



JAHRESBERICHT
2008

Impressum

© Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM 2009

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.

Der Herausgeber bedankt sich bei allen Kooperationspartnern für die Bereitstellung der entsprechenden Bilder.

Fotografie	Fotos Mitarbeiter: Thomas Brenner, Telefon: +49(0)631/3403003 Fotos: Fraunhofer ITWM Foto Seite 89: FCC Göteborg
Adresse	Fraunhofer-Platz 1 67663 Kaiserslautern
Telefon	+49(0)631/31600-0
Fax	+49(0)631/31600-1099
E-Mail	info@itwm.fraunhofer.de Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erreichen Sie unter: <familienname>@itwm.fraunhofer.de
Internet	www.itwm.fraunhofer.de
Redaktion und Gestaltung	Ilka Blauth Gesa Ermel Martin Jahn, artspraxis Steffen Grützner Marion Schulz-Reese
Druck	Faber Druck GmbH Kaiserslautern

Dieser Jahresbericht erscheint auch in englischer Sprache.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Das Jahr der Mathematik 2008	6
Das Institut im Profil	10
Kunden und Kooperationspartner	12
Kuratorium	13
Organigramm	13
Das Institut in Zahlen	14
Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick	16
Transportvorgänge	18
Strömungs- und Materialsimulation	26
Bildverarbeitung	34
Systemanalyse, Prognose und Regelung	42
Optimierung	50
Finanzmathematik	58
Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit	66
Competence Center High Performance Computing	74
Fraunhofer- Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC	82
Anhang	90
Vorträge	90
Lehrtätigkeit	96
Publikationen	97
Graduierungsarbeiten	102
Messe- und Konferenzteilnahmen	104
Eigene Veranstaltungen	105
Gäste	106
Mitarbeit in Gremien, Herausgebereätigkeit	107
Patente	108

Vorwort

Für das ITWM war das Jahr 2008 ein Jahr der Verstetigung auf hohem Niveau mit einem erneuten Wachstum bei Haushalt und Personal. Bemerkenswert ist, dass trotz Banken- und beginnender Konjunkturkrise dieses Wachstum fast ausschließlich auf steigende Industrieerträge zurückzuführen ist. Allerdings zeigen die Indikatoren des ersten Quartals 2009, dass sich dieser Trend im Jahre 2009 leider nicht fortsetzen wird. Für das laufende Jahr sehen wir bei den Wirtschaftserträgen eine Durststrecke voraus. Die Krise ist inzwischen auch im ITWM angekommen. Eine Reihe fest eingeplanter Industrieprojekte wurde bereits verschoben oder in kleine Losgrößen mit zeitlich gestaffelter Abwicklung aufgeteilt. Diese Effekte werden leider auch nicht vollständig kompensiert durch neue Aufträge, die indirekt der Krise zuzurechnen sind. Hierzu gehören F&E-Kooperationsprojekte, für die in Zeiten boomender Konjunktur und langer Lieferfristen in den Firmen keine freien Personalkapazitäten vorhanden waren und die jetzt verstärkt beauftragt werden.

Darüber hinaus werden sich die zusätzlichen Investitionen in Wissenschaft, Forschung und Innovation, die Bund und Länder in den vergangenen Jahren initiiert haben, im Zeitfenster 2009 bis 2011 auch für das ITWM positiv auswirken, so dass wir insgesamt in diesem und den kommenden Jahren ein weiteres Wachstum des Instituts erwarten. Garant für den anhaltenden wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Erfolg ist die Arbeit unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. An dieser Stelle möchte ich mich für ihren großen Einsatz und ihre hohe Motivation und Identifikation mit der Arbeit und den Zielen des ITWM bedanken. Ihre Ideen und ihre Kompetenzen bilden den Lebensnerv des Instituts.

Seit Einzug in das Fraunhofer-Institutszentrum wurden insgesamt 100 Mit-

arbeiter und Doktoranden neu eingestellt. Bereinigt durch die Abgänge verbleibt ein Nettowachstum beim Personal um 30 Prozent, was dazu geführt hat, dass im Institut bereits jetzt keine freien Raumkapazitäten mehr zur Verfügung stehen. Das haben wir in dieser Größenordnung bei unseren Bauplanungen nicht antizipiert. Um so erfreulicher ist es – und hierfür möchte ich mich herzlich bedanken – dass das Land Rheinland-Pfalz und die Fraunhofer-Gesellschaft unseren Antrag auf einen ITWM- Erweiterungsbau zügig geprüft und genehmigt haben, so dass wir mit dem Beginn der Bauarbeiten bereits im Herbst dieses Jahres rechnen.

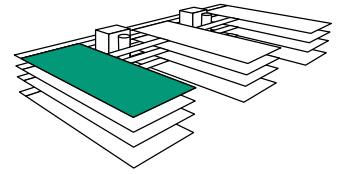
Projekte mit kleinen und mittelständischen Unternehmen sowie Firmen aus der Region machen nach wie vor einen wesentlichen Anteil der ITWM-Wirtschaftserträge aus. Auffällig ist allerdings, dass der Anteil der Wirtschaftserträge, die auf Kunden aus dem Ausland entfallen, auf inzwischen über 40 Prozent angewachsen ist. Die Globalisierung ist in der Wirtschaft nach wie vor zu beobachten. Die Profile der Firmen ändern sich, F&E-Aufträge werden immer mehr durch globalisierte Szenarien beeinflusst und es wird erwartet, dass sich Fraunhofer-Institute in ihrem Leistungsportfolio dieser Entwicklung anpassen. Der Hauptanteil der ausländischen ITWM-Wirtschaftserträge kommt aus Skandinavien. Hier ist das ITWM zusammen mit seinem Schwesterinstitut, dem Göteborger Fraunhofer-Chalmers Centre for Industrial Mathematics am Markt aktiv. Die Erfahrungen zeigen, dass Akquisition in einem europäischen Wirtschaftsraum dann besonders erfolgreich ist, wenn sie durch strategische Allianzen mit Forschungseinrichtungen vor Ort unterfüttert wird.

Die ITWM-Grundpfeiler für die erfolgreiche mathematische Behandlung praktischer Probleme sind die klassischen Disziplinen der angewandten

Mathematik. Sie sind notwendige Bestandteile für einen erfolgreichen Mathematiktransfer in die Praxis. Diese Umsetzung erfordert jedoch über diese Grundpfeiler hinaus spezifische Kompetenzen, die im Fokus der Projektarbeit stehen und als prototypische Arbeitsschritte in nahezu jedem größeren Simulationsprojekt gefordert sind. Es sind dies bezogen auf die Verarbeitung der aus Experimenten und Beobachtungen zur Verfügung stehenden Daten: die Aufsetzung der mathematischen Modelle, die Umsetzung der mathematischen Problemlösungen in numerische Algorithmen, die Zusammenfassung von Daten, Modellen und Algorithmen in Simulationsprogrammen, die Optimierung von Lösungen in Interaktion mit der Simulation und schließlich die Visualisierung der Simulationsläufe in Bildern und Grafiken. Das sind Kernkompetenzen des ITWM, die quer zu den oben erwähnten Gebieten der Mathematik liegen.

Diese Kompetenzen bilden auch die Basis für die Vernetzung des ITWM in der Fraunhofer-Gesellschaft. Die Vernetzung zeigt sich in einer Vielzahl von Mitgliedschaften in Fraunhofer-Verbänden und -Allianzen sowie Kooperationsprojekten mit anderen Instituten. Das ITWM ist auf die eine oder andere Weise mit 51 der insgesamt 57 Fraunhofer-Institute verknüpft und profitiert insbesondere im Kontext der mathematischen Modellbildung enorm von dem domänenspezifischen Know-how seiner Fraunhofer-internen Kooperationspartner.

Das Jahr 2008 war auch das Jahr der Mathematik. Durch eine Vielzahl von Veranstaltungen wurde deutschlandweit eine hohe Sichtbarkeit erzeugt und es ist gelungen, die Rolle und die Bedeutung der Mathematik stärker als bisher im öffentlichen Bewusstsein zu verankern. Auch das ITWM hat dazu mit einer Reihe von eigenen Initiativen



und durch Beteiligung an bundesweiten Aktionen beigetragen. Auf Kaiserslautern bezogen war aus unserer Sicht die Mathematikinitiative des Landes Rheinland-Pfalz, der Technischen Universität Kaiserslautern und des Fraunhofer ITWM der wichtigste und am nachhaltigsten wirkende Beitrag zum Jahr der Mathematik.

Kaiserslautern gehört inzwischen zu den führenden Mathematikstandorten in Deutschland. Dies ist durch regelmäßige Spitzenpositionen in nationalen Rankings und einer Vielzahl internationaler Kooperationen mit renommierten Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen in Europa und Übersee dokumentiert. Durch die Mathematikinitiative wird die Mathematik am Standort Kaiserslautern entscheidend verstärkt und in die Lage versetzt, ihre hohe Qualität in Forschung, Lehre und Technologietransfer nachhaltig zu verstetigen, um im nationalen und internationalen Vergleich konkurrenzfähig zu bleiben.

Im Fokus der Mathematikinitiative steht die Einrichtung fünf neuer Professuren mit zugehörigen Arbeitsgruppen, die Schwerpunkte der Techno- und Wirtschaftsmathematik abdecken sollen, die bisher im Fachbereich nicht oder nur unzureichend ausgebildet sind und einen direkten Bezug zu einem oder mehreren Anwendungsfeldern des ITWM haben. Darüber hinaus wird durch die Gründung des »Felix-Klein-Zentrums für Mathematik« eine institutionelle Verbindung in Forschung und Lehre zwischen dem Fraunhofer ITWM und dem Fachbereich Mathematik geschaffen, in der ein breites Spektrum der reinen und angewandten Mathematik abgedeckt wird. In Verbindung mit der exponierten Praxisorientierung des ITWM entsteht ein Mathematikzentrum, das eine Keimzelle für Exzellenz bildet und ausgezeichnet für interdisziplinäre Forschung und Mathematik-

transfer in Wirtschaft und Gesellschaft aufgestellt ist. Auch die Namensgebung ist in gewisser Weise Programm.

Bedeutende Forscher sind oft Namensgeber und Programm wissenschaftlicher Vereinigungen – Max Planck und Joseph von Fraunhofer sind hier besonders überzeugende Beispiele. Felix Klein (1849–1925) verkörpert in idealer Weise das Programm, das in Kaiserslautern in der Mathematikinitiative realisiert werden soll: Er war ein bedeutender Mathematiker, ein innovativer Lehrer und als Schöpfer der Göttinger Mathematik ein überragender Wissenschaftsorganisator. Er sorgte dafür, dass David Hilbert, Ludwig Prandtl und Carl Runge nach Göttingen berufen wurden – der beste »reine« Mathematiker, der den Rohstoff der Modelle lieferte, der beste Strömungsdynamiker, der noch heute gültige Modelle entwarf und der beste Numeriker, dessen Runge-Kutta-Verfahren auch heute noch »State-of-Art« sind. Dadurch wurde Göttingen in der Mathematik das »Princeton« der zwanziger Jahre des letzten Jahrhunderts.

Für das ITWM besitzt die Verzahnung mit dem Fachbereich Mathematik unter dem Dach des Felix-Klein-Zentrums höchste Relevanz – im Hinblick auf die Einwerbung von hochqualifizierten Wissenschaftlern, aber entscheidender noch als wesentlicher Bestandteil der Zukunftssicherung des Instituts durch Zusammenarbeit in der anwendungsorientierten Grundlagenforschung.

Zum Schluss noch eine Anmerkung zur Bebilderung unseres Jahresberichtes. Nach den Ausflügen in die Pfalzgalerie und das Pfalztheater in den vergangenen Jahren haben wir diesmal den Hörsaal des Fraunhofer-Zentrums zum Thema »Jahr der Mathematik« in Szene gesetzt. In den Gruppenaufnahmen unschwer zu erkennen ist die Handschrift des Kaiserslauterer Fotokünstlers Thomas Brenner, der mit unseren Mitarbei-

terinnen und Mitarbeitern vor Ort eine Zeitreise durch das Lauterer Jahr der Mathematik unternommen und die einzelnen Stationen nachgestellt hat.

Ich wünsche Ihnen jetzt viel Vergnügen bei den Bildern und natürlich der weiteren Lektüre unseres Jahresberichtes. Wir würden uns darüber freuen, wenn Sie durch das eine oder andere Projekt angeregt werden, bei unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern nachzufragen oder selber mit Vorschlägen für eine Zusammenarbeit an uns herantreten. Wir sind für Ideen und Anregungen offen.



Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters, Institutleiter

Im Jahr der Mathematik gab es für das ITWM zahlreiche Möglichkeiten, sich mit internen und externen Veranstaltungen zu präsentieren und dazu beizutragen, das Bild der Mathematik in der Öffentlichkeit von den hinlänglich bekannten Vorurteilen zu befreien. Ob dieses erklärte Ziel des Wissenschaftsjahres 2008 erreicht wurde, werden die

kommenden Jahre zeigen, zum Beispiel mit hoffentlich steigenden Anfängerzahlen in den Mathematik-Fachbereichen der deutschen Hochschulen. Einen Überblick über die Beiträge des ITWM zum Jahr der Mathematik zeigen die folgenden Seiten. Darüber hinaus war das Institut vertreten beim Wissenschaftssommer in Leipzig und beim 4.

rheinland-pfälzischen Tag der Forschung in Koblenz sowie als Exkursionsziel des 99. Bundeskongresses des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts MNU, der im März an der TU Kaiserslautern tagte.



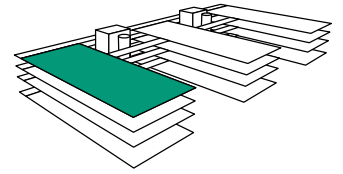
Mathematische Modellierungswochen

Am Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern sind die Modellierungswochen schon Tradition, im Jahr der Mathematik wurden sie erstmals auch in Bayern angeboten, mit Unterstützung der Fraunhofer-Gesellschaft. Die Modellierungswochen richten sich an mathematisch interessierte Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 11 und 12 sowie an Mathematik-Lehrkräfte der gymnasialen Oberstufe. Die Teilnehmer arbeiten in Teams unter Anleitung eines wissenschaftlichen Betreuers an mathematischen Fragestellungen aus Industrie, Wirtschaft und Gesellschaft. Am Ende der Veranstaltung steht die Präsentation der eigenen Lösung. Für die Schüler bietet die Veranstaltung die Möglichkeit, einen Einblick in die Vielfalt moderner Mathematik und ih-

ren Bezug zum alltäglichen Leben zu bekommen. Die Lehrkräfte können die Mathematische Modellierungswoche als Anregung für den eigenen Unterricht nutzen, gleichzeitig aber auch als eine Fortbildungsveranstaltung sehen. Auf dem Programm der im Juni im pfälzischen Lambrecht veranstalteten Modellierungswoche stand auch eine Exkursion ins ITWM – mit den passenden Transportmitteln: den vom ITWM gestalteten Jahr-der-Mathematik-Bus und dem ITWM-Bus.

Die erste bayrische Modellierungswoche fand Anfang Oktober in der Jugendherberge Garmisch-Partenkirchen statt. Sie wurde von der Fraunhofer-Gesellschaft gefördert und von Mitarbeitern des Fraunhofer ITWM und der Fachbereiche Mathematik der TU Kaiserslautern und TU München gestaltet.





Ausstellung »Imaginary – Mit den Augen der Mathematik«

Im März und April 2008 war die Ausstellung »Imaginary – Mit den Augen der Mathematik« zu sehen. Die vom Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach konzipierte Wanderausstellung zeigte die ästhetische und visuelle Komponente der Mathematik und erläuterte die theoretischen Hintergründe von 3D-Objekten, virtuellen Welten und interaktiven Installationen. Mehr als 2.000 Besucher, darunter viele Schulklassen, haben »Imaginary« besichtigt.



ITWM-Exponate auf der »MS Wissenschaft«

Das Ausstellungsschiff von »Wissenschaft im Dialog« war 2008 als »Matheschiff« unterwegs. In 31 Städten besuchten über 118.000 Menschen die MS Wissenschaft – so viele wie nie zuvor.

Das Fraunhofer ITWM war mit zwei interaktiven Exponaten auf dem Matheschiff vertreten: »Hochwassersimulation« (gemeinsam mit Fraunhofer SCAI) und »Fehlerfindung auf Kuhhäuten« aus dem Bereich Oberflächeninspektion. Auf der MS Wissenschaft konnten die Besucher der Ausstellung testen,

ob sie die Fehler genauso präzise identifizieren können wie die Software: Auf dem Monitor ist eine Tierhaut zu sehen, die Unregelmäßigkeiten aufweist. Diese lassen sich mit dem Joystick ansteuern und markieren. Am Ende vergleicht der Rechner das Ergebnis mit der automatisch erstellten Lösung.



Wettbewerb »Mathematik bewegt – steig' ein«

ITWM, Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern und die Technischen Werke Kaiserslautern veranstalteten zwischen April und November einen »Bus-Wettbewerb« unter dem Motto »Mathematik bewegt – steig' ein«. Mo-

nat für Monat kündigten Plakate in den 60 Bussen der TWK eine neue Wettbewerbsrunde an. Teilnahmekarten mit mathematischen Optimierungsaufgaben, die jeweils einen Bezug zu Kaiserslautern hatten, lagen in den Bussen zum Mitnehmen aus. Der Wettbewerb richtete sich in erster Linie an mathematische Laien. In den insgesamt sieben

Wettbewerbsrunden gab es Sachpreise im Wert von über 7.000 Euro zu gewinnen, die monatlich unter den Einsendern verlost wurden. Die originellsten Lösungen wurden auf www.mathematik-bewegt.de veröffentlicht.

Runde 1: Ist der FCK zu retten?

Wir schreiben den 26. April 2008. Vier Spieltage vor Schluss der Saison 2007/2008 der 2. Bundesliga gibt es in Kaiserslautern nur ein Gesprächsthema: Ist der FCK zu retten?

Da er ja in den noch ausstehenden vier Spielen 12 Punkte holen kann, scheint dies machbar zu sein, aber stimmt das wirklich? Kann er aus eigener Kraft heraus die Klasse halten?

Was muss passieren, damit der FCK die Liga erhält? Wie viele Punkte braucht der FCK mindestens? Gibt es eine „magische Punktgrenze x “, so dass alle Vereine, die mindestens x Punkte erreichen können, theoretisch den Abstieg noch abwenden können?

Die noch ausstehenden Spiele lauten wie folgt:

Spieltag	1860 München – Freiburg	Mainz – Kaiserslautern	St. Pauli – Aue	Greuther Fürth – Paderborn	Jena – Osnabrück	Offenbach – M'Gladbach	Aachen – Augsburg	Koblenz – Wehen	Köln – Hoffenheim
31. Spieltag	1860 München – Freiburg	Mainz – Kaiserslautern	St. Pauli – Aue	Greuther Fürth – Paderborn	Jena – Osnabrück	Offenbach – M'Gladbach	Aachen – Augsburg	Koblenz – Wehen	Köln – Hoffenheim
32. Spieltag	Osnabrück – Greuther Fürth	Paderborn – 1860 München	Aue – Jena	Kaiserslautern – St. Pauli	Mainz – Aachen	Augsburg – Köln	Hoffenheim – Koblenz	Freiburg – Offenbach	M'Gladbach – Wehen
33. Spieltag	Köln – Mainz	St. Pauli – Aachen	M'Gladbach – Freiburg	Jena – Kaiserslautern	Greuther Fürth – Augsburg	Koblenz – Aue	Wehen – Paderborn	Offenbach – Hoffenheim	1860 München – Osnabrück
34. Spieltag	Paderborn – M'Gladbach	Hoffenheim – Greuther Fürth	Aue – 1860 München	Kaiserslautern – Köln	Aachen – Koblenz	Augsburg – Jena	Osnabrück – Offenbach	Freiburg – Wehen	Mainz – St. Pauli

Hypothetische Tabelle vier Spieltage vor Saisonende

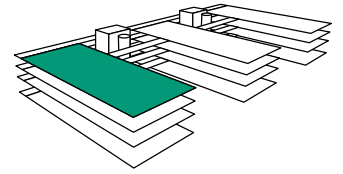
Platz	Verein	Spiele	Tore	Punkte
1	Borussia M'Gladbach	30	58:29	61
2	SC Freiburg	30	43:30	56
3	1. FSV Mainz 05	30	48:27	51
4	1. FC Köln	30	51:36	51
5	1899 Hoffenheim	30	42:30	51
6	TSV 1860 München	30	39:30	44
7	TuS Koblenz	30	32:35	40
8	SpVgg Greuther Fürth	30	47:35	39
9	SV Wehen Wiesbaden	30	39:41	39
10	FC Augsburg	30	35:41	37
11	WII Osnabrück	30	39:48	36
12	Kickers Offenbach	30	32:47	36
13	FC St. Pauli	30	35:45	35
14	Alemannia Aachen	30	37:46	34
15	FC Carl Zeiss Jena	30	40:49	32
16	1. FC Kaiserslautern	30	26:30	31
17	FC Erzgebirge Aue	30	35:46	30
18	SC Paderborn 07	30	16:41	19

Mathematik
Alles, was zählt

Ausstellung »Ein mathematisches Kunstbuch – ein künstlerisches Mathematikbuch«

Im August und September wurde im ITWM die Ausstellung »Ein mathematisches Kunstbuch – ein künstlerisches Mathematikbuch« des Ingenieurs und Künstlers Franz Xaver Lutz gezeigt. Dieser schlägt in seinen Werken die Brücke zwischen Kunst auf der einen und Mathematik und Biologie auf der anderen Seite. Er lässt sich inspirieren vom Reichtum mathematischer Beziehungen und Formen in der Natur und zeigt in seinen Bildern, wie besonders ästhetische Formen der Biologie mit entsprechenden mathematischen Konstruktionen zusammenhängen. Die Ausstellung war ein Projekt der Klaus Tschira Stiftung, die vorwiegend Forschungsvorhaben der angewandten Informatik, der Naturwissenschaften und der Mathematik fördert.





Offene Türen am Fraunhofer ITWM

Ende September öffnete das ITWM seine Türen und über 800 Besucher kamen, um Kultur und Wissenschaft zu genießen. Neben Vorträgen, Software-Demonstrationen, Filmen über die Arbei-

ten der Lauterer Mathematiker gab es Gebäudeführungen, Musik, Kabarett und Lesungen sowie ein umfangreiches Kinderprogramm.

Das Institut im Profil

Computersimulationen sind zum unverzichtbaren Werkzeug bei der Gestaltung und Optimierung von Produkten, Dienstleistungen, Kommunikations- und Arbeitsprozessen geworden.

