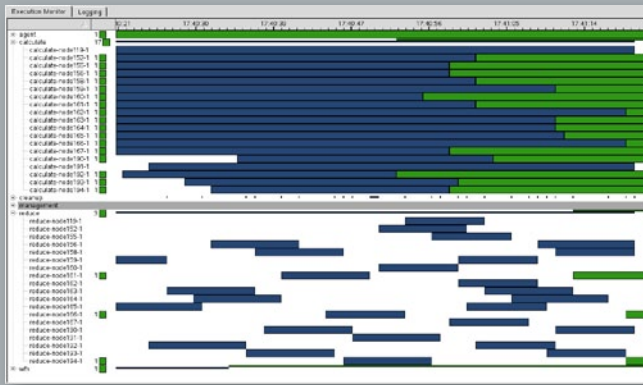
## SEISMISCHE TIEFENMIGRATIONSVERFAHREN IN DER PRAXIS

In den vergangenen Jahren hat sich das Competence Center High Performance Computing in ihrem Geschäftsfeld angewandte Seismik auf die Entwicklung und Implementierung seismischer Verfahren zur Tiefenmigration konzentriert. Diese erlauben es, aus den registrierten seismischen Signalen strukturelle Abbilder des Untergrundes zu errechnen, in denen Erdöl/Erdgas-Lagerstätten identifiziert werden können. Tiefenmigrationen sind besonders rechenzeitintensiv und somit ein ideales Betätigungsfeld für eine Forschungsgruppe, die über Kenntnis in der Fachdisziplin Geophysik und in der Mathematik verfügt und zu ihren Kernkompetenzen die Implementierung von Verfahren zählt, die sowohl in ihrem numerischen Kern als auch in ihrer Peripherie auf großen Rechenanlagen parallel, skalierbar und effizient ausführbar sein müssen. Von modernen Migrationsverfahren wird eine hohe Abbildungsqualität auch in komplizierten Untergrundstrukturen bis in Tiefen von bis zu 15 km verlangt. Zusätzlich müssen die Migrationsergebnisse quantitativ interpretierbar sein, indem sich aus den Resultaten auf die Stärke der Reflektionskoeffizienten und damit auf die Materialkontraste im Untergrund schließen lässt. Zwei solcher Verfahren hat das CC HPC nun im Angebot. Die GRT-Migration (generalisierte Radon Transformation) erlaubt die direkte Erzeugung von sog. Winkelgathern, die die gesuchten Reflektionsstärken in Abhängigkeit vom Einfallswinkel liefern. 2013 gelang es, eine Fokussierungsanalyse zur Artefakt-freien Identifikation des Signalanteils der seismischen Daten zu entwickeln, die die Rauschanteile verlässlich unterdrückt. Verbesserte Darstellungen der Untergrundstrukturen mit exzellentem Signal-Rausch-Verhältnis werden nun erzielt. Bei unserem Kooperationspartner, der Firma Statoil, die GRT seit Jahren mitentwickelt und gefördert hat, kommt das Verfahren verstärkt zum Einsatz. Das CC HPC führt ebenfalls Serviceleistungen mit diesem Produkt durch und gewährleistet so die endgültige Überführung von GRT in die Praxis.

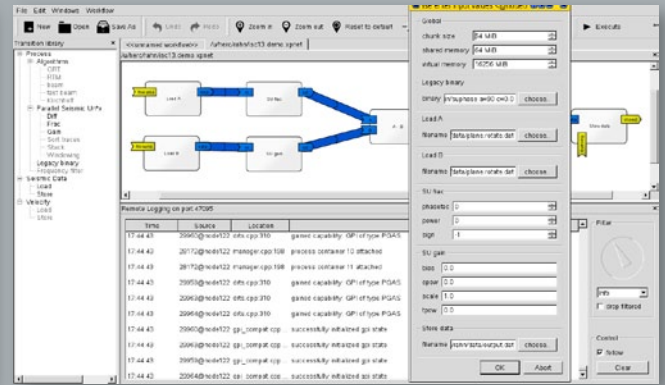
**1** *GRT-Migrationsresultat eines Datensatzes der Erdöl-industrie mit verbessertem Signal-Stör-Verhältnis*

Die RTM (reverse time migration) ist ein Wellengleichungs-basiertes Migrationsverfahren, das auch in kompliziertesten Untergrundstrukturen einsetzbar ist. Die HPC hat dieses Verfahren für isotrope und anisotrope Erdformationen durch Optimierung der Finite-Differenzen-Operatoren und durch seine Einpassung in eine Gesamtumgebung, die ein adäquates Vorbehandeln der Eingangsdaten sowie ein Nachbehandeln der Ergebnisse ermöglicht, im produktiven Einsatz. Die Integration des Verfahrens in die HPC-eigene SDPA-Umgebung (seismic development platform architecture) ist abgeschlossen, so dass eine flexible und fehlertolerante parallele Ausführung gewährleistet ist. Limitierungen auch bei großen Problemen treten nicht auf; durch Hinzunahme zusätzlicher Rechenknoten kann die Rechengeschwindigkeit praktisch beliebig gesteigert werden. Mit der Vorbereitung des Verfahrens auf elastische Wellenfeldpropagation und der ausgearbeiteten Kopplung zwischen elastischen (feste Gesteine) und akustischen (Wasser) Medien kann sehr bald eine noch größere Realitätsnähe der Modellierung erreicht werden.





1



2

## GPI-SPACE: DER NÄCHSTE SCHRITT BEI BIG DATA-ANALYSEN

1 *Momentaner Anwendungszustand als interaktives Gantt-Diagramm*

2 *Integrierte grafische Oberfläche für Entwicklung und Ausführung*

Absolute Performance und Durchsatz bei der Verarbeitung von Daten spielen für Unternehmen aus den unterschiedlichsten Bereichen eine immer größere Rolle. Die Analyse extrem großer Datenmengen erlaubt nicht nur neue Geschäftsmodelle für die Industrie, auch Forschung und Entwicklung können basierend auf fortschrittlicher Technologie neue Antworten erhalten. Personalisierte Industrie, Identifikation von Krankheitsmarkern, Genomanalysen für alle oder Prozessüberwachung für einzelne Bauteile sind hier Stichworte.

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 GPI-Space wurde in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden aus dem Bereich Öl und Gas entwickelt und befindet sich dort im Einsatz. Die grundlegenden Ideen sind aber unabhängig vom konkreten Anwendungsfall und können insbesondere dem Bereich der Big Data-Analyse neue Impulse geben. Der in GPI-Space verwendete virtuelle Speicher basiert auf schnellem internem Hauptspeicher und nicht wie in anderen Big Data-Lösungen auf langsamem externem Plattenspeicher. Allein dadurch verkürzen sich Antwortzeiten erheblich, insbesondere, wenn gleiche Daten unter mehreren Gesichtspunkten betrachtet werden sollen. Der virtuelle Speicher ist zudem unabhängig von konkreten Anwendungen und erlaubt deren einfache und direkte Kopplung. Die Laufzeitumgebung von GPI-Space ist nicht nur fehlertolerant, sondern auch voll dynamisch und erlaubt es, die Größe und Struktur der verwendeten Maschine während der Laufzeit eines Algorithmus zu verändern bzw. in verschiedenen Phasen die jeweils optimale Topologie zu verwenden. Auch das ist ein großer Vorteil gegenüber existierenden Lösungen wie Hadoop, die üblicherweise während der gesamten Laufzeit so viele Ressourcen bereithalten müssen, wie der hungrigste Teil der Anwendung benötigt. Natürlich werden Latenzen in der Laufzeitumgebung verdeckt und die Laufzeitumgebung erlaubt beliebige (existierende) Programme und Module zu einer neuen Anwendung zusammenzuführen. Angetrieben wird das Laufzeitsystem von grafischen 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. Der Workflow Interpreter von GPI-Space extrahiert automatisch alle Aktivitäten, die momentan ausgeführt werden können und übergibt diese der Laufzeitumgebung, von der sie auf die vorhandenen Ressourcen aufgeteilt und ebenfalls automatisch ausgeführt werden. Die drei Hauptkomponenten von GPI-Space – virtueller Speicher, verteilte Laufzeitumgebung und Workflow Interpreter – sind nahtlos integriert, können aber auch einzeln verwendet werden.



## KOORDINIERTE DEZENTRALE STROMSPEICHERUNG

Die volatile Erzeugung der Wind- und Solarenergie steht im Gegensatz zu der Notwendigkeit des Gleichgewichts von Erzeugung und Verbrauch innerhalb des Stromnetzes und stellt in Bezug auf Netzstabilität und Versorgungssicherheit erhebliche Herausforderungen an die Betriebsführung der Energieerzeugung. Eine Option zum Ausgleich der zukünftig immer stärker werdenden Schwankungen ist die kurzfristige Zwischenspeicherung von Energie in chemischen Speichern, etwa Lithium-Ionen-Batterien. Bereits heute werden Batteriespeicher zur Steigerung der Selbstversorgung in Privathaushalten installiert. Eine Nutzung von Stromspeichern nur unter Berücksichtigung eines einzelnen Haushalts – etwa ausschließlich zur Steigerung der Selbstversorgung mit vor Ort erzeugter PV-Energie – schöpft jedoch die Möglichkeiten der Speicher nicht voll aus und kann zuweilen sogar kontraproduktiv für die Netzstabilität sein, etwa wenn Windkraftanlagen abgeregelt bzw. konventionelle Kraftwerke angefahren werden müssen. Das Potenzial dieser Speicher kann sinnvoller genutzt werden, indem man sie nicht ausschließlich zur Steigerung der Selbstversorgung einsetzt, sondern entsprechend dem Netzzustand koordiniert ansteuert.

myPowerGrid ist ein System, das frühzeitig den Schritt zur koordinierten dezentralen Stromspeicherung ermöglicht und unter Verbindung von Gemein- und Individualnutzen eine optimal ausgelastete Betriebsführung der Speicher gewährleistet, um eine möglichst vollständige Versorgung mit erneuerbaren Energien zu erreichen. Der gemeinschaftliche Betrieb der Speicher erlaubt eine sichere, ökologisch sinnvolle und gleichzeitig wirtschaftlich optimierte Betriebsführung durch Bereitstellung vieler verschiedener Dienstleistungen für Energieversorger, Netzbetreiber und Betreiber von virtuellen Kraftwerken. Dazu gehören u. a. die Kappung von Last- und Erzeugungsspitzen (Peak-Shaving), die Anpassung der Einspeisung an Erzeugungsprognosen, die Einbindung des Speichers in regenerative Kombikraftwerke zur Bereitstellung von Ausgleichsenergie und die Einbeziehung des Stromhandels an der EEX und den Regelenergiemärkten.

Im myPowerGrid-Projekt wurde ein erstes Batteriespeichersystem zur Entwicklung der notwendigen Softwarekomponenten installiert. Beim heutigen Stand ist es bereits möglich, die Batterie – beispielsweise zur Steigerung des Eigenverbrauchs von lokal erzeugter PV-Energie, aber auch zur Aufnahme von Überschussstrom und der Senkung von Einspeisespitzen – exakt zu steuern. Darüber hinaus kommuniziert das lokale Energiemanagementsystem mit der zentralen myPowerGrid-Plattform und tauscht mit dieser Statusinformationen und Fahrpläne für beauftragte Energiedienstleistungen aus. Im nächsten Schritt des Projektes werden Batteriespeicher bei den Projektpartnern installiert und dabei die entwickelten Softwarekomponenten und die Erbringung von Energiedienstleistungen evaluiert.

**1** Versuchsaufbau des myPowerGrid-Batteriespeichersystems mit Zählerplätzen, Laderegler (oben rechts), lokalem Energiemanagementsystem und 4 kWh-Lithium-Ionen-Batteriespeicher (unten rechts)







---

# FRAUNHOFER-CHALMERS RESEARCH CENTER FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS FCC

## ▪ GEOMETRIE UND BEWEGUNGSPLANUNG

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

## ▪ COMPUTATIONAL ENGINEERING UND DESIGN

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

## ▪ SYSTEM- UND DATENANALYSE

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



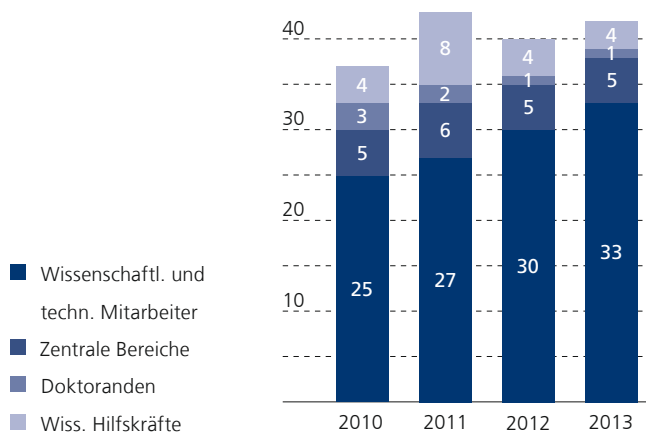
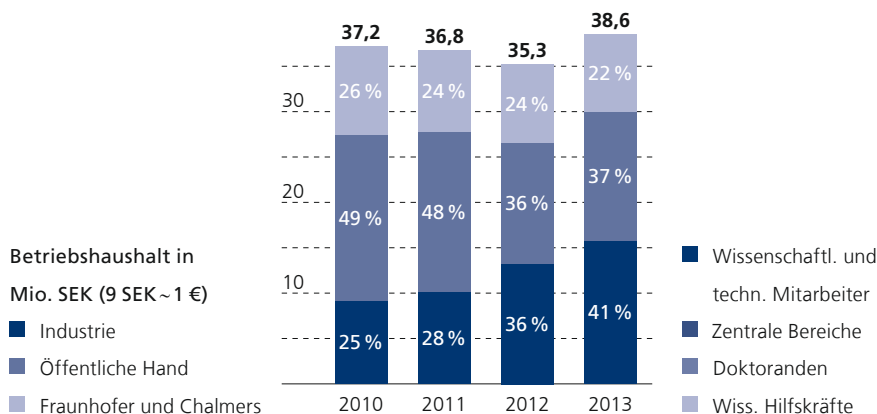
**DR. JOHAN CARLSON**  
LEITER DES FCC

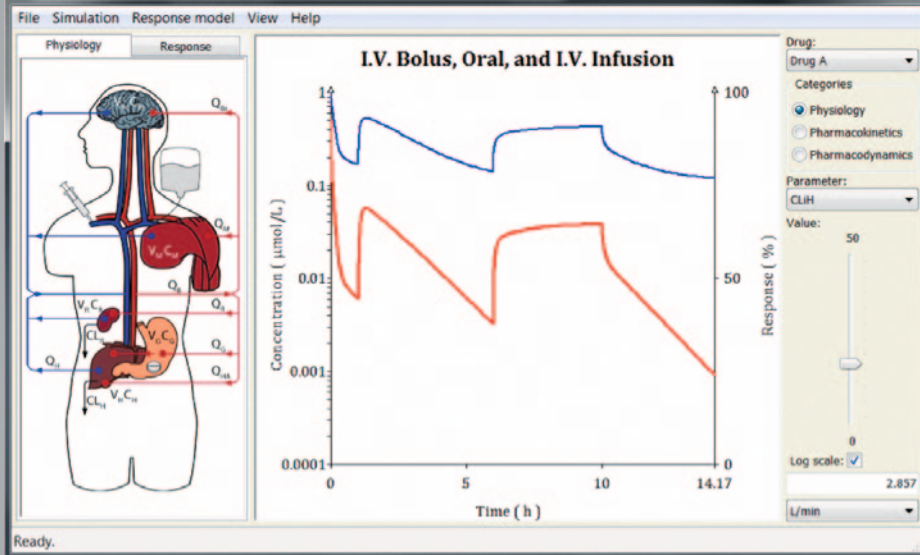


Modellierung, Simulation und Optimierung ermöglichen eine Spitzenstellung bei der industriellen Innovation von Produkten und Produktionssystemen. 2013 haben wir dies erfolgreich in 50 Projekten mit Kunden aus dem Automobil- und Fahrzeugbereich sowie der pharmazeutischen Industrie, der Holz- und Papierindustrie und der Elektronikindustrie bewiesen. Beispiele sind u. a. die Simulation von Lackierverfahren, die Optimierung von Roboterstationen und -linien, die Modellierung und die Simulation der Verteilung und Wirkung von Medikamentenverbindungen. In unseren 20 öffentlichen Projekten wurden wir von Institutionen wie der SSF, VINNOVA und der EU unterstützt. Der Umsatz weist ein befriedigendes Wachstum von fast 10 Prozent im Vergleich zum letzten Jahr auf, der Industrieanteil beträgt 41 Prozent und die Gesamtbilanz ist positiv. Mit unserer Arbeit konnten wir vor allem schwedische Kunden unterstützen, aber auch Kunden aus Deutschland, den USA, Finnland, Dänemark, Japan und Großbritannien. Jedoch ist das volle Potenzial der Mathematik in der Industrie bei weitem noch nicht ausgeschöpft, so dass wir hoffentlich 2014 und darüber hinaus mit erhöhten Anstrengungen bei Marketing und Vertrieb unser Wachstum fortführen und steigern können.

Die Möglichkeit der langfristigen Zusammenarbeit mit Fraunhofer und Chalmers ist von großem Vorteil für das FCC. Die Kooperation und der Austausch von Projekten mit dem Fraunhofer ITWM haben uns 2013 eine Vielzahl von Themen beschert wie etwa Messtechnik, Biomechanik, Ortungssysteme, Simulation flexibler Systeme, Simulation ultraschneller Elektronik und im Bereich der Genomanalyse das Next-Generation-Sequencing. Auch die Kooperation mit anderen Fraunhofer-Instituten haben wir ausgebaut. 2013 umfasste die bewährte Zusammenarbeit mit Chalmers-Zentren und -Fachbereichen Projekte und Förderanträge sowie die Betreuung von Doktoranden und Masterstudenten am Wingquist Labor, mit Schwerpunkten in der Produkt- und Produktionsentwicklung, System- und Synthetische Biologie, Fluidodynamik, Life Science Engineering.