Reale Modelle werden durch virtuelle Modelle ersetzt. Die Mathematik bildet dabei als Rohstoff der Modelle und als Schlüsseltechnologie für Computersimulationen das Fundament für den Brückenschlag in die Simulationswelt, die in nahezu allen Bereichen der Gesellschaft und Wirtschaft Fuß gefasst hat. 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 von 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.

Anspruchsvollen Herausforderungen in Technik, Logistik, Kommunikation und Finanzwesen begegnen wir durch die Anwendung moderner mathematischer Methoden, mit denen wir auch die angewandte Mathematik durch innovative Anstöße weiterentwickeln und gemeinsam mit Industriepartnern praktisch umsetzen. Integrale Bausteine dieser Umsetzung sind Beratung in FuE-Fragen, Unterstützung bei der Anwendung von Hochleistungsrechner-Technologie und Bereitstellung maßgeschneiderter Software-Lösungen.

Das ITWM will nicht nur die Brücke zwischen realer und virtueller Welt bauen, sondern auch Bindeglied zwischen der Hochschulmathematik und ihrer praktischen Umsetzung sein. Deshalb ist für das ITWM die enge Anbindung an den Fachbereich Mathematik der TU

Kaiserslautern von zentraler Bedeutung. Das Fraunhofer ITWM ist eine der führenden Anlaufstellen für Mathematik in der Industrie. Diese Position wollen wir stärken und ausbauen.

Kompetenzen und Arbeitsschwerpunkte

Transportvorgänge

- Fluid-Struktur-Interaktion
- Gitterfreie Methoden
- Strahlungstransport und Parameteridentifikation
- Raumakustik
- Kontinuumsmechanische Produkt- und Prozessauslegung

Strömungs- und Materialsimulation

- Mikrostruktursimulation und virtuelles Materialdesign
- Hydrodynamik
- Komplexe Fluide
- Strukturoptimierung in Mechanik und Akustik

Bildverarbeitung

- Mikrostrukturanalyse
- Oberflächeninspektion
- Signalanalyse (Eisenbahn)
- Ultraschall-Imaging

Systemanalyse, Prognose und Regelung

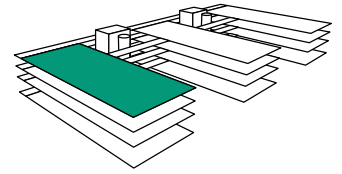
- Dynamische heterogene Netzwerke
- Monitoring und Regelung
- Entscheidungsunterstützung in Medizin und Technik
- Prognose von Material- und Produkteigenschaften
- Multiskalen-Strukturmechanik

Optimierung

- Optimierung von Unternehmensstrukturen und -prozessen
- Optimierung in der medizinischen Therapieplanung
- Optimierung im Virtual Engineering

Finanzmathematik

- Kreditderivate



- Kreditrisiko
- Optionsbewertung
- Portfolio-Optimierung und Zinsstrukturmodelle
- Versicherungsmathematik

Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit

- CAE-Betriebsfestigkeit
- Gießprozessabhängige Bauteileigenschaften
- Modellierung und Simulation mechatronischer Systeme

- Statistische Methoden in der Betriebsfestigkeit

Competence Center High Performance Computing

- Service Oriented Computing
- Nanoskalige Prozessmodellierung
- Parallele Algorithmen, Performance-Analyse
- Seismische Datenverarbeitung
- Cell Competence Center
- Visualisierung großer Datenmengen

Fraunhofer Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC

- Geometrie und Bewegungsplanung
- Computational Engineering und Design
- Risikomanagement
- Systembiologie und Bioinformatik

Ansprechpartnerin:

Dr. Marion Schulz-Reese

Verwaltungsleiterin

☎ 06 31/3 16 00-45 12

marion.schulz-reese@itwm.fraunhofer.de

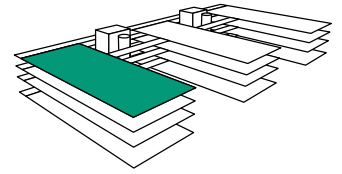


Mathematik zum Mitnehmen: Mit diesem »Tangle« genannten flexiblen Gebilde aus Viertelkreisbögen konnten die Besucher der zahlreichen Veranstaltungen des Wissenschaftsjahres noch lange spielen bzw. es ver- und entwirren (»Tangle« – Durcheinander, Gewirr). Das Jahr der Mathematik war orange, wie nicht nur Tangle, sondern auch Logo, Fahnen, Plakate, zahlreiche Flyer und die Internetseiten beweisen. Die bundesweite Kampagne des Wissenschaftsjahres stand unter dem Motto »Du kannst mehr Mathe, als du denkst.«

Kunden und Kooperationspartner

Das ITWM arbeitet seit Jahren mit Auftraggebern und Partnern aus vielen Branchen mit unterschiedlicher Unternehmensgröße sowie etlichen Forschungseinrichtungen erfolgreich zusammen; im Jahr 2008 u. a. mit:

- ABB Schweiz AG, Baden (CH) und Dättwil (CH)
- ABB Västerås (S)
- Adam Opel AG, Rüsselsheim
- Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
- Angell-Deffel Europe GmbH, Lindau
- Argo Hytos GmbH, Kraichtal-Menzingen
- Assenagon GmbH, München
- AUDI AG, Ingolstadt
- Ballard Power Systems Inc, Burnaby (CDN)
- BASF Chemical Company, Ludwigshafen
- Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V., Würzburg
- Bergen Oilfield Services, Bergen (N)
- Biotronik GmbH & Co. KG, Technologie- und Servicezentrum, Erlangen
- BPW Bergische Achsen, Wiehl
- Burgmann Industries GmbH & Co KG, Wolfratshausen
- Commissariat à l'Énergie Atomique CEA, Saclay (F)
- Daimler AG, Stuttgart, Sindelfingen und Wörth
- Deutsche Apotheker- und Ärztebank, Düsseldorf
- Deutsche Rockwool Mineralwoll GmbH, Gladbeck
- Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg
- DEVnet GmbH & Co. KG, Augsburg
- DuPont, Wilmington (USA)
- EADS Deutschland GmbH, Ottobrunn
- Ecole des mines, Paris / Fontainebleau (F)
- EKF diagnostic sales GmbH, Barleben
- Fachhochschulen: Aalen, Amberg-Weiden, Aschaffenburg, Darmstadt, Emden, Kaiserslautern, Köln, Landshut, Südwestfalen, Wiener Neustadt, Westküste, Worms, Zwickau
- Fleetguard Filters Pvt. Ltd., Pune (IND)
- Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC, Göteborg (S)
- Friedrich-Miescher-Laboratorium für biologische Arbeitsgruppen in der MPG, Tübingen
- Fritz Stenger GmbH, Heimbuchenthal
- GE Transportation Systems, Bad Dürkheim
- Germanischer Lloyd AG, Hamburg
- Gienanth GmbH, Eisenberg
- GM Powertrain, Rüsselsheim
- Gruber NaturHolzHaus, Rötz
- Gumpp & Maier, Binswangen
- Harvard Medical School, Cambridge (USA)
- HegerGuss GmbH, Enkenbach-Alsenborn
- Honda R&D Co., Ltd., Tochigi (JP)
- Hydraulik-Ring GmbH, Nürtingen
- HypoVereinsbank, München
- IBM Deutschland, Böblingen
- IBS Filtran, Morsbach
- Ikon Science, Teddington (GB)
- Indian Institute of Technology, Madras (IND)
- Infineon Technologies AG, München
- Infracom Italia, Padua (I)
- Institute for Parallel Processing, Bulgarian Academy of Science, Sofia (BG)
- International Partners in Glass Research (IPGR), Cham (CH)
- John Deere, Zweibrücken und Mannheim
- Johns Manville Europe GmbH, Bobingen
- Keiper GmbH & Co. KG, Kaiserslautern und Rockenhausen
- Kliniken: Frankfurt-Hoechst, Heidelberg
- Kreissparkasse Kaiserslautern
- Landesbank Baden-Württemberg, Stuttgart
- M+W Zander, Stuttgart
- MAGMA Gießereitechnologie GmbH, Aachen
- Mann + Hummel GmbH, Ludwigsburg
- Massachusetts General Hospital (MGH) / Harvard Medical School, Boston (USA)
- Max-Planck-Institute: Biologische Kybernetik, Tübingen; Informatik, Saarbrücken; Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig; Molekulare Genetik, Berlin; Plasmaphysik, Garching
- MTU Aero Engines GmbH, München
- NOGRID GmbH, Mainz
- Noil Energy ASA, Oslo (N)
- Noreco ASA, Stavanger (N)
- Odenwaldwerke, Amorbach
- Oerlikon NEUMAG GmbH, Neumünster
- Paul Wild GmbH, Kirschweiler
- Polysius AG, Neubeckum
- Porsche AG, Weissach
- Pöyry GKW GmbH, Mannheim
- proALPHA Software AG, Weilerbach
- R+V Versicherung, Wiesbaden
- Reckitt Benckiser Produktions GmbH, Ludwigshafen
- Regis 24 GmbH, Berlin
- renfordt Malerfachbetrieb, Iserlohn
- Rieter Automatik GmbH, Grobostheim
- Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- Rock Solid Images, Houston (USA)
- Saint Gobain, Northboro MA (USA)
- Sakthi, Neunkirchen und Ueckermünde
- Schmitz Cargobull, Altenberge
- SIEDA GmbH, Kaiserslautern
- Siemens Medical Solutions Oncology Care Systems, Concord (USA)
- Siemens Pte Ltd Energy Sector, Oil & Gas Solutions (SGP)
- Statoil, Stavanger (N)
- Strahm Textile Systems AG, Lengwil (CH)
- Stromberg Oberflächentechnik GmbH & Co. KG, Duisburg
- Universitäten: TU Berlin, Bonn, Burnaby (CDN), Dortmund, Dresden, Frankfurt/Main, Freiberg, Freiburg, Glasgow (GB), Graz (A), Halle-Wittenberg, Kaiserslautern, Karlsruhe, Kassel, Konstanz, Los Angeles (USA), Magdeburg, Marseille (F), HEC Montreal (CDN), North Carolina (USA), Oldenburg, Pennsylvania (USA), Perth (AUS), Raleigh (USA), Richmond (USA), Saarbrücken, Stuttgart, Sydney (AUS), Texas A&M (USA), Tübingen, Twente-Enschede (NL), UCLA (USA), Ulm, Valenciennes (F), Vilnius (LT), Virginia (USA)
- URSA Insulation, Tarragona (E)
- Verkehrsverbund Rhein-Neckar (VRN), Mannheim
- Voith Paper Fabrics GmbH & Co. KG, Heidenheim
- Volkswagen AG, Wolfsburg
- Volume Graphics GmbH, Heidelberg
- Volvo 3P, Göteborg (S)
- VOLVO Construction Equipment, Konz
- Wärtsilä Propulsion Netherlands, Drunen (NL)
- Westinghouse Electric Germany GmbH, Mannheim



Für das Kuratorium konnten namhafte Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik gewonnen werden. Dazu gehören:

August Altherr John Deere Werke, Mannheim	Kurt Lechner Mitglied des Europäischen Parlaments, Kaiserslautern	Dr. Jörg Steeb Tehalit GmbH, Heltersberg
Dr.-Ing. Erwin Flender MAGMA Gießereitechnologie GmbH, Aachen	Prof. Dr. Helmut Neunzert Kaiserslautern	Hans-Joachim Strüder Landesbank Baden-Württemberg, Stuttgart
Dr. Werner Groh Johns Manville Europe GmbH, Bobingen	Richard Ortseifer Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau des Landes Rheinland-Pfalz, Mainz	Prof. Dr. Wolfgang Wahlster Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, Saarbrücken
Prof. Dr. Wolfgang Hackbusch Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig	Ingo Ruhmann Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin	Dr. Achim Weber Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur des Landes Rhein- land-Pfalz, Mainz
Johannes Heger HegerGuss GmbH, Enkenbach-Alsenborn	Dr.-Ing. Jürgen Sauter FE-DESIGN GmbH, Karlsruhe	Dr. Christof M. Weber Mercedes-Benz Werk, Wörth
Prof. Dr. Peter Jagers Göteborg, Schweden	Prof. Dr. Helmut J. Schmidt Technische Universität Kaiserslautern	
Dr. Wilhelm Krüger Blue Order AG, Kaiserslautern	Dr. Mattias Schmidt Procter & Gamble Service GmbH, Schwalbach am Taunus	

Organigramm

Institutsleitung	Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters	06 31/3 16 00-42 01
Scientific Advisory Board	Prof. Dr. Axel Klar	06 31/3 16 00-44 17
	Prof. Dr. Ralf Korn	06 31/3 16 00-46 58
	Prof. Dr. Helmut Neunzert	06 31/3 16 00-43 10
	Prof. Dr. Stefan Nickel	06 31/3 16 00-46 42
Competence Center High Performance Computing	Dr. Franz-Josef Pfreundt (CIO)	06 31/3 16 00-44 59
EDV	Leitung Dieter Eubell	06 31/3 16 00-42 43
Zentrale Bereiche	Leitung Dr. Marion Schulz-Reese	06 31/3 16 00-45 12
	Presse- und Öffentlichkeitsarbeit Ilka Blauth	06 31/3 16 00-46 74
	Dipl.-Math. Steffen Grützner	06 31/3 16 00-44 00
Abteilungen	Transportvorgänge	Dr. Raimund Wegener 06 31/3 16 00-42 31
	Strömungs- und Materialsimulation	Dr. Konrad Steiner 06 31/3 16 00-43 42
	Bildverarbeitung	Dr. Ronald Rösch 06 31/3 16 00-44 86
	Systemanalyse, Prognose und Regelung	Dr. Patrick Lang 06 31/3 16 00-46 39
	Optimierung	Priv.-Doz. Dr. Karl-Heinz Küfer 06 31/3 16 00-44 91
	Finanzmathematik	Priv.-Doz. Dr. Marlene Müller 06 31/3 16 00-43 46
	Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit	Dr. Klaus Dreßler 06 31/3 16 00-44 66

Haushalt

Im Haushaltsjahr 2008 konnte das Institut die erfolgreichen Zahlen von 2007 noch einmal steigern bzw. auf hohem Niveau bestätigen. Wie im Vorjahr lag die Wachstumsrate beim Betriebshaushalt wieder über 15 Prozent. Zu einem nicht unerheblichen Teil geht die Steigerung beim Betriebshaushalt auch darauf zurück, dass das ITWM die Möglichkeiten der neuen Regelungen für Forschungszulagen voll ausgenutzt und das hohe Engagement seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter damit honoriert hat.

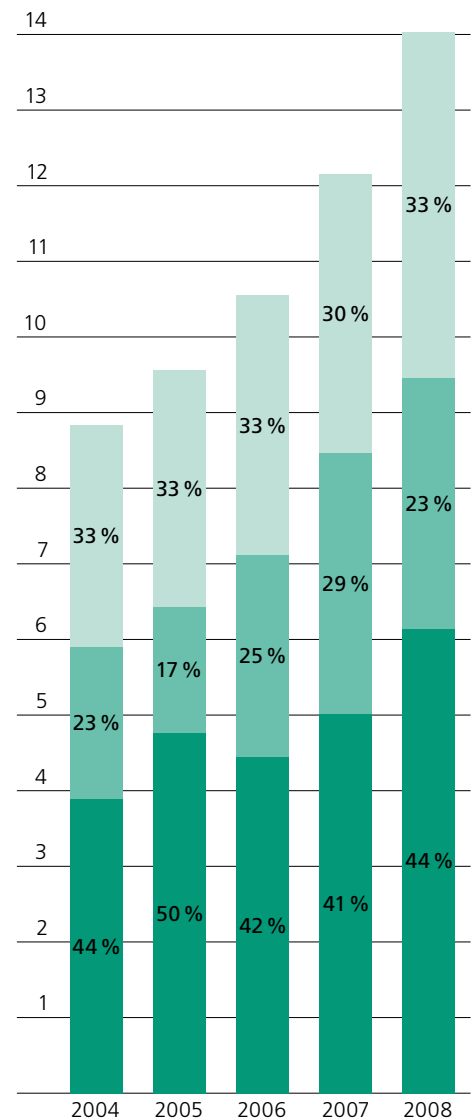
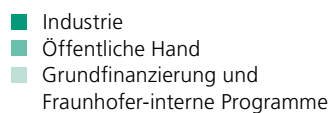
Insgesamt konnten die Erträge um fast 11 Prozent gesteigert werden. Trotz einsetzender Konjunkturkrise in den letzten beiden Quartalen 2008 stiegen dabei die Industrierträge um außerordentliche 22 Prozent auf insgesamt fast 6,2 Mio Euro und das Wirtschafts-Rho damit auf 44 Prozent. Bemerkenswert hierbei ist, dass mittlerweile 40 Prozent der Wirtschaftserträge aus Aufträgen von ausländischen Unternehmen stammen. Erwähnenswert sind hier insbesondere die Einnahmen aus dem skandinavischen Raum. Dies ist sicher auch ein Indiz dafür, dass die strategische Allianz mit dem Fraunhofer-Chalmers Centre for Industrial Mathematics in Göteborg jetzt Früchte trägt. Auch Projekte mit kleinen und mittelständischen Unternehmen sowie Firmen aus der Region machen nach wie vor einen wesentlichen Anteil der ITWM-Wirtschaftserträge aus.

Bei den öffentlichen Erträgen ist das ITWM weiterhin sehr erfolgreich bei der Förderung durch das BMBF. Obwohl Mittel für spezielle Mathematik-Programme kaum vorhanden sind, spielt dabei die außerordentliche Breite bei der Anwendung mathematischer Methoden in fast allen Bereichen die entscheidende Rolle. Das ITWM ist nach wie vor ein gesuchter Kooperationspartner für Un-

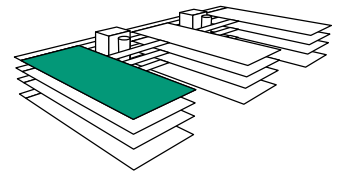
ternehmen und Forschungsinstitutionen aus vielen Branchen. Im öffentlichen Bereich erwartet das ITWM 2009 weitere Steigerungsraten. Mehrere Bewilligungen für größere Projekte, die durch Bundesministerien gefördert werden, lagen bereits zum Jahresanfang 2009 vor. Insofern ist zu erwarten, dass damit das Krisenjahr 2009 gemeistert werden kann und die zu erwartenden und sich auch bereits andeutenden Rückgänge bei den Wirtschaftserträgen kompensiert werden können.

Das ITWM blickt trotz allem optimistisch in die Zukunft und versucht durch Aufbau neuer Kompetenzfelder und Intensivierung der mathematischen Forschung in aussichtsreichen Anwendungsbereichen weiterhin konkurrenzfähig zu bleiben und seine erfolgreiche Marktposition zu behaupten.

Entwicklung Betriebshaushalt in Mio. €



Haushaltsentwicklung [Tausend €]	2004	2005	2006	2007	2008
Betriebshaushalt	8844	9560	10550	12163	14035
Investitionshaushalt	376	499	332	1720	383
Gesamt	9220	10059	10882	13883	14418



Personalentwicklung

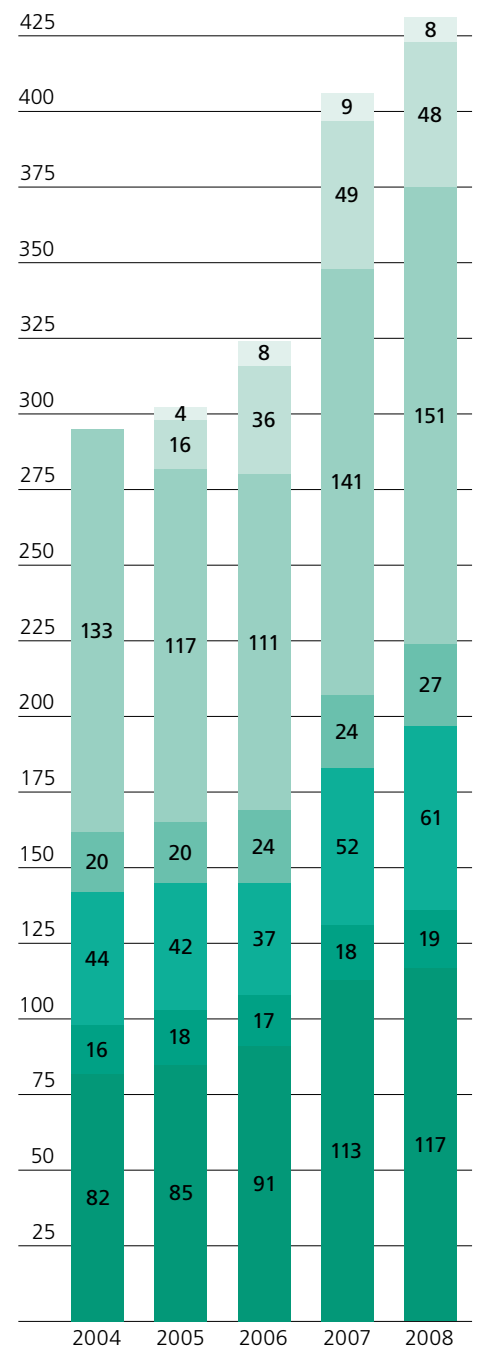
Auch 2008 konnte der Personalaufbau im ITWM erfolgreich fortgesetzt werden. 22 neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wurden im ITWM eingestellt. Besonders hoch war die Steigerungsrate bei den Doktoranden. Sie lag bei 17 Prozent und ist sicher ein Indiz für die Attraktivität des ITWM und seine hohe wissenschaftliche Exzellenz.

Weitere strategische Allianzen mit dem Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern, die 2008 auf den Weg gebracht wurden, sollen die Nachwuchsförderung weiter intensivieren. Zu erwähnen ist hier das von Fachbereich und ITWM gegründete »Felix-Klein-Zentrum für Mathematik«. Durch die institutionelle Verbindung von vielfach anerkannter und ausgezeichneter Lehre und Forschung am Fachbereich Mathematik mit der exponierten Praxisorientierung des Fraunhofer ITWM ist in Kaiserslautern ein Mathematikzentrum am Entstehen, das exzellent für interdisziplinäre Forschung und Mathematiktransfer in Wirtschaft und Gesellschaft aufgestellt ist. Es wird die Mathematik am Standort Kaiserslautern weiterhin verstärken, so dass sie in die Lage versetzt wird, ihre zurzeit herausragende Qualität in Forschung, Lehre und Technologietransfer nachhaltig zu verstetigen, um im nationalen und internationalen Vergleich konkurrenzfähig zu bleiben. Insbesondere durch die Vergabe von sogenannten »Felix-Klein-Stipendien« sollen exzellente Studierende nach Kaiserslautern geholt werden.

Nachwuchsförderung wird im »Felix-Klein-Zentrum« auch durch die Initiierung und Etablierung von Aktivitäten im Schulbereich eine herausragende Rolle spielen.

Personalentwicklung

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



Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die größte Organisation für angewandte Forschung in Europa. Als gemeinnützige Einrichtung betreibt sie derzeit rund 80 Forschungseinrichtungen – darunter 57 Institute – an über 40 Standorten in ganz Deutschland. Rund 15 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,34 Milliarden Euro. Mehr als die Hälfte der Industrieerlöse stammen von kleinen und mittleren Unternehmen.

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

Felder der Fraunhofer-Forschung:

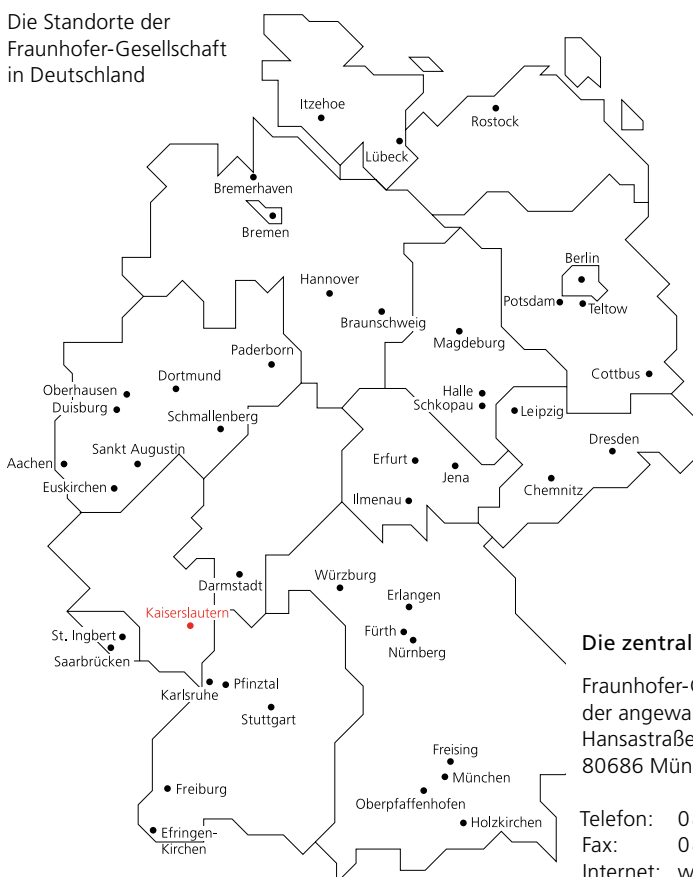
- Werkstofftechnik, Bauteilverhalten
- Produktionstechnik, Fertigungstechnologie
- Informations- und Kommunikationstechnik
- Mikroelektronik, Mikrosystemtechnik
- Prüftechnik, Sensorsysteme
- Verfahrenstechnik
- Energie- und Bautechnik, Umwelt- und Gesundheitsforschung
- Technisch-ökonomische Studien, Informationsvermittlung

Kurze Innovationszyklen machen IT-Kenntnisse zu einer schnell verderblichen Ware. Die Fraunhofer-Verbund Informations- und Kommunikationstechnik (IuK) bietet Unterstützung durch maßgeschneiderte Studien, Technologieberatung und Auftragsforschung für neue Produkte und Dienstleistungen. Studien untersuchen neben der Machbarkeit auch die Akzeptanz der Anwender. Marktanalysen und Kosten-Nutzen-Rechnungen runden die Untersuchungen ab. Der Fraunhofer-IuK-Verbund umfasst 14 Institute sowie 3 Gastinstitute, ca. 2800 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Die Geschäftsstelle in Berlin vermittelt Wirtschaft und Medien als One-Stop-Shop den passenden Kontakt. Forschungsergebnisse der Institute werden gebündelt nach Anwendungsdomänen, Branchen etc. über den Verbund kommuniziert.

Sich ergänzende Schwerpunkte der Institute decken die Wertschöpfungsketten in der IuK-Branche umfassend ab. Die Geschäftsfelder des IuK-Verbunds bieten u. a. IuK-Lösungen für:

- E-Business
- E-Government
- Medizin und Life Sciences
- Verkehr und Mobilität
- Produktion
- Digitale Medien
- Security
- Kultur und Unterhaltung
- Software
- Kommunikationssysteme
- Finanzwesen

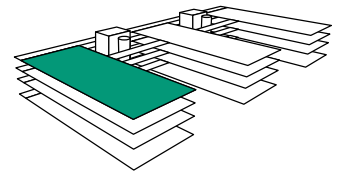
Die Standorte der Fraunhofer-Gesellschaft in Deutschland



Die zentrale Anschrift

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.
Hansastraße 27 c
80686 München

Telefon: 089/12 05-0
Fax: 089/12 05-75 31
Internet: www.fraunhofer.de



Katharina Parusel, Martin Vogt, Deborah Korb, Prof. Dr. Axel Klar, Michaela Grimberg-Mang, Dieter Eubell, Michael Mannweiler, Prof. Dr. Helmut Neunzert, Prof. Dr. Ralf Korn, Gabriele Gramsch, Brigitte Williard, Prof. Dr. Stefan Nickel, Mirko Spell, Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters, Gesa Ermel, Sandra Leugner, Ilka Blauth, Steffen Grützner, Dr. Marion Schulz-Reese

Transportvorgänge

Die mathematische Modellierung komplexer technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen und die Entwicklung effizienter Algorithmen zu ihrer numerischen Lösung charakterisieren die Arbeit der Abteilung **Transportvorgänge**. Die behandelten Aufgabenstellungen in Gebieten wie Strömungsdynamik, Strahlungstransport, Akustik und Strukturmechanik führen aus mathematischer Sicht auf partielle Differentialgleichungen. Aus Kundensicht geht es um die Optimierung von Produkten, die technische Auslegung von Produktionsprozessen oder um simulationsbasierte Messmethoden. Im vergangenen, wirtschaftlich erneut erfolgreichen Jahr wurden die Schwerpunkte der Abteilung neu strukturiert:

Flexible Strukturen

Mit dem Softwaretool FIDYST (Fiber Dynamics Simulation Tool) spricht dieser Abteilungsschwerpunkt hauptsächlich Kunden im Bereich der technischen Textilien und dem zugehörigen Maschinenbau an. Durch Simulation der Fadendynamik – beispielsweise in Prozessen der Vlieslegung – können Maschinen systematisch ausgelegt und verbessert werden.

Strömung

Das Angebot dieses Schwerpunkts zielt auf die Erarbeitung optimaler strömungsdynamischer Lösungen von Kundenproblemen, die aktuell zu einem guten Teil aus dem Bereich des Maschinenbaus kommen. Dabei werden sowohl technische Verbesserungen auf Basis strömungsdynamischer Berechnungen (u. a. durch Einsatz von Softwaretools wie FLUENT) als auch mathematisch optimale Lösungen in der Regel für geeignet vereinfachte Modelle erarbeitet. Ein Beispiel für den letztgenannten Aspekt ist die Optimierung der Schmelzeführung in Spinnprozessen.

Gitterfreie Methoden

Die Abteilung entwickelt mit FPM (Finite Pointset Method) ihren eigenen Solver

für ein breites Feld kontinuumsmechanischer Problemstellungen mit einem Schwerpunkt im Bereich der Strömungsdynamik. FPM ist ein gitterfreies Verfahren und damit ausgezeichnet zur Lösung von Problemen mit zeitlich veränderlichem Rechengebiet (Mehrphasenströmungen, freie Oberflächen) geeignet. Die Software wird mittlerweile durch die Firma NOGRID GmbH vertrieben. Im vergangenen Jahr konnte der Anwendungsbereich von FPM durch Einbeziehung von Turbulenzmodellen deutlich ausgeweitet werden.

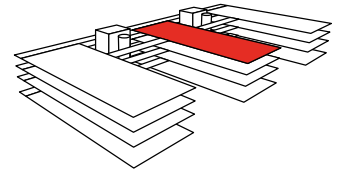
Wärme, Diffusion, Strahlung

Dieser Schwerpunkt hat seine Wurzeln in Projekten zur Abkühlung von Glas durch Wärmestrahlung und Wärmeleitung. Begleitet wurden diese Arbeiten stets von Projekten zur Parameteridentifikation zumeist im Umfeld der Glasindustrie, die wesentlich zum Aufbau mathematischer Kompetenzen im Bereich Inverser Probleme beigetragen haben. Aktuelle Beispiele aus anderen Anwendungs- und Industriebereichen sind die wärmetechnische Auslegung von SiPs (in Kooperation mit der Abteilung **Optimierung**) und die Arbeiten zur Pharmakokinetik im Innenohr.

Modellreduktion

Zentrales Ziel der Arbeiten in diesem Bereich ist der Aufbau einer Matlab-Toolbox zur Modellreduktion für große Multiphysics-FE-Systeme. Die Gruppe verfolgt zudem den weiteren Aufbau eines audio-visuellen VR-Systems, mit dem die akustischen Verhältnisse von Innenräumen (Gebäude, Maschinenhallen, Fahrzeuge) bereits in der Planungsphase erfahrbar gemacht werden können.

Die ausgeprägte Fähigkeit der Abteilung, vorhandene methodische Kompetenz in neue Anwendungsfelder zu übertragen, wird durch das nachfolgende Beispiel zur Berechnung von Freiformlinsen demonstriert.



Abteilungsleiter:

Dr. Raimund Wegener

☎ 06 31/3 1600-42 31

raimund.wegener@itwm.fraunhofer.de

Schwerpunkte

- Flexible Strukturen
- Strömung
- Gitterfreie Methoden
- Wärme, Diffusion, Strahlung
- Modellreduktion



»Imaginary – mit den Augen der Mathematik« lautete der Titel der interaktiven Ausstellung, die im März und April vor allem junge Besucher ins ITWM lockte; in Hauptmagistrale, Seminarräumen und Innenhof eröffneten interaktive Installationen und Animationen den Blick auf die Mathematik als künstlerisches Werkzeug. Vor allem mit dem leicht zu bedienenden Programm »Surfer« wurde die Mathematik visuell attraktiv; mit ihm wurde auch das Symbol der Ausstellung, eine Zitrone, erstellt.

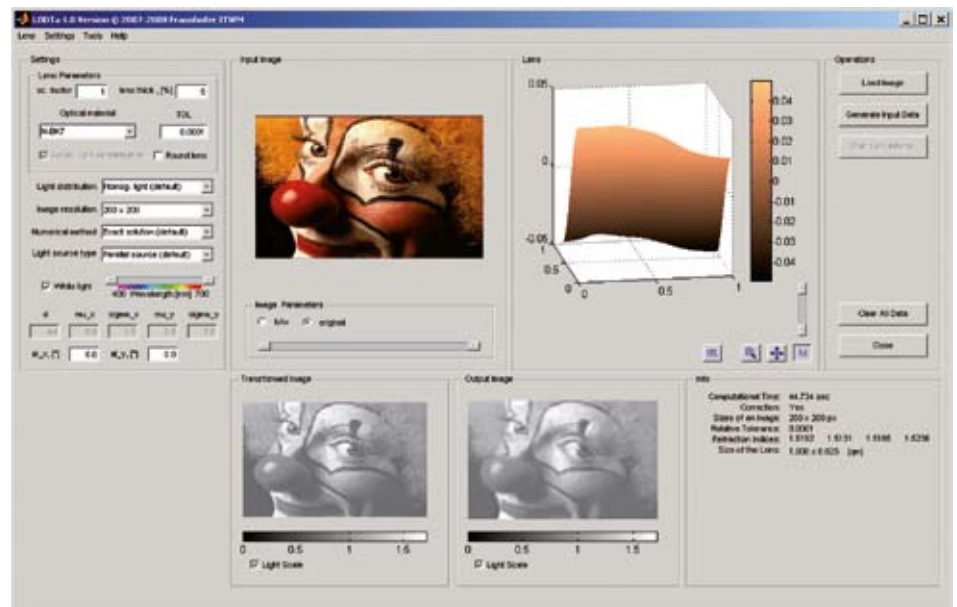
Berechnung von Freiformlinsen

Im vergangenen Jahr wurde am Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ein sehr schneller und äußerst robuster Algorithmus zum Design von Freiformlinsen entwickelt. Freiformlinsen können zur gezielten Beleuchtung von Flächen gemäß einer fixen Vorgabe – beispielsweise um Schriftzüge, Symbole und Grafiken darzustellen – benutzt werden. Da keine weiteren Elemente zum Projizieren und Abblenden erforderlich sind, die Linse also das Bild selbst prägt, erreicht man mit Freiformlinsen eine optimale Lichtausbeute mit einer minimalen Optik. Damit sind Freiformlinsen auch sehr energieeffizient. Doch wie muss die Oberfläche einer solchen Linse aussehen, um das Licht in Form eines speziell gewünschten Musters zu bündeln? Der Algorithmus des ITWM liefert das Ergebnis in nur wenigen Sekunden.

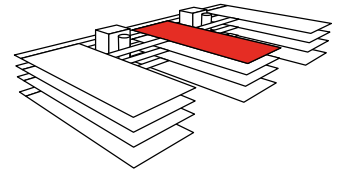
Die klassische geometrische Optik gestattet die einfache Berechnung des durch eine beliebige Linse erzeugten Bildes einer Lichtquelle – das gilt natürlich auch für Freiformlinsen. Das umgekehrte Problem, also die Berechnung der Linsenform zur Realisierung eines vorgegebenen Bildes, ist eine sehr viel komplexere Aufgabenstellung und konnte bisher nur mit sehr großem zeitlichen Aufwand gelöst werden.

Das Fraunhofer ITWM hat einen effektiven Algorithmus zur Lösung dieser Aufgabenstellung erarbeitet und in ein entsprechendes Softwaretool implementiert. Ausgehend von einer vorgegebenen Lichtverteilung berechnet der Algorithmus die Form der Linsenoberfläche in nur wenigen Sekunden. Mit einer anschließenden Vorwärtssimulation kann dann die durch diese Linse realisierte Lichtverteilung, also die Abbildung, bestimmt werden. Die möglichen Anwendungsgebiete für Freiformlinsen sind sehr vielfältig. Man denkt sofort

an optische Technologien, an Beleuchtungstechnik, an die Automobilindustrie, an Architektur oder Werbung, an Schriftzüge und Grafiken. Aber auch in Medizintechnik und Akustik lassen sich Freiformlinsen Gewinn bringend anwenden. Überall dort, wo Strahlenoptik eine Rolle spielt, können Freiformlinsen einen wichtigen Beitrag leisten. Im Übrigen ist es für den Algorithmus gleichgültig, ob man eine Freiformlinse oder einen Freiformreflektor konstruieren möchte – der Algorithmus funktioniert für beide exakt und schnell.

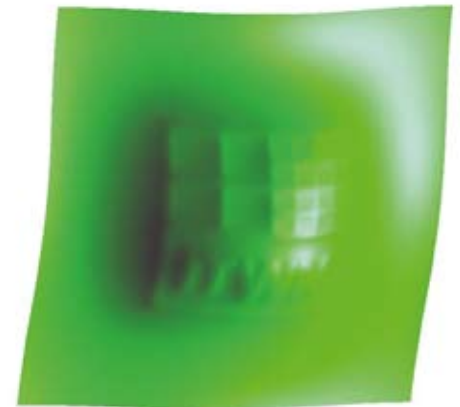


Benutzeroberfläche des ITWM-Design-Tools: Das gewünschte Bild (Input Image: MATLAB Clown) wird zunächst in ein Graustufenbild (Transformed Image) umgewandelt. Anschließend werden die Linse (Lens) und das durch die Linse erzeugte Abbild (Output Image) berechnet.

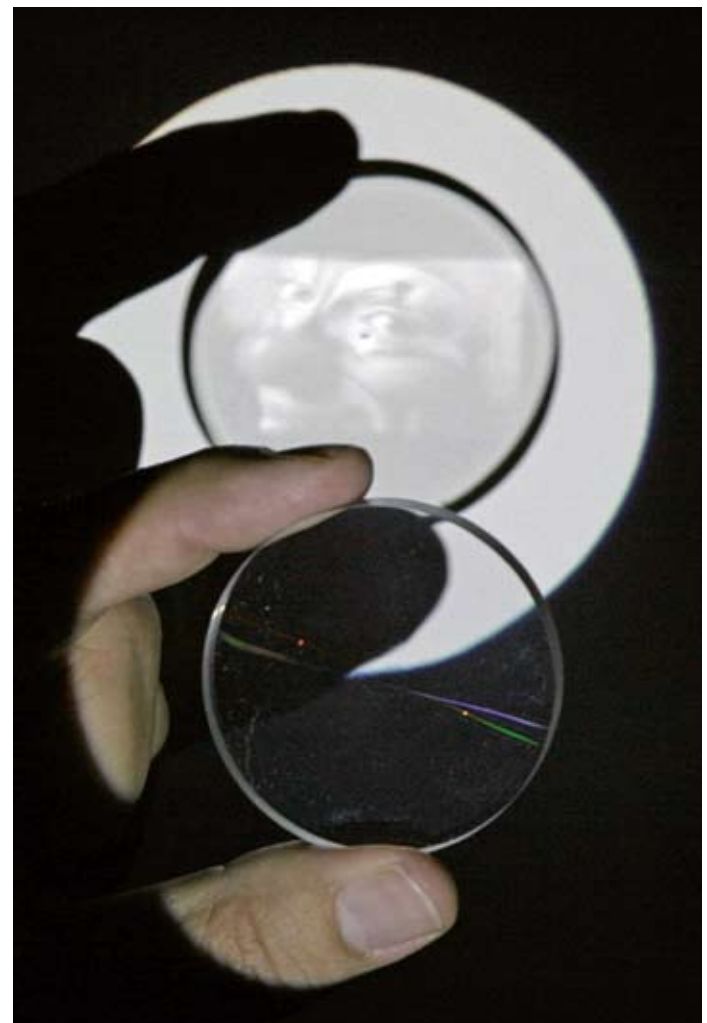


Derzeit wird die der Lichtquelle abgewandte Linsenoberfläche durch die Software bestimmt. Das Einbeziehen der dem Licht zugewandten Seite stellt jedoch kein prinzipielles Problem dar und wird in einer nächsten Softwareversion realisiert. Punkt- und parallele Lichtquellen, die wellenlängenabhängig sein können und verschiedene Helligkeitsverteilungen aufweisen dürfen, werden im Programm berücksichtigt. Im Tool ist weiterhin eine Datenbank mit unterschiedlichen, temperaturabhängigen Materialparametern für die Linse hinterlegt. Der Anwender kann die Linsengröße, die Abstände zwischen Lichtquelle und Linse sowie zwischen Linse und Bildschirm frei wählen. Um praktische Anforderungen an die Produzierbarkeit einer Linse realisieren zu können, kann man mit der Software die Robustheit einer zunächst exakt berechneten Linse gegenüber den verschiedensten Fertigungstoleranzen und -fehlern überprüfen. Die Schnelligkeit des implementierten Algorithmus und die einfache Bedienung der Softwareoberfläche eröffnen dem Anwender damit Möglichkeiten, die er derzeit auf dem Markt nicht finden kann.

Die gewünschte Lichtverteilung wird einfach durch eine *.bmp, *.tif oder *.jpg Datei eingegeben. Die berechnete Oberfläche der Freiformlinse wird wahlweise im IGES-, DXF- oder STL-Format gespeichert und kann somit für andere Softwarepakete lesbar gemacht werden. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie in Aachen konnten wir die erste reale Linse aus optischem Kunststoff (PMMA) herstellen. Diese Linse bildet das Gesicht eines Clowns, das uns freundlicherweise von MATLAB zur Verfügung gestellt wurde, auf dem Bildschirm ab. Für die Berechnung der Linsenoberfläche mit 400 x 400 Pixel benötigt die ITWM-Software knapp eine Minute.



Das ITWM-Logo

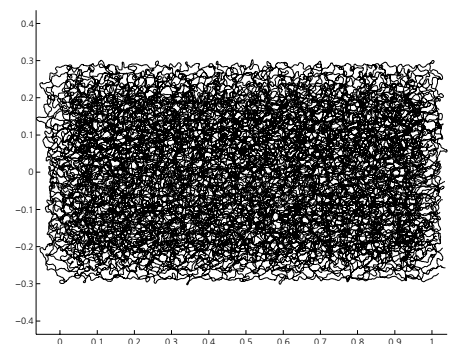
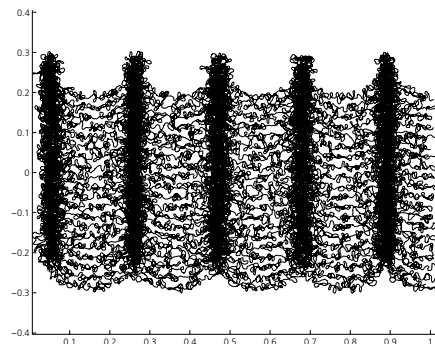
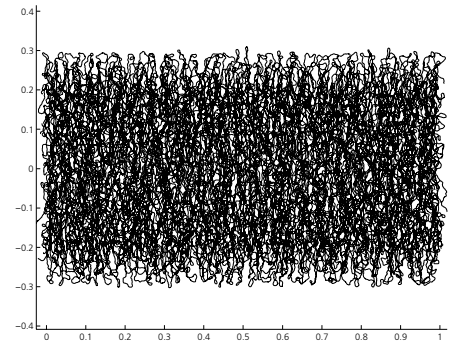
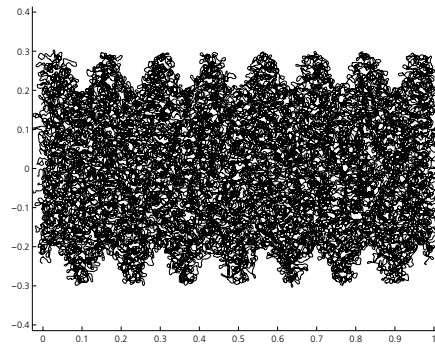


Reale Linse mit dem Clowngesicht

Stochastische Vliesstrukturen

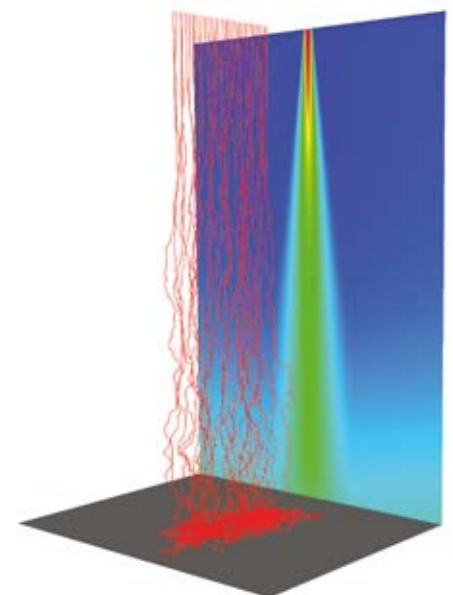
In den vergangenen Jahren wurde am ITWM das Simulationswerkzeug FIDYST (Fiber Dynamics Simulation Tool) entwickelt. FIDYST gestattet die Berechnung von Fadendynamiken in turbulenten Luftströmungen unter Berücksichtigung von Aspekten wie Faden-Wand-Interaktion und der Ablage der Fäden auf einem sich bewegenden Band. Die Turbulenzwirkung wird dabei über ein stochastisches Kraftmodell berücksichtigt, das auf dem Turbulenzmodell der vorweg auszuführenden Strömungsrechnung beruht. All dies gestattet beispielsweise die Simulation und Beurteilung verschiedenartiger Produktionsprozesse von Vliesen. Allerdings ist die Simulation solcher Prozesse mit Hunderten oder Tausenden von Filamenten nicht ohne weiteres mehr effizient handhabbar, was nahelegt auszunutzen, dass die einzelnen Filamente gleichartige, durch turbulente stochastische Kräfte geprägte Prozessbedingungen durchlaufen. Vor diesem Hintergrund wurde am ITWM eine ganze Familie stochastischer Ersatzmodelle entwickelt, die das Ablagebild eines einzelnen Filaments auf dem Band mittels einer stochastischen Differentialgleichung modellieren. Grundidee ist es dabei stets, den stochastischen Teil des Ablageprozesses relativ zu einer deterministischen Kurve, der sogenannten Spurkurve, zu formulieren, über die im einfachsten Fall die Bandbewegung oder auch eine überlagerte Oszillation oder Rotation abgebildet werden können. Die Parameter des Modells können aus einer einzelnen Simulation mit FIDYST identifiziert werden. Mit den identifizierten Parametern kann dann durch Überlagerung vieler Realisationen des Ersatzmodells der komplette Vliesstoff höchst effizient virtuell generiert werden.