Dr. Johan Carlson  
Leiter des FCC





## MAXSIM2 – INTERAKTIVE PHARMAKOKINETIK UND PHARMAKODYNAMIK

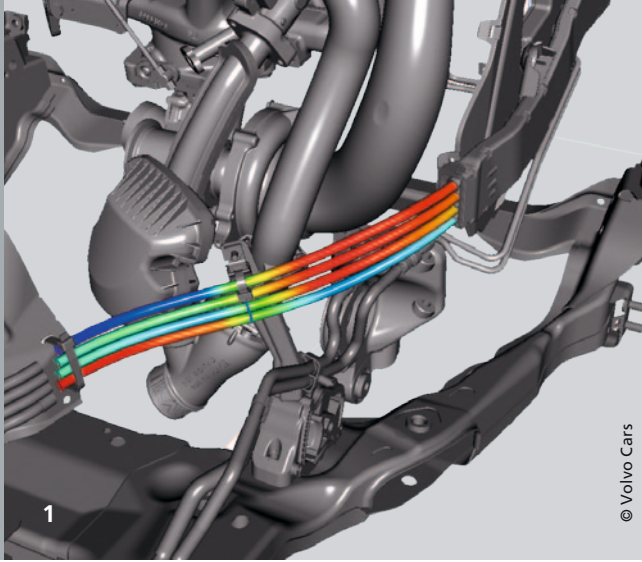
Die Untersuchung der Vorgänge im Körper nach Verabreichung eines Medikamentes wird unterteilt in Pharmakokinetik (»Wie wirkt der Körper auf das Medikament?«, also Aufnahme, Verteilung, Verstoffwechslung, Ausscheidung des Wirkstoffes) und Pharmakodynamik (»Wie wirkt das Medikament auf den Körper?«). Mathematische Modellierung und Simulation dieser Vorgänge spielen bei der Entwicklung neuer Medikamente eine immer größere Rolle. Man erhofft sich Kostensenkungen und eine schnellere Entwicklung von Medikamenten aufgrund verbesserter Versuchsanordnungen, eines verbesserten Verständnisses der Resultate und durch die Verwendung von Modellen mit höherer Vorhersagekraft. Ziel des Maxsim2-Projektes ist die Entwicklung einer Softwareplattform zur Simulation des zeitlichen Verhaltens in pharmakologischen, pharmakodynamischen und pharmakokinetischen Prozessen. Die betrachteten pharmakokinetischen Modelle sind sogenannte Compartment-Modelle oder physiologische Flussmodelle. Die Compartment-Modelle reichen von einfachen Ein-Compartment-Modellen (mit linearer oder nichtlinearer Elimination) bis hin zu stark nichtlinearen Modellen (z.B. Target-Mediated Drug Disposition Models), deren qualitatives Verhalten stark von der Dosis abhängt.

Die hieraus resultierende Software, die innerhalb des Maxsim2-Projekts entwickelt wurde, ist eine einfach handhabbare, intuitive und interaktive Anwendung für pharmakokinetische und pharmakodynamische Simulationen. Mitgeliefert wird eine Bibliothek mit geläufigen pharmakokinetischen und pharmakodynamischen Modellen, die Simulation und Interaktion mit den Modellen erfolgt über Schieberegler, anklickbare Kontrollkästchen und Zahlenfelder. Parameter wie Volumen, Abbaubarkeit, Verteilungskoeffizienten, pharmakodynamische Parameter und Parameter hinsichtlich Absorption und Dosierungsschema können geändert werden, dabei wird in Echtzeit die zeitliche Änderung der Konzentrationen und Wirkungen des Medikamentes dargestellt. Diese Interaktivität und die direkte Auswertung verschiedener »Was wäre wenn«-Szenarien vermittelt dem Benutzer ein gutes Verständnis über den qualitativen und quantitativen Einfluss verschiedener Parameter. Dieses Verständnis hat sowohl aus therapeutischer als auch aus gesundheitsökonomischer Sicht große Auswirkungen.

Maxsim2 ist ideal für Bildungszwecke und für die kommerzielle Nutzung, bei denen ein grundlegendes Verständnis von pharmakodynamischen und pharmakokinetischen Phänomenen gefragt ist. Zielgruppe sind medizinische Fachkräfte mit praktischen Kenntnissen der Pharmakokinetik und Pharmakodynamik, die keine oder begrenzte Erfahrungen in der Simulation derartiger Prozesse haben. Auch zur Zielgruppe gehören Studenten, die aus der Systemperspektive Erfahrungen in der Pharmakologie sammeln möchten. Weitere Informationen unter [www.maxsim2.com](http://www.maxsim2.com)

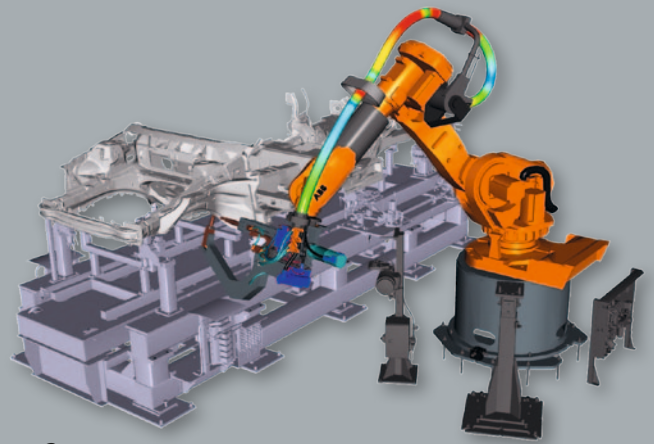
1 Die graphische Benutzeroberfläche von Maxsim2 zeigt die Simulation der Medikamentenkonzentration im Blutplasma (rot) und die Wirkungskurve des Medikamentes über die Zeit (blau) in Abhängigkeit von drei aufeinanderfolgenden Dosismengen: intravenöse Bolus, orale Gabe und intravenöse Infusion. Mit dem Schieberegler kann die Abbaurate des Medikamentes in der Leber eingestellt werden. Änderungen dieses Parameters führen zu Änderungen der Konzentrations- bzw. Wirkungskurve in Echtzeit.





1

© Volvo Cars



2

## DESIGN- UND MONTAGEANALYSE VON FLEXIBLEN KOMPONENTEN

1 *Volvo V60 D6 AWD  
Plugin-Hybrid-Hochspannungskabelsimulation*

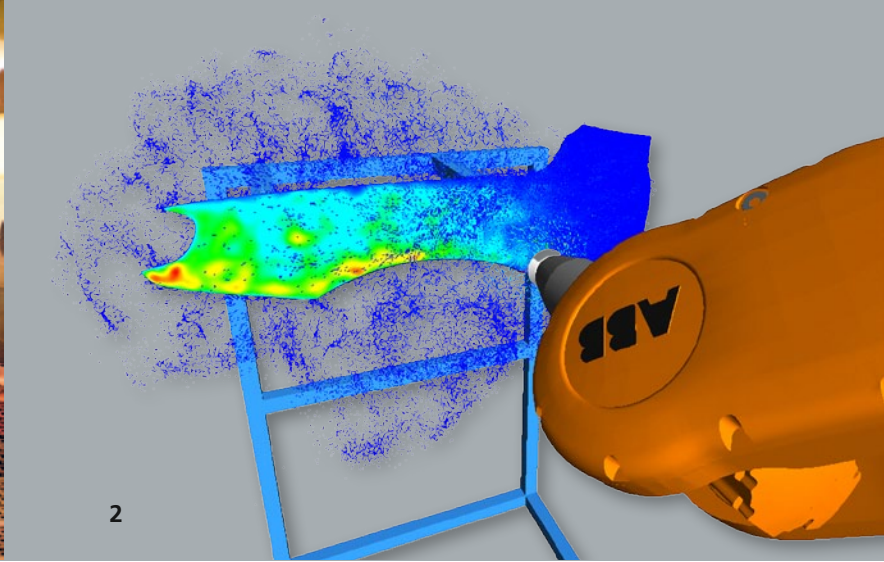
2 *Roboter mit ummanteltem Versorgungsschlauch*

Umweltfreundliche Antriebssysteme, die auf Strom und Batterietechnologie basieren, haben zu einer gestiegenen Nutzung von komplexen Kabeln und Schläuchen in Fahrzeugen geführt. Für die virtuelle Produktplanung bedeutet dies neue und grundlegende Anforderungen an Simulationen, um Design-, Montage- und Instandhaltungsleistungen zu unterstützen. Das FCC hat im VINNOVA Programm zusammen mit AB Volvo, Delphi, Volvo Cars, Opel, GM und Saab Automobile Methoden und Algorithmen entwickelt, die im IPS-Softwaretool für präzise Echtzeit-Simulationen von Kabeln und Schläuchen gebündelt sind. Die Zusammenarbeit mit der ITWM-Abteilung Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit und den Spin-offs IPS Sweden und flexstructures trägt wesentlich zum Erfolg bei.

Studien der Automobilindustrie zeigen, dass ungefähr 25 Prozent aller Qualitätsprobleme mit flexiblen Komponenten und damit in Verbindung stehenden Aufgaben zusammenhängen. Zum Beispiel ist die Montage von Hochspannungskabeln und -kabelsträngen aufgrund ihrer verdeckten Kabelführung und Anschlüssen, Gewicht und ungünstigen ergonomischen Stellen heikel und kann zu arbeitsbedingten Verletzungen führen. Ferner hängt die Produktqualität weitgehend vom Design einer Montage ab. Ein Hauptgrund für diese Probleme ist der Mangel an virtuellen Fertigungstools, die die Echtzeitsimulation von flexiblen Komponenten und Bewegungen unterstützen.

IPS Cable Simulation ist ein benutzerfreundliches, innovatives Tool für das virtuelle Montage-design sowie die Verifizierung und Visualisierung flexibler Komponenten. Sein Hauptpotenzial ist die Echtzeitkalkulation der Deformierungen von Kabeln, Schläuchen und Leitungen verschiedener Materialarten und verschiedener Querschnittsprofile. Kräfte und Momente können analysiert, die Kabellänge kann optimiert, Klammern können befestigt und Bewegungen ausgewertet werden. Die Materialeigenschaften sind: Dehnungsfestigkeit, Biegesteifigkeit um verschiedene Achsen, Verdrehungsteifigkeit und Längendichte.

Die Hauptkabelsimulationstechnologie basiert auf acht Jahren validierter Forschung in der Geometrie- und Bewegungsplanungsgruppe beim FCC sowie der Abteilung MDF beim Fraunhofer ITWM. Untersuchungen von Opel, GM, Ford und Delphi weisen auf diese Technologie als eine globale, äußerst wettbewerbsfähige Lösung hin. Vier wichtige Anwendungsbereiche für die Echtzeitsimulation von flexiblen Komponenten sind: Motoranordnung und -design, Montageplanung, Kabelstrangdesign und -fertigung sowie Roboter-kabelverkleidungspakete.



## VIRTUAL PAINT – SPRITZLACKIERUNG

Lackiervorgänge zu verbessern, ohne einen Tropfen Lack zu verwenden – das ist das Ziel von Virtual Paint; das Projekt ist Teil des VINNOVA FFI-Programms für Nachhaltige Fertigungstechnik, die Forschungspartner auf Seiten der Automobilindustrie sind Volvo Cars, Scania CV, AB Volvo, General Motors und Swerea IVF.

Die Oberflächenbehandlung ist der Prozess in einem Automobilbetrieb, der am meisten Energie, Wasser und Chemikalien verbraucht und den meisten Abfall und eine erhebliche Umweltverschmutzung verursacht. Etwa 40 Prozent der Energie für OEM im Fahrzeugbau werden in den Lackierereien verbraucht. Beim Lackieren ist die Vorbereitung zu einem Großteil auf individuelle Erfahrung und physische Tests bei einer Vielzahl von Prototypen angewiesen. Demzufolge hat das Lackieren nicht nur erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt, sondern kann auch einen Engpass im Fertigungsprozess darstellen.

Die Spritzlackierungs- und Oberflächenbehandlungsprozesse stellen für die mathematische Modellierung und Simulation eine große Herausforderung dar; sie zeichnen sich durch mehrphasige und freie Oberflächenabflüsse, Multiphysik, Multiskalenphänomene und große bewegliche Geometrien aus. Wir haben gezeigt, dass es möglich ist, die Spritzlackierung eines Fahrzeugs in nur wenigen Stunden auf einem Standardcomputer zu simulieren. Dies ist eine enorme Verbesserung im Vergleich mit früheren Ansätzen, bei denen viele Wochen Simulationszeit benötigt wurde. Besondere Algorithmen für doppelt gekoppelte Simulationen von Luftströmen, elektrostatischen Feldern und aufgeladenen Lacktropfen haben dies möglich gemacht. Die Lackiersimulationsalgorithmen wurden in das virtuelle Lackiermodul des firmeneigenen Paketes für die automatische Bahnplanung IPS integriert. In der Software kann eine beliebige Geometrie durch einen Roboter lackiert werden, der Anwender legt die Prozessbedingungen wie Lackfluss, Luftstrom, elektrostatische Tröpfchenladung und Rotationsgeschwindigkeit der Zerstäuberglocke fest.

Im Jahr 2013 haben wir Entwicklungsprojekte mit dem Fraunhofer ITWM und seinem Spin-off fleXstructures bearbeitet. Die erste Firmenversion der IPS Virtual Paint-Software ist seit Frühjahr 2014 erhältlich und unsere Industriepartner prognostizieren positive Effekte in Bezug auf einen geringeren Zeitraum für die Einführung neuer Fahrzeugmodelle, eine reduzierte Umweltbelastung und eine erhöhte Produktqualität.

**1** *Elektrostatischer Beschichtungsprozess mit Hochrotationszerstäubern*

**2** *Simulation mit IPS  
Virtual Paint: Ein Roboter lackiert einen Volvo V 60-Kotflügel*

Andrä, Heiko; Kabel, Matthias; Spahn, Johannes  
**Ein alternatives präzises Verfahren für die Schädigungs- und Versagensvorhersage von FVK in der Prozesskettensimulation**  
 VDI-Konferenz »Simvec-Spezial«, Baden-Baden, Dezember

Arnold, Michael  
**Automated Learning of Self-Similarity and Informative Structures in Architecture**  
 Scientific Computing and Cultural Heritage Heidelberg, November

Balzer, Matthias; Kleinert, Jan; Obermayr, Martin  
**Parallel implementation of the non-smooth contact dynamics method for large particle systems**  
 Particles 2013, Stuttgart, September

Bardin-Monnier, Nathalie; Cheng, Liping; Kirsch, Ralf; Thomas, Dominique; Wiegmann, Andreas  
**PleatLab: A flexible interface for pleat scale simulations**  
 GeoDict User Conference 2013, Kaiserslautern, September

Bare, Zoufine; Orlik, Julia  
**An asymptotic second order 1D approximation of a 3D contact problem for a beam with friction**  
 84th annual meeting of GAMM, Novi Sad (SRB), März

Bare, Zoufine; Orlik, Julia; Panasenko, Grigory  
**Asymptotic approximations of a thin elastic beam with Robin condition**  
 ISAAC 9, Krakow (PL), August

Bortz, Michael  
**Grey Box Modeling and decision support in Medical Therapy Planning**  
 ITWM Research Days »Grey-Box Models and Model Reduction«, Kaiserslautern, Dezember

Bortz, Michael  
**Some Elements of Chemical Process Design**  
 Workshop Projection Methods – Theory and Practice, Kaiserslautern, Juni

Bortz, Michael  
**Mit MINT zum Beruf**  
 BIT, Kusel, Juni

Breuner, Sven  
**FhGFS – A flexible parallel file system for performance-critical applications**  
 International Supercomputing Conference, Leipzig, Juni

Breuner, Sven  
**FhGFS - Status and Roadmap**  
 12th HLRS Workshop on Scalable Global Parallel File Systems, Stuttgart, März

Burger, Michael  
**Integration eines detaillierten, flexiblen Reifenmodells in den Fraunhofer-Fahrsimulator**  
 VDI-Tagung, Hannover, Oktober

Cesarek, Peter; Zupan, Dejan  
**Velocity-based approach in non-linear dynamics of three-dimensional beams**  
 4th Canadian Conference on Non-linear Solid Mechanics, Montreal (CDN), Juli

Cheng, nLiping; Rief, Stefan; Wiegmann, Andreas;  
**SIMPLE-FFT for flow computations in low porosity  $\mu$ CT images**  
 The 5th Interpore, Prag (CZ), Mai

Dalheimer, Mathias  
**Messen Steuern Regeln mit IPv6**  
 IPv6 Kongress, Frankfurt, Juni

Dederer, Michael; Iliev, Dimitar; Iliev, Oleg; Kirsch, Ralf; Lakdawala, Zahra; Lance, Michel; Michard, Marc; Mikelić, Andro  
**Modeling and Simulation of Fluid-Porous-Structure Interaction (FPSI) on the Filter Element Scale**  
 FILTECH 2013 Conference, Wiesbaden, Oktober

Dieringer, Rolf; Hebel, Jochen; Becker, Wilfried  
**Determination of singularity orders at notches and cracks in composites using a new formulation of the scaled boundary finite element method**  
 17th International Conference on Composite Structures, Porto (P), Juni

Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Spies, Martin  
**Ein Vergleich verschiedener Ultraschallverfahren für die Prüfung reparaturgeschweißter CuNiAl-Bronzen**  
 DGZfP-Jahrestagung 2013, Dresden, Mai

Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Spies, Martin  
**Entwicklung eines Webservice zur Bereitstellung von rechenintensiven Algorithmen auf einem Hochleistungsrechner über das Internet**  
 DGZfP-Jahrestagung 2013, Dresden, Mai

Dobrovolskij, Dascha; Spies, Martin; Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans  
**3D-Schallfeldsimulation in Echtzeit am Beispiel von Prüfköpfen für die hochauflösende Ultraschallprüfung**  
 DGZfP-Jahrestagung 2013, Dresden, Mai

Dreßler, Klaus  
**Simulation based design, assembly and validation of cables, hoses and wiring harness**  
 Daimler CAE-Forum Stuttgart, Juli

Dreßler, Klaus  
**Simulation in vehicle engineering**  
 Kolloquiumsvortrag Universität Lund (S), September

Escoda, Julie; Wirjadi, Oliver; Schladitz, Katja  
**Random Modeling Of Woven Textile Composites**  
 EUROMAT, Sevilla (E), September

Föhst, Sonja; Wagner, Willi; Wirjadi, Oliver; Houdek, Jan; Schladitz, Katja; Ackermann, Maximilian; Konerding, Moritz  
**Geometric analysis of post-pneumonectomy lung regeneration in mice**  
 BAMEK, Kaiserslautern, Juni und 11th ECS Kaiserslautern, Juli

Foss, S.-K.; Karlsen, E. S.; Osen, A.; Rhodes, M.; Mispel, J.; Michel, Dominik; Kotava, N.; Merten, Dirk; Lehnertz, B.; Ettrich, Norman  
**Interactive, Geological Scenario Migration**  
 EAGE, London (GB), Juni

Gallrein, Axel  
**CDTire: State-of-the-art tire models for vehicle simulation**  
 Science meets Tires – Visionen für die Reifentechnik, Aachen, September

Gallrein, Axel; Bäcker, Manfred  
**Structural MBD Tire Models: Evolving from Spindle Load to Deformation Measurements**  
 Multibody Dynamics 2013, ECCO-MAS Thematic Conference, Zagreb (HR), Juli

Gallrein, Axel; Bäcker, Manfred; Gizatullin, Andrey  
**Structural MBD tire models: Closing the gap to structural analysis – history and future of parameter identification**  
 SAE 2013 World Congress & Exhibition, Detroit (USA), April

Gerwalin, Elmar  
**Remote Visualisation with PC-over-IP**  
 Arbeitstagung der IT-Manager der Fraunhofer-Gesellschaft, Kassel, November