Auf diese Weise erlauben die stochastischen Ersatzmodelle sowohl Detailuntersuchungen diverser Einflussfaktoren

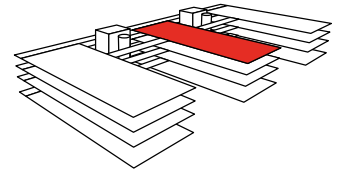


Verschiedene Ablageprinzipien, oben: oszillierend, unten: rotierend, links kleine Frequenz, rechts hohe Frequenz

auf die Qualität des Endprodukts als auch die Bewertung verschiedener Ablageprinzipien hinsichtlich der resultierenden Vlieseigenschaften und der relevanten Prozessfenster. Als Beispiel wird in den Abbildungen eine rotatorische Ablage und eine Oszillation in der Ablage quer zum Band für gleiche Spinn- und Bandgeschwindigkeiten betrachtet.



Vliesproduktion: Strömung und Fadendynamik mit FIDYST



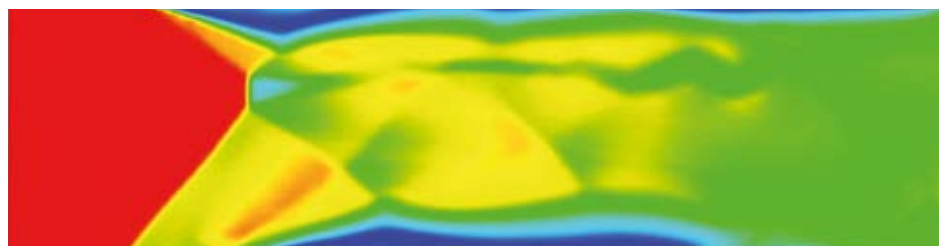
Turbulenzmodellierung in FPM

Die Finite Pointset Methode (FPM) ist ein numerisches Simulationsverfahren, das seit nunmehr zehn Jahren am ITWM entwickelt wird. FPM erlaubt es, Strömungsprobleme kompressibler und inkompressibler Art sehr effizient zu lösen. Die besondere Attraktivität des Verfahrens resultiert aus seiner gitterfreien Arbeitsweise, die es ermöglicht, qualitativ hochwertige Rechenergebnisse ohne zugrunde liegendes FE-Netz nur mithilfe einer einfach zu handhabenden numerischen Punktwolke zu erzielen. Eine wesentliche Rolle spielt die Formulierung der Methode als Lagrange-Verfahren, d.h. die Punktwolke bewegt sich mit der Strömung und transportiert physikalische Informationen in natürlicher Art und Weise. Durch den kompletten Verzicht auf Vernetzung reduziert sich der Aufwand des Benutzers im wesentlichen auf die Vorgabe sinnvoller physikalischer Anfangs- und Randbedingungen. Eine Simulation kann so praktisch während der industriellen Konstruktionsphase anhand eines CAD-Modells gestartet werden. Ganz besonders effizient lässt sich die FPM für Strömungen freier Oberflächen und Mehrphasenströmungen einsetzen. Hier führt der Lagrange-Ansatz zur korrekten Beschreibung der Dynamik der freien Flächen, ohne zusätzlichen algorithmischen Aufwand.

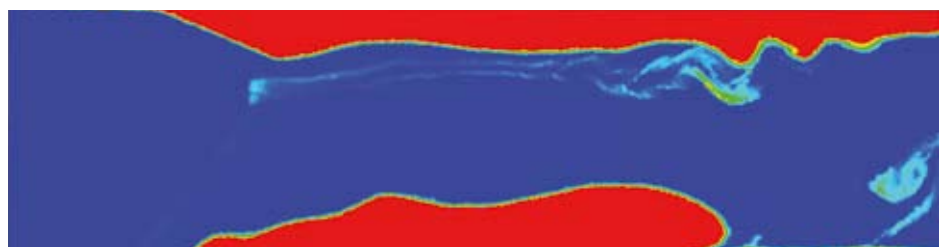
FPM wird industriell bisher vor allem für die Simulation von Airbag-Entfaltungsvorgängen, Glas-Formgebungsprozessen, Verfahren der chemischen Industrie und Tankbefüllungs-Vorgängen angewendet. Mit der verstärkten industriellen Anwendung steigt auch der Bedarf an einer Turbulenz-Modellierung. Im Mittelpunkt stehen hierbei die Airbag-Entfaltung und die Tank-Befüllung. Abläufe beim Airbag-Entfalten werden tendenziell immer stärker von turbulenten Effekten dominiert, so dass ohne relevante Turbulenzmodellierung



Mach3-Step-Channel ohne Turbulenzmodell: Geschwindigkeit



Mach3-Step-Channel mit Turbulenzmodell: Geschwindigkeit



Mach3-Step-Channel mit Turbulenzmodell: turbulente kinetische Energie

die Rechenergebnisse an Qualität einbüßen. Bei der Strömung von Kraftstoffen während der Tankbefüllung spielt Turbulenz vor allem eine Rolle bei der Entstehung von Schaum, der seinerseits ein dominanter Faktor des Befüllprozesses ist.

Die Turbulenzmodellierung stellt FPM vor spezielle, methodisch bedingte Herausforderungen. Sie ist ihrem Charakter nach ein generalisiertes Finite-Differenzen-Verfahren, weswegen es bei der Adaption eines Turbulenzmodells nur wenig Parallelen zu solchen numerischen Verfahren gibt, bei denen Tur-

bulenz schon erfolgreich integriert wurde. Der Einbau eines k-epsilon-Modells wurde daher komplett neu erarbeitet. Eine besondere Schwierigkeit stellt die Einbindung turbulenter Randgrenschichten dar, da diese einen meist steilen Geschwindigkeitsabfall zur Wand hin implizieren. Die ursprünglich sehr glatten FPM-Approximationen stoßen hier an Grenzen, so dass ein neuer FPM-Operator erarbeitet werden musste. Dieser gewährleistet steile Geschwindigkeitsgradienten in Wandnähe, ohne dabei numerisches »Auswaschen« der Lösung zuzulassen.

Toolbox zur Modellreduktion

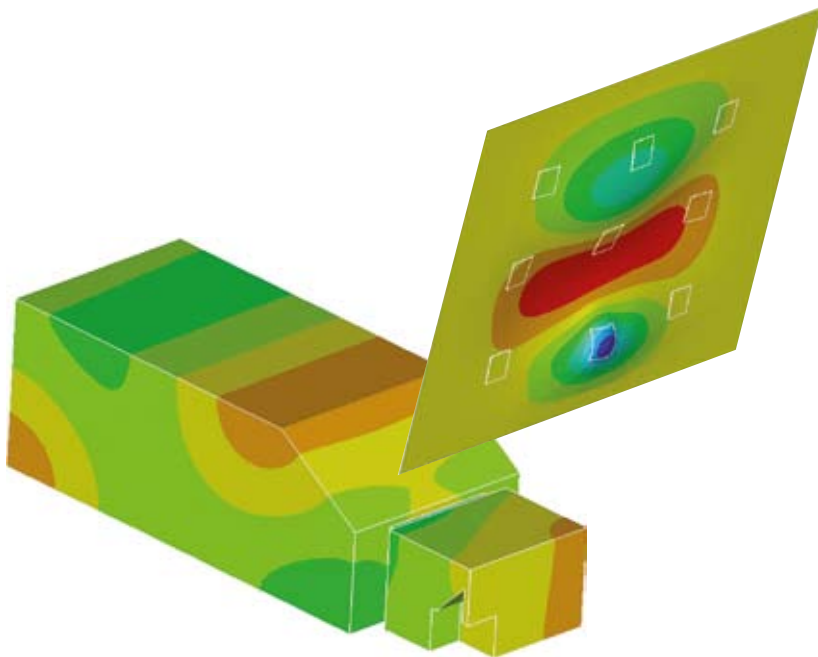
Ganz unterschiedliche technische Auslegungsprobleme führen immer wieder auf das gleiche Dilemma: Eine hinreichend genaue Modellierung führt auf ein Finite-Elemente-Modell mit so vielen Tausend Freiheitsgraden, dass es für typische Designaufgaben wie Parameteroptimierung oder Reglerentwurf ungeeignet ist. Man denke z. B. – aber lange nicht nur – an die optimale Platzierung von Aktor-Sensor-Paaren zur aktiven Lärmreduktion im Fahrzeuginnenraum. Im Wesentlichen gilt es zwei Probleme zu lösen. Einerseits muss das Ausgangsmodell auf eines mit überschaubarer Zahl von Zustandsgrößen reduziert werden, ohne im interessierenden Frequenzbereich das Ein-/Ausgabeverhalten zu verfälschen. Andererseits gilt es, das Ausgangsmodell vom FE-Paket in Software wie Matlab® zu übertragen, die Routinen für Reglerentwurf oder Optimierung bereitstel-

len. Die betrachteten Modelle koppeln oft mehrere Felder, z. B. Strukturmechanik, Akustik und Piezoelektrik. Für die Modellreduktion ergeben sich daraus besondere Herausforderungen: singuläre Masse- und unsymmetrische Steifigkeitsmatrizen, nicht-proportionale Dämpfung, die Notwendigkeit einer intelligenten Skalierung oder eine große Zahl von Ein- und Ausgabekanälen im Falle hierarchischer Substrukturierung. Die eingebauten Reduktionsverfahren der kommerziellen FE-Pakete scheitern in der Regel an der Matrixstruktur, die von Matlab® an der Modellgröße.

Daher wurde im Rahmen des MEF-Projekts MORAS (Modellreduktion für aktive Systeme) mit dem Aufbau einer Toolbox zur Reduktion und zum Transfer von FE-Modellen nach Matlab® begonnen. Weitere Partner sind die Abteilung **Systemanalyse, Prognose und Regelung** sowie das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Sys-

temzuverlässigkeit in Darmstadt. Bisher bestehen Schnittstellen zu Ansys® und zum Analysetool PSAT für Stromversorgungssysteme. Herausragende Merkmale sind eine flexible Bibliothek problemangepasster Moden-, Momenten- oder Singulärwert-basierter und Struktur erhaltender Reduktionsverfahren sowie die Möglichkeit parametrischer Reduktion. Letztere gestattet es, sehr effizient reduzierte Modelle für Parametersätze zu generieren, für die keine FE-Modelle aufgesetzt wurden, indem zuvor bestimmte Reduktionen interpoliert werden. Der Effizienzvorteil im Rahmen einer Parameteroptimierung ist offensichtlich.

Erste erfolgreiche Praxistests wurden im Marie-Curie-Netzwerk *Smart Structures* (Mechatronik), im BMBF-Projekt *NetMod* (Elektrische Energienetze) sowie in einem größeren, der Geheimhaltung unterliegenden Industrieauftrag durchgeführt.



Model Reduction Interface

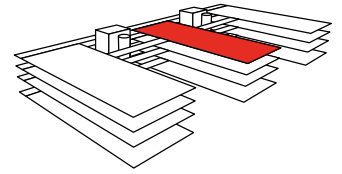
environment
 job name: sample
 APDL script: D:\soft\struct\inst\sample.rp
 working directory: C:\Documents and Settings\mf\Application Data\mf\work
 results directory: C:\Documents and Settings\mf\Application Data\mf\result
 macro directory:
 Ansys version: 11.0
 Ansys product: ANSYS Academic Research

parameter	type	order	interpolation	workspace	expo
h_int	const	0		2	2
h_ext	const	0		2	2
width	const	0		1.86	-2
leng	const	0		1.5	-3
p_int	const	0		1	5
p_ext	const	0		1	8
L_int	const	0		5	0
L_ext	const	0		5	0
w_int	const	0		1	2
rho	const	0		33	3
E	const	0		42	11
nu	const	0		17	-1
alpha	const	0		4.5	-6
cp	const	0		9	2
happa	const	0		1	2
node constants				order of polynomial	0

node input
 component: face
 label: FZ
 exponent: 0

node output
 #degree expected

Toolbox zur parametrischen Modellreduktion



Dr. Dietmar Hietel, Dr. Martin Hering-Bertram, Dr. Simone Gramsch, Dr. Matthias Schäfer, Jan Marburger, Dr. Robert Feßler, Patric Keller, Dr. Marco Günther, Dr. Jevgenijs Jegorovs, Dr. Julian Stoev, Dr. Raimund Wegener, Harald Obermaier, Dr. Jan Mohring, Sergey Antonov, Dr. Norbert Siedow

Strömungs- und Materialsimulation

Bei der Produkt- und Prozessauslegung ist mittlerweile bei vielen Anwendungen das Verständnis und die Berücksichtigung von lokalen Struktureigenschaftsbeziehungen der zugrunde liegenden Fluide und Materialien entscheidend. Die Abteilung **Strömungs- und Materialsimulation** beschäftigt sich mit der Multiskalenmodellierung und Entwicklung effizienter und robuster Simulationsmethoden und Softwaretools für ein in die Produktentwicklung integriertes virtuelles Materialdesign. Unsere Software GeoDict vereinigt vielfältige Möglichkeiten zur realitätstreuen Strukturmodellierung von Gefügen, porösen Materialien und Verbundwerkstoffen. So lassen sich u. a. aus zweidimensionalen Schlißbildern repräsentative 3D-Strukturmodelle von Gefügen und Mehrphasenwerkstoffen erstellen und deren thermomechanischen Struktureigenschaften mittels einer automatischen robusten Vernetzung (TopMesh) und höchst effizienten FE-Berechnung (MatSol) ermitteln. Durch Variation der Strukturparameter der 3D-Modelle können Materialauslegungen per Simulation enorm beschleunigt werden. Die aktuellen Entwicklungen zielen mehr und mehr darauf ab, multifunktionale und feinskalenabhängige Struktureigenschaftsbeziehungen von porösen Materialien und Verbund- bzw. Hybridmaterialien modelltechnisch zu beschreiben und in einer Strukturauslegung zu berücksichtigen.

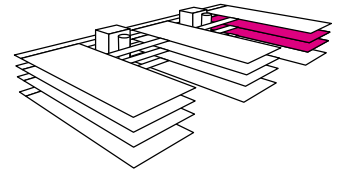
Ein typisches Anwendungsbeispiel sind Diffusions- und Elektrodenschichten, die wesentlich die Effizienz von Brennstoffzellen und Batterien bestimmen. Über die bisher übliche Charakterisierung der sättigungsabhängigen Transporteigenschaften (SatuDict) gehen die aktuellen Entwicklungen dazu über, die elektrochemischen Wechselwirkungen mit zu berücksichtigen, um Eigenschaften wie die Leistungsdichte und Zyklenbeständigkeit zu simulieren und zu verbessern. Dies führt wie in vielen anderen,

insbesondere durch strömungsdynamische Prozesse bestimmte Anwendungen dazu, dynamische Struktur-Eigenschaftsbeziehungen zu betrachten. Die Auslegung von Filterelementen (SuFIS) und Filtermedien (FilterDict) hinsichtlich Filtereffizienz und Standzeit sind weiter stark nachgefragte Anwendungsfelder.

Die Simulation von Stoffgemischen, Granulaten, Faser- oder Partikelsuspensionen bis hin zum Übergang zum Festkörperverhalten, wie sie u. a. beim Spritzguss auftreten, kann durch geeignete Modellierung der hochdynamischen Strukturwechselwirkungen zwischen den Fluiden und Partikeln und adäquate numerische Verfahren im Rahmen der Kontinuumsmechanik realisiert werden. Erstmals ist damit der industrielle Einsatz von Simulationsverfahren (CoRheoGrain) zur Auslegung von Feststoffmischern oder Mühlen möglich.

2008 war für die Abteilung gekennzeichnet durch große personelle Veränderungen, auch aufgrund vieler erfolgreich abgeschlossener Promotionen. Trotz der hohen Personalfuktuation konnte sowohl der Gesamtertrag als auch der Anteil der Wirtschaftserträge nochmals gesteigert werden, insbesondere durch den enormen Anstieg von GeoDict-Lizenzverkäufen. Auf der Basis von strategischen Eigenentwicklungen der letzten Jahre konnten weitere Industriekunden aus den Bereichen Verfahrenstechnik und Materialentwicklung gewonnen werden.

Die bestehende intensive Kooperation mit der Texas A&M University wurde durch gegenseitigen Personalaustausch verstärkt. Die Vernetzung und der wissenschaftliche Austausch mit der TU Kaiserslautern wurde über den FB Mathematik hinaus durch mehrere Projekte mit dem FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik intensiviert.



Die Gründung der International Society of Porous Media (Interpore) wurde mitinitiiert; Mitte März 2009 fand ihre erste Konferenz zu »Challenges on Porous Media« im Fraunhofer-Zentrum Kaiserslautern statt.

Abteilungsleiter:

Dr. Konrad Steiner

☎ 06 31/3 16 00-43 42

konrad.steiner@itwm.fraunhofer.de

Schwerpunkte

- Mikrostruktursimulation und virtuelles Materialdesign
- Hydrodynamik
- Komplexe Fluide
- Strukturoptimierung in Mechanik und Akustik



Mit dem Kalender 2008 haben wir unseren Kunden und Partnern ganzjährig die Bandbreite der mathematischen Anwendungen vor Augen geführt. Mathematik macht nicht nur reich und schlank, Mathematik spart auch Zeit, rettet Leben und Mathematik macht sauber, mit am ITWM optimierten Materialien.

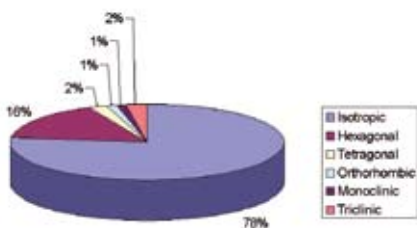
Struktureigenschaftssimulation bei faserverstärkten Kunststoffen

Faserverstärkte Kunststoffe (FK) sind ein bevorzugter Werkstoff im Leichtbau, da sie hervorragende Werkstoffeigenschaften bezüglich Festigkeit und Steifigkeit im Verhältnis zum Materialgewicht aufweisen. Die exakte Kenntnis der Faserorientierung spielt für die resultierenden mechanischen Eigenschaften die entscheidende Rolle. Um dies im Voraus zu bewerten, werden heute schon Simulationswerkzeuge eingesetzt. Die ausgereiftesten Tools ermöglichen eine 3D-Faserorientierungsbeurteilung. Allerdings stoßen die erzielbaren Genauigkeiten der Simulation für eine robuste Vorhersage von Festigkeit und Verzug schon bei heutigen Bauteilen an ihre Grenzen. Mit steigenden Anforderungen an die Bauteile muss somit auch die Qualität der Simulationsergebnisse steigen.

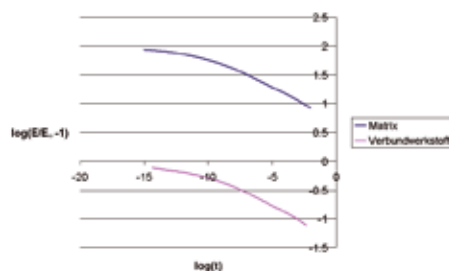
Wegen der skalenabhängigen Komplexität faserverstärkter Materialien basieren die eingesetzten Simulationstechniken auf rein phänomenologischen Modellen, die die zugrunde liegende Mikrostruktur nicht oder nur sehr ungenau berücksichtigen. Innerhalb des vom BMBF geförderten Projektes MisesFok (Multiskalenintegrierende Struktureigenschaftssimulation der Faserorientierung für faserverstärkte Kunststoffe

im Automobil- und Flugzeugbau) wird ein radikal anderer Ansatz entwickelt. Statt die existierenden Modelle phänomenologisch zu verbessern, werden am ITWM mit Methoden der Multiskalenmodellierung und -simulation skalenübergreifende Werkstoffmodelle für faserverstärkte Kunststoffe unter Beachtung des dynamischen rheologischen Werkstoffverhaltens der Fasersuspension beim Herstellungsprozess entwickelt und bis zur Anwendungsreife, d.h. bis zur prototypischen Integration in Simulationstools überführt. Die Skalenkopplung erfordert moderne numerische Simulationen unter Ausnutzung moderner Computersysteme und wird auf mindestens zwei Ebenen durchgeführt. Zum einen wird durch direkte Simulation von wechselwirkenden Fasern in einer Polymerströmung sowohl die effektive Rheologie der Fasersuspensionen als auch die daraus resultierenden Faserorientierungen explizit bestimmt. Zum anderen können die effektiven anisotropen elasto-plastischen Werkstoffeigenschaften der FK durch Upscaling von strukturmechanischen Berechnungen auf der Mikroebene des berechneten Faser-Matrix-Verbunds bestimmt werden. Durch Analyse der Festkörpermechanischen Eigenschaften dieser Mikrostruktur kann exakt bestimmt werden, welche isotropen und kristallsymmetrischen Anteile in einem effektiven makroskopischen

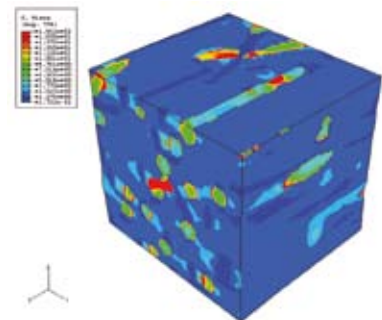
Modell vorhanden sein müssen, um die gemittelten viskoelastischen Eigenschaften des makroskopischen Bauteils korrekt zu repräsentieren. Letztendlich erhält man eine durchgängige Multiskalensimulationstechnologie für FK von der Spritzgussimulation bis zur Berechnung der mechanischen Eigenschaften des gespritzten Bauteils. Im Projekt werden die resultierenden Werkstoffmodelle an sehr verschiedenen, aber wirtschaftlich sehr wichtigen Anwendungsbeispielen in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern erprobt: glasfaserverstärkte Spritzgussbauteile (GFK) in der Kraftfahrzeugtechnik (Bosch) und für Automobilinnenraum-Komponenten (Faurecia) und kohlefaserverstärkte Kunststoffverbunde (CFK) für Hochleistungsanwendungen im Flugzeugbau (EADS).



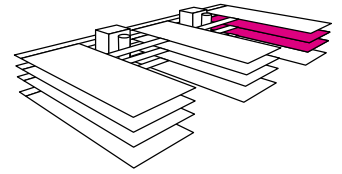
Typische Verteilung einer Faserbundstruktur; aus den dargestellten Anteilen lässt sich die korrekte makroskopische Modellklasse ablesen



Das gemessene viskoelastische Verhalten des reinen Polymeranteils des Verbundwerkstoffes verändert sich aufgrund des Faseranteils



Mikroskopische Stressverteilung



Akustische Auslegung poröser und poroelastischer Schallabsorber

Zur Lärmdämmung, d.h. zur Verringerung des Schalldruckpegels, werden heutzutage vorwiegend poröse Absorber wie Faserabsorber oder poroelastische Schäume eingesetzt. Ihre akustische Wirksamkeit in Bauteilen oder Baugruppen hängt wesentlich von ihren effektiven Materialeigenschaften und ihrer Anordnung ab. Da der zum virtuellen Materialdesign notwendige Schritt der Bestimmung effektiver Materialeigenschaften aus Mikrostrukturmodellen der porösen Absorber bis heute durch keine Software geleistet wird, müssen die effektiven Materialeigenschaften nach wie vor in aufwändigen Messungen an Rohlingen und Prototypen bestimmt werden. Am Fraunhofer ITWM werden seit Jahren Verfahren entwickelt, um den hohen Zeit- und Kostenaufwand bei der Neuentwicklung von Absorbermaterialien drastisch zu reduzieren. Dabei werden alle Materialparameter, welche die akustischen Eigenschaften des Materials bestimmen, nicht gemessen, sondern vollständig berechnet.

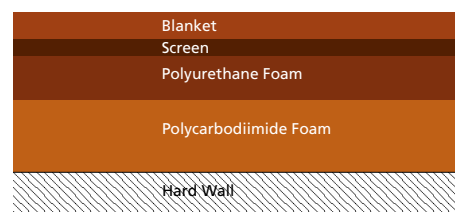
Ausgangspunkt ist ein stochastisches Modell, das die Mikrostruktur des Materials wirklichkeitsnah abbildet. Nachdem es schon seit einiger Zeit möglich ist, die rein geometrischen Materialparameter für hochporöse unelastische Absorber zu bestimmen, um damit die Ausbreitung des Luftschalls im Absorber mit den Modellen von Delany & Bazley bzw. von Allard & Johnson zu simulieren, konnte im MEF-Projekt »Charakterisierung akustisch wirksamer poroelastischer Absorber« ein Verfahren entwickelt und als AcoustoDict-Modul in unserer Software GeoDict realisiert werden, das unter zusätzlicher Verwendung der (visko-)elastischen Eigenschaften der Materialkomponenten, wie z. B. Polyurethan, das effektive (visko-)elastische Verhalten des porösen Absorbers berechnet. Somit ist nun auch die Berechnung des gekoppelten Luft- und Körperschalls für beliebige Absorbermaterialien im gesamten hörbaren Frequenzbereich zwischen 100 Hz und 10000 Hz mit dem Modell von Biot einfach durchführbar.

In praktischen Anwendungen, wie z.B. der Fahrzeuginnenraumauskleidung, werden in der Regel mehrere poröse Materialien übereinander geschichtet. Mit der Software AdOpt wird dem Designer ein Tool zur Auslegung und Optimierung von Schichtmaterialien zur Verfügung gestellt, das zusätzlich die Funktion einer Datenbank für die mit AcoustoDict berechneten effektiven Materialparameter übernimmt.

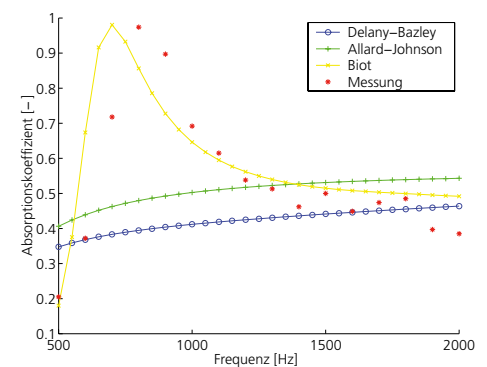
Zur Validierung wurde der Dachhimmel eines Audi A6 unter Verwendung der effektiven Materialparameter und der Dicke der einzelnen Schichten in AdOpt realisiert und das akustische Verhalten mit den verschiedenen akustischen Modellen berechnet. Der Vergleich mit den Messwerten zeigt, dass es für tiefe Frequenzen zwingend nötig ist, den Körperschall zu berücksichtigen. Der Vorteil unserer Vorgehensweise gegenüber allen bisherigen Methoden auf dem Gebiet der poroelastischen Absorber liegt darin, dass auf die Herstellung von Rohlingen und Prototypen vollständig verzichtet wird.



Im Audi A6 eingebauter Dachhimmel



und sein schematischer Aufbau im Rechner



Gemessene (rot) und berechnete (blau, grün, gelb) akustische Absorption und Versagen der Modelle von Delany & Bazley und Allard & Johnson im tiefen Frequenzbereich

Simulationsgestütztes Design von Virenfallen

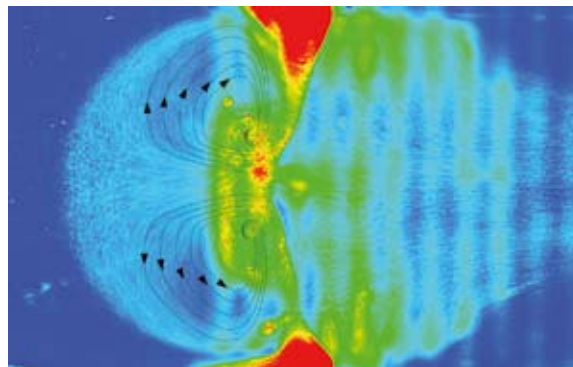
Die Fähigkeit zur kontrollierten Manipulation von Zellen und Viren ist für die biotechnische Industrie eine unabdingbare Voraussetzung. Viele biotechnische Anwendungen erfordern entweder sehr reine Proben oder eine genügend hohe Konzentration biologischer Mikro- und Nanopartikel. Geeignete und effiziente Trennverfahren für die bei der Lab-on-a-chip-Technologie auftretenden kleinen Mengen sind zurzeit jedoch noch nicht in ausreichendem Maße vorhanden. Ihre Entwicklung wird erschwert durch die komplexe nichtlineare Überlagerung elektrophoretischer Effekte in Mikrochips, die verschiedene Instabilitäten zur Folge haben. In einem gemeinsamen Forschungsprojekt von Fraunhofer IBMT und Fraunhofer ITWM wird die Möglichkeit eröffnet, die gewünschten Parameter für ein konkretes Biochipdesign virtuell im Computer auf Instabilitäten oder andere unerwünschte Seiteneffekte zu testen. Aus den hieraus gewonnenen Ergebnissen werden verbesserte Designs erarbeitet.

Innerhalb des Projektes wird am Beispiel der Entwicklung einer Zell- und Virenfalle nachgewiesen, dass der zusätzliche Einsatz von Simulationen die Möglichkeiten der Lab-on-a-chip-Technologie erheblich erweitern kann. Die am Fraunhofer IBMT vorangetriebene Traveling-wave-Technologie erlaubt eine hochpräzise Kontrolle der Dynamik von Zellen und Viren in mikrostrukturierten Chips. Dabei werden mithilfe von Hochfrequenzfeldern Fluidströmungen induziert. Partikel, Zellen oder Viren, die sich in der Flüssigkeit befinden, werden mittransportiert und können dadurch fast beliebig in einer Ebene bewegt werden. Für bestimmte Elektrodenkonfigurationen wurden jedoch komplexe dreidimensionale Wirbelstrukturen beobachtet, die potenzi-

ell für Partikelanreicherungsmethoden eingesetzt werden können. Ihre Ursache war allerdings bisher unverstanden, was ihre gezielte Nutzung verhindert hat.

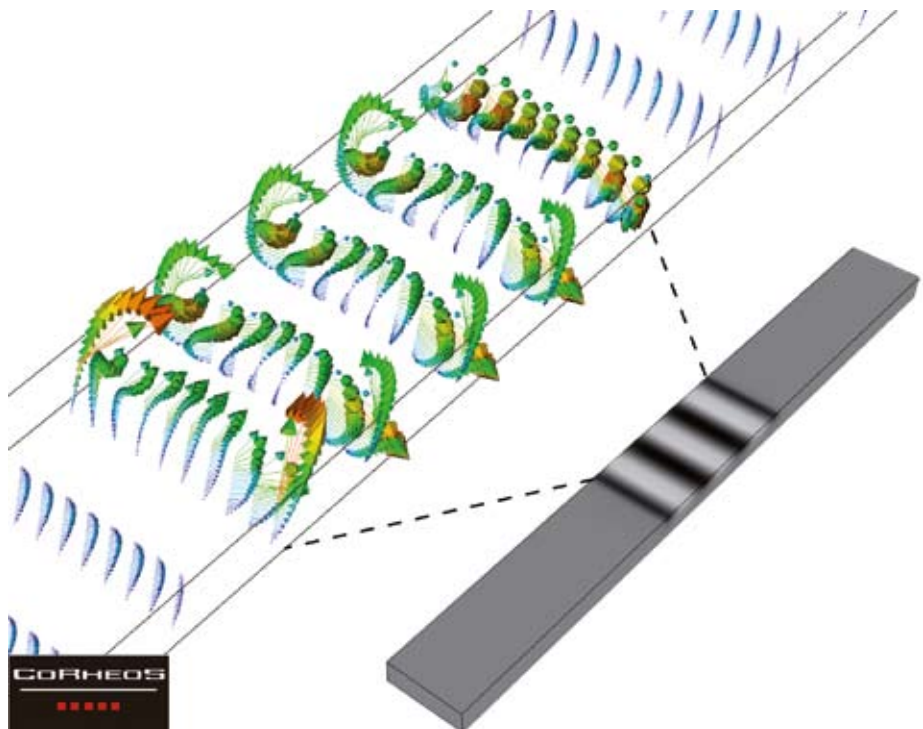
Zunächst wurde als Grundlage der Simulation das notwendige elektrohydrodynamische Modell systematisch hergeleitet. Damit konnte der physikalische Mechanismus für die beobachtete Wirbelbildung ermittelt werden. Um ihn auch in realen Geometrien nutzen zu können, wurde das dreidimensionale elektrohydrodynamische Modell numerisch

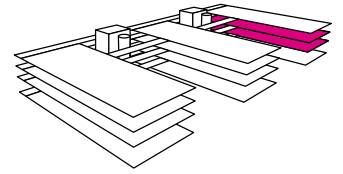
umgesetzt. Die Grundlage für die Implementierung und Visualisierung der auftretenden Phänomene bildet die im Schwerpunkt Komplexe Fluide entwickelte Softwareplattform CoRheoS. Bei Verwendung der am Fraunhofer IBMT eingesetzten Elektrodenkonfiguration in der CoRheoS-Simulation lässt sich die im Experiment beobachtete Wirbelstruktur am Computer genau reproduzieren. Damit ist der entscheidende Schritt getan, die derzeit genutzten Lab-on-a-chip-Architekturen simulationsgestützt zu hoch selektiven Mikrofallen für Viren und Zellen weiterzuentwickeln.



Falschfarbenaufnahme eines Virenfallenexperiments am IBTM mit Blick auf den Kanal von oben; zu erkennen sind die Wirbelstrukturen und die daraus resultierende Anhäufung von Partikeln.

Strömungsfelder der Simulation in CoRheoS; zu erkennen sind dreidimensionale Wirbelstrukturen, die erst durch die Simulation sichtbar werden. Rechts unten die elektrische Potenzialverteilung am Versuchskanal





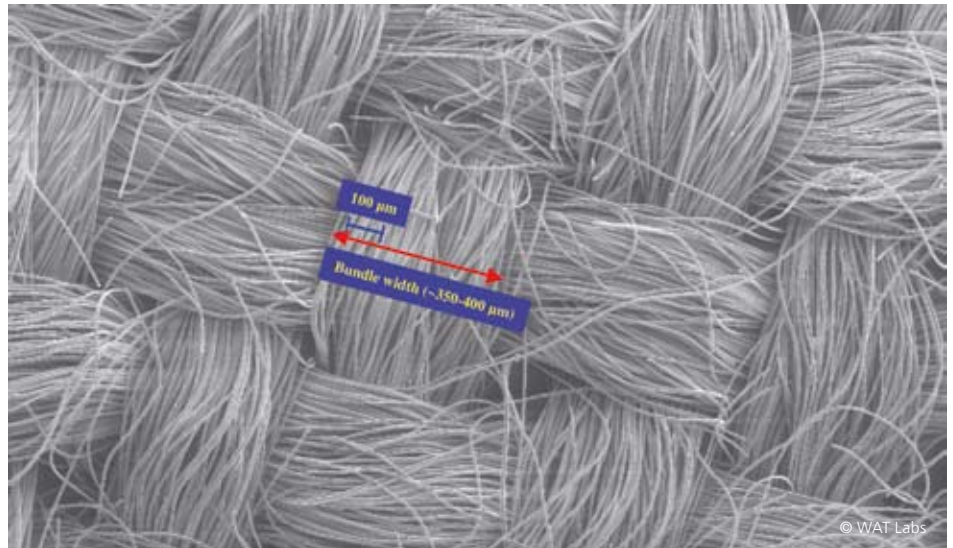
Mikrostruktursimulation von Geweben

Durch Weben lassen sich geometrische Eigenschaften von Textilien im Prinzip präzise einstellen. Allerdings werden diese Eigenschaften beim Herstellungsprozess zum Teil verändert. Neben den geometrischen sind noch viele weitere Eigenschaften von gewebten Textilien interessant. In bislang laufenden Projekten sind das Durchströmungs- und Filtrationseigenschaften, in der Zukunft denkbar und wünschenswert sind auch mechanische Eigenschaften.

Interessant sind die Eigenschaften von Geweben aus sogenannten Multifilamentgarnen. Diese Strukturen werden als Kombination von regelmäßig verlaufenden, gewebten Fäden und darin zufällig verlaufenden Filamenten beschrieben. Einerseits werden sie als Gasdiffusionsschicht in PEM-Brennstoffzellen eingesetzt, um den Hintransport von Sauerstoff zur Kathode und den Abtransport des dort entstehenden Wassers zu regulieren. Andererseits dienen sie in medizinischer Schutzkleidung als Filter gegen Bakterien. Zu beiden Anwendungen gibt es über mehrere Jahre laufende Forschungsprojekte und jeweils mehrere kleinere Projekte mit Firmen (Brennstoffzellen) und universitären Arbeitsgruppen (Schutzkleidung).

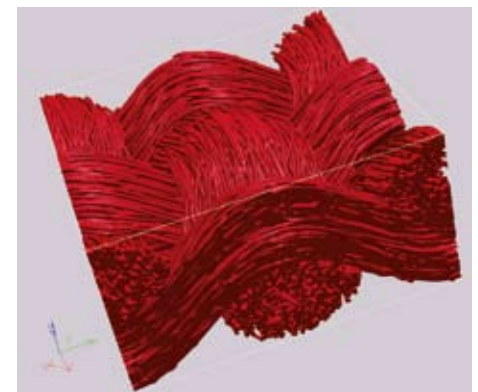
In Filzen, speziell zur Papierentwässerung, werden Stützgewebe gemeinsam mit Ober- und Unterschichten aus Vliesstoff eingesetzt. Simuliert wird die Trocknung von Papierbahnen während der Herstellung durch Pressen des Wassers in den Filz. Um Filze am Rechner entwerfen zu können, muss auch das Gewebe simuliert werden können. Die größten Herausforderungen an die Simulation sind teilsaturierte Strömungen unter Kompression des Filzes.

In ähnlicher Weise werden Gewebe in Hydraulikfiltern eingesetzt: Sie halten



REM-Aufnahme eines aus Kohlefasern gewebten Gasdiffusionsmediums

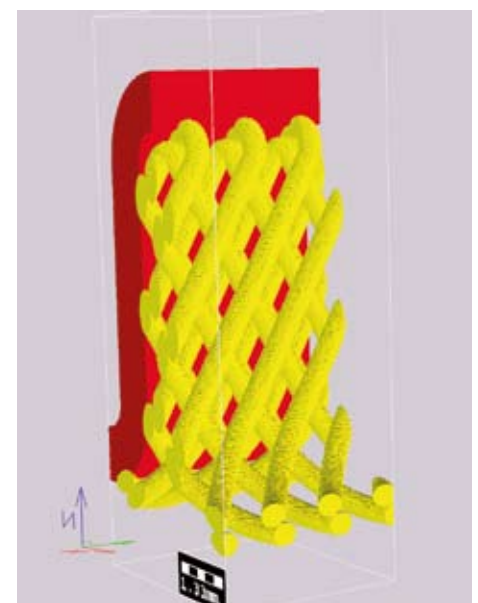
Einström- und Abströmkanäle offen. Im Gegensatz zu anderen Anwendungen werden die Gewebe nicht als Flächenware eingesetzt, sondern in dreidimensionale Formen gebogen. Auch die Berechnungsskala ist eine andere. Die gesamte Falte muss berechnet werden, so dass einzelne Fasern im Filtermedium nicht aufgelöst werden. Der sich aus Faltenform, Stützgewebe und Filtermedium ergebende Druckverlust des Filters wird simuliert und durch Variationen verbessert.



Modell des Diffusionsmediums

Im Jahr 2008 kamen Drahtgewebefiltersimulationen hinzu. Vorhandene Gewebemodelle liefern einen guten Einstieg in diese Anwendung. Porengrößensimulation, Strömungssimulation und Filterbeladungssimulation sind direkt nutzbar und auch in dieser Branche lassen sich durch Wegfall eines Teils der Prototypen Kosten sparen.

Alle Anwendungen lassen sich mit der GeoDict-Software simulieren. Damit können alle Berechnungen auch bei unseren Partnern durchgeführt werden.



Filterfalte mit stützendem gelbem Netzgitter

Erweiterte CFD-Simulation von Filterprozessen

2008 wurde das Software-Tool SuFIS®, das zunächst exklusiv für die SPX Corporation entwickelt worden war, am Fraunhofer ITWM erweitert. Die neuen Features für eine verbesserte CFD-Simulation (Computational Fluid Dynamics) von Filterprozessen umfassen die Auflösung auf der Subgrid-Skala und die Computersimulation der Effizienztests von Filtern.

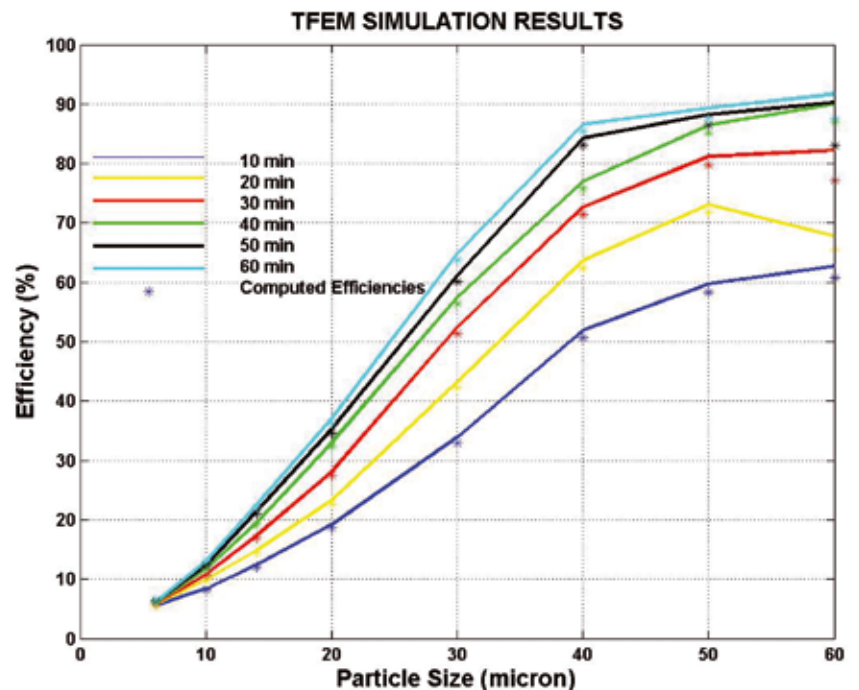
Die Auflösung auf der Subgrid-Skala gehört zur Klasse der variationellen Mehrskalen-Methoden und stellt eine große Herausforderung dar: Sind einige Details des Filtermediums oder der Geometrie des Filterelements so fein, dass eine Auflösung durch das Rechengitter nicht mehr möglich ist, dann können diese durch die Lösung eines Hilfsproblems auf den eigentlichen Gitterzellen und durch die entsprechende Modifikation der Koeffizienten der Navier-Stokes-Brinkmann-Gleichung effektiv berücksichtigt werden. Beim Upscaling der Koeffizienten der Navier-Stokes-Brinkmann-Gleichungen ist besonders darauf zu achten, dass der Druckabfall durch die feinen, nicht aufgelösten geometrischen Details genau genug approximiert wird.



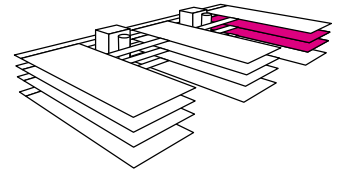
Ein Prototyp einer komplexen Filtergeometrie: Der Kombifilter besteht aus verschiedenen porösen Medien, die durch ein Metallnetz getrennt sind. Es muss mit sehr hoher Auflösung gerechnet werden, um solche geometrischen Details aufzulösen.