Gizatullin, Andrey  
**CDTire/Real-time: a comfort and durability tire model on Fraunhofer driving simulator**  
 LMS European Vehicle Conference: Smart simulation and testing for optimized mechatronic system's design, München, Oktober

Grünewald, Daniel  
**GASPI – The next generation communication API**  
 Gauß-Allianz: 3. HPC Statuskonferenz, Dresden, September

Grünewald, Daniel  
**GASPI/GPI**  
 ISC13, Leipzig, Juni

Hauser, Matthias  
**Hierarchical Model Order Reduction of Systems under Parameter Variations**  
 ITWM Research Days "Grey-Box Models and Model Reduction", Kaiserslautern, Dezember und Model Reduction of Complex Dynamical Systems 2013, Magdeburg, Dezember



Hebel, Jochen; Gruttmann, Friedrich; Wagner, Werner  
**Computational homogenisation of composite shell structures**  
17th International Conference on Composite Structures, Porto (P), Juni

Hermanns, Oliver; Tegen, Thomas  
**Kabelauslegung und Absicherung Radarsystem AESA**  
Cassidian Radarforum, Ulm, Juli

Hubel, Sebastian; Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Spies, Martin; Bamberg, Joachim; Hessert, Roland; Preikszas, Christina  
**Einsatz von Rayleigh-Wellen zur Untersuchung von Eigenspannungen in randzonenverfestigten Triebwerkswerkstoffen**  
DGZfP-Jahrestagung 2013, Dresden, Mai

Iliev, Dimitar; Iliev, Oleg; Kirsch, Ralf; Lakdawala, Zahra; Zemitis, Aivars  
**Modeling and Numerical Simulation on the Filter Element Scale**  
AFS Spring Conference, Minneapolis (USA), Mai

Iliev, Oleg; Giles, Mike; Nagapetyan, Tigran; Ritter, Klaus  
**Monte Carlo methods for CDF approximation**  
Mini-Workshop: Numerical upscaling for Media with deterministic and stochastic heterogeneity, Oberwolfach, Februar

Iliev, Oleg; Giles, Mike; Nagapetyan, Tigran; Ritter, Klaus  
**Multilevel Monte Carlo method for CDF approximation on a compact interval**  
Ninth IMACS seminar on Monte Carlo methods, Annecy-le-Vieux (F), Juli

Iliev, Oleg; Kirsch, Ralf; Lakdawala, Zahra; Zemitis, Aivars  
**Methoden und Strategien zur effizienteren Simulation von Filterelementen**  
NAFEMS Seminar: »Innovative Anwendungen der Strömungssimulation in der Produktentwicklung«, Wiesbaden, März

Iliev, Oleg; Printsypar, Galina; Rief, Stefan  
**A Two-dimensional model of the pressing section of a paper machine**  
Interpore, Prag (CZ), Mai

Iliev, Oleg; Printsypar, Galina; Rief, Stefan  
**FFT accelerated SIMPLE algorithm for flow computations in low porosity materials**  
Interpore, Prag (CZ), Mai

Kabel, Matthias; Andrä, Heiko  
**Fast Numerical Computation of Precise Bounds of Effective Elastic Moduli**  
19. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, Karlsruhe, Juli

Kabel, Matthias; Andrä, Heiko; Hahn, Friedemann; Lehmann, Martin J.  
**Simulating the Compression of Filter Material**  
GeoDict User Conference 2013, Kaiserslautern, September und Filtech 2013, Wiesbaden, Oktober

Kabel, Matthias; Andrä, Heiko; Krzikalla, Fabian  
**Fast Numerical Computation of Effective Elastic Moduli of Porous Materials**  
The 5th BIOT Conference on Poromechanics (BIOT-5), Wien (A), Juli

Karlsen, E. S.; Foss, S.-K.; Osen, A.; Rhodes, M.; Mispel, J.; Michel, Dominik; Kotava, N.; Merten, Dirk; Lehnertz, B.; Ettrich, Norman  
**Interactive and Integrated Salt Model Building**  
EAGE, London (GB), Juni

Kleer, Michael  
**The Fraunhofer robot-based driving simulator: details of the multibody real-time module simulation**  
VI-grade 5th Users Conference, Marburg, April

Kleer, Michael; Gizatullin, Andrey; Dreßler, Klaus; Müller, Sabine  
**Real-time human in the loop MBS simulation in the Fraunhofer Robot-Based Driving Simulator**  
Multibody Dynamics 2013, ECCOMAS Conference, Zagreb (HR), Juli

Klein, Matthias  
**Black box system identification of photovoltaic power plants**  
ITWM Research Days »Grey-Box Models and Model Reduction«, Kaiserslautern, Dezember

Klein, Matthias  
**myPowerGrid – Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik-Stromspeichern**  
ZUKUNFTSENERGIE JOHANNISKREUZ, Johanniskreuz, Februar

Kleinert, Jan; Obermayr, Martin  
**On Forces and Accelerations in the Non-smooth Contact Dynamics Method**  
Congress on Numerical Method in Engineering 2013, Bilbao (E), Juni

Kleinert, Jan; Obermayr, Martin; Balzer, Matthias  
**Modeling of Large Scale Granular Systems using the Discrete Element Method and the Non-Smooth Contact Dynamics Method: A Comparison**  
Multibody Dynamics 2013, ECCOMAS Conference, Zagreb (HR), Juli

Kochendörfer, Alexandra  
**Quantifizierung des Fündigkeitsrisikos**  
Geofünd Tagung, Traunreut, März

Korn, Ralf  
**Aspects of Interest Rate Modeling**  
METU Ankara, IAM Seminar, April

Korn, Ralf  
**Aspects of stochastic modelling, statistics and insurance in predicting success in hydrogeothermal explorations: a financial mathematicians point of view**  
Geomathematics in Honor of W. Freeden's 65th birthday, St. Martin, April

Korn, Ralf  
**Besser länger leben durch Mathematik**  
Nikolaus-Kopernicus-Planetarium Nürnberg, März

Korn, Ralf  
**Guarantees: Past, Present, Future?**  
»The Future of Life Insurance«, Hannover, Mai

Korn, Ralf  
**Mathematik an der Börse – Muss das sein? Einführung in Prinzipien und Methoden der modernen Finanzmathematik**  
Workshop der Cusanus-Stiftung, Uder, Mai

Korn, Ralf  
**Modeling, Valuing and Managing Economic Risks**  
DMV/ÖMG-Tagung Innsbruck, Mathematics for the Planet Earth 2013, Innsbruck (A), September

Korn, Ralf  
**Monte Carlo Methods in Finance: Basic Methods and Recent Advances**  
IAM Workshop, METU Ankara (5 Vorträge), April und ITWM Kaiserslautern (4 Vorträge), Oktober

Korn, Ralf  
**Save for the bad time or consume as long as you have?**  
Wissenschaftstag der DGVFM, Berlin, April; Imperial College London (UK), Mai; Building Bridges, Conference in honor of Claudia Klüppelberg, Universität Braunschweig, August und Nomura seminar, University of Oxford (UK), Dezember

Korn, Ralf  
**Some Recent Mathematical Developments in Risk Management**  
TU München »Risk Management Reloaded«, September

Kuhnert, Jörg  
**Finite Pointset Method: Optimized Meshfree Solver for Industrial Filling and Sloshing Applications**  
Advances in Computational Mechanics, San Diego (USA), Februar

Kuhnert, Jörg; Jefferies, Anthony  
**Finite Pointset Method: Meshfree Solver for Water Crossing Applications**  
7th Int. Conference on meshfree methods, Bonn, September

Labudda, Tino  
**Fernwartung beim Fraunhofer ITWM**  
VDMA-Anwenderforum Teleservice, Frankfurt/M., März

- Lang, Holger; Leyendecker, Sigrid; Linn, Joachim  
**Numerical experiments for viscoelastic Cosserat rods with Kelvin-Voigt damping**  
Multibody Dynamics 2013, ECCO-MAS Conference, Zagreb (HR), Juli
- Latz, Arnulf; Zausch, Jochen  
**Thermodynamic theory and simulation of solvated ions in Li-Ion batteries**  
224th ECS Meeting, San Francisco (USA), Oktober
- Leithäuser, Christian  
**Modeling and simulation along the process chain for filaments and nonwovens**  
Young Researcher Symposium 2013, Kaiserslautern, November
- Leithäuser, Neele  
**Models and algorithms for considering vehicle scheduling constraints in timetable synchronization problems**  
GOR Workshop, Karlsruhe, April
- Lemken, Alexander  
**Classification on arbitrary graphs using Conditional Random Fields with a global template**  
Statistische Woche Berlin, September
- Linden, Sven; Wiegmann, Andreas  
**The LIR space partitioning system**  
Young Researcher Symposium 2013, Kaiserslautern, November
- Linn, Joachim  
**Generalized Maxwell type viscoelasticity for geometrically exact Cosserat rod and shell models**  
Multibody Dynamics 2013, ECCO-MAS Conference, Zagreb (HR), Juli
- Losch, Katharina; Schladitz, Katja; Ballaschk, Uta; Berek, Harry; Aneziris, Christos G.  
**Interrupted in situ compressive deformation experiments on MMC foams in an XCT: Experiments and estimation of displacement fields**  
11th ECS Kaiserslautern, Juli
- Maag, Volker; Grebe, Tabea; Nowak, Uwe  
**Properties and benefit of the linear efficient frontier approximation in the objective space**
- 22nd International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Málaga (S), Juni
- Maas, Ramona; Leyendecker, Sigrid  
**Muscle paths in biomechanical multibody simulations**  
Multibody Dynamics 2013, ECCO-MAS Conference, Zagreb (HR), Juli
- Machado, Rui  
**On the scalability of constraint programming on hierarchical multiprocessor systems**  
42nd International Conference on Parallel Processing (ICPP), Lyon (F), Oktober
- Malten, Rebekka  
**Blick über den Tellerrand der klassischen Oberflächeninspektion**  
Oberflächenseminar, Karlsruhe, Dezember
- Moghiseh, Ali; Ohser, Joachim  
**A reliable method for approximating the PPI value of foams**  
FILTECH 2013, Wiesbaden, Oktober
- Mohrbacher, Christian  
**An introduction to the Fraunhofer Parallel Filesystem (FhGFS)**  
Parallel Computing in Photon and Neutron Science Applications Workshop, Hamburg, März
- Mohrbacher, Christian  
**FhGFS – A parallel filesystem for performance critical applications**  
SC13, Denver (USA), November
- Mohrbacher, Christian  
**FhGFS File system checking**  
FhGFS User Meeting, Kaiserslautern, Mai
- Mohrbacher, Christian  
**FhGFS on demand**  
FhGFS User Meeting, Kaiserslautern, Mai
- Mohring, Jan  
**Parametric Model Reduction – Pitfall Met in Practice**  
ITWM Research Days »Grey-Box Models and Model Reduction«, Kaiserslautern, Dezember
- Müller, Lilli  
**Generating speed profiles: essential input for virtual measurements**  
Marburg, April
- Nagapetyan, Tigran  
**Multi-level Monte Carlo method for approximation of distribution functions and an application to asymmetric flow field flow fractionation**  
Young Researcher Symposium 2013, Kaiserslautern, November
- Neunzert, Helmut  
**Ein besonderes Fraunhofer-Projekt: Kann man Synagogen-Organen, die 1939 zerstört wurden, wieder zum Klingeln bringen?**  
Rotary-Club, Kaiserslautern, November
- Neunzert, Helmut  
**In der Engl Ordnungen – Zum 60. Geburtstag von Prof. Heinz Engl**  
Linz (A), März
- Neunzert, Helmut  
**Keep Swinging**  
Ausstellungseröffnung »e.Motion – Arts meets Science«, München, April
- Neunzert, Helmut  
**Why mathematics?**  
18th International Conference Mathematical Modelling and Analysis (MMA2013), Tartu (EW), Mai
- Nguyen, Thanh Hung  
**Improving Gröbner-based Clause Learning for SAT Solving Industrial-sized Boolean Problems**  
Young Researcher Symposium 2013, Kaiserslautern, November
- Niedziela, Dariusz; Schmidt, Sebastian; Steiner, Konrad; Zausch, Jochen  
**Multi-phase-simulation of suspension flow through granular beads in a rotating disk mill**  
13th European Symposium on Comminution and Classification, Braunschweig, September
- Nowak, Dimitri  
**Global Optimization of Uniform Coverage Problems with Modified Remez Algorithm**  
59th Workshop Nonlinear Optimization: a Bridge from Theory to Applications, Enrie (I), Juni
- Obermayr, Martin  
**A discrete element model for cohesive soil**  
Particles 2013, Stuttgart, September
- Obermayr, Martin  
**Application of the discrete element method for the prediction of draft forces in different types of soil**  
38. Kolloquium des SFB 716, Universität Stuttgart, Januar
- Obermayr, Martin; Vrettos, C.; Kleinert, Jan; Eberhard, P.  
**A discrete element method for assessing reaction forces in excavation tools**  
Bilbao (E), Juni
- Oden, Lena  
**GGAS: Global GPU Address Spaces for Efficient Communication in Heterogeneous Clusters**  
IEEE Cluster 13 Conference, Indianapolis (USA), September
- Oden, Lena  
**GPI für Akzeleratoren – Schnelle Kommunikation in Hybriden Clustern**  
German Heterogeneous Computing Usergroup (GHCG) Treffen, Aachen, Mai
- Oden, Lena  
**GPI2 for GPUs: A PGAS framework for efficient communication in hybrid clusters**  
ParCo2013: Internat. Conf. on Parallel Computing, München, September
- Oden, Lena  
**GPI2 for GPUs: A PGAS-API for efficient communication in Hybrid Clusters**  
NVIDIA Application Lab, 1st Annual Workshop, Jülich, Juli
- Ohser, Joachim; Redenbach, Claudia; Moghiseh, Ali  
**The Estimation of PPI Value of Foams from Second-order characteristics estimated from dark field images of planar sections**  
11th ECS Kaiserslautern, Juli
- Ohser, Joachim; Lehmann, Martin; Eisengraber-Pabst, J.; Moghiseh, Ali  
**Chart Cloudiness Induced by Uniformly Random Scattering of Fiber**  
11th ECS Kaiserslautern, Juli

Orlik, Julia; Damlamian, Alain; Cioranescu, D.; Shiryayev, Vladimir  
**Homogenization for multi-scale contact problems with friction**  
Third International Workshop on Multiscale Modeling and Methods, St. Etienne (F), Oktober

Orlik, Julia; Shiryayev, Vladimir  
**Evolutional contact with friction on periodic microstructures**  
3rd workshop on thin structures, Naples (I), September

Orlik, Julia; Shiryayev, Vladimir  
**Evolutional contact with Tresca friction on a periodic microstructure in the framework of the energetic formulation**  
12th GAMM-Seminar on Microstructures, Berlin, Februar und 84th annual meeting of GAMM, Novi Sad (SRB), März

Orth, Thomas; Graff, A.; Schmitte, Till; Spies, Martin; Kersting, Thomas  
**Betriebstaugliche Ultraschall-Querfehlerprüfung an SAWL-Pipeline-Rohren mit Phased-Array Technik**  
DGZfP-Jahrestagung 2013, Dresden, Mai

Pfreundt, Franz-Josef  
**Fraunhofer FhGFS paralleles Filesystem**  
SORT – Storage Round Table 2013, München

Pfreundt, Franz-Josef  
**HPC and Big Data Storage and Parallel File Systems - The Fraunhofer Parallel Filesystem**  
HP Cast 20, Leipzig, Juni

Pfreundt, Franz-Josef  
**Interaktive fotorealistische Produkt-Visualisierung am Beispiel eines Automobilherstellers**  
HP Workstation Evolution, Frankfurt, März

Pfreundt, Franz-Josef  
**The Fraunhofer Parallel File System**  
HP Cast 21, Denver (USA), November

Prill, Torben; Jeulin, Dominique; Schladitz, Katja  
**Simulation of the FIB-SEM Imaging Process and Segmentation of FIB-SEM Data Sets**

Microscopy Conference 2013, Regensburg, August

Prill, Torben; Jeulin, Dominique; Schladitz, Katja; Faessel, Matthieu  
**Characterization and Optimization of Nanoporous Carbon Structures Based on FIB-SEM Nanotomography**  
5th International Conference on Porous Media and Annual Meeting of the International Society for Porous Media, Prag, Mai und EURO-MAT 2013, Sevilla (E), September

Prill, Torben; Jeulin, Dominique; Schladitz, Katja  
**Characterization of Nanoporous Media by FIB-SEM Nanotomography**  
Young Researcher Symposium, Kaiserslautern, November

Prill, Torben; Jeulin, Dominique; Schladitz, Katja; Faessel, Matthieu  
**Characterization of Nanoporous Carbon Structures Based on FIB-SEM Nanotomography**  
11th ECS Kaiserslautern, Juli

Prill, Torben; Shafaei, Behrang; Schladitz, Katja; Wirjadi, Oliver  
**Simulation of the FIB-SEM Images for Segmentation of Porous Microstructures**  
FILTECH 2013, Wiesbaden, Oktober

Rahn, Mirko  
**GA SPI und GPI-2**  
RRZE, Erlangen, Dezember

Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Spies, Martin; Rauhut, Markus; Taeubner, Kai; Kreier, Peter  
**Ein Multi-Sensor-Verfahren zur umfassenden zerstörungsfreien Prüfung gegossener Großbauteile am Beispiel von Schiffsantriebskomponenten**  
DGZfP-Jahrestagung 2013, Dresden, Mai

Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Spies, Martin; Rieder, Isabell  
**Vorstellung eines E-Learning Kurses zum Thema Ultraschallabbildung mittels SAFT**  
DGZfP-Jahrestagung 2013, Dresden, Mai

Rief, Stefan  
**Analysis and Optimization of Paper Machine Clothings by Multi-Scale Simulation**  
11th European Congress of Stereology and Image Analysis 2013, Kaiserslautern, Juli

Roller, Michael; Betsch, P.; Gallrein, Axel; Linn, Joachim  
**On the use of geometrically exact shells for dynamic tire simulation**  
Multibody Dynamics 2013, ECCO-MAS Conference, Zagreb (HR), Juli

Rotaru, Tiberiu; Rahn, Mirko; Pfreundt, Franz-Josef  
**MapReduce in GPI-Space**  
BigDataCloud 2013, 2nd Workshop on Big Data Management in Clouds (in conjunction with Euro-Par 2013), Aachen, August

Ruckdeschel, Peter  
**Autokorrelationen im Marktpreisrisikomanagement**  
DSGV-Arbeitskreis Treasury, Berlin, Februar

Ruckdeschel, Peter; Erlwein-Sayer Christina  
**Robustness Aspects of Elliott's Algorithm**  
Workshop zu DFG-Projekt »Regimeswitching in zeitstetigen Finanzmarktmodellen: Statistik und problemspezifische Modellwahl«, Kaiserslautern, Juni