Eine besondere Herausforderung bei der Untersuchung von Filterprozessen ist die CFD-Simulation von Filtereffizienztests, wie z. B. TFEM- und Multipass-Tests. Wir kombinieren die Parameteridentifikation aus an einem vereinfachten Filter durchgeführten Messungen mit der CFD-Simulation, um eine computergestützte Vorhersage der Effizienz von neu entwickelten Filterelementen zu ermöglichen. Die Parameteridentifikation basiert auf der Lösung von Hilfsproblemen bei einem eindimensionalen Filterprozess. Das entwickelte Software-Tool kann nicht nur zur Bewertung der Effizienz bereits pro-

duzierter Filter genutzt werden, sondern stellt ebenso für die Ingenieure beim Design von neuen Filterelementen und bei der Auswahl der passenden Filtermedien eine enorme Unterstützung dar. Es ist bekannt, dass besonders die Kombination von Filtermedien mit verschiedenen Permeabilitäten zur Verbesserung der Leistung eines Filterelements führen kann. Das Design solcher Elemente ist jedoch nach wie vor eine große Herausforderung. Wir zeigen hier, wie CFD-Simulationen solche Entwicklungen wirkungsvoll unterstützen können.



Diese Abbildung stellt die Effizienz in Abhängigkeit von der Partikelgröße zwischen 6 und 60µm dar. Die Ergebnisse innerhalb verschiedener Zeitintervalle sind durch verschiedenen Farben gekennzeichnet.



Dr. Liping Cheng, Prof. Dr. Oleg Iliev, Dr. Aivars Zemitis, Galina Printsypar, Dr. Konrad Steiner, Dr. Andreas Wiegmann, Dr. Jürgen Becker, Priv.-Doz. Dr. Arnulf Latz, Silke Menzel, Kilian Schmidt, Sebastian Schmidt, Dr. Erik Glatt, Iuliana Matei, Tobias Zangmeister, Dr. Uldis Strautins, Priv.-Doz. Dr. Heiko Andrä, Dr. Darius Niedziela, Dr. Matthias Kabel, Raul Borsche

Bildverarbeitung

Die Abteilung **Bildverarbeitung** entwickelt in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie und Forschung maßgeschneiderte Lösungen auf dem Gebiet der Bild- und Signalverarbeitung, insbesondere in den Bereichen Mikrostrukturanalyse, Oberflächeninspektion, Signalanalyse im Eisenbahnbereich und Ultraschall-Imaging.

Der mathematische Kern und dessen Umsetzung in effiziente, komplexe Algorithmen und Software ist hierbei herausstellendes Merkmal gegenüber anderen Anbietern.

Das Gebiet **Mikrostrukturanalyse** gewinnt durch verbesserte technische Möglichkeiten zur dreidimensionalen Bildgebung zunehmend an Bedeutung. Am Fraunhofer ITWM konzentrieren sich die Entwicklungen hierbei auf die Bestimmung geometrischer Charakteristika der Mikrostruktur von Werkstoffen, wobei auch Anwendungen in anderen Bereichen interessant werden. Das am Fraunhofer ITWM entwickelte Softwarepaket **MAVI (Modular Algorithms for Volume Images)** wird hierfür systematisch um neue Funktionalitäten erweitert.

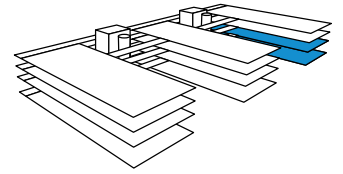
Anfang 2008 wurde ein eigener Computer-Tomograf angeschafft. Damit werden die Prüf- und Analysemöglichkeiten am Standort Kaiserslautern im Bereich hochauflösender Tomografie (Auflösung bis ca. $1\mu\text{m}$) deutlich verbessert.

Der Bereich **Oberflächeninspektion** profitiert von der verstärkten Nachfrage nach hundertprozentiger Qualitätskontrolle. Die Qualität eines Produkts hängt in sehr vielen Fällen direkt mit der Qualität der Produktoberfläche zusammen. Der Kunde erwartet eine einwandfreie Optik – Kratzer auf Autotüren, Flecken auf Papier, Farbfehler in Holzoberflächen sind unerwünscht. Darüber hinaus bestimmen Eigenschaften der Material-

oberfläche häufig auch unmittelbar die Funktionalität des Produkts. So werden z. B. Risse in Gussteilen unmittelbar zum Ausschuss führen und fehlerhafte Gummibeschichtungen bei Dichtungen das Dichtverhalten vermindern. Mit **MASC (Modular Algorithms for Surface Control)** existiert ein modulares System, das eine Vielzahl an einsatzbereiten Tools und Systemkomponenten umfasst. Somit bietet es eine geeignete Basis für schnelle und flexible Lösungen, um dem breiten Anforderungs- und Materialspektrum gerecht zu werden.

Im Gebiet **Signalanalyse** wird in langjähriger, erfolgreicher Zusammenarbeit mit der Firma GE Transportation Systems am Fraunhofer ITWM die Software der Fahrwerküberwachungsschwelle (FÜS) entwickelt, die auf über 600 Anlagen in Europa eingesetzt wird. Die Software analysiert Strahlungsprofile, erkennt drohende Überhitzung und signalisiert dies an angeschlossene Meldestellen. Zur Vermeidung von Fehlalarmen ist eine Erkennung und Filterung unerwünschter Störstrahlung, etwa von Bremsblöcken oder durch direkte und indirekte Sonneneinstrahlung, implementiert. In verschiedenen Analyse-schritten kommen dabei verstärkt Klassifikationsalgorithmen zum Einsatz, die uns zum Beispiel eine Unterscheidung zwischen Scheiben- und Klotzbremsen mit nahezu hundertprozentiger Genauigkeit ermöglichen. FÜS-Systeme sind darüber hinaus in der Lage, Fahrgestell- und Bremsenbauart aus den Messdaten zu ermitteln, Abstände einzelner Achsen bis auf wenige Millimeter genau zu berechnen und einzelne Fahrzeugtypen – aber auch ganze Verbände – anhand dieser Abstände zu identifizieren.

Das Jahr 2008 war geprägt durch den Beginn vieler neuer Projekte und die Erschließung neuer bildgebender Technologien. Auf dem Gebiet Terahertz-Imaging starteten mehrere Projekte mit dem Fraunhofer-Institut für Physi-



kalische Messtechnik. Das Fraunhofer IPM entwickelt hierbei die bildgebende Terahertz-Technologie, die z.B. als Alternative zu Röntgenstrahlung eingesetzt werden kann. Die Abteilung **Bildverarbeitung** entwickelt Algorithmen und Software zur Auswertung der Terahertz-Bilddaten.

Der neue Bereich **Ultraschall-Imaging** wird eine weitere bildgebende Technologie erschließen und so neue Möglichkeiten in Verbindung mit klassischer optischer Technik eröffnen. Die anspruchsvollen mathematischen Fragestellungen bei der Bildgewinnung mittels Ultraschall (einschließlich der Simulation solcher Systeme) passen sich sehr gut in die Kernkompetenzen der Abteilung ein.

Abteilungsleiter:

Dr. Ronald Rösch

☎ 06 31/3 16 00-44 86

ronald.roesch@itwm.fraunhofer.de

Schwerpunkte

- Mikrostrukturanalyse
- Oberflächeninspektion
- Signalanalyse (Eisenbahn)
- Ultraschall-Imaging



Im Sommer 2008 war das Ausstellungsschiff »MS Wissenschaft« als Matheschiff auf deutschen Gewässern unterwegs und besuchte dabei 31 Städte. An Bord war auch ein Exponat des ITWM: Fehlerfindung auf Kuhhäuten; Oberflächeninspektion zum Anfassen mit Spiel, Trickfilm und einer echten Kuhhaut.

THESEUS

Im vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Großprojekt »Theseus« arbeitet die Fraunhofer-Gesellschaft zusammen mit anderen Forschungseinrichtungen und Technologieunternehmen am sogenannten Semantic Web. Ziel ist es, ein beinahe kognitives Verständnis für das vollständige im Internet verfügbare Wissen zu entwickeln. Das Fraunhofer ITWM ist in das Anwendungsszenario »Ordo« eingebunden, das sich mit der automatischen Analyse und Katalogisierung der Daten im Netz beschäftigt.

Im Zentrum von Ordo steht der sogenannte »Digital Desktop«, der sowohl dem professionellen Anwender wie auch dem Privatanwender einen personalisierten und strukturierten Zugriff auf digitale Informationen ermöglicht. Digitale Informationen wie z. B. Textdokumente, Bilder und Videos sind dabei nicht nur lokal auf einem PC vorhanden, sondern umfassen auch Daten aus dem Internet sowie unternehmensspezifische Daten aus einem Intranet.

Dazu müssen digitale Informationen automatisch klassifiziert und in personalisierte Ansichten für den jeweiligen Anwender gefasst werden. Der Anwender wird somit vom aufwändigen manuellen Sammeln und Strukturieren der digitalen Information befreit.

Die Aufgabe der Abteilung **Bildverarbeitung** in Ordo ist es, ein hierarchisches Clustering-Verfahren für große, heterogene Dokumentbestände zu entwickeln, zu testen und zu validieren.

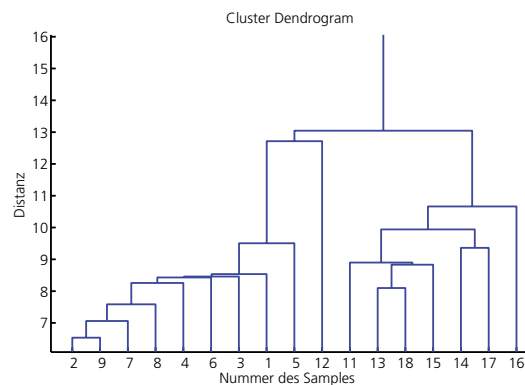
Unter hierarchischem Clustering versteht man die Erzeugung von Gruppen ähnlicher Objekte (Clustern) in einer Hierarchie. Ein Ähnlichkeitsmaß ist dabei die Grundlage für die Generierung der Cluster. Das hierarchische Clustering beginnt damit, dass jedes Objekt

für sich einen Cluster bildet. Dann werden diese initialen Cluster iterativ zu neuen (mehrere Objekte umfassende) Clustern vereinigt. Letztendlich besteht das Ergebnis aus einem Baum-Diagramm, genannt Dendrogramm. Die Distanz zwischen Clustern entspricht je nach Methode der kleinsten, größten, durchschnittlichen Distanz der Objekte innerhalb der Cluster. Dies bedeutet, dass das Verfahren an den jeweiligen Anwendungsfall und an das jeweilige Ähnlichkeitsmaß angepasst werden muss.

Im Rahmen von Ordo wird dieses Verfahren u. a. dafür verwendet, Suchergebnisse hierarchisch zu clustern, d.h. anstatt einer einfachen Ergebnisliste wird dem Anwender ein Baum mit Gruppen von Suchergebnissen gezeigt. Jede dieser Gruppen bündelt dann

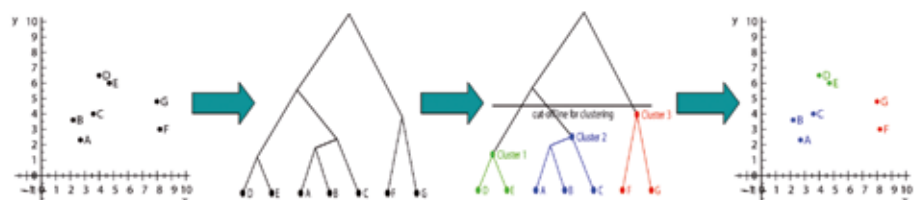
semantisch ähnliche Ergebnisse. Dies ermöglicht dem Anwender eine schnellere und einfachere Navigation in den Suchergebnissen und er erhält semantische Zusatzinformationen über die Struktur der Ergebnisse.

Hierarchisches Clustering ist in der klassischen Implementierung sehr langsam. Aufgrund des großen Datenvolumens bei der Suche in Datenbeständen wird das Verfahren in einer parallel arbeitenden Variante neu implementiert. Eine erste Version des hierarchischen Clustering wurde bereits in die Applikation »NewsFinder« der Firma empolis integriert.



Beispiel für die Darstellung der Ergebnisse eines hierarchischen Clusterings als Dendrogramm

Beispiel: Hierarchisches Clustern von Punkten im 2D

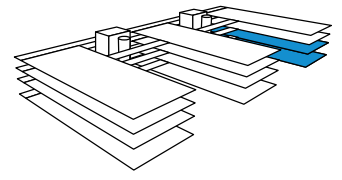


Aufgabe:
Gruppieren der Punkte nach Nähe.

Schritt I:
Bilde Binärbaum, der nacheinander nächstliegende Punkte zusammenfügt.

Schritt II:
Setze Schwelle im Baum. Alle folgenden Äste sind Cluster.

Ergebnis:
Automatische Zuteilung der Punkte zu Gruppen.



Tekzas – Terahertz-Echtzeit-Kamera für Anwendungen in der Sicherheitstechnik

Ziel des BMBF-geförderten Projektes Tekzas ist die Entwicklung eines Multisensoren-Systems zur Echtzeit-Fernerkennung von versteckt am Körper getragenen chemischen, biologischen und explosiven Gefahrstoffen und zwar bei Personen, die sich in einem Flughafen-terminal bewegen.

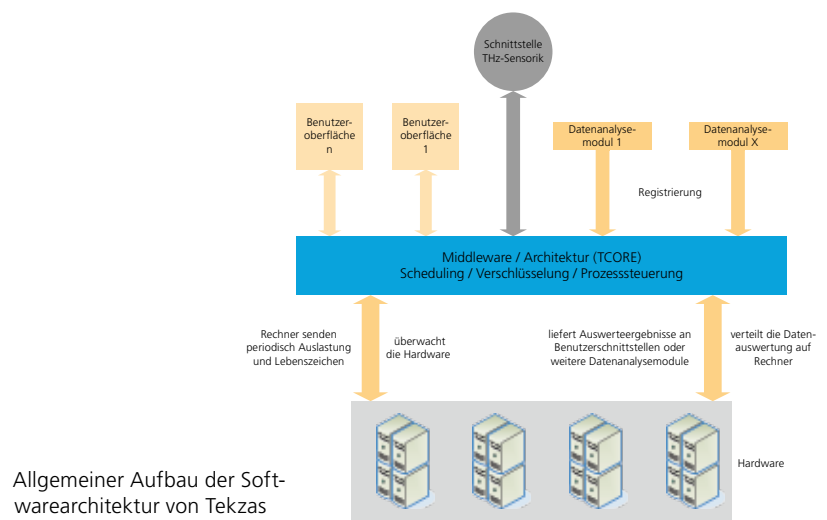
Die physikalische Grundlage für die Erkennung von Gefahrstoffen ist die sogenannte Terahertz-Strahlung. Diese Strahlung befindet sich im elektromagnetischen Spektrum zwischen der Infrarot- und der Mikrowellenstrahlung und ermöglicht es, viele Explosivstoffe durch Verpackungsmaterialien oder Kleidung hindurch nachzuweisen. Technisch betrachtet realisiert Tekzas ein Multisensoren-System, bestehend aus einer passiven Terahertz-Kamera, einer optischen Standardkamera sowie einem aktiven Terahertz-Sensor.

Da die Auflösung passiver THz-Kameras sehr gering ist (ca. 40x50 Pixel), kann im ersten Schritt nur eine Grobdetektion stattfinden, d.h. es wird eine Liste von Körperregionen mit potenziellen Gefahrstoffen ermittelt. Der aktive Terahertz-Sensor kann eine genaue Spektroskopie nur in einem kleinen Bereich von ca. 5 cm durchführen; deshalb fokussiert eine Software – auf Basis der Liste potenzieller Gefahrstoffe sowie der optischen Kameraaufnahme – den Sensor so, dass einige Körperregionen genauer untersucht werden können. Im Verlauf der Fernerkennung fallen sehr große Datenmengen an, die aber in Echtzeit, d.h. mit einer Reaktionszeit unter zwei Sekunden verarbeitet werden müssen.

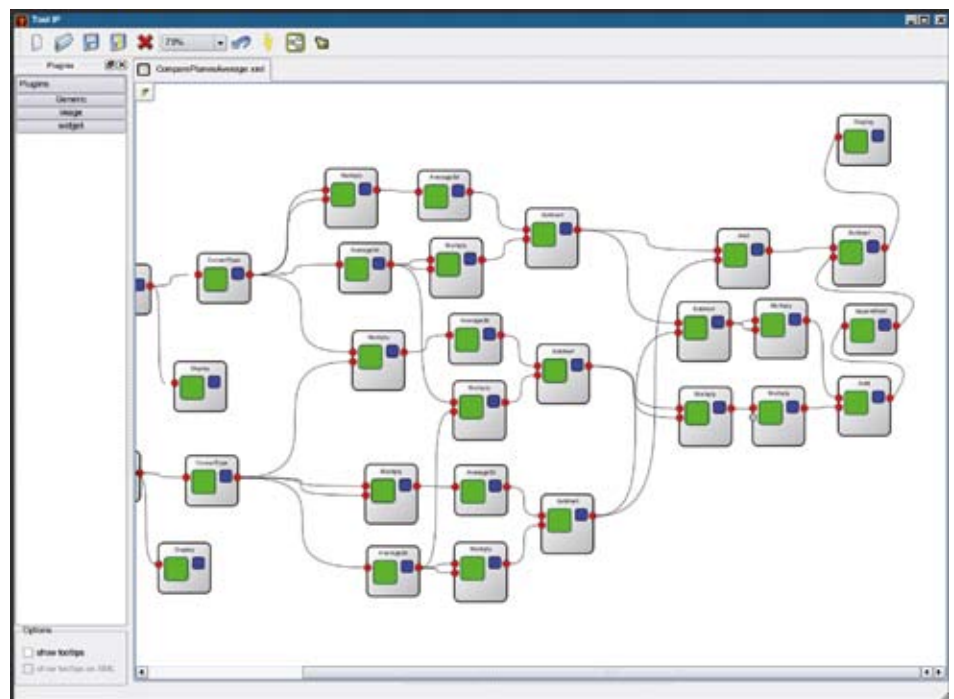
Die Abteilung **Bildverarbeitung** realisiert die zentrale Rechnerarchitektur zur Echtzeit-Auswertung der Sensordaten sowie einheitliche Kommunikati-

onsschnittstellen zwischen den Komponenten des Gesamtsystems. Aus datenschutzrechtlichen Gründen verschlüsselt die Architektur alle anfallenden Daten sowie auch die Kommunikation zwischen allen Komponenten. Da zum einen die Steuerung der Multisensoren sehr komplex ist und zum anderen die Auswertung der Daten sehr zeitaufwändig ist, besteht die Computerhardware aus 16 Rechenkernen, verteilt auf zwei Rechnern.

Eine vollständige Ausnutzung der Leistung eines solchen Rechnerclusters ist nur möglich, wenn die Datenverarbeitungsmodule die Parallelität des Systems ausnutzen. Aufgrund der Erfahrungen im Bereich der industriellen Bildverarbeitung hat die Abteilung in den letzten Jahren Methoden zur Parallelisierung von Datenauswertungen entwickelt. Diese Methoden fließen nun in die Entwicklung der Architektur von Tekzas ein.



Allgemeiner Aufbau der Softwarearchitektur von Tekzas



Darstellung einer parallelen Datenauswertung als Graph

Bildanalyse von faserverstärkten Kunststoffen

Faserverstärkte Kunststoffe bestehen aus einer Kunststoffmatrix und eingearbeiteten Fasern. Als Fasermaterialien werden hier häufig Glas oder Kohlenstoff eingesetzt. Diese Fasern besitzen eine höhere Steifigkeit als der sie umgebende Kunststoff. So ergibt sich im Verbund eine hohe Festigkeit entlang der Fasern. Durch ihr geringes Gewicht sowie hohe spezifische Steifigkeit und Festigkeit sind faserverstärkte Kunststoffe für Leichtbauanwendungen etwa in der Automobil- und Flugzeugproduktion besonders geeignet.

Durch die unterschiedlichen Eigenschaften der Fasern und der Kunststoffmatrix ändern sich je nach Anordnung der Fasern in einer Probe die Materialeigenschaften: Parallel liegende Fasern ergeben eine hohe Zugbelastbarkeit des Faserverbundes in einer Richtung, während vollständig zufällig orientierte (isotrope) Fasersysteme Verbundstoffe ergeben, deren mechanische Belastbarkeit richtungsunabhängig ist. Zur Kontrolle und Verbesserung der Produktion solcher Faserverbünde ist es folglich wichtig, die Faserrichtungen in faserverstärkten Kunststoffen bestimmen zu können.

In enger Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie und Forschung wurden am Fraunhofer ITWM Algorithmen zur Analyse von Fasersystemen in faserverstärkten Kunststoffen mittels 3D-Volumendaten aus der Mikrotomografie (μ CT) entwickelt. Hierbei werden Größen wie die lokalen Faserdichten und -orientierungen betrachtet. Diese Analysen können produktionsbedingte Abweichungen von einer geplanten Faseranordnung und den daraus folgenden mechanischen Eigenschaften quantifizieren, um damit die Produktionsprozesse von Faserverbünden zu optimieren. Ein konkretes Beispiel ist

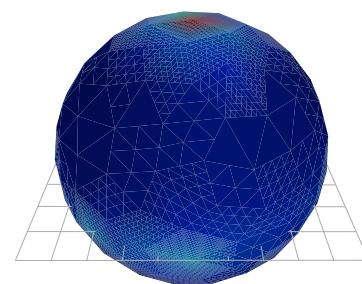
die Entwicklung einer besonders leichten Felge in einem Fraunhofer-Projekt in Kooperation mit dem Fraunhofer LBF in Darmstadt.

Die besondere Herausforderung bei der Entwicklung von Algorithmen zur Bestimmung der Faserrichtungen ergab sich aus der Größe der zu untersuchenden Fasern, die nahe der mit moderner μ CT-Technik noch darstellbaren Strukturen liegt. So haben typische Kohlenstofffasern einen Durchmesser von unter $10\ \mu\text{m}$ ($0,01\ \text{mm}$), und dicht zusammenliegende Fasern sind in Bilddaten auch visuell nur schwer erkennbar. Die am Fraunhofer ITWM entwickelte Software löst diese Problematik, indem sie Helligkeitsverläufe in 3D-Bildern erkennt und mithilfe von Vorwissen über die Durchmesser der untersuchten Fasern Rückschlüsse auf die Lage der Fasern in 3D zieht.

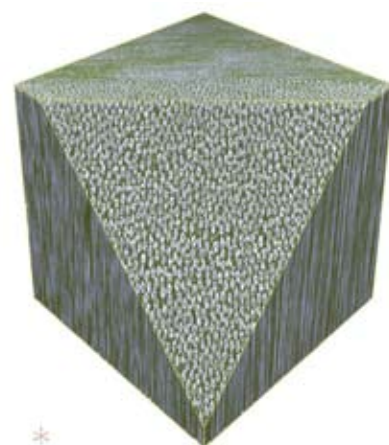
Durch diese Entwicklungen stehen nun Methoden zur 3D-Bildanalyse von faserverstärkten Kunststoffen zu Verfügung, welche den Materialwissenschaftlern wertvolle Informationen zur weiteren Verbesserung innovativer Leichtbauteile geben.