Ruckdeschel, Peter; Horbenko, Nataliya; Kohl, Matthias  
**„RobExtremes“ – Robust Extreme Value Statistics – a new member in the RobAst-Family of packages**  
Status-Symposium »Extreme Events«, Volkswagenstiftung, Hannover, Februar

Sarishvili, Alex  
**Software Reliability prediction via two different implementations of Bayesian model averaging**  
ECML/PKDD 2013, European conference on machine learning and principles and practice of knowledge discovery in databases, Prag (CZ), September

Sarishvili, Alex  
**Workflow eines Data Mining-Projektes in der Produktion**  
Workshop Data Mining in Produktion und Fertigung, Kaiserslautern, Mai

Scherrer, Alexander  
**Software-assisted decision making in breast cancer therapy planning**  
ORAHS 2013, Stanbul (TR), Juli

Schladitz, Katja  
**Bildanalyse und automatische Anpassung stochastischer Geometriemodelle**  
MAFoAM-Abschlussworkshop, Fraunhofer IWM, Halle, September

Schladitz, Katja  
**Biscuits roses im Champagner - sind Krümel Zufall?**  
WiMa-Kongress, Universität Ulm, November

Schladitz, Katja  
**Genormte Charakterisierung zellulärer Werkstoffe mittels Computertomografie**  
DGZfP Unterausschuss Computertomografie, Wittingen, Juni

Schladitz, Katja  
**Quantitative 3D analysis of microstructures**  
TOPICAL DAY Imaging and image analysis, EMPA, Dübendorf, April

Schlimper, Ralf; Heidenreich, Rene; Schladitz, Katja; Vecchio, Irene  
**Mikro-CT-Bildanalyse, Mikrostrukturmodellierung und Eigenschaftssimulation von Werkstoffen am Beispiel geschlossenzelliger Polymerhartschäume**  
3D-NordOst, Berlin, Dezember

Schmidt, Sebastian; Niedziela, Dariusz; Steiner, Konrad  
**Numerical simulations of granular flow (with applications) in mixers**  
Jahrestreffen der Fachgruppen Agglomerations- und Schüttguttechnik und CFD, Weimar, März

Schmidt, Sebastian; Steiner, Konrad  
**CoRheoS : Multiphysics solver framework and simulation infrastructure for complex rheologies**  
NAFEMS World Congress 2013, Salzburg (A), Juni



Schmidt, Sebastian  
**POD-DEIM based model order reduction for a three-dimensional microscopic Li-Ion battery model**  
ITWM-Thementag Greyboxmodels and Modelreduction, Kaiserslautern, Dezember

Schmidt, Sebastian; Steiner, Konrad; Niedziela, Dariusz; Zausch, Jochen  
**Multiphysics Solver Framework and Simulation Infrastructure for Complex Fluid Dynamics**  
NAFEMS World Congress 2013, Salzburg (A), Juni

Schröder, Michael  
**Logistik im Krankenhaus – Anforderungen, Konzepte und IT-Systeme**  
Fachhochschule Pirmasens, April

Schröder, Michael  
**Planungsprobleme lösen – Reichen ein gutes Modell und ein effizienter Algorithmus?**  
Universität Göttingen, Mai

Schröder, Michael  
**TeamScheduler – Intelligente Assistenz für das Projektmanagement**  
Jahrestagung des ikbp, Kassel, November

Schröder, Michael  
**TeamScheduler – Kreatives Zeitmanagement**  
Fraunhofer-Netzwerk-Symposium, München, Dezember

Schröder, Michael; Berger, Martin  
**Dispatching of mobile breast cancer screening units by optimization methods**  
OR 2013, Rotterdam (NL), September

Schubert, Bernd  
**A dedicated cache for metadata?**  
Linux Plumbers Conference, New Orleans (USA), September

Schulz, Volker; Gottfried, M.; Craß, F.; Zausch, Jochen; Schmidt, Sebastian; Steiner, Konrad; Steiner, T.; Breihof, S.; Burgard, K.; Latz, Arnulf  
**Simulation of Lithium-Ion batteries and its application to the testing of EVs and hybrid cars**  
Kraftwerk Batterie, Aachen, Februar

Schwientek, Jan  
**Semi-infinite optimization applied to gemstone cutting - with links to projection methods**  
Workshop Projection Methods – Theory and Practice, Kaiserslautern, Juni

Shafei, Behrang  
**Segmentation of fibers in filter media based on 2D (SEM) and 3D (CT) image data**  
11th ECS, Kaiserslautern, Juli

Shafei, Behrang  
**Supervised multi-class segmentation with p-Laplacians and RKHS methods**  
84th Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics (GAMM), Novi-Sad (SRB), März

Shiryayev, Vladimir; Bare, Zoufine; Orlik, Julia  
**Computational model for periodic hyperelastic string structures under Coulomb friction**  
HSTAM, Chania (GR), Mai

Siedow, Norbert; Feßler, Robert; Jegorov, Jevgenij  
**Fast design of freeform optics**  
3rd EOS Conference on Manufacturing of Optical Components, München, Mai

Siedow, Norbert; Lochegnies, Dominique; Bechet, Fabien; Moreau, Philippe  
**Radiation impact on the two-dimensional modeling of glass sheet sagging and tempering**  
74th Conference on Glass Problems, Columbus, Ohio (USA), Oktober

Sliseris, Janis  
**Numerical Prediction for the Modulus of Elasticity of L-MDF Plates**  
Young Researcher Symposium, Kaiserslautern, November

Spahn, Johannes  
**A multiscale approach for modeling progressive damage of composite materials using fast Fourier transforms**  
Young Researcher Symposium, Kaiserslautern, November

Spahn, Johannes  
**FFT-based multiscale modeling of nonlinear microstructured materials**  
Young Researcher Symposium, Kaiserslautern, November

Spahn, Johannes; Staub, Sarah; Kabel, Matthias; Müller, Ralf  
**Simulation of nonlinear microstructured materials and determination of effective macroscopic quantities**  
11th European Congress of Stereology and Image Analysis, Kaiserslautern, Juli

Spahn, Johannes; Andrä, Heiko; Kabel, Matthias; Müller, Ralf  
**A multiscale damage model for composite materials using a FFT-based method**  
V International Conference on Coupled Problems, 2013, Ibiza (E), Juni

Spies, Martin; Hubel, Sebastian; Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Bamberg, Joachim; Hessert, Roland; Götze, Joshua  
**Ultrasonic evaluation of residual stresses in aero engine materials using bulk and Rayleigh surface waves**  
40th Review of Progress in QNDE, Baltimore (USA), Juli

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander  
**Experimentelle und modellbasierte POD-Bestimmung für Volumenfehler in gegossenen Bronze-Bauteilen unterschiedlicher Gefügestruktur**  
DGZfP-Jahrestagung 2013, Dresden, Mai

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Hubel, Sebastian; Dobrovolskij, Dascha  
**ProRepaSII – Entwicklung und Validierung von Methoden zur zerstörungsfreien Prüfung von Propellerwerkstoffen mit Ultraschall**  
Statustagung »Maritime Technologien« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Berlin, Dezember

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Müller, Wolfgang; Schmitz, Volker  
**SAFT, TOFD, Phased Array – Klassische Anwendungen und neuere Entwicklungen der Ultraschall-Bildgebung**  
Seminar des DGZfP-FA Ultraschallprüfung »Bildgebende Verfahren für die Ultraschallprüftechnik«, Berlin, November

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Rauhut, Markus; Taeubner, Kai; Kreier, Peter  
**Recent progress in the NDE of cast ship propulsion components**  
40th Review of Progress in QNDE, Baltimore (USA), Juli

Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Rauhut, Markus; Taeubner, Kai  
**Ultrasonic inspection, defect reconstruction and POD issues for complex materials and components**  
14th Asia Pacific Conference on Non-Destructive Testing, Mumbai (IND), November

Steiner, Konrad  
**Microstructure and multiscale simulation of thin, multilayered porous media**  
Industrial workshop on "Thin porous media" at 5th Interpore Conference, Prag (CZ), Mai

Stephani, Henrike  
**Typischer Aufbau eine Oberflächeninspektionssystem**  
Oberflächenseminar, Karlsruhe, Dezember

Sun, Yang; Lu, Jin-jun; Cheng, Liping  
**The applicability investigation on two models for porous air filters**  
Filtech 2013, Wiesbaden, Oktober

Süss, Philipp  
**Interactive radiotherapy treatment planning**  
Workshop Projection Methods – Theory and Practice, Kaiserslautern, Juni

- Süss, Philipp  
**Fully interactive radiotherapy planning Multicriteria decision support and beyond**  
Oncoray, Dresden, September
- Süss, Philipp  
**Optimierung und interaktive Planung in der IMRT**  
Fachtagung DGMP, Freiburg, Mai
- Tramecon, Alain; Kuhnert, Jörg  
**Enhancements and validation of FPM fluid structure interaction module applied to curtain airbag deployment**  
NAFEMS World Congress (NWC2013), Salzburg (A), Juni
- Vecchio, Irene  
**3D image analysis for characterization of materials microstructures**  
Advances in Mathematical Image Processing, Annweiler, Oktober
- Vecchio, Irene  
**Stochastic models in materials science**  
Young Researcher Symposium, Kaiserslautern, November
- Vecchio, Irene; Schladitz, Katja; Redenbach, Claudia  
**Analysis of closed-cell polymer foams and automatic model fitting with random Laguerre tessellations**  
11th ECS Kaiserslautern, Juli
- Vecchio, Irene; Schladitz, Katja; Redenbach, Claudia  
**Image based characterization and modeling of closed-cell polymer foams**  
EUROMAT 2013, Sevilla (E), September
- Velasco-Forero, Santiago; Angulo, Jesus  
**Morphological simulation of textures by iterated morphological viscous operators by reconstruction**  
11th ECS Kaiserslautern, Juli
- Velasco-Forero, Santiago; Angulo, Jesus  
**Supervised morphology for tensor structure-valued images based on symmetric divergence kernels**  
Geometric Science of Information Paris (F), August
- Velasco-Forero, Santiago; Angulo, Jesus  
**On nonlocal mathematical morphology**  
11th ISMM, Uppsala (S), Mai
- Wächtler, Timo  
**Mean droplet size in stirred extraction columns: From 1D simulation to 3D FPM approach**  
Young Researcher Symposium, Kaiserslautern, November
- Weber, Dietmar  
**Tire Parameter Identification**  
ITWM Research Days »Grey-Box Models and Model Reduction«, Kaiserslautern, Dezember
- Wegener, Raimund; Marheineke, Nicole  
**ProFil: Stochastische Produktionsprozesse zur Herstellung von Filamenten und Vliesstoffen**  
Mathematik für Innovationen in Industrie und Dienstleistungen, BMBF-Statusseminar, Bonn, Juni
- Wirjadi, Oliver; Godehardt, Michael; Schladitz, Katja; Wagner, Björn; Rack, Alexander; Gurka, Martin; Noll, Andreas  
**Detection of layered structures in fibre reinforced polymer employing synchrotron and laboratory X-Ray CT**  
EUROMAT 2013, Sevilla (E), September
- Wirsen, Andreas; Lang, Patrick, Groß, Tjorben  
**Anforderungen an ein Überwachungssystem zum Schutz von Turbosätzen vor kritischen subsynchronen Resonanzen**  
6. Essener Tagung Turbogeneratoren in Kraftwerken: Technik - Instandhaltung - Schäden, Essen, Februar
- Zausch, Jochen; Latz, Arnulf  
**Three-dimensional micro- and macro-scale modeling of lithium ion batteries**  
2nd Conference on Materials for Energy, Karlsruhe, Mai
- Zausch, Jochen  
**Cell design and battery assessment by computer simulations on multiple scales**  
Workshop Fraunhofer-Allianz Batterien, Novi (USA), September
- Zausch, Jochen  
**Von der Mikro- zur Zellskala: physikalisch basierte Modellierung zur Bewertung von Zelldesign und Batterieperformance**  
Workshop Fraunhofer-Allianz Batterien, Kaiserslautern, Juli
- Zausch, Jochen; Schmidt, Sebastian; Latz, Arnulf  
**Not only for electromobility: Physics based 3D simulations of Li-ion batteries**  
Automotive CAE Grand Challenge, Hanau, April
- Zausch, Jochen; Taralova, Vassilena, Taralov, Maxim; Iliev, Oleg; Latz, Arnulf  
**From Micro to Macro: Modeling and simulation of Lithium Ion Batteries on Multiple Scales**  
ModVal 10, Bad Boll, April
- Zemitis, Aivars; Iliev Oleg; Steiner Konrad; Klein-Heßling, Walter, Sonnenkalb, Martin; Freitag, Martin  
**Simulation of Multiphysics in a NPP Containment using Combined Codes with Different Spatial Resolution**  
11th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics 2013, Rhodes (GR), September 2013
- Zupan, Eva; Zupan, Dejan; Linn, Joachim; Saje, M.  
**Quaternion-based dynamics of geometrically exact Cosserat rods**  
4th Canadian Conference on Non-linear Solid Mechanics (CanCNSM 2013), Montreal (CDN), Juli
- Andrä, Heiko  
**Kontaktmechanik**  
TU Kaiserslautern, Wintersemester 2013/14
- Bitsch, Gerd  
**Professur für Mechatronik, Robotik und CAE-Simulation**  
FH Kaiserslautern, FB Angewandte Ingenieurwissenschaften
- Burger, Michael  
**Control of Mechanical Multibody Systems**  
TU Kaiserslautern, Sommersemester 2013
- Burger, Michael  
**Dynamics of Mechanical Multibody Systems**  
TU Kaiserslautern, Wintersemester 2013/2014
- Dreßler, Klaus  
**Durability Load Data Analysis**  
TU Kaiserslautern, Sommersemester 2013
- Fünzig, Christoph  
**Einführung in algorithmische Geometrie und geometrische Modellierung**  
HTW Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, FB Informatik, Wintersemester 2013/2014
- Korn, Ralf  
**Professur für Stochastische Steuerung und Finanzmathematik**  
TU Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik
- Küfer, Karl-Heinz  
**Probability and algorithms**  
TU Kaiserslautern, Wintersemester 2013/14
- Küfer, Karl-Heinz  
**Theory of scheduling problems**  
TU Kaiserslautern, Sommersemester 2013
- Kuhnert, Jörg  
**Finite Pointset Method (FPM): Meshfree Industrial Solver in Fluid and Continuum Mechanics**  
IIT Chennai, Madras (IND); Alpha College, Madras (IND)

## PUBLIKATIONEN

Kuhnert, Jörg  
**Simulationsmethoden bei der Produktentwicklung**  
 DHBW Mannheim, Wintersemester 2013/2014

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

Orlik, Julia  
**Mathematische Modellierung in Bio-Mechanik**  
 Hochschule RheinMain, Wiesbaden

Orlik, Julia  
**Vertiefung in partielle Differentialgleichungen**  
 Hochschule RheinMain, Wiesbaden

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

Rieder, Hans  
**Signalverarbeitung mittels digitaler Signalprozessoren**  
 HTW Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Wintersemester 2013/2014

Schmidt, Sebastian  
**CAE im Master PLM**  
 DHBW Mannheim, November 2013

Ackermann, Heiner; Leoff, Jens; Küfer, Karl-Heinz  
**Time-Hierarchical Scheduling: A worst-case analysis of a rolling hierarchical approach for integrated production planning and scheduling in make-to-order environments**  
 MISTA 2013 - Proceedings of the 6th Multidisciplinary International Scheduling Conference, ISSN 2305-249X (2013)

Ali, Sharib; Daul, Christian; Weibel, Thomas; Blondel, Walter  
**Fast mosaicing of cystoscopic images from dense correspondence: combined SURF and TV-L1 optical flow method**  
 20th Internat. Conf. On Image Processing, pages 1291-1295, September 2013, Melbourne, (AUS)

Alp, Özge Sezgin; Korn, Ralf  
**Continuous-Time Mean-Variance Portfolios: A Comparison**  
 Optimization 62 (7), 961-973 (2013)

Altmann, Eduardo G.; Portela, Jefferson S.E.; Tél, Tamas  
**Chaotic Systems with Absorption**  
 Phys. Rev. Lett. 111, 144101 (2013)

Altmann, Eduardo G.; Portela, Jefferson S.E.; Tél, Tamas  
**Leaking Chaotic Systems**  
 Rev. Mod. Phys. 85, 869 - 918 (2013)

Andrä, Heiko; Grzhibovskis, R.; Rjasanow, S.  
**Boundary Element Method for Linear Elasticity with Conservative Body Forces, Advanced finite element methods and applications**  
 Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics, 66, 275-297 (2013)

Andrä, Heiko; Combaret, Nicolas; Dvorkin, Jack, Glatt, Erik; Han, Junehee, Kabel, Matthias; Keehm, Youngseuk; Krzikalla, Fabian; Lee, Minhui; Madonna, Claudio; Marsh, Mike; Mukerji, Tapan; Saenger, Erik; Sain, Ratnanabha; Saxena, Nishank; Ricker, Sarah; Wiegmann, Andreas; Zhan; Xin  
**Digital rock physics benchmarks - Part I: Imaging and segmentation**  
 Computers & Geosciences, 50:25-32, 2013

Andrä, Heiko; Combaret, Nicolas; Dvorkin, Jack, Glatt, Erik; Han, Junehee, Kabel, Matthias; Keehm, Youngseuk; Krzikalla, Fabian; Lee, Minhui; Madonna, Claudio; Marsh, Mike; Mukerji, Tapan; Saenger, Erik; Sain, Ratnanabha; Saxena, Nishank; Ricker, Sarah; Wiegmann, Andreas; Zhan; Xin  
**Digital rock physics benchmarks-Part II: Computing effective properties**  
 Computers & Geosciences, 50:33-43, 2013.

Angulo, Jesus; Velasco-Forero, Santiago  
**Morphological processing of univariate Gaussian distribution-valued images based on Poincaré upper-half plane representation**  
 Geometric Science of Information, 2013

Arne, Walter; Leithäuser, Christian; Schmeißer, Andre  
**Modeling and simulation along the process chain for filaments and nonwovens**  
 Tagungsband Young Researcher Symposium (YRS) 2013, pp. 78-83, Fraunhofer Verlag 2013, ISBN 978-3-8396-0628-5

Arnold, Michael; Peter, Bell; Björn Ommer  
**Automated Learning of Self-Similarity and Informative Structures in Architecture**  
 Scientific Computing and Cultural Heritage Heidelberg, November 2013

Ballauff, M.; Brader, J. M.; Egelhaaf, S. U.; Fuchs, M.; Horbach, J.; Koumakis, N.; Krüger, M.; Laurati, M.; Mutch, K. J.; Petekidis, G.; Siebenbürger, M.; Voigtmann, T.; Zausch, Jochen  
**Residual Stresses in Glasses**  
 Phys. Rev. Lett. 110, 215701 (2013)

Balzer, Matthias; Kleinert, Jan; Obermayr, Martin  
**Parallel Implementation of the Non-Smooth Contact Dynamics Method for Large Particle Systems**  
 Proceedings of the III. International Conference on Particle-based Methods – Fundamentals and Applications, pp: 920 ff, September 2013

Bare, Zoufine; Orlik, Julia  
**Tensile-bending coupling in the limiting 1D beam equations resulting from the frictional contact**  
 PAMM, 13.1, p.365-366, 2013

Bare, Zoufine; Orlik, Julia; Panasenko, Grigory  
**Asymptotic approximations of a thin elastic beam with auxiliary coupled 1D system due to Robin boundary condition**  
 ISAAC 9 proceedings

Bare, Zoufine; Orlik, Julia; Panasenko, Grigory  
**Asymptotic dimension reduction of a Robin-type elasticity boundary value problem in thin beams**  
 Applicable Analysis, DOI: 0.1080/00036811.2013.823481, (in press), 2013

Bayramov, Nadir; Nagapetyan, Tigran; Pinnau, Rene  
**Fast Optimal Control of Asymmetric Flow Field Flow Fractionation Processes**  
 Proceedings of the SIAM 2013 Conference on Control and Its Applications

Belyaev, Alexander; Maag, Volker; Küfer, Karl-Heinz  
**Test Rig Optimization and Block Loads**  
 Proceedings of the International Conference Numerical Computations: Theory and Algorithms (NUMTA 2013), 49 (2013)

Bischoff, Martin; Plociennik, Kai; Ewe, Hendrik; Schüle, Ingmar  
**Multi-Objective Planning of Large-Scale Photovoltaic Power Plants**  
 Operations Research Proceedings 2012, Selected Papers of the International Conference on Operations Research (GOR 2012), 333-338, ISBN 978-3-319-00794-6 (2013)

Böhm, Janko; Decker, Wolfram; Laplagne, Santiago; Pfister, Gerhard; Steenpaß, Andreas; Steidel, Stefan  
**Parallel algorithms for normalization**  
 Journal of Symbolic Computation 51, pp: 99-114, 2013



Bortz, Michael; Burger, Jakob; Aspiron, Norbert; Blagov, Sergej; Böttcher, Robert; Nowak, Uwe; Scheithauer, Andreas; Welke, Richard; Hasse, Hans; Küfer, Karl-Heinz

**Multi-criteria optimization in chemical process design and decision support by navigation on Pareto sets**  
Computers & Chemical Engineering, DOI 10.1016/j.compchemeng.2013.09.015 (2013)

Bortz, Michael; Welke, Richard; Burger, Jakob; Scheithauer, Andreas; Blagov, Sergej; Dittel, Agnes; Ryll, Oliver; Aspiron, Norbert; Küfer, Karl-Heinz; Hasse, Hans  
**Hierarchische Modellierung, Simulation und Optimierung von Destillationsprozessen**  
Chemie Ingenieur Technik 2013, Band 85, Nr. 9, 1407 (2013)

Bouajjani, Ahmed; Derevenetc, Egor; Meyer, Roland  
**Checking and Enforcing Robustness against TSO**  
ESOP, LNCS, 533-553, Springer (2013)

Brickenstein, Michael; Dreyer, Alexander  
**Gröbner-free normal forms for Boolean polynomials**  
Journal of Symbolic Computation, Volume 48, January 2013, pp.37-53

Buck, Marco; Iliev, Oleg; Andrä, Heiko  
**Multiscale coarsening for linear elasticity by energy minimization, Numerical Solution of Partial Differential Equations: Theory, Algorithms and their Applications**  
Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, 45, 21-44 (2013)

Buck, Marco; Iliev, Oleg; Andrä, Heiko  
**Multiscale finite element coarse spaces for the application to linear elasticity**  
Cent. Eur. J. Math., 11 (4), 680-701 (2013)

Bund, B.; Heese, C.; Breit, W.; Latz, Arnulf; Niedziela, Dariusz  
**Computer aided simulation of flow and form filling behaviour of FRUHP**

fib ACCTA International Conference on Advances in Cement and Concrete Technologies in Africa, Johannesburg, 25-30 January 2013, proceedings

Burger, Michael  
**Calculating road input data for vehicle simulation**  
Multibody System Dynamics, pp: 1-18, Springer Netherlands, 2013

Burger, Michael  
**Integration eines detaillierten, flexiblen Reifenmodells in den Fraunhofer-Fahrsimulator**  
VDI-Bericht 2211 „14. Internationale VDI-Tagung Reifen-Fahrwerk-Fahrbahn“, VDI-Verlag Düsseldorf 2013 ISBN: 978-3-18-092211-9, Oktober 2013

Busch, Michael; Korn, Ralf; Seifried, Frank  
**Optimal Consumption and Investment for a Large Investor: An Intensity-Based Control Framework**  
Mathematical Finance, 23 (4), 687-717 (2013)

Calin, Georgel; Derevenetc, Egor; Majumdar, Rupak; Meyer, Roland  
**A Theory of Partitioned Global Address Spaces**  
FSTTCS, LIPIcs – Vol. 24, 127-139, Schloss Dagstuhl – Leibniz-Zentrum für Informatik GmbH (2013)

Cegielski, Andrzej; Gibali, Aviv; Reich, Simeon; Zalas, Rafał  
**An Algorithm for Solving the Variational Inequality Problem Over the Fixed Point Set of a Quasi-Nonexpansive Operator in Euclidean Space**  
Numerical Functional Analysis and Optimization, Vol. 34, Issue 10, pp. 1067-1096, DOI: 10.1080/01630563.2013.771656 (2013)

Cerri, A.; Biasotti, S.; Abdelrahman, M.; Angulo, J.; Berger, K.; Chevallier, L.; El-Melegy, M.; Farag, A.; Lefebvre, F.; Giachetti, A.; Guermoud, H.; Liu, Y.-J.; Velasco-Forero, S.; Vigouroux, JR.; Xu, C.-X.; Zhang, J.-B.  
**SHREC13 Track: Retrieval on textured 3D models**  
Eurographics Workshop on 3D Object Retrieval, 2013

Cesarek, Peter; Zupan, Dejan  
**Velocity-based approach in non-linear dynamics of three-dimensional beams**  
Proceedings of CanCNSM 2013, Juli 2013

Cheng, Liping; Kirsch, Ralf; Wiegmann, Andreas; Gervais, Pierre-Collin; Bardin-Monnier, Nathalie; Thomas, Dominique  
**PleatLab: A pleat scale simulation environment for filtration simulation**  
Proceedings of the FILTECH 2013 Conference, G18 Session, Numerical Simulation Session III

Ciak, René; Shafei, Behrang; Steidl, Gabriele  
**Homogeneous penalizers and constraints in convex image restoration**  
Journal of Mathematical Imaging and Vision. 47, (3), 210-230

Damlamian, Alain; Cioranescu, Doina; Orlik, Julia  
**Two-scale analysis for homogenization of multi-scale contact problems in elasticity**  
Asymptotic Analysis, p. 201-232, 2013 (online 2012)

Damm, Tobias; Stahl, Dominik  
**Linear least squares problems with additional constraints and an application to scattered data approximation**  
Linear Algebra and its Applications, Volume 439, Issue 4, 15. August 2013, Pages 933–943

Dederer, Michael; Iliev, Dimitar; Iliev, Oleg; Kirsch, Ralf; Lakdawala, Zahra; Lance, Michel; Michard, Marc; Mikić, Andro  
**Modeling and Simulation of Fluid-Porous-Structure Interaction (FPSI) on the Filter Element Scale**  
Proceedings of the FILTECH 2013 Conference

Desmettre, Sascha; Korn, Ralf; Ruckdeschel, Peter; Seifried, Frank  
**Robust Worst-Case Optimal Investment**  
Berichte des Fraunhofer ITWM, Nr. 232, 2013

Desmettre, Sascha; Korn, Ralf; Seifried, Frank Thomas  
**Worst-Case Consumption Portfolio Optimization**  
Berichte des Fraunhofer ITWM, Nr. 227, 2013

Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Spies, Martin  
**Ein Vergleich verschiedener Ultraschallverfahren für die Prüfung reparaturgeschweißter CuNiAl-Bronzen**  
DGZfP-Berichtsband BB-141-CD DGZfP-Jahrestagung 2013, P52

Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans; Spies, Martin  
**Entwicklung eines Webservice zur Bereitstellung von rechenintensiven Algorithmen auf einem Hochleistungsrechner über das Internet**  
DGZfP-Berichtsband BB-141-CD DGZfP-Jahrestagung 2013, Di.1.B.3

Dobrovolskij, Dascha, Spies, Martin; Dillhöfer, Alexander; Rieder, Hans  
**3D-Schallfeldsimulation in Echtzeit am Beispiel von Prüfköpfen für die hochauflösende Ultraschallprüfung**  
DGZfP-Berichtsband BB-141-CD DGZfP-Jahrestagung 2013, P43

Dreyer, Alexander; Nguyen, Thanh Hung  
**Improving Gröbner-based Clause Learning for SAT Solving Industrial-sized Boolean Problems**  
Tagungsband Young Researcher Symposium (YRS) 2013, pp. 72-77, Fraunhofer Verlag 2013, ISBN 978-3-8396-0628-5

Efendiev, Yalchin; Iliev, Oleg; Kronsbein, Cornelia  
**Multilevel Monte Carlo methods using ensemble level mixed Ms-FEM for two-phase flow and transport simulations**  
Computational Geosciences, 17 (5), pp. 833-850. ISSN: 1420-0597

Erlwein, Christina; Müller, Marlene  
**An adaptive regime-switching regression model for hedge funds**  
IMA Journal of Mathematics, DOI: 10.1093/imaman/dpt005 (2013)

- Ehmann, Heike; Hartwich, Heiner; Salzig, Christian; Hartmann; Clément-Ziza, Nadja; Ushakov, Kathy; Avraham, Karen B.; Bininda-Emonds, Olaf; Hartmann, Alexander; Lang, Patrick; Friauf, Eckhard; Nothwang, Hans-Gerd  
**Time-dependent gene expression analysis of the developing superior olivary complex**  
Journal of Biological Chemistry Volume 288, No. 36, pp. 25865-25879, September 6, 2013
- Erlwein-Sayer, Christina; Kübler, Bernhard; Kochendörfer, Alexandra; Nzouankeu Nana, Giles-Arnaud  
**Messung von Marktpreisrisiken**  
Risiko Manager 17-18, 1, 6-11 (2013)
- Ewe, Hendrik; Ackermann, Heiner; Küfer, Karl-Heinz; Schröder, Michael  
**Modeling Profit Sharing in Combinatorial Exchanges by Network Flows**  
Annals of Operations Research, DOI: 10.1007/s10479-013-1425-1, ISSN 0254-5330 (2013)
- Fallet, A.; Lhuissier, Pierre; Salvo, C.L. Martin, Wiegmann, Andreas; Kabel, Matthias  
**Multifunctional optimization of random hollow sphere stackings**  
Scripta Materialia, 68(1):35-38, 2013
- Fillep, Sebastian; Orlik, Julia; Bare, Zoufene; Steinmann, Paul  
**Homogenization in periodically heterogeneous elastic bodies with multiple micro contact**  
Mathematics and Mechanics of Solids, DOI: 10.1177/1081286513501104, (in press), 2013
- Foss, S.-K.; Karlsen, E.S.; Osen, A.; Rhodes, M.; Mispel, J.; Micheld, D.; Kotava, N.; Merten, Dirk; Lehnertz, B.; Ettrich, Norman  
**Interactive, Geological Scenario Migration**  
Ext. Abstr., London, EAGE, Juni 2013
- Franklin, Jessica M.; Rassen, Jeremy; Ackermann, Diana; Schneeweiss, Sebastian; Bartels, Dorothee  
**Metrics for covariate balance in cohort studies of causal effects**  
Statistic in Medicine, DOI: 10.1002/sim.0658, PubMed PMID: 24323618 (2013)
- Freeden, Willi; Ostermann, Isabel  
**Integration On Three-Dimensional Regular Regions Based On (Modified) Euler Summation**  
Numerical Functional Analysis and Optimization, 34 (6), 613-634 (2013)
- Gallrein, Axel; Bäcker, Manfred  
**Structural MBD Tire Models: Evolving from Spindle Load to Deformation Measurements**  
Proceedings of Multibody Dynamics 2013, Juli 2013
- Gasnikova, Evgenia; Nagapetyan, Tigran  
**About New Dynamical Interpretations of Entropic Model of Correspondence Matrix Calculation and Nash-Wardrop's Equilibrium in Beckmann's Traffic Flow Distribution Model**  
Traffic and Granular Flow, 2011
- Gibali, Aviv  
**A New Algorithmic Scheme for Solving variational Inequalities**  
Lap Lambert Academic Publishing, 5.57, ISBN: 978-3-659-20622-1 (2013)
- Gibali, Aviv  
**Algorithm for solving the set-valued Variational Inequality Problem in Euclidean space**  
Pacific Journal of Optimization, Vol.9, No. 1, pp. 61-75 (2013)
- Gibali, Aviv; Jadamba, B.; Khan, A. A.; Oleksyn, J.  
**Gradient and extragradient methods for an elliptic inverse problem of parameter identification: a numerical study**  
Indian Journal of Industrial and Applied Mathematics, ISSN: 0973-4317, Vol. 4, Issue 1, pp. 33-51 (2013)
- Gibali, Aviv; Küfer, Karl-Heinz; Süß, Philipp  
**Successive Linear Programming Approach for Solving the Non-linear Split Feasibility Problem**  
Journal of Convex Analysis, 01/2013, ISSN 1345-4773 (2013)
- Gornak, Tatiana; Mnivev, Peter; Zemitis, Aivars  
**On a fast algorithm and software tool for 3D simulations of thermal stratification in containment pools of nuclear power plants**  
Bericht des Fraunhofer ITWM, Nr. 236, 2013
- Gueguen, Lionel; Velasco-Forero, Santiago; Soille, Pierre  
**Local mutual information for dissimilarity based image segmentation**  
Journal of Mathematical Imaging and Vision, März 2013
- Günster, Lucienne; Schröder, Michael  
**Customer-Oriented Delay Management in Public Transportation Networks Offering Navigation Services**  
Selected Papers of the International Annual Conference of the German Operations Research Society (GOR), XVI, 345-350, ISBN 978-3-319-00795-3 (2013)
- Hagen, Hans; Linden, Sven; Wiegmann, Andreas  
**The LIR Space Partitioning System**  
Tagungsband Young Researcher Symposium (YRS) 2013, pp. 66-71, Fraunhofer Verlag 2013, ISBN 978-3-8396-0628-5
- Hauser, Matthias; Lang, Patrick  
**Sequential Hierarchical Model-order Reduction for Robust Design of Parameter-varying Systems**  
ITG-Fachbericht 239, ISBN 978-3-8007-3467-2, VDE VERLAG GMBH, Berlin Offenbach, 2013
- Hietel, Dietmar; Arne, Walter; Leithäuser, Christian; Wegener, Raimund  
**Simulation of Spinning Processes – Modeling and Applications**  
52nd Dornbirn Man-made Fibers Congress, Dornbirn (A) (2013)
- Hietel, Dietmar; Gramsch, Simone; Wegener, Raimund  
**Structural Properties of Non-wovens as Filtration Media – Stochastic versus Determinism**  
IBC Berlin Conference 2013 Filtration by Textile Media (2013)
- Hietel, Dietmar; Nöth, Andreas; Rothmann, Michael  
**Fabrication and Upscaling of Spinning Processes for Ceramic High-tech Fiber Production**  
Chemical Fibers International 1/2013, 44-46
- Hietel, Dietmar; Witschas, Michael  
**Detailed Analysis of Polyester Spinning Process: Coupled Model, Simulation and Comparison to Experimental Data**  
International Fiber Journal 10/2013, 26-29 (2013)
- Hubel, Sebastian; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Spies, Martin; Bamberg, Joachim; Hessert, Roland; Preikszas, Christina  
**Einsatz von Rayleigh-Wellen zur Untersuchung von Eigenspannungen in randzonenverfestigten Triebwerkswerkstoffen**  
DGZfP-Berichtsband BB-141-CD DGZfP-Jahrestagung 2013, Di.2.C.2
- Hübsch, Florian; Marheineke, Nicole; Ritter Klaus; Wegener, Raimund  
**Random Field Sampling for a Simplified Model of Melt-blowing Considering Turbulent Velocity Fluctuations**  
Journal of Statistical Physics, 150 (6), 1115-1137 (2013)
- Huisman, Menno; Lip, Gregory; Diener, Hans; Dubner; Sergio; Halperin, Jonathan; Ma, Chang; Rothman, Kenneth; Teutsch, Christine; Zint, Kristina; Ackermann, Diana; Clemens, Andreas; Bartels, Dorothee  
**Design and rationale of Global Registry on Long-Term Oral Antithrombotic Treatment in Patients with Atrial Fibrillation: A global registry program on long-term oral antithrombotic treatment in patients with atrial fibrillation**  
American Heart Journal, Epub (2013)
- Iliev, Oleg; Kirsch, Ralf; Lakdawala, Zahra; Starikovicius, Vadimas  
**Numerical simulation of non-Darcy flow using filter element simulation toolbox (FiltEST)**  
Proceedings of the FILTECH 2013 Conference
- Iliev, Oleg; Kirsch, Ralf; Lakdawala, Zahra; Zemitis, Aivars  
**Effizienzsteigernde Verfahrensweisen bei der simulationsgestützten Filterauslegung**  
NAFEMS Magazin 27, 3/2013

- Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Starikovicius, Vadimas  
**On a numerical subgrid upscaling algorithm for Stokes-Brinkman equations**  
Computers and Mathematics with Applications, 65 (3), pp. 435-448. ISSN: 0898-1221
- Iliev, Oleg; Printsypar, Galina; Rief, Stefan  
**A two-dimensional model of the pressing section of a paper machine including dynamic capillary effects**  
Journal of Engineering Mathematics, Mai 2013
- Johannesson, Per; Speckert, Michael  
**Guide to Load Analysis for Durability in Vehicle Engineering**  
Wiley, 2013
- Jüngel, Ansgar; Pinnau, René; Röhrig, Elisa  
**Existence Analysis for a Simplified Transient Energy-Transport Model for Semiconductors**  
Math. Meth. Appl. Sci., 36, 1701-1712 (2013)
- Karlsen, E. S.; Foss, S.-K.; Osen, A.; Rhodes, M.; Mispel, J.; Micheld, D.; Kotava, N.; Merten, Dirk; Lehnertz, B.; Ettrich, Norman  
**Interactive and Integrated Salt Model Building**  
Ext. Abstr., London, EAGE, June 2013
- Karlstetter, C.; Latz, Arnulf; Leiss, N.; Niedziela, Dariusz  
**Simulation-based optimization of steelfiber concrete**  
BFT International, 01.2013, Volume 79, pp.52-59, January 2013
- Kleer, Michael; Gizatullin, Andrey; Dreßler, Klaus; Müller, Steffen  
**Real-time human in the loop MBS simulation in the Fraunhofer Robot-Based Driving Simulator**  
Proceedings of Multibody Dynamics 2013, Juli 2013
- Kleinert, Jan; Obermayr, Martin; Balzer, Matthias  
**Modeling of Large Scale Granular Systems using the Discrete Element Method and the Non-Smooth Contact Dynamics Method: A Comparison**  
Proceedings of ECCOMAS Multibody Dynamics 2013, Juli 2013 und Berichte des Fraunhofer ITWM, Nr. 238, 2013
- Knaf, Hagen  
**Distanzen zwischen Partitionen - Zur Anwendung und Theorie**  
Berichte des Fraunhofer ITWM, 226, 2013
- Korn, Ralf; Liang, Qian  
**Adjoint Libor cross gammas for Bermudan Swaptions.**  
RISK Magazine, August (2013).
- Korn, Ralf; Müller, Stefanie  
**The optimal-drift model: an accelerated binomial scheme**  
Finance and Stochastics, 17(1), 135-160 (2013)
- Korn, Ralf; Seifried, Frank  
**A concise characterization of optimal consumption with logarithmic preference.**  
International Journal of Theoretical and Applied Finance 16 (2013)
- Korn, Ralf; Tang, Songyin  
**Exact analytical solution in the normal SABR model**  
Wilmott (66), 64-69 (2013)
- Korn, Ralf; Zeytun, Serkan  
**Efficient Basket Monte Carlo option pricing via a simple analytical approximation.**  
Journal of Computational and Applied Mathematics 243 (1), 48-59 (2013)
- Krengel, Annette; Hauth, Jan; Taskinen, Marja-Riitta; Adiels, Martin; Jirstrand, Mats  
**A continuous-time adaptive particle filter for estimations under measurement time uncertainties with an application to a plasmaleucine mixed effects model**  
BMC Systems Biology, 7:8 (2013)
- Krohmer, Albert; Utz, Sebastian; Wagner, Andreas  
**Modellkalibrierung - Ein oft unterschätzter Faktor für die Modellgüte**  
Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 12 (2013)
- Kudryavtseva, Olga; Kolesnikov, Alexander; Ngapetyan, Tigran  
**Remarks on the Afriat's Theorem and the Monge-Kantorovich Problem**  
Journal of Mathematical Economics, Volume 49, Issue 6, December 2013, Pages 501-505
- Kuhnert, Jörg  
**Meshfree Numerical Schemes for Time Dependent Problems in Fluid and Continuum Mechanics**  
Advances in PDE Modeling and Computation, Ane BooksPvt. Ltd. (2013)
- Kuhnert, Jörg; Marburger, Jan; Röhrig, Elisa  
**Modeling Freezing Processes with the Finite Pointset Method**  
Particle-Based Methods III, Fundamentals and Applications, 887-898 (2013)
- Lang, Holger; Leyendecker, Sigrid; Linn, Joachim  
**Numerical experiments for viscoelastic Cosserat rods with Kelvin-Voigt damping**  
Proceedings of ECCOMAS Multibody Dynamics 2013, Juli 2013 und Berichte des Fraunhofer ITWM, Nr. 239, 2013
- Latz, Arnulf; Zausch, Jochen  
**Thermodynamic derivation of a Butler-Volmer model for intercalation in Li-ion batteries**  
Electrochimica Acta 110, 358 (2013)
- Lehmann, Martin; Eisengraber-Pabst, Jobst; Ohser, Joachim; Moghiseh, Ali  
**Characterization of the Formation of Filter Paper using the Bartlett Spectrum of the Fiber Structure**  
Image Analysis & Stereology, vol.32:77-87, 2013
- Leithäuser, Christian; Arne, Walter; Gramsch, Simone; Hietel, Dietmar; Wegener, Raimund  
**Modeling and Simulations of the Entire Process Chain for Nonwoven Materials**  
Proc. Nonwovens Innovation Academy, Tourcoing, France (2013)
- Leithäuser, Christian; Gramsch, Simone; Hietel, Dietmar; Wegener, Raimund  
**Modellierung und Simulation entlang der gesamten Vliesstoff-Prozesskette**  
28. Hofer Vliesstofftage, Hof (2013)
- Linn, Joachim  
**Generalized Maxwell type viscoelasticity for geometrically exact Cosserat rod and shell models**  
Proceedings of Multibody Dynamics 2013, Juli 2013
- Linn, Joachim; Lang, Holger; Tuganov, Andrey  
**Derivation of a viscoelastic constitutive model of Kelvin-Voigt type for Cosserat rods**  
ITWM-Bericht, Nr. 225, 2013
- Linn, Joachim; Lang, Holger; Tuganov, Andrey  
**Geometrically exact Cosserat rods with Kelvin-Voigt type viscoelastic damping**  
Mechanical Sciences, 2013
- Lorenz, Maike; Marheineke, Nicole; Wegener, Raimund  
**Asymptotics and Numerics for Non-Newtonian Jet Dynamics**  
Proc. Appl. Math. Mech. 13, 515-516 (2013)
- Maas, Ramona; Leyendecker, Sigrid  
**Biomechanical optimal control of human arm motion**  
Journal of Multi-body Dynamics, 2013
- Maas, Ramona; Leyendecker, Sigrid  
**Muscle paths in biomechanical multibody simulations**  
Proceedings of ECCOMAS Multibody Dynamics 2013, Juli 2013
- Machado, Rui; Abreu, Salvador; Diaz, Daniel  
**Parallel Performance of Declarative Programming Using a PGAS Model**  
Practical Aspects of Declarative Languages - 15th International Symposium, PADL 2013, Rome (I), January 21-22, 2013



- Machado, Rui; Pedro, Vasco; Abreu, Salvador  
**On the Scalability of Constraint Programming on Hierarchical Multiprocessor Systems**  
 42nd International Conference on Parallel Processing (ICPP), 2013, 1-4 Oct. 2013, Lyon, France
- Manthey, Bodo; Plociennik, Kai  
**Approximating independent set in perturbed graphs**  
 Discrete Applied Mathematics, 161, 1761-1768 (2013)
- Marx, Oliver; Wedler, Markus; Stoffel, Dominik; Kunz, Wolfgang; Dreyer, Alexander  
**Proof logging for computer algebra based SMT solving**  
 Computer-Aided Design (ICCAD), 2013 IEEE/ACM International Conference on 677-684 IEEE
- Nagapetyan, Tigran  
**Multi-level Monte Carlo method for approximation of distribution functions and an application to asymmetric flow field flow fractionation**  
 Tagungsband Young Researcher Symposium (YRS) 2013, pp. 1-6, Fraunhofer Verlag 2013, ISBN 978-3-8396-0628-5
- Neusius, David; Schmidt, Sebastian  
**A Cartesian cut-cell method for the isothermal compressible viscous Navier Stokes Equations**  
 Berichte des Fraunhofer ITWM, Nr. 231, 2013
- Niedziela, Dariusz; Latz, Arnulf; Tröltzsch, Jürgen; Kroll, Lothar  
**On numerical simulation of injection moulding process with integrated textile fiber reinforcement**  
 Journal of Thermoplastic Composite Materials, Volume 26, Issue 1, pp.74-90
- Nowak, Dimitri  
**Solving uniform coverage problems in industrial production with Abel Inversion**  
 Proceedings 28th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition EU PVSEC 2013, ISBN 3-936338-33-7, ISSN 2196-0992 (2013)
- Obermayr, Martin; Dreßler, Klaus; Vrettos, Cristos; Eberhard, Peter  
**A bonded-particle model for cemented sand**  
 Computers and Geotechnics, No. 49, pp: 299 - 313, 2013
- Obermayr, Martin; Vrettos, Cristos  
**Anwendung der Diskrete-Elemente-Methode zur Vorhersage von Kräften bei der Bodenbearbeitung**  
 geotechnik, No. 4, pp: 231-242, Wiley Online Library, December 2013
- Obermayr, Martin; Vrettos, Cristos; Eberhard, Peter  
**A discrete element model for cohesive soil**  
 Proceedings of the III International Conference on Particle-based Methods, September 2013
- Obermayr, Martin; Vrettos, Cristos; Kleinert, Jan; Eberhard, Peter  
**A discrete element method for assessing reaction forces in excavation tools**  
 Proceedings of the Congress on Numerical Methods in Engineering, Juni 2013 und Berichte des Fraunhofer ITWM, Nr. 228, 2013
- Oden, Lena; Fröning, Holger  
**GGAS: Global GPU address spaces for efficient communication in heterogeneous clusters**  
 IEEE International Conference on Cluster Computing 2013, September 23-27, 2013
- Ohser, Joachim; Sandau, K.; Kampf, Jürgen; Vecchio, Irene; Moghiseh, Ali  
**Improved estimation of fiber length from 3-dimensional images**  
 Image Analysis & Stereology, vol.32:45-55, 2013
- Orlik, Julia; Shiryayev, Vladimir  
**Evolutional contact with Coulomb's friction on a periodic microstructure**  
 PAMM 13.1, p.377-378., 2013
- Orth, T.; Graff, Alfred; Schmitte, T.; Spies, Martin; Kersting, Thomas  
**Betriebstaugliche Ultraschall-Querfehlerprüfung an SAWL-Pipeline-Rohren mit Phased-Array Technik**  
 DGZfP-Berichtsband BB-141-CD DGZfP-Jahrestagung 2013, Di.2.B.4
- Ostermann, Isabel; Kuhnert, Jörg; Kolymbas, Dimitrios; Chen, Chien-Hsun; Polymerou, Iliana; Šmilauer, Václav; Vrettos, Christos; Chen, Dong  
**Meshfree Generalized Finite Difference Methods in Soil Mechanics – Part I: Theory**  
 International Journal on Geomatics, 4, 167-184 (2013)
- Panchatcharam, Mariappan; Sundar, Subbiah; Klar, Axel  
**GPU Metrics for Linear Solver**  
 Neural, Parallel and Scientific Computations, 21, 361-374 (2013)
- Petr, N. Vabishchevich; Iliev, Oleg  
**Numerical solution of nonstationary problems for a system of Nernst-Planck equations**  
 Mathematical Models and Computer Simulations, 5 (3), pp 229-243
- Plociennik, Kai  
**A probabilistic PTAS for shortest common superstring**  
 Theoretical Computer Science, ISSN 030-3975, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tcs.2013.12.005> (2013)
- Prill, Torben; Jeulin, Dominique; Schladitz, Katja  
**Characterization of Nanoporous Media by FIB-SEM Nanotomography**  
 Proceedings of the 2nd Young Researcher Symposium (YRS) 2013, Fraunhofer Verlag, ISBN 978-3-8396-0628-5
- Prill, Torben; Jeulin, Dominique; Schladitz, Katja  
**Simulation of the FIB-SEM Imaging Process and Segmentation of FIB-SEM Data Sets**  
 Proceedings MC 2013, Rachel, Reinhard, ed. (2013), Regensburg
- Prill, Torben; Jeulin, Dominique; Schladitz, Katja; Faessel, Matthieu; Wieser, Christian  
**Morphological segmentation of FIB-SEM data of highly porous media**  
 Journal of Microscopy, Volume 250, Issue 2, pages 77-87, May 2013
- Prill, Torben; Schladitz, Katja; Wieser, Christian  
**Simulation of FIB-SEM Images for Segmentation of Porous Microstructures**
- 1 International Conference on 3D Materials Science (eds M. De Graef, H. F. Poulsen, A. Lewis, J. Simmons and G. Spanos), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Spies, Martin; Rauhut, Markus; Taeubner, Kai; Kreier, Peter  
**Ein Multi-Sensor-Verfahren zur umfassenden zerstörungsfreien Prüfung gegossener Großbauteile am Beispiel von Schiffsantriebskomponenten**  
 DGZfP-Berichtsband BB-141-CD DGZfP-Jahrestagung 2013, Mi.3.A.2
- Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Spies, Martin; Rieder, Isabell  
**Vorstellung eines E-Learning Kurses zum Thema Ultraschallabbildung mittels SAFT**  
 DGZfP-Berichtsband BB-141-CD DGZfP-Jahrestagung 2013, P4
- Roller, Michael; Betsch, Peter; Gallrein, Axel; Linn, Joachim  
**On the use of geometrically exact shells for dynamic tire simulation**  
 Proceedings of ECCOMAS Multi-body Dynamics 2013, Juli 2013 und Berichte des Fraunhofer ITWM, Nr. 240, 2013
- Rotaru, Tiberiu; Rahn, Mirko; Pfreundt, Franz-Josef  
**MapReduce in GPI-Space**  
 Euro-Par 2013 Workshop Proceedings, editors: Dieter an Mey et al., Lecture Notes in Computer Science, Springer
- Ruckdeschel, Peter; Horbenko, Nataliya  
**Optimally-Robust Estimators in Generalized Pareto Models**  
 Statistics, 47 (4) 762-791.
- Ruckdeschel, Peter; Sayer, Tilman; Szimayer, Alexander  
**Pricing American options in the Heston model: a close look at incorporating correlation**  
 Journal of Derivatives. 20 (3) 9-29
- Sarishvili, Alex; Hanselmann, Gerrit  
**Software Reliability prediction via two different implementations of Bayesian model averaging**

- ECML/PKDD 2013, European conference on machine learning and principles and practice of knowledge discovery in databases. In workshop Proceedings COPEM 2013: Solving complex machine learning problems with ensemble methods
- Schießl, Stefan; Arne, Walter; Marheineke, Nicole; Wegener, Raimund  
**DAE-index Monitoring for Semi-discretized Viscous Cosserat Rod Models**  
Proc. Appl. Math. Mech. 13, 501-502 (2013)
- Schmidt, Sebastian; Kreusser, Lisa; Zhang Shiquan  
**POD-DEIM based model order reduction for a three-dimensional microscopic Li-Ion battery model**  
Berichte des Fraunhofer ITWM, Nr. 229, 2013
- Schmidt, Sebastian; Niedziela, Dariusz  
**Product- and process design based on complex rheology CFD using CoRhoGrain**  
PARTEC - International Congress on Particle Technology 2013. pp. 1-4, 23-25 April 2013, proceedings
- Schmidt, Sebastian; Niedziela, Dariusz; Steiner Konrad  
**Numerical simulations of granular flow (with applications) in mixers**  
In "Jahrestreffen der Fachgruppen Agglomerations- und Schüttgut-technik und CFD", Weimar, 2013, proceedings
- Schmidt, Sebastian; Niedziela, Dariusz; Steiner Konrad; Zausch, Jochen  
**CoRhoS: Multiphysics solver framework and simulation infrastructure for complex rheologies**  
Nafems World Congress 2013, 9-12 June 2013, Salzburg (A), proceedings
- Schneider, M.; Andrä, Heiko  
**The topological gradient in anisotropic elasticity with an eye towards lightweight design**  
Meth. Appl. Sci. doi: 10.1002/ma.2918, (2013)
- Schüle, Ingmar; Bischoff, Martin; Ewe, Hendrik; Plociennik, Kai  
**Economic evaluation of two alternative layout planning concepts**  
Proceedings 28th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition EU PVSEC 2013, ISBN 3-936338-33-7, ISSN 2196-0992, 4143-4147 (2013)
- Schuler, Frank; Breit, Wolfgang; Schnell, Jürgen; Rösch, Ronald  
**Möglichkeiten des Einsatzes der Computer-Tomographie bei der Untersuchung von Stahlfaserbetonen**  
Betonwerk International, Heft 4, 2013, S. 70-71
- Schulze, Martin; Dietz, Stefan; Burgermeister, Bernhard; Tuganov, Andrey; Lang, Holger; Linn, Joachim; Arnold, Michael  
**Integration of Nonlinear Models of Flexible Body Deformation in Multibody System Dynamics**  
J. Comput. Nonlinear Dynam. 9(1), 011012, 2013
- Shiryaev, Vladimir; Bare, Zoufine; Orlik, Julia  
**Computational model for periodic hyperelastic string structures under Coulomb friction**  
Book of Abstracts and Proceedings, Technical Univ. of Crete, Chania, 2013
- Sliseris, Janis  
**Numerical Prediction for the Modulus of Elasticity of L-MDF Plates**  
Tagungsband Young Researcher Symposium (YRS) 2013, pp. 42-47, Fraunhofer Verlag 2013, ISBN 978-3-8396-0628-5
- Spahn, Johannes  
**FFT-based multiscale modeling of nonlinear microstructured materials**  
Tagungsband Young Researcher Symposium (YRS) 2013, pp. 48-53, Fraunhofer Verlag 2013, ISBN 978-3-8396-0628-5
- Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander  
**Experimentelle und Modellbasierte POD-Bestimmung für Volumenfehler in gegossenen Bronze-Bauteilen unterschiedlicher Gefügestruktur**  
DGZfP-Berichtsband BB-141-CD  
DGZfP-Jahrestagung 2013, Di.1.C.1
- Spies, Martin; Rieder, Hans; Dillhöfer, Alexander; Müller, Wolfgang; Schmitz, Volker  
**SAFT, TOFD, Phased Array – Klassische Anwendungen und neuere Entwicklungen der Ultraschall-Bildgebung**  
DGZfP-Berichtsband BB-145-CD  
Seminar des FA Ultraschallprüfung 2013, V2
- Steidel, Stefan  
**Gröbner bases of symmetric ideals**  
Journal of Symbolic Computation 54, pp: 72-86, 2013
- Süss, Philipp; Bortz, Michael; Küfer, Karl-Heinz; Thieke, Christian  
**The critical spot eraser - a method to interactively control the correction of local hot and cold spots in IMRT planning**  
Physics in Medicine and Biology, Vol. 58, No.6, 1855-1867, doi:10.1088/0031-9155/58/6/185 (2013)
- Taeubner, Kai; Maasland, Mark; Briesewitz, Rüdiger; Fischer, Sören  
**Schlag auf Schlag - 100-Prozent-Oberflächeninspektion von Dehnzellen**  
Qualität und Zuverlässigkeit(QZ), vol. 4, 2013, Carl Hanser Verlag, München, S. 46-48
- ten Hompel, M.; Hülsmann, Stephan; Berger, Martin; Schreiber, Torsten  
**Organisation und Management globaler Produkt- und Prozessanläufe in der Logistik**  
Jahrbuch der Logistik 2013, 12-16, ISSN 0932-6189 (2013)
- Tramecon, Alain; Kuhnert Jörg  
**Simulation of Advanced Folded Airbags with VPS-PAMCRASH/FPM: Development and Validation of Turbulent Flow Numerical Simulation Techniques Applied to Curtain Bag Deployments**  
SAE Technical Paper 2013-01-1158, doi:10.4271/2013-01-1158 (2013)
- Uhlmann, Eckart; Gerstenberger, Robert; Kuhnert, Jörg  
**Cutting Simulation with the Meshfree Finite Pointset Method**  
Procedia CIRP, 8, 391-396 (2013)
- Vecchio, Irene  
**Stochastic models in materials science**  
Tagungsband Young Researcher Symposium (YRS) 2013, pp. 30-35, Fraunhofer Verlag 2013, ISBN 978-3-8396-0628-5
- Velasco-Forero, Santiago; Angulo, Jesus  
**Mathematical morphology for real-valued images on Riemannian manifolds**  
Proceedings of the 11th ISMM, Vol. 7883, pp. 279-291, 2013
- Velasco-Forero, Santiago; Angulo, Jesus  
**On nonlocal mathematical morphology**  
Proceedings of the 11th ISMM, Vol. 7883, pp. 219-230, 2013
- Velasco-Forero, Santiago; Angulo, Jesus  
**Stochastic morphological filtering and Bellman-Maslov chains**  
Proceedings of the 11th ISMM, Vol. 7883, pp. 171-182, 2013
- Velasco-Forero, Santiago; Angulo, Jesus  
**Supervised morphology for tensor structure-valued images based on symmetric divergence kernels**  
Geometric Science of Information, 2013
- Velasco-Forero, Santiago; Angulo, Jesus; Soille, Pierre  
**Conditional toggle mappings: principles and applications**  
Journal of Mathematical Imaging and Vision, März 2013
- Velasco-Forero, Santiago; Marin-Mc Gee, M.; Vélez-Reyes, Miguel  
**Multivariate diffusion tensor and induced morphological segmentation**  
IEEE-Whispers, 2013
- Wächter, Timo; Hlawitschka, Mark; Jildeh, Hanin  
**Mean Droplet Size in Stirred Extraction Columns: From 1D Simulation to 3D FPM Approach**  
Tagungsband Young Researcher Symposium (YRS) 2013, pp. 84-89, Fraunhofer Verlag 2013, ISBN 978-3-8396-0628-5