Faserverstärkte Kunststoffe kommen als Leichtbaumaterialien zum Einsatz, hier am Beispiel einer besonders leichten Felge.

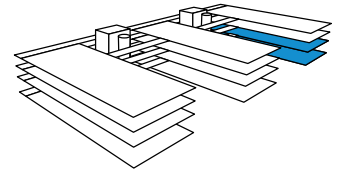


Histogramm der berechneten lokalen Kohlenstofffaserrichtungen: In diesem Fall zeigt die Auswertung zwei Faserkomponenten mit unterschiedlicher Faserausrichtung.



© R. Stöbel, EADS / A. Rack, ESRF

Volumenvisualisierung einer μ CT-Aufnahme eines kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffes



Carnot-Fraunhofer-Kooperationsprojekt Virtuelles Materialdesign

Seit Jahren wendet die Abteilung **Bildverarbeitung** erfolgreich Methoden der mathematischen Morphologie in Forschungs- und Industrieprojekten an und entwickelt sie weiter. Die Wiege der mathematischen Morphologie stand in Fontainebleau, wo am Centre de Morphologie Mathématique der Ecole des Mines die von Georges Matheron und Jean Serra begründete Theorie stetig weiterentwickelt und ebenfalls in der angewandten Forschung genutzt wurde. Eine Zusammenarbeit lag daher nahe und mit der Einstufung der Ecole des Mines als Institut Carnot – einem der Fraunhofer-Gesellschaft ähnlichen Verbund französischer Forschungsinstitute – ergab sich die Gelegenheit, bestehende Kontakte in einem konkreten gemeinsamen Projekt zu intensivieren.

Die Mikrostruktur eines Materials bestimmt maßgeblich dessen Eigenschaften wie Festigkeit oder Leitfähigkeit. Moderne Mikro-Computertomographie, Bildverarbeitung und -analyse erlauben die geometrische Charakterisierung der räumlichen Mikrostruktur. Um die durch Probengrößen, räumliche Auflösung und Bildqualität gesetzten Grenzen dieser Analysemethoden zu überwinden, wird die Mikrostruktur häufig modelliert. Dabei kommen stochastische Modelle zum Einsatz, um der mikroskopischen Heterogenität der Materialien Rechnung zu tragen. Die Parameter der stochastischen Geometriemodelle werden aus den Bilddaten bestimmt. Die so angepassten Modelle erlauben tieferes Verständnis der geometrischen Struktur sowie die Generierung von Realisierungen – also simulierten Mikrostrukturen – in fast beliebiger Bildgröße und beliebiger Anzahl. Der Einfluss der Mikrostruktur auf die makroskopischen Materialeigenschaften kann dann mittels numerischer Simulation in diesen Realisierungen systema-

tisch untersucht werden. Das Projekt umfasst die komplette Kette des virtuellen Materialdesigns von 3D-Bildaufnahme über Segmentierung, Bildverarbeitung und -analyse, Auswahl und Anpassung eines stochastischen Geometriemodells bis hin zur Simulation in verschiedener Tiefe für Schäume, Faser- und Sintermaterialien.

Neben der Neu- und Weiterentwicklung von Bildverarbeitungs-, Bildanalyse-, Modellanpassungs- und Simulationsmethoden sind wichtige Ziele dieses Projekts der Austausch von Ideen und

Personal sowie die Anbahnung weiterer gemeinsamer Projekte. Die Teilnahme von Doktorandinnen des ITWM an Frühjahrs- und Herbstschulen der Ecole des Mines, ein gemeinsames Promotionsvorhaben und der gemeinsame Workshop »3d imaging, analysis, modelling, and simulation of properties« dienen diesem Zweck. Der Workshop am ITWM im Herbst 2008 brachte nicht nur französische und deutsche Wissenschaftler aus Theorie und Praxis zusammen, sondern auch spanische, finnische, schwedische und belgische.



Workshop-Exponate: die gelbe Gitterstruktur stammt vom 3D-Drucker des ITWM



Ergänzend zum Workshop: Ausstellung zum Virtuellen Materialdesign

Simulation der Ultraschall-Fehlerprüfung an Titan-Billets

Ein entscheidendes Element für die Sicherheit in der Luftfahrt ist das Verhalten des Antriebssystems, insbesondere der sichere Betrieb der rotierenden Triebwerkskomponenten. Anfang der 1990er Jahre kam eine Analyse der Federal Aviation Administration (FAA) und der Industrie zu dem Ergebnis, dass die Mehrzahl der Triebwerkszwischenfälle auf ein Versagen der Turbinenscheiben zurückzuführen ist. Das Ausgangsmaterial für diese Scheiben bilden zylindrische Billets aus Hochleistungslegierungen wie etwa Titan-6-4, die mit unterschiedlichen Durchmessern angeliefert werden und gemäß den FAA-Vorschriften vor der Weiterverarbeitung einer Fehlerprüfung unterzogen werden. Um die hohen Sicherheitsstandards weiter zu verbessern, verfolgt die MTU Aero Engines GmbH, einer der führenden europäischen Triebwerkshersteller, verschiedene Strategien zur Erhöhung der Sensitivität der zur Billet-Prüfung eingesetzten Ultraschall-Verfahren. Dazu gehört auch die Simulation dieser Prüfungen durch das ITWM mit seinem Bereich Ultraschall-Imaging.

Bei der Immersionstechnik werden die Billets in Wasser mit Prüfköpfen beschallt und definiert abgetastet. Sind Fehler vorhanden – etwa Poren oder oxidische Einschlüsse, die die Belastungsfähigkeit des Materials herabsetzen – wird an diesen Ultraschall reflektiert und vom Sensor detektiert. Aus diesen Signalen kann dann die Fehlergröße bestimmt werden, die gemäß den Vorschriften eine kritische Größe nicht überschreiten darf. Die Sensitivität dieses Verfahrens hängt in erster Linie von den Eigenschaften des eingesetzten Prüfkopfes ab.

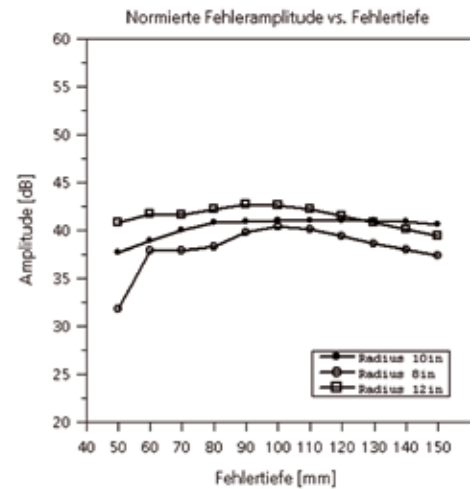
Ziel einer Studie für die MTU war daher die optimale Auswahl eines Ultra-

schall-Prüfkopfes auf der Basis kommerziell verfügbarer Standard-Sensoren. Die Fehlerprüfung an Titan-6-4-Billets mit einem Durchmesser von 10 Zoll wurde simuliert mit dem Ziel, spezifische Prüfkopfparameter anhand berechneter Schallfelder und Fehlersignale zu bestimmen. Als Modellfehler wurde eine Flachbodenbohrung mit 0,8 mm Durchmesser in einer Tiefe von 130 mm betrachtet.

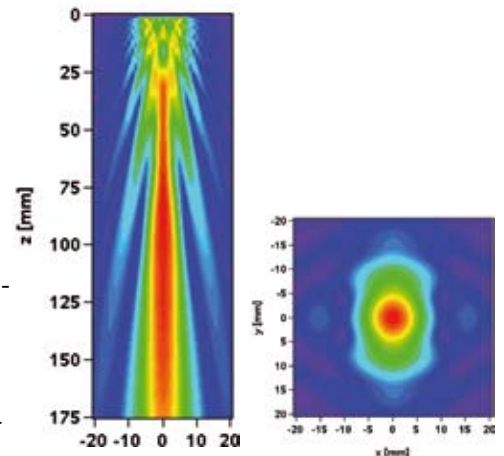
Die Berechnungen erfolgten mit einer Punktquellen-Überlagerungsmethode. Zur korrekten Vorhersage der Zeitsignale werden dabei die verschiedenen physikalischen Prozesse, die mit dem gestellten Prüfproblem verbunden sind, modelliert. Dies sind die Abstrahlung der Ultraschallwellen durch den Prüfkopf und die Ausbreitung der Wellen im jeweiligen Medium, der Reflexions- und Transmissionsprozess an der Grenzfläche Wasser/Titan-Billet und die Streuung der Wellen, die auf die simulierten Fehler auftreffen.

Aufgrund der konvex gekrümmten Billet-Oberfläche kommt es bei einem eben geformten Prüfkopf zu einer ungewünschten Defokussierung des Schallfeldes. Diesem Effekt kann mit einer entsprechenden Form des schwingenden Piezoelements entgegengewirkt werden. Die rechnerische Optimierung ergab, dass mit einem in der Radialebene fokussierenden, d. h. zylindrisch gekrümmten Schwinger mit einem Krümmungsradius von 9" ein homogenes Schallfeld über einen Tiefenbereich von 50 mm bis 150 mm erzielt werden kann.

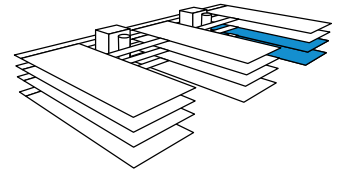
Die im Bereich Ultraschall-Imaging zur Verfügung stehenden Simulationsverfahren werden am ITWM in ähnlicher Weise zur Verbesserung der Fehlerprüfung an einer Vielzahl von Bauteilen und Materialien eingesetzt.



Die auf eine von MTU spezifizierte Referenz normierten Maximalamplituden der berechneten Fehlersignale als Funktion der Tiefe der 0,8 mm Flachbodenbohrung für Billet-Durchmesser von 10" sowie von 8" und 12"; für den Prüfkopf mit zylindrischer Krümmung zeigt sich eine über dem Tiefenbereich von 50 mm bis 150 mm in etwa gleichbleibende maximale Fehleramplitude und damit gleichbleibende Sensitivität, die um etwa 40 dB über der Referenzamplitude liegt.



Billet-Radialebene in linearer Skalierung (links) ein Querschnitt des Schallfeldes in 130 mm Tiefe (rechts), der Tiefe der 0,8 mm Flachbodenbohrung; die für die Fehlerprüfung (optimale) Wasservorlaufstrecke beträgt 100 mm.



Rebekka Malten, Kai Taeubner, Tetyana Sych, Prof. Dr. Martin Böhm, Michael Godehardt, Andreas Jablonski, Dr. Claudia Redenbach, Hans Rieder, Dr. Ali Moghiseh, Franz Schreiber, Thomas Redenbach, Falco Hirschenberger, Henrike Stephani, Martin Braun, Thomas Eckert, Markus Rauhut, Dr. Oliver Wirjadi, Dr. Ronald Rösch, Mark Maasland, Dr. Stephan Didas, Dr. Katja Schladitz, Björn Wagner, Priv.-Doz. Dr. habil. Martin Spies

Systemanalyse, Prognose und Regelung

Die daten- und wissensbasierte Modellierung komplexer Systeme und Prozesse aus Biologie und Technik ist ein zentrales Anliegen der Abteilung **Systemanalyse, Prognose und Regelung**.

Je nach spezifischer Fragestellung erlauben die resultierenden Modelle die Simulation und Klassifikation des System- bzw. Prozessverhaltens, die Ableitung neuen Wissens oder die Prognose der zukünftigen Entwicklung. Überdies sind die identifizierten Modelle aber auch Ausgangspunkt und Kernbestandteil der Entwicklung effizienter Steuerungs- und Regelungsansätze. Die Abteilung bietet in diesem Umfeld sowohl reine Beratungsdienstleistung als auch kundenspezifische Software-entwicklung sowie eigene Produkte an. Sie untergliedert sich derzeit in folgende fünf Themenschwerpunkte:

Der Schwerpunkt **Dynamische heterogene Netzwerke** beschäftigt sich mit der Modellierung und Analyse komplexer vernetzter Systeme. Fehlerkontrollierte gemischt symbolisch / numerische Modellreduktionsverfahren bilden hierbei den Schlüssel für ein tieferes Systemverständnis und eine effiziente Simulation. Diese Verfahren finden vielfältige Anwendung vom EDA-Werkzeug Analog Insydes bis hin zur Simulation und Analyse elektrischer Versorgungsnetzwerke und komplexer technischer Messgeräte.

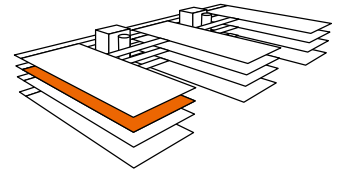
Im Bereich **Monitoring und Regelung** steht der modellbasierte Regler bzw. Beobachterentwurf im Zentrum der Aktivitäten. Die zugrunde liegenden Modelle können hierbei aus physikalischen Prinzipien abgeleitet oder durch geeignete messdatenbasierte Identifikationsverfahren bestimmt werden. Methodisch spielen robuste Kontrollstrategien, lernende iterative Regelungsansätze, Model Predictive Control und neuronale Regler eine wichtige Rolle. Aktuelle Anwendungen liegen in der Adaptronik und dem Conditio-

nal Monitoring großer technischer Anlagen.

Mission des Schwerpunktes **Entscheidungsunterstützung in Medizin und Technik** ist die Hilfestellung bei komplexen Diagnose- und Entscheidungsfindungsprozessen. Hierzu kommen Methoden der multivariaten Statistik, der Zeitreihenanalyse, des Data Mining und der Fuzzy-Logik zum Einsatz. Für die interaktive Entscheidungsfindung bei mehrkriteriellen Szenarien wird das Werkzeug KnowCube entwickelt. 2008 stand auch die Mitarbeit im zweiten Präsidialprojekt der Fraunhofer-Gesellschaft zur Beschleunigung von Technologieentwicklungsprozessen im Zentrum der Aktivitäten.

Im Bereich **Prognose von Produkt- und Materialeigenschaften** werden mittels Systemidentifikationsansätzen Modelle zur Vorhersage, Klassifikation und Simulation bestimmt. Mittels geeigneter Sensitivitätsanalysen lässt sich aus den identifizierten Modellen ein erweitertes Systemverständnis generieren, wobei neben experimentellen Versuchsdaten zunehmend auch Simulationsdatenbanken für die Modellerstellung verwendet werden. Anwendung fanden diese Verfahren unter anderem bei der Vorhersage von Lebensdauerkennwerten von Automobilbauteilen und der Prognose des Restfehlergehaltes von Softwarebausteinen.

Der Schwerpunkt **Multiskalen-Strukturmechanik** befasst sich mit der Entwicklung und Umsetzung numerischer Algorithmen für Festkörpermechanische Probleme bei Materialien, die neben einer komplexen multiskaligen Struktur auch komplizierte zeitvariante Stoffgesetze aufweisen. Durch Anwendung asymptotischer Homogenisierungstechniken lassen sich Festigkeit und Lebensdauer unter Ermüdung, Kontaktprobleme bei mikrorauen Oberflächen, Kriechen, schlagartige Belastungen und



Verschleiß berechnen. Im Berichtszeitraum hat man sich wesentlich mit der Auslegung von Implantaten und der Berechnung und Optimierung mechanischer Eigenschaften textiler Gewebestrukturen beschäftigt.

Das Berichtsjahr gestaltete sich für die Abteilung wirtschaftlich recht erfolgreich, überdies konnten im Verbund mit weiteren Fraunhofer-Instituten zwei substantielle Projekte zu strategischen Themen der Abteilung, nämlich zur hierarchischen Simulation nanoelektronischer Systeme und Data Mining im Produktionsumfeld, akquiriert und begonnen werden.

Abteilungsleiter:

Dr. Patrick Lang

☎ 06 31/3 16 00-46 39

patrick.lang@itwm.fraunhofer.de

Schwerpunkte

- Dynamische heterogene Netzwerke
- Monitoring und Regelung
- Entscheidungsunterstützung in Medizin und Technik
- Prognose von Material- und Produkteigenschaften
- Multiskalen-Strukturmechanik



Im August und September war am ITWM die Ausstellung »Ein mathematisches Kunstbuch – ein künstlerisches Mathematikbuch« von Franz Xaver Lutz zu sehen. Seine Arbeiten schlagen eine Brücke zwischen Kunst auf der einen und Mathematik und Biologie auf der anderen Seite, versinnbildlicht im Ammoniten.

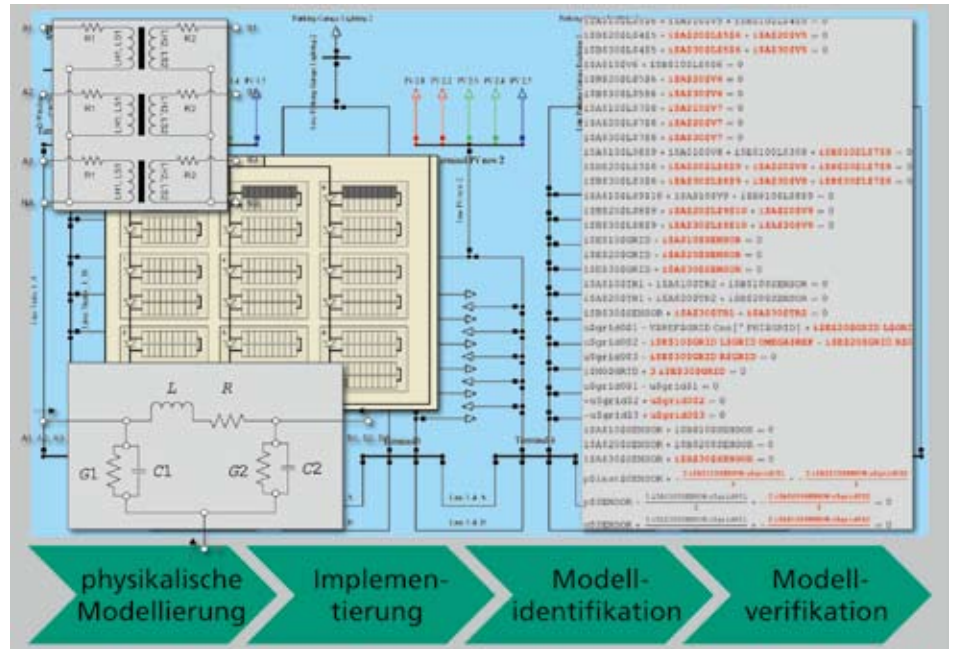
Modellierung und Simulation von Netzen mit dezentraler regenerativer Energieerzeugung

Aufgrund der Liberalisierung des Strommarktes und der hohen Durchdringung mit dezentraler regenerativer Energieerzeugung steigt der Bedarf an effizienten automatischen Verfahren zur Auslegung und Betriebsführung moderner Energieverteilnetze. Diese sind von großer Bedeutung für die erfolgreiche Verbreitung dezentraler erneuerbarer Energiesysteme.

Betrieb und Auslegung solcher Energienetze beinhalten eine Fülle von Regelungs- und Optimierungsproblemen, die jeweils unterschiedlich detaillierte und zeitaufgelöste Modelle der drei Hierarchieebenen Niedrig-, Mittel- und Hochspannungsnetz benötigen. Mit der Möglichkeit dezentraler Einspeisung und der Trennung von Netzbetrieb und Stromhandel im liberalisierten Markt besitzen die einzelnen Akteure oft keinen direkten Zugriff mehr auf alle zum Aufbau ihrer Modelle benötigten Daten.

Gerade auf den Mittel- und Niederspannungsebenen wird die Netzstruktur durch hinzukommende unabhängige Energieerzeugungsanlagen immer komplexer und ändert sich ständig. Die numerische Simulation ermöglicht bereits heute eine sehr detaillierte Netzmodellierung, wobei Systemdynamik und Betriebsführung in elektrischen Teilnetzen bereits gut abbildbar sind.

Im Bezug auf größere Netze mit vielen Teilnetzen stößt die Methodik an ihre Grenzen: Modellreduktionsverfahren werden zunehmend erforderlich, um den numerischen Aufwand zu beschränken. Nur mit diesen Ansätzen ist die Optimierung der Netze, die exakte Auslegung und die übergeordnete Betriebsführung zu bewerkstelligen. Insgesamt ergibt sich also ein Bedarf nach automatisierbaren, flexiblen und effizienten Methoden.

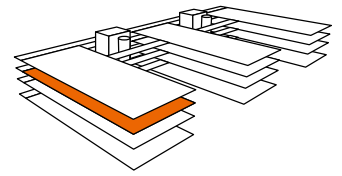


Modellierung von Energieverteilnetzen als Prozess

Im NetMod-Forschungsvorhaben des BMBF (www.netmod.org) ist es gelungen, einen neuartigen Modellierungsansatz zu entwickeln, der mittels symbolischer Methoden die durchgängige Generierung von Verhaltensmodellen für elektrische Energienetze ermöglicht. Dieser ursprünglich für die analoge Schaltungstechnik entwickelte Modellierungsansatz konnte erfolgreich auf dieses neue Anwendungsfeld übertragen werden. Darüber hinaus kann mittels symbolischer Modellreduktionsverfahren die Modellkomplexität entscheidend reduziert werden, so dass weitergehende Anwendungen, wie z.B. die Systemsimulation oder Optimierungsaufgaben handhabbar werden.

Die Entwicklungen basieren auf dem proprietären Werkzeug Analog Insydes. Zu den Projektergebnissen zählen u.a. die Bereitstellung einer symbolischen Basis-Modellbibliothek für typische Systemkomponenten in einem elektrischen Energienetz und die neue Schnittstelle zur standardisierten Modellierungssprache Modelica. Diese Arbeiten bilden die

Grundlage zur Anwendung neuer Technologien für eine optimierte Auslegung und Betriebsführung von elektrischen Energienetzen mit einem hohen Anteil an dezentralen Erzeugern und Speichern.