## GRADUIERUNGSRARBEITEN

Wirtz, Stefan; Süss, Philipp  
**Innovation: SPARTA – Intelligent Software for Patient-Friendly Radiation Therapy**  
 The Newsletter of the German Center for Research and Innovation New York, Issue 41, (2013)

Zangmeister, Tobias; Andrä, Heiko; Müller, R.  
**Comparison of XFEM and voxel-based FEM for the approximation of discontinuous stress and strain at material interfaces**  
 Scientific Journal for Fundamentals and Applications of Engineering Mechanics, Volume 33, Issue 2, 2013, S. 131-141

Zemitis, Aivars; Iliev Oleg; Steiner Konrad; Klein-Heßling, Walter; Sonnenkalb, Martin; Freitag, Martin  
**Simulation of Multiphysics in a NPP Containment using Combined Codes with Different Spatial Resolution**  
 11th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics 2013, AIP Conference Proceedings, Volume 1558, 2013, pp.144-147

Zupan, Eva; Zupan, Dejan; Linn, Joachim; Saje, Miran  
**Quaternion-based dynamics of geometrically exact Cosserat rods**  
 Proceedings of CanCNSM 2013, Juli 2013

Bauer, Daniel  
**Dynamic Principal Component Analysis Applied to Term Structure Models**  
 Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Bleistein, Thomas  
**Konzeption und Konstruktion eines Versuchs zur reinen Biegung mit überlagerter Torsion**  
 Bachelorarbeit, Universität des Saarlandes, FB Mechatronik

Bröde, Daniel  
**IT-Unterstützung für die Einsatzplanung in Handwerksunternehmen**  
 Bachelorarbeit, FH Kaiserslautern, Studienort Zweibrücken, FB Betriebswirtschaft

Buck, Marco  
**Overlapping Domain Decomposition Preconditioners for Multi-Phase Elastic Composites**  
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Chen, Lihua  
**One- and Two-factor Models of the Short Rate and Application in Germany**  
 Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Christiansen, Hannes  
**Einfluss des Zensurmusters auf das parametrische Bootstrap**  
 Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Ciftcioglu, Jan  
**Optionsbasierte Garantieprodukte**  
 Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Czulak, Thomas  
**Optimierungsmodelle in der Alters- und Gesundheitsvorsorge**  
 Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Dahnert, Sebastian  
**Konfigurationsmanagement**  
 Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Ewen, Christian  
**Entwicklung einer digitalen Sensoreinheit zur Erfassung und Protokollierung der Fahrdynamikdaten von Fahrzeugen**  
 Bachelorarbeit, FH Kaiserslautern, FB Mechatronik

Gornak, Tatjana  
**Efficient Algorithms for Flow Simulation related to Nuclear Reactor Safety**  
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Hoffmann, Anna  
**Chemotherapy planning - mathematical modeling, plan optimization and quality robustness**  
 Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Hoffmann, Thomas  
**FPGA-Entwurf einer positionsgesteuerten Triggerung**  
 Bachelorarbeit, Hochschule Mannheim, FB Informationstechnik

Imkeller, Nora  
**Trading to Stops**  
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Kaul, Jan  
**Comparison of different algorithms to determine the effective elastic coefficients of UD fiber-reinforced structures with small volume fractions**  
 Bachelorarbeit, KIT, Karlsruhe

Keller, Dominik  
**Dezentrales mikrocontrollerbasiertes Thermostatregelsystem zur Optimierung des Wärmeenergiebedarfs in Privathaushalten**  
 Bachelorarbeit, FH Kaiserslautern, FB Angewandte Ingenieurwissenschaften

Klimm, Bernd  
**Time Domain Full Waveform Inversion Using ADI Modeling**  
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Kutscher, Steffen  
**Turbozertifikate**  
 Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Leithäuser, Christian  
**Controllability of Shape-Dependent Operators and Constrained Shape Optimization for Polymer Distributors**  
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Liesert, Kim  
**FPM für Granulare Medien**  
 Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Lorenz, Maïke  
**On a Viscoelastic Fibre Model**  
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Losch, Katharina  
**Analyse des Bewegungsfelds in Zeitreihen von 3D Bilddaten**  
 Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Löwenstein, Markus  
**Mathematische Methoden zur Auswertung von Photobleaching Experimenten**  
 Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Machado, Rui  
**Massively Parallel Declarative Computational Models**  
 Dissertation, University of Evora (P), FB Informatik

Makevnin, Evgeni  
**Einsatzanalyse des PCoIP-Protokolls in einer Client-Server Netzwerkarchitektur**  
 Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Maringer, Johannes  
**Stochastic and Deterministic Models for Fiber Lay-down**  
 Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Merkert, Dennis  
**Voxel-based fast solution of the Lippmann-Schwinger equation with smooth material interfaces**  
 Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Mosbach, Dennis  
**Skalierbare Algorithmen für Rangordnungsfiler**  
 Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern, FB Informatik



Njinpie, Cedric  
**Worst-Case Portfolio Optimization**  
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Nowak, Dimitri  
**Approximation Methods for the Uniform Coverage Problem in the Spunbond Process**  
Dissertation, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Nurkanovic, Merima  
**Recent Advances in Binomial Methods for Option Pricing**  
Masterarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Obermaier, Harald  
**Feature based visualization of gridless vector fields**  
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Informatik

Obermayr, Martin  
**Prediction of Load Data for Construction Equipment using the Discrete Element Method**  
Dissertation, Universität Stuttgart,  
FB Konstruktions-, Produktions-  
und Fahrzeugtechnik

Petukhova, Ekaterina  
**Monte Carlo Methods for Option Pricing in the Heston Model**  
Masterarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Pitsch, Marie  
**Shape-Optimierung von Polymerverteilern unter Berücksichtigung temperaturabhängiger Viskosität**  
Masterarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Rau, Sebastian  
**Optimal Control of interacting Quantum Particle Systems**  
Dissertation, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Saleck, Jennifer  
**Planungsunterstützung für die Ressourcendisposition in Handwerksunternehmen**  
Bachelorarbeit, Technische Hochschule Mittelhessen, Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften und Datenverarbeitung

Schiebl, Stefan  
**DAE-index Monitoring for Semidiscretized Viscous Cosserat Rod Models**  
Masterarbeit, FAU Erlangen-Nürnberg, FB Mathematik

Schneider, Fabio  
**Zustandsbeobachtung von MKS-Modellen mit klassischen Beobachter-Ansätzen**  
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Schneider, Linda-Sophia  
**Die Mathematik der Riester-Garantien**  
Masterarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Schröder, Simon  
**Stochastic Methods for Fiber-Droplet Collisions in Flow Processes**  
Dissertation, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Schüle, Laura  
**Effectiveness of Constant Proportion Portfolio Insurance (CPPI) Strategies**  
Masterarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Schwientek, Jan  
**Modellierung und Lösung parametrischer Packungsprobleme mittels semi-infiniten Optimierung**  
Dissertation, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Seifen, Sebastian  
**A Mathematical Model for Grouped Extreme Values with an Application in Automotive Engineering**  
Dissertation, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Shafei, Behrang  
**Multi-Class Image Segmentation via Convex and Biconvex Optimization**  
Dissertation, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Sormani, Martina  
**Classification of point patterns using Markov Chain Monte Carlo methods**  
Masterarbeit, Università degli Studi di Milano (I)

Stahl, Dominik  
**Multivariate Polynomial Interpolation and the Lifting Scheme with an Application to Scattered Data Approximation**  
Dissertation, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Stroh, Dennis  
**Die CPPI-Strategie als Garantiekonzept**  
Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Tegen, Thomas  
**Automatische Erzeugung von elastischen Kabelbaummodellen zur digitalen Absicherung**  
Bachelorarbeit, FH Kaiserslautern,  
FB Mechatronik

Teichert, Katrin  
**A hyperboxing Pareto approximation method applied to radio-frequency ablation treatment planning**  
Dissertation, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Trierweiler, Lisa  
**Parametric Model Order Reduction of Industrial Production Processes**  
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Truderung Viktor  
**GPS-unterstützte Verortung von Objekten des Straßenraumes**  
Diplomarbeit, Fachhochschule Kaiserslautern

Van Hauth, Johannes  
**Ereignisdiskrete Systeme zur Anwendung der Regelung eines Fahrstuhls**  
Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Wagner, Andreas  
**Structural Electricity Price Models and Volatile Renewable In-feed**  
Dissertation, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Wanzke, Christoph  
**Partikelsimulation mit halbglatten Newton-Verfahren**  
Masterarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Weibel, Thomas  
**Discrete Energy Minimization Models for Cystoscopic Cartography**  
Dissertation, Université de Lorraine (F)

Wlazlo, Jaroslaw  
**Optimal Mass Transportation Problem as a Monge-Ampere Equation and Monotone Finite Differences Discretization**  
Masterarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Mathematik

Zemitis, Janis  
**Interactive Remote Rendering of Volume Data**  
Bachelorarbeit, TU Kaiserslautern,  
FB Elektro- und Informationstechnik

Zhang, Xingxing  
**Multi-scale computation and visualization of thermal residual stresses of particle reinforced metal matrix composites**  
Dissertation, Shenyang National Laboratory for Materials Science, Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences (CHN)

## MESSE- UND KONFERENZTEILNAHMEN

- ACM 2013**  
San Diego (USA), Februar, Vortrag
- Advances in Mathematical Image Processing**  
Annweiler, Oktober, Vortrag
- Advances in Mathematics of Finance – 6th General AMaMeF and Banach Center Conference**  
Warschau (PL), Juni, Vortrag
- AFS Spring Conference 2013**  
Minneapolis (USA), Mai, Aussteller, Vortrag
- Arbeitstagung der IT-Manager der Fraunhofer-Gesellschaft**  
Kassel, November, Vortrag, Poster
- 14th Asia-Pacific Conference on NDT**  
Mumbai (IND), November, Vortrag
- Automotive CAE Grand Challenge**  
Hanau, April, Vortrag
- Battery + Storage**  
Stuttgart, Oktober, Aussteller
- bauma 2013**  
München, April, Aussteller
- 51. Bildverarbeitungsforum »Moderne optische Elemente für die optimale Bildgewinnung«**  
Darmstadt, März
- 52. Bildverarbeitungsforum »3D-Bildanalyse von Oberflächen: Form, Textur und Funktionalität«**  
Konstanz, Juli
- 53. Bildverarbeitungsforum »Standardisierung und Performanzanalyse«**  
Braunschweig, Oktober
- Building Bridges, Conference in honor of Claudia Klüppelberg**  
Braunschweig, August, Vortrag
- CallCenterWorld 2013: Internationale Kongressmesse für Call Center Management**  
Berlin, Februar
- chassis.tech plus 2013 – 4. Internationales Münchner Fahrwerk-Symposium**  
München, Juni
- Chemiefasertagung 2013**  
Dornbirn (A), September, Vortrag
- CMN 2013 – Congress on Numerical Method in Engineering**  
Bilbao (E), Juni, Vortrag
- Composites Europe 2013**  
Stuttgart, September, Aussteller
- Control 2013**  
Stuttgart, Mai, Aussteller
- CVC-Jahrestagung 2013**  
Wörth, Oktober, Poster
- Daimler EDM-CAE-Forum**  
Stuttgart, Juli, Aussteller, Vortrag
- D-CON 2013**  
Lübeck, März
- DGZfP-Jahrestagung 2013**  
Dresden, Mai, Vortrag, Poster
- DKM – Internationale Fachmesse für die Finanz- und Versicherungswirtschaft**  
Dortmund, Oktober
- DMV/ÖMG-Tagung – Mathematics for the Planet Earth**  
Innsbruck (A), September, Vortrag
- DVM-Arbeitskreis Betriebsfestigkeit Tagung: Die Betriebsfestigkeit als eine Schlüsselfunktion für die Mobilität der Zukunft**  
Herzogenaurach, Oktober, Aussteller
- EAGE 2013**  
London (GB), Juni, Aussteller
- Energy Finance Conference 2013**  
Essen, Oktober, Vortrag
- EnMat II**  
Karlsruhe, Mai, Vortrag
- Erice 2013 Workshop**  
Erice (I), Juni, Vortrag
- ESOP/ETAPS 2013**  
Rom (I), März, Vortrag
- 6. Essener Tagung: Turbogeneratoren in Kraftwerken – Technik – Instandhaltung – Schäden**  
Essen, Februar, Vortrag
- Etailment Expo2013: E(motion)-Commerce - Lösungen für den Handel 2020**  
Berlin, November, Aussteller
- EUROMAT 2013**  
Sevilla (E), September, Vortrag, Poster
- European Automotive Coating - 20. DFO Automobil Tagung**  
Potsdam, Mai
- European Conference on Operational Research EURO XXVI**  
Rom (I), Juli, Vortrag
- 11th European Congress of Stereology and Image Analysis**  
Kaiserslautern, Juli, Vortrag, Poster
- 28th European PV Solar Energy Conference and Exhibition**  
Paris (F), September, Vortrag, Poster
- 13th European Symposium on Comminution and Classification**  
Braunschweig, September, Vortrag, Poster
- European Wolfram Technology Conference 2013**  
Frankfurt/M., Juni, Vortrag
- E-World 2013**  
Essen, Februar, Vortrag
- FILTECH 2013**  
Wiesbaden, Oktober, Aussteller, Vortrag, Poster
- FSTTCS 2013**  
Guwahati (IND), Deuember, Vortrag
- GCPR 2013**  
Saarbrücken, September
- GeoDict User Meeting 2013**  
Kaiserslautern, September, Vortrag
- Geomathematics in Honor of W. Freeden's 65th birthday**  
St. Martin, April, Vortrag
- Girls Day im Bundeskanzleramt**  
Berlin, April, Aussteller
- 13. GMM/ITG-Fachtagung Analog 2013, Entwicklung von Analogschaltungen mit CAE-Methoden**  
Aachen, März, Poster
- GOR**  
Karlsruhe, April, Vortrag
- GTC – GPU Technology Conference**  
San Jose (USA), März, Poster
- Hannover Messe**  
Hannover, April, Aussteller
- Hofer Vliesstofftage 2013**  
Hof, November, Aussteller, Vortrag
- IAM Workshop "Monte Carlo: Basic Methods and Recent Advances"**  
Ankara (TR), April, Vortrag
- IAMG 2013**  
Madrid (S), September, Vortrag
- IASS Tagung**  
Berlin, Mai
- ICORS 2013**  
St. Petersburg (RUS), Juli, Vortrag
- IEEE Cluster 13 Conference**  
Indianapolis (USA), September, Vortrag
- 11th Internactional Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics**  
Rhodes (GR), September, Vortrag
- 6th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics**  
London (GB), Dezember, Vortrag
- 7th International Conference on Computational and Financial Econometrics**  
London (GB), Dezember, Vortrag
- 5th International Conference on Coupled Problems 2013**  
Ibiza (Spanien), Juni, Vortrag
- International Conference on Geometry and Physics of Spatial Random Systems**  
Freudenstadt, September, Poster
- International Conference on Parallel Computing – ParCo**  
München, September, Vortrag
- 5th International Conference on Porous Media and Annual Meeting of the International Society for Porous Media**  
Prag (CZ), Mai, Aussteller, Vortrag, Poster
- Intersolar 2013**  
München, Juni, Aussteller
- ISC'13 – International Supercomputing Conference**  
Leipzig, Juli, Aussteller, Vortrag
- Jahrestagung Kerntechnik**  
Berlin, Mai
- Kraftwerk Batterie**  
Aachen, Februar, Poster

**Linux Plumbers Conference**  
New Orleans (USA), September, Vortrag

**LMS European Vehicle Conference: Smart simulation and testing for optimized mechatronic system's design**  
München, Oktober, Aussteller, Vortrag

**MCDM 2013**  
Malaga (S), Juni, Vortrag

**MESHFREE 2013**  
Bonn, September, Vortrag

**Microscopy Conference 2013**  
Regensburg, August, Vortrag

**Model Reduction of Complex Dynamical Systems 2013 (ModRed 2013)**  
Magdeburg, Dezember, Vortrag

**ModVal 10**  
Bad Boll, März, Vortrag

**NAFEMS World Congress 2013**  
Salzburg (A), Juni, Vortrag

**NAFEMS-Seminar: »Innovative Anwendungen der Strömungssimulation in der Produktentwicklung«**  
Wiesbaden, März, Vortrag

**Nonlinear Partial Differential Equations and Applications**  
Rouen (F), Juni, Poster

**NUMTA 2013**  
Falera (I), Juni, Vortrag

**ORAHS 2013**  
Istanbul (TR), Juli, Vortrag

**Particles 2013 – 3rd International Conference on Particle-Based Methods**  
Stuttgart, September, Vortrag

**PowTech-Partec**  
Nürnberg, April, Aussteller, Vortrag

**REORDER + CAV 2013**  
St. Petersburg (RUS), Juli, Vortrag

**40th Review of Progress in QNDE**  
Baltimore (USA), Juli, Vortrag

**Risk Management Reloaded**  
München, September, Vortrag

**Rmetrics 2013**  
Meielisalp (CH), Juli, Vortrag

**SAE 2013 World Congress & Exhibition**  
Detroit (USA), April, Vortrag

**SC13 - Supercomputing**  
Denver (USA), November, Aussteller, Vortrag

**SCCH 2013 – 4th Conference Scientific Computing and Cultural Heritage**  
Heidelberg, November, Vortrag

**Science meets Tires – Visionen für die Reifentechnik**  
Aachen, September, Vortrag

**SEG 2013 – Society of Exploration Geophysicists**  
Houston (USA), September, Aussteller

**Seminar »Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung«**  
Karlsruhe, November, Aussteller, Vortrag

**Seminar des DGzFP-FA Ultraschallprüfung**  
Berlin, November, Vortrag

**SPS / Drives / IPC**  
Nürnberg, November

**SURCAR – 26th International conference on automotive body finishing**  
Cannes (F), Juni

**DVM-Tag 2013, ELEKTROMOBILITÄT – Zuverlässigkeit und Sicherheit des Elektrofahrzeugs**  
Berlin, April

**1. Technologieforum Bildverarbeitung**  
Unterschleißheim, November

**TechTextil 2013**  
Frankfurt/M., Juni, Aussteller

**The Battery Show**  
Novi (USA), September, Aussteller

**The Future of Life Insurance**  
Hannover, Mai, Vortrag

**treffpunkt-Firmenkontakttmesse**  
Kaiserslautern, Juni, Aussteller

**Truck & Bus World Forum 2013**  
Lyon (F), November, Poster

**UCLA/IPAM Workshop "Convex Relaxation Methods for Geometric Problems in Scientific Computing"**  
Los Angeles (USA), Februar, Poster

**UseR! 2013**  
Albacete (E), Juli, Vortrag

**VDI Nutzfahrzeuge 2013 – Truck, Bus, Van, Trailer**  
Celle, Juni, Aussteller

**VDI-Konferenz | Simvec Spezial – Simulation des Werkstoffverhaltens für automobile Anwendungen**  
Baden-Baden, Dezember, Aussteller, Vortrag

**VDI-Tagung: Fahrer im 21. Jahrhundert**  
Braunschweig, November, Aussteller

**VDI-Tagung: HMI und unterstützende Systeme in mobilen Arbeitsmaschinen**  
Ulm, Dezember, Aussteller

**VDI-Tagung: Reifen – Fahrwerk – Fahrbahn**  
Hannover, Oktober, Aussteller

**VI-grade – 5th Users Conference**  
Marburg, April, Aussteller, Vortrag

**Wehrtechnisches Symposium »Schwingungsbelastbarkeit von Bundeswehr-Radfahrzeugen«**  
Trier, März

**Wissenschaftstag der DGVMF**  
Berlin, April, Vortrag

**3rd workshop on thin structures**  
Naples (I), September, Poster

**Young Researcher Symposium**  
Kaiserslautern, November, Vortrag

Ackermann, Heiner  
**1. Preis für beste Wissenschaftsreportage »Von Puzzlern lernen«**  
Technische Universität Kaiserslautern, Mai

Fraunhofer ITWM, Fraunhofer IESE  
**Gründungsförderer des Jahres 2013**  
Diemersteiner Kreis, Kaiserslautern, September

Leithäuser, Nele  
**2. Preis für beste Wissenschaftsreportage »Mathematik, die Leben rettet«**  
Technische Universität Kaiserslautern, Mai

Lojewski, Carsten; Machado, Rui; Simmendinger, Christian  
**Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2013**  
Fraunhofer-Gesellschaft, München, Juni

Nagapetyan, Tigran  
**Best Team Performance**  
OCCAM 5th UK Graduate Modelling Camp 2013, Oxford (GB), April

Schwienteck, Jan  
**Preis für hervorragende Dissertation**  
Kreissparkassenstiftung Kaiserslautern, Juni

Vecchio, Irene  
**3. Preis – Best Paper Award**  
Nachwuchsring des (CM)<sup>2</sup>, Innovationszentrum Applied System Modeling, Kaiserslautern, November



## EIGENE VERANSTALTUNGEN

**elektro:camp »2013.05«**  
Kaiserslautern, August

**11th European Congress of Stereo-logy and Image Analysis 2013**  
Kaiserslautern, Juli

**Felix-Klein-Sommerschule 2013**  
Kaiserslautern, Oktober

**FhGFS User Meeting**  
Kaiserslautern, Mai

**Gesundheitstage am Fraunhofer-Zentrum: Geprüft auf Herz und Rücken**  
Kaiserslautern, November

**Konferenz: Operational Risk – Management and Measurement**  
Frankfurt/M., März (in Zusammenarbeit mit KPMG und Center for Financial Studies)

**Minisymposium at 5th Interpore Conference: 3d image based microstructures and properties simulations**  
Prag (CZ), Mai

**OptiRisk-Workshop: Application of Hidden Markov Models and Filters to Financial Time Series Data**  
London (GB), April

**OptiRisk-Workshop: Monte Carlo Methods in Finance: Basic Methods and Recent Advances**  
London (GB), Mai

**Praktiker-Workshop: Monte Carlo Methods in Finance: Basic Methods and Recent Advances**  
Kaiserslautern, Oktober

**Seminar: Lastdaten – Analyse, Bemessung und Simulation**  
Kaiserslautern, Juni

**Seminar: Statistische Methoden in der Betriebsfestigkeit**  
Kaiserslautern, März

**Seminar: Systemsimulation in der Fahrzeugentwicklung**  
Kaiserslautern, März

**StoREgio-Workshop: »Prognose und Steuersysteme: Thema Metering«**  
Kaiserslautern, September

**Thementag: Greyboxmodels and Modelreduction**  
Kaiserslautern, Dezember

**Vernissage des Bildhauersymposiums 2013**  
Kaiserslautern, August (in Zusammenarbeit mit Skulpturen Rheinland-Pfalz e.V.)

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

**Workshop des Fraunhofer-Innovationsclusters DNT: Simulation/ Virtuelle Produktentwicklung**  
Kaiserslautern, September

**Workshop des Fraunhofer-Innovationsclusters DNT: Statistik und Nutzungsvielfalt**  
Kaiserslautern, September

**Workshop: Basis-Spreads und OIS-Discounting**  
Kaiserslautern, September

**Workshop: Das Heston Modell und seine Anwendung**  
Kaiserslautern, Oktober

**Workshop: Data Mining in Produktion und Fertigung**  
Kaiserslautern, Mai

**Workshop: Einführung in R**  
Kaiserslautern, Januar

**Workshop: Finanzmathematik und R**  
Kaiserslautern, Oktober

**Workshop: Interaktive Fahr- und Betriebssimulation FUMI**  
Kaiserslautern, Juni

**Workshop: Kredit Rating**  
Kaiserslautern, Oktober

**Workshop: Monte-Carlo Methoden in Finanz- und Versicherungswirtschaft**  
Kaiserslautern, Oktober

**Workshop: Projection Methods - Theory & Practice**  
Kaiserslautern, Juni

**Workshop: R für Fortgeschrittene**  
Kaiserslautern, Februar

**Workshop: Regime-Switching Models in Finance: Statistics and Optimization**  
Kaiserslautern, November

**Workshop: Von Material bis Modul – Batteriesimulationen in der Fraunhofer-Allianz Batterien**  
Kaiserslautern, Juli

**Vortragsreihe »Blick über den Tellerrand«**  
Kaiserslautern

Hadeler, Karl Peter  
(Universität Tübingen, Biomathematik)  
**Die unerklärliche (In-)Effektivität der Mathematik**  
Januar

Lachmann, Thomas  
(TU Kaiserslautern, Psychologie)  
**Was ist Legasthenie?**  
**Über 100 Jahre Forschung und kein bisschen klüger (?)**  
Februar

Jenet, Harald  
(Präsident des Landgerichts Kaiserslautern)  
**Der Glaube an den Rechtsstaat: Gedanken zur Wahrnehmung der Justiz in der Öffentlichkeit**  
März

Gropengießer, Frank  
(Mathematiker und Ex-CEO)  
**Der Mathematiker als CEO – Segen oder Fluch?**  
Mai

Petersen, Sonja  
(Universität Stuttgart, Historisches Institut)  
**Zwischen Fingerspitzengefühl und Helmholtz – Zum Verhältnis von Naturwissenschaft und Musikinstrumentenbau im 19. und 20. Jahrhundert**  
Juni

Jackson, Myles W.  
(Gallatin School of New York University (USA), Wissenschafts- und Technologiegeschichte)  
**Gene und Rassen in der US-amerikanischen Medizin des 20. und 21. Jahrhunderts**  
September

Verhulst, Ferdinand  
(University of Utrecht (NL), Mathematisch Instituut)  
**Henri Poincaré (1854 - 1912), impatient genius**  
Oktober

Wiese, Hans-Ulrich  
Vorstand a. D. der Fraunhofer-Gesellschaft  
**Entwicklung des Erfolgsmodells Fraunhofer seit seinen Anfängen**  
November

Michael Welker  
(Universität Heidelberg, Systematische Theologie (Dogmatik))  
**Ist der Dialog zwischen Theologie und Naturwissenschaften heute noch sinnvoll?«**  
Dezember

## GÄSTE

- Arnold, Martin (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg)  
**Numerik für Mehrkörpersysteme**  
März
- Bauchau, Oliver (University of Michigan-Shanghai (CHN))  
**Flexible Multibody Dynamics**  
April
- Ben-Israel, Adi (Rutgers Business School (USA))  
**Workshop »Projection Methods-Theory & Practice«**  
Juni
- Betsch, Peter (Universität Siegen)  
**Modellierung von Reifen mit geometrisch exakten Schalenmodellen**  
September
- Brown, Donald (King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal (KSA))  
**Multiscale poroelasticity models**  
Mai - Juli
- Byrne, Charles (University of Massachusetts, Lowell (USA))  
**Workshop »Projection Methods-Theory & Practice«**  
Juni
- Cegielski, Andrzej (University of Zielona Góra (PL))  
**Workshop »Projection Methods-Theory & Practice«**  
Juni
- Censor, Yair (University of Haifa (IL))  
**Workshop »Projection Methods-Theory & Practice«**  
Juni
- Ciegis, Raimondas (Vilnius Gediminas Technical University)  
**Stability and convergence analysis of FDS for non-classical mathematical models**  
Oktober
- Davidi, Ran (Stanford University (USA))  
**Workshop »Projection Methods-Theory & Practice«**  
Juni
- Dergunov, Ilya (Goethe Universität Frankfurt)  
**Projektarbeit IPConcept**  
Februar - April
- Elfving, Tommy (University of Linköping (S))  
**Workshop »Projection Methods-Theory & Practice«**  
Juni
- Hecht, Heiko (Johannes Gutenberg-Universität Mainz)  
**RODOS-Simulator**  
Januar
- Hennig, Christian (UCL London (GB))  
**Gaussian Mixture Modelling and the Number of Clusters**  
November
- Herman, Gabor T. (City University of New York (USA))  
**Workshop »Projection Methods-Theory & Practice«**  
Juni
- Heyden, Anders (Lund University (S))  
**Geometrische Modellierung / Mathematische Methoden der Bildverarbeitung**  
Mai
- Jouve, Francois (University Paris Diderot (Paris 7) Laboratoire J. L. Lions (F))  
**Form Optimierung für periodische Strukturen**  
Januar
- Kohl, Matthias (Hochschule Furtwangen)  
**R-Pakete zu Robuster Statistik**  
Februar, Juli, September
- Leyendecker, Siegrid (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)  
**Diskrete Mechanik und Optimalsteuerung von Bio-Mehrkörpersystemen**  
August
- Lichtenheldt, Roy (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt Oberpfaffenhofen)  
**Lokomotion planetarer Rover auf nachgiebigen Sandböden - Ein partikelbasierter Ansatz zur Simulation in der Terramechanik**  
August
- Londono, Jaime Alberto (Universidad Nacional de Colombia, Bogota (CO))  
**A new european logistic-type option pricing model**  
Oktober
- Mamon, Rogemar (University of Western Ontario (CDN))  
**Mortality modelling with regime-switching for the valuation of a guaranteed annuity option**  
November
- Meyer, Arnd (TU Chemnitz)  
**FE-Numerik für geometrisch nichtlineare Schalenmodelle**  
Juli
- Negrut, Dan (University of Wisconsin (USA))  
**On Fast Computers and Their Use in Mechanical Engineering: From the Dynamics of Granular Material to the Motion of the Mars Rover**  
November
- Niedziela, Maciej (University Zielona Gora (PL))  
**Viscoelastic Materials**  
Mai, August
- Panasenko, Grigory (University St. Etienne (F))  
**Asymptotische Homogenisierung und Dimensionsreduktion in PDE's**  
Juli/August
- Pupashenko, Daria (Hochschule Furtwangen)  
**Robuste Statistik**  
Januar - Dezember
- Rave, Stephan (WWU Münster)  
**DUNE-pyMOR: Model Order Reduction with Python and DUNE**  
Dezember
- Sanz-Solé, Marta (Universitat de Barcelona (E))  
**An Introduction to the European Mathematical Society**  
Februar
- Schäfer, Bernd (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt Oberpfaffenhofen)  
**Lokomotion planetarer Rover auf nachgiebigen Sandböden - Ein partikelbasierter Ansatz zur Simulation in der Terramechanik**  
August
- Spangl, Bernhard (BOKU Wien (A))  
**R-Pakete zu Robuster Statistik**  
Februar, Juli, September
- Struckmeier, Jens (Universität Hamburg)  
**Particle Methods in Numerical Mathematics**  
Oktober
- Wardetzky, Max (Universität Göttingen)  
**Diskrete nichtlineare Schalenmodelle**  
April, Oktober
- Zupan, Dejan (Universität Ljubljana (SLO))  
**Cosserat-Balkenmodelle**  
Februar

## MITARBEIT IN GREMIEN, HERAUSGEBERTÄTIGKEIT

### Ackermann, Heiner

- Operational Research: An International Journal (Gutachter)

### Gerwalin, Elmar

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

### Andrä, Heiko

- Journal Of Computational Physics JCOMP (Gutachter)
- Structural and Multidisciplinary Optimization SMO (Gutachter)
- Latvian Science Council (Gutachter)

### Iliev, Oleg

- International Society for Porous Media (Past President)
- Mathematical Modelling and Analysis (Editor)
- Journal of Porous Media (Editor)
- Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, Volume 45 (Editor)
- SIAM Multiscale (Reviewer)
- Transport in Porous Media (Reviewer)
- J. Comp and Appl. Math (Reviewer)
- Chemical Eng. Journal (Reviewer)
- Computational Geoscience (Reviewer)

### Korn, Ralf

- Deutsche Gesellschaft für Versicherungs- und Finanzmathematik (stellv. Vorsitzender)
- Wissenschaftlicher Beirat des DISC (TU Kaiserslautern)
- 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)
- Scandinavian Statistical Journal (Associate Editor)
- Gutachtertätigkeit u. a. für DFG, AQAS, Studienstiftung des Deutschen Volkes, Humboldt-Stiftung

### Küfer, Karl-Heinz

- Arbeitsgruppe »OR im Gesundheitswesen« der GOR (Vorsitz)
- Mathematics of Operations Research (Gutachter)
- Medical Physics (Gutachter)
- ORSpektrum (Guest Editor)
- Zentralblatt für Mathematik (Reviewer)
- Mathematical Programming (Gutachter)

### Kuhnert, Jörg

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

### Maasland, Mark

- Fraunhofer-Allianz Vision (Mitglied)

### Neunzert, Helmut

- Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC (Vice Chairman of Advisory Board)
- International Committee for Applied Mathematics in the European Mathematical Society (Member)

- ECMI-Series „Mathematics in Industry“ (Editor)

### Ostermann, Isabel

- International Journal on Geomathematics (Reviewer)
- Computers & Geosciences (Reviewer)

### Pfreundt, Franz-Josef

- ISC'13 Steering Committee Member
- ISC'13 Oil&Gas Session Chairman

### Prätzel-Wolters, Dieter

- Forschungszentrum »Center of Mathematical and Computational Modeling (CM)<sup>2</sup>« der Technischen Universität 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 (Vorsitz)
- Felix-Klein-Zentrum für Mathematik (stellvertretender Vorsitzender)
- BMBF-Strategiekomitee für mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung (KoMSO) (Mitglied)

### Rieder, Hans

- DGZfP Fachausschuss »Ultraschallprüfung« (Mitglied)

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

- DGZfP Unterausschuss »Phased Array« im Fachausschuss Ultraschallprüfung (Vorsitzender)

- VDE/VDI-Fachausschuss »Nicht-lineare Systeme« (Mitglied)

### Rösch, Ronald

- Image Processing On-Line (Editor)
- Fraunhofer-Allianz Vision (Koordinationsrat)
- Fraunhofer-Allianz Leichtbau (Mitglied)
- Heidelberger Bildverarbeitungsforum (Beirat)
- IOP electronic Journals (Gutachter)
- Fraunhofer-Arbeitskreis Computertomographie (Mitglied)
- Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V. (DGM, Mitglied)
- DGM-Arbeitskreis »Tomographie« (Mitglied)
- DGM-Fachausschuss »Strahllinien« (Mitglied)
- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e. V. (DGZfP, Mitglied)

### Ruckdeschel, Peter

- Computational Statistics and Data Analysis (Reviewer)
- Communications in Statistics – Theory and Methods (Reviewer)
- Journal for mathematical modeling and analysis (Reviewer)
- Statistical Papers (Reviewer)
- Journal of multivariate analysis (Reviewer)
- Technometrics (Reviewer)

### Scherrer, Alexander

- Physics in Medicine and Biology (Gutachter)



## PATENTE

### Schladitz, Katja

- Fraunhofer-Allianz Leichtbau (Mitglied)
- International Society for Stereology (Vice-President for Europe)
- Journal of Microscopy (Gutachter)
- Journal of the Royal Society Interface (Gutachter)
- Image Analysis & Stereology (Editorial Board)
- Praktische Metallografie (Gutachter)

### Spies, Martin

- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V. (DGZfP, persönliches Mitglied, Beiratsmitglied)
- DGZfP-Fachausschuss »Ultraschallprüfung« (Mitglied)
- DGZfP-Fachausschuss »Hochschullehrer« (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)

### Stephani, Henrike

- International Conference on Pattern Recognition (Reviewer)

### Vecchio, Irene

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

### Velten, Sebastian

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

### Wagner, Andreas

- IEEE Transactions on Power Systems (Reviewer)

### Wenzel, Jörg

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

Küfer, Karl-Heinz; Scherrer, Alexander; Bortz, Michael; Süß, Philipp; Monz, Michael  
**Anpassen einer Dosisverteilungseinstellung für ein technisches Gerät der Tumorthherapie**  
Deutsches Patent Nr. 102010062079.3



## IMPRESSUM

© Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM 2014

Adresse Fraunhofer-Platz 1  
67663 Kaiserslautern

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

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

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

Internet [www.itwm.fraunhofer.de](http://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 Göteborg: Seiten 72 – 77  
Fraunhofer IUK: Seite 6  
iStockPhoto: Seite 45, 52  
Fraunhofer ITWM: Gesa Ermel

Druck Kerker Druck GmbH, Kaiserslautern







## **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](mailto:info@itwm.fraunhofer.de)  
[www.itwm.fraunhofer.de](http://www.itwm.fraunhofer.de)