Kompensation des Run-Out-Signals induktiver Drehmomentsensoren

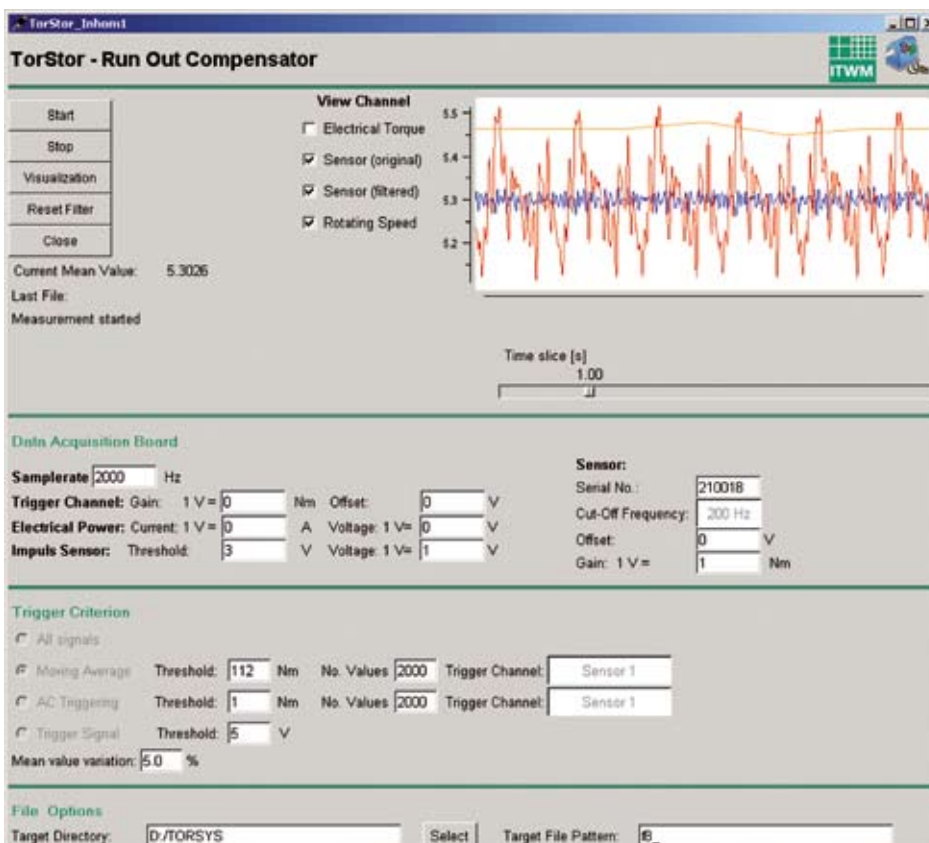
Das Drehmoment stellt im Kontext rotierender Maschinen eine ganz zentrale zu überwachende Kenngröße dar. Flexibel an der Welle positionierbare, berührungslos arbeitende Messsysteme, die basierend auf dem inversen magnetostriktiven Effekt ferromagnetischer Wellen Änderungen in der Torsionsspannung an deren Oberfläche detektieren, sind eine Alternative zur klassischen Drehmomentsensoren. Ein Vorteil induktiver magnetostriktiver Sensoren ist, dass ihr Einsatz keine bauliche Veränderung der Welle erfordert und sie somit flexibel ohne Beeinflussung der Systemdynamik eingesetzt werden können. Bei ferromagnetischen Materialien führen mechanische Belastungen zu Änderungen in der magnetischen Permeabilität; die so entstehenden Permeabilitätsdifferenzen lassen sich mit

einem magnetostriktiven Sensor messen. Spannungen an der Wellenoberfläche resultieren jedoch nicht nur aus externen Belastungen, sondern es entstehen bereits bei der Fertigung Inhomogenitäten an der Wellenoberfläche in Form von eingefrorenen Spannungen. Diese sind ortsabhängig und eine generelle Klassifizierung ist a priori nicht möglich.

Bei der Torsionsmessung mit dem induktiven Sensor des Fraunhofer ITWM an einer rotierenden Welle ist daher zu berücksichtigen, dass diese Inhomogenitäten entlang der Messspur über den gesamten Umfang variieren. Durch die Rotation der Welle tauchen die aus den Inhomogenitäten resultierenden Signale entlang der Messspur um den Wellenumfang immer wieder in gleicher Abfolge auf, so dass man ein deterministisches periodisches Störsignal, bezeichnet als Run-Out-Signal, erhält. Bei einer

Belastung der Welle durch ein externes Drehmoment kommt es dann zu einer Überlagerung des eigentlichen Drehmomentsignals mit dem Störsignal sowie weiterem Messrauschen. Zur Eliminierung des Run-Out-Signals kann man in einigen Anwendungen klassische Signalfilter (Notch-, Tiefpass- oder Hochpassfilter) einsetzen. Kommt es hierbei jedoch zu einer Übereinstimmung einer Störungsfrequenz mit einer kritischen Torsionsfrequenz, so würden diese Torsionsschwingungssignale durch diese Filter ebenfalls eliminiert und die interessierenden Schwingungsinformationen wären verloren.

Mittels eines Constrained-Extended-Kalman-Filters oder alternativ durch eine Impulsmessung pro Umdrehung werden die Parameter eines Modells des Run-Out-Effekts online bestimmt und das Run-Out-Signal unter Berücksichtigung aller Signalfilter in der Messkette vorhergesagt. Das resultierende Signal wird dann zur Kompensation des Run-Outs vom Messsignal subtrahiert. Durch diese im MEWF-Projekt TorSys am ITWM entwickelten Verfahren lässt sich der Drehmomentsensor nun auch für solche Applikationen einsetzen, bei denen es nur zu geringen Torsionsspannungen an den zugänglichen Messstellen der Welle kommt.



Torsionsmonitoringsoftware mit integrierter Run-Out-Kompensation: Das Oszilloskop zeigt in rot die Originalmessung; in blau das gefilterte Signal.

Schätzung der Anzahl von Genkopien mit Array-CGH

Abweichungen in der Anzahl der Genkopien chromosomaler DNA treten in verschiedenen Skalen auf. Bekannt sind Mutationen einzelner DNA-Basenpaare (Single Nucleotide Polymorphism, SNP) in kleinen Skalen und Aneuploidien (abnormale Anzahl von Chromosomen) in großen Skalen. Jünger ist die Betrachtung von Genkopie-Abweichungen in mittleren Skalen. Da die Chromosomen in diploiden autosomen Zellen zweifach vorliegen, ist die normale Kopienzahl zwei. Speziell in Tumorzellen beobachtet man Abweichungen davon. Anzahlen null oder eins deuten auf Verlust in einem oder beiden Chromosomen im Vergleich zu normaler DNA hin, Kopienzahlen von drei und mehr stehen für Vervielfachung chromosomaler Regionen. Sogar Vielfachheiten im Zehner- oder gar Hunderterbereich lassen sich finden (sogenannte Amplifikationen).

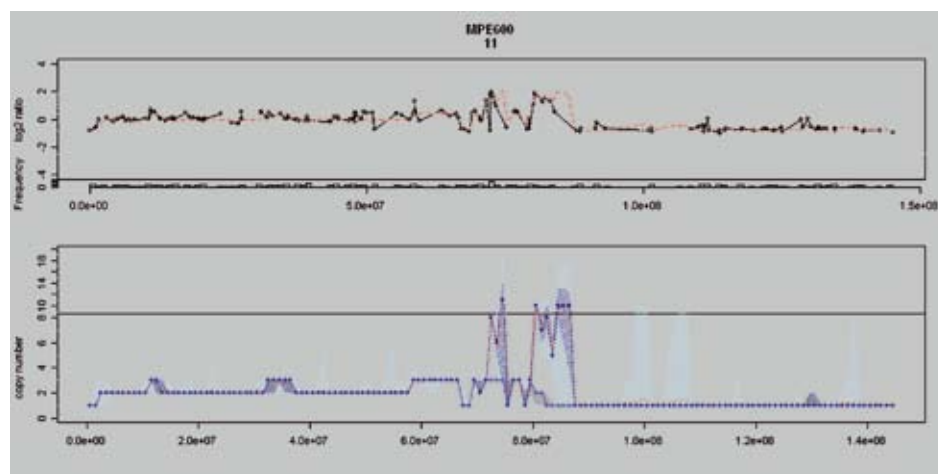
Um diese Abweichungen der Genkopien in mittleren Skalen zu finden, bedient man sich der Vergleichenden Genomischen Hybridisierung (Comparative Genomic Hybridization, CGH). CGH vergleicht DNA einer Probe (z. B. eines Tumors) mit normaler Referenz-DNA durch Hybridisierung beider mit Komplementär-DNA (Hybridisierung ist das Binden zweier komplementärer DNA-Einzelketten über Wasserstoffbrücken). Vor der Hybridisierung werden Referenz- und Proben-DNA mit unterschiedlichen fluoreszierenden Farbmolekülen markiert. Nach der Hybridisierung zeigt das Verhältnis der Lichtintensitäten dieser Marker das Verhältnis der Mengen von Proben-DNA zu Referenz-DNA an.

Man unterscheidet zwei Varianten von CGH, je nachdem ob die Hybridisierung mittels Metaphasen-Chromosomen oder mit Microarrays geschieht.

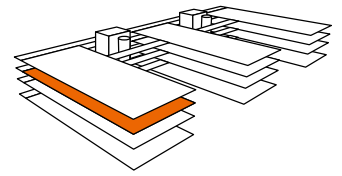
Microarrays sind Glasplatten, auf die an vordefinierten Stellen kurze DNA-Stücke aufgedruckt sind. Der Vorteil von Array-CGH im Vergleich zu Metaphasen-CGH besteht in einer höheren Auflösung. Hauptproblem ist ein hoher Rauschanteil in den Messungen. Spezielle Techniken sind nötig, um das interessierende Signal (die Anzahl der Genkopien) aus den verrauschten Messungen zu extrahieren.

Dafür existieren bereits mehrere Algorithmen. Zusammen mit dem Max-Planck-Institut für molekulare Genetik in Berlin wurde im Rahmen der Plattform für Maschinelles Lernen (Learning and Inference Platform – LIP) ein neuer

Algorithmus entwickelt. Die Anzahl der Genkopien wird hierbei als verborgener Zufallsprozess modelliert. Die Schätzung geschieht mit Sequentiellen Monte Carlo-Methoden (SMC). Der Vorteil liegt in der Freiheit der Modellierung: SMC verlangt keine speziellen Einschränkungen an das Modell. Dadurch ist es möglich, eine gleichzeitige Klassifizierung durchzuführen. So kann man zwischen moderaten Genkopie-Abweichungen und hohen Amplifikationen unterscheiden. Zusätzlich erhält man Informationen über die Zuverlässigkeit der Schätzungen. Dies ist mit den existierenden Algorithmen sehr viel schwerer zu erreichen.



Beispiel einer Schätzung der Genkopienzahl für ein Chromosom; oben: Microarray-Messungen und Schätzungen der \log_2 -Verhältnisse; unten: geschätzte und klassifizierte Genkopienzahl



Fokus Technologie – Chancen erkennen, Leistungen entwickeln

Wie werden neue Technologien identifiziert und bewertet? In welchem Stadium befindet sich eine Technologie? Wie sind Technologien systematisch entwickelbar? Wie gut kann dies ein Unternehmen leisten? Wie ist der gesamte Technologieentwicklungsprozess effizient zu gestalten?

Diese Fragen wurden zu Beginn eines Fraunhofer-internen Projektes gestellt, an dem Forschungsgruppen von acht Fraunhofer-Instituten teilnahmen. Nach zwei Jahren liegt nun als Projektergebnis eine Reihe von Instrumenten vor: So dienen etwa das primär vom Fraunhofer IAO entwickelte Technologie-Radar und das -Audit zur frühzeitigen Erkennung und Selektion relevanter Technologien sowie zur Messung und Bewertung der Technologieentwicklungsfähigkeit eines Unternehmens.

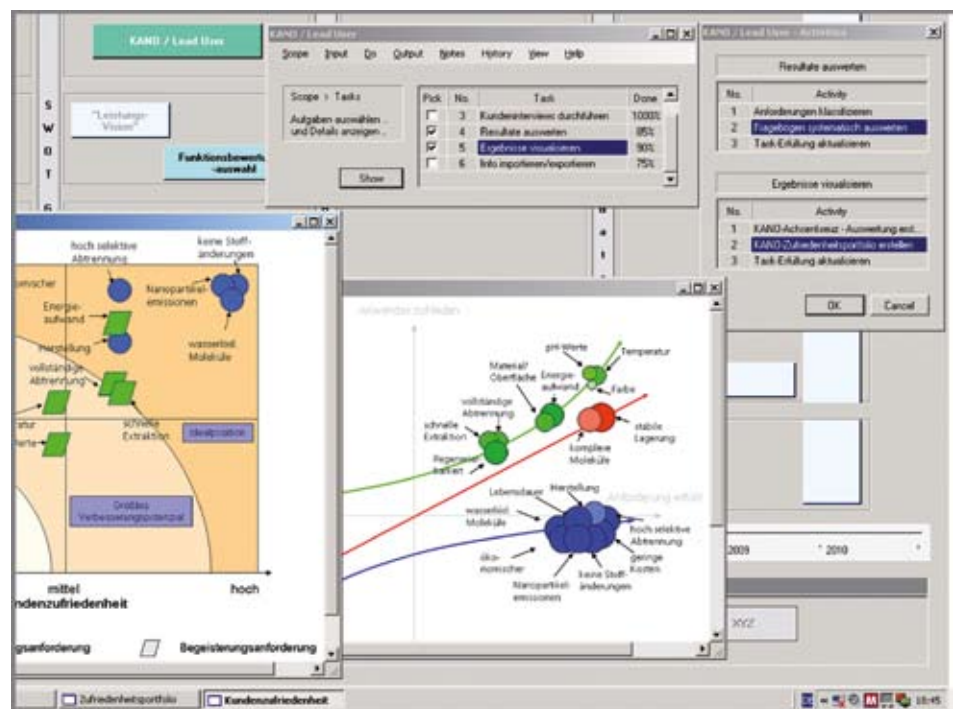
Am ITWM wurden Methoden für den simultanen Vergleich der zeitlichen Verläufe von Technologieindikatoren untersucht und in der Software »progress« implementiert. Sie ermöglicht die Bestimmung des Entwicklungsstadiums einer Technologie in Bezug auf eine Referenz. Als Indikatoren dienen Größen wie die Anzahl anwendungsbezogener Patente oder die Anzahl von Publikationen einer spezifischen Ausrichtung. Diese Daten werden von einem am Fraunhofer IITB aufgesetzten Daten-server geliefert.

Das ebenfalls am ITWM entwickelte Methoden-Cockpit integriert die genannten Instrumente und stellt eine Plattform zur Unterstützung systematischer Technologieentwicklung bereit. Dabei präsentiert die Software dem Anwender Methoden-Templates zur projektspezifischen Auswahl, zeigt ihm die jeweils methodenspezifischen Aufgaben inklusive erforderlicher Aktivitäten

und führt ihn so durch den gesamten Prozess. Die grafische Gestaltung und das »Windows-Look&Feel« der Programmoberfläche ermöglichen eine intuitive Nutzung des Cockpits. Die Entwicklung wurde während des gesamten Projektes von der Betrachtung mehrerer Anwendungsfälle begleitet: Dem molekularen Prägen von Polymeren (IGB), der 3D-Displaytechnologie (HHI), den organischen Leuchtdioden (IAP) sowie der Multischicht-Röntgenoptik (IWS).

Die Projektergebnisse wurden Ende Oktober 2008 im Rahmen eines Technologieforschums in Stuttgart vor zahlreichen Industrievertretern präsentiert und fanden sehr großes Interesse. Eine detaillierte Darstellung der Resultate ist in dem von Fraunhofer-Präsident Hans-Jörg Bullinger herausgegebenen Buch »Fokus Technologie - Chancen erkennen, Leistungen entwickeln« zu finden.

Für das Jahr 2009 ist geplant, das prototypische Methoden-Cockpit um weitere Funktionalitäten zu ergänzen und anhand des Entwicklungsbeispiels von organischen lichtemittierenden Dioden zu evaluieren.



Ausschnitt des Methoden-Cockpits

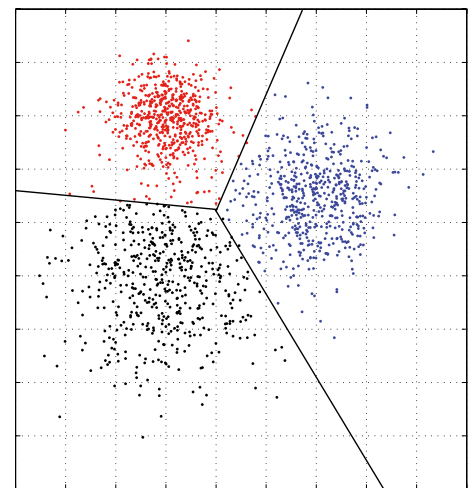
Management von Produktvarianten

Produkte wie Autos oder Elektrogeräte werden von den Herstellern in vielen Varianten angeboten. Ihre Produktion ist daher stark modularisiert; Varianten werden durch die Kombination unterschiedlicher Typen von Modulen erzeugt. Durch das Angebot individueller Produktkonfiguration wird teilweise auch die Vermarktung dieser Produktionsweise angepasst. Entsprechend steht die »richtige« Wahl der Menge verwendeter Modultypen im Zentrum verschiedener strategischer Fragestellungen: Das Erreichen einer hohen Marktabdeckung und das Erfüllen der Kundenwünsche stehen der Minimierung der Lager- und Produktionskosten gegenüber. Die Berücksichtigung der Struktur bestehender Produktionsanlagen bei der Festlegung neuer Produktfamilien ist ein weiteres Thema. Data Mining in den jeweiligen Produktions- und Kundendaten kann in diesem Kontext beim Entwickeln einer Strategie helfen. Methodisch setzt man dabei auf etablierte Verfahren wie Association Rule Mining oder Clusteranalyse und modifiziert oder ergänzt diese kontextabhängig z. B. mit graphentheoretischen Methoden. Die entsprechenden Kompetenzen sind

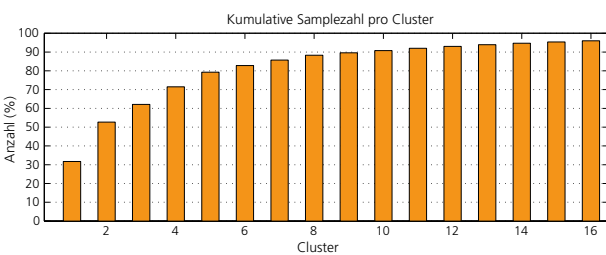
in der Abteilung in den letzten Jahren im Rahmen verschiedener Projekte aufgebaut worden. So konnten im Jahr 2008 Mitarbeiter der Abteilung an einem Projekt mit der Firma Volvo 3P aus dem Bereich Variantenmanagement von Zugmaschinen (Trucks) mitwirken (zusammen mit der Abteilung **Optimierung**, s. Seite 55).

Um der breiten Palette der Einsatzmöglichkeiten von Trucks Rechnung zu tragen – diese reicht vom Gütertransport über die Verwendung auf Baustellen bis in den landwirtschaftlichen Bereich – setzt sich ein solcher aus mehreren Hundert Modulen zusammen, von denen jedes durchschnittlich zehn unterschiedliche Ausprägungen besitzt. Einfache Beispiele von Modulen sind der Motor, für den Hersteller, Stärke und Kraftstoffart wählbar sind, oder der Kühlergrill, dessen Geometrie und Farbe variieren können. Im Projekt wurde eine umfangreiche Menge von vollständigen Kundenspezifikationen für den jeweils bestellten Truck analysiert. Ziel war es, die Segmentierbarkeit der Daten in Gruppen ähnlicher Spezifikationen zu untersuchen und ggf. Repräsentanten für die einzelnen Gruppen festzulegen. Die Segmentierung erfolgt dabei

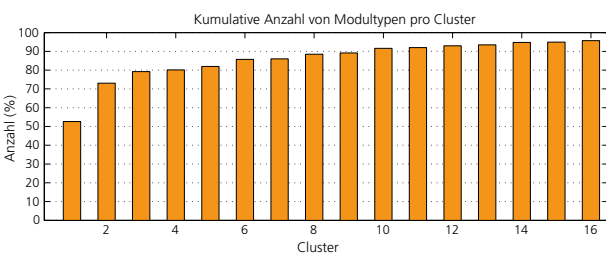
automatisch mittels eines geeigneten Clusterverfahrens und unter Verwendung eines mathematisch definierten Ähnlichkeitsbegriffes. Die erhaltenen Ergebnisse können bei der Optimierung der Menge verwendeter Modulausprägungen helfen und erlauben ganz allgemein einen Einblick in die Struktur der komplexen, hochdimensionalen Spezifikationsdaten. Das Projekt selbst wurde in Kooperation mit dem Fraunhofer-Chalmers Research Center (FCC) in Göteborg durchgeführt.



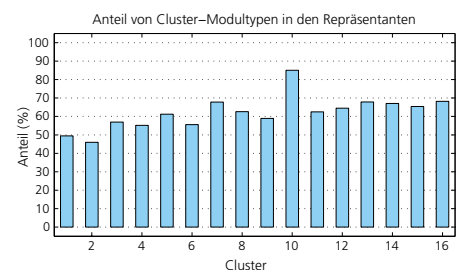
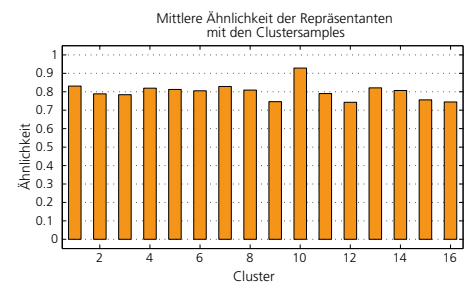
Ergebnis der Clusteranalyse eines zweidimensionalen Datensatzes

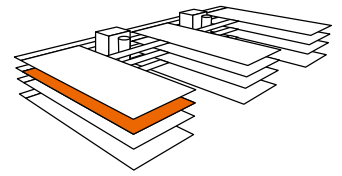


Visualisierung der Unterteilung von 1000 künstlichen Produktspezifikationen in 33 Cluster (16 davon dargestellt)



Visualisierung der Güte von Repräsentanten für die links dargestellten Cluster





Carmelo Vicari, Dr. Patrick Lang, Dr. Hagen Knaf, Dr. Andreas Wirsen, Dr. Jan Hauth, Dr. Julia Orlik, Hans Trinkaus, Richard Avuglah, Dr. Alex Sarishvili, Dr. Alexander Dreyer, Alexander Nam, Thomas Halfmann, Anna Shumilina, Christian Salzig, Oliver Schmidt

Optimierung

Zentrale Aufgabe der Abteilung **Optimierung** ist die Entwicklung von individuellen 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 durch optimierungsgetriebene Diskretisierungsmuster unter spezieller Berücksichtigung mehrkriterieller Ansätze sowie die Entwicklung und Implementierung interaktiver Entscheidungsunterstützungswerkzeuge. Insgesamt wird Optimierung weniger als mathematische Aufgabenstellung verstanden, sondern vielmehr als kontinuierlicher Prozess, welchen die Abteilung durch die Entwicklung adäquater Werkzeuge unterstützt. Die Forschungsschwerpunkte sind:

Optimierung von Unternehmensstrukturen und -prozessen

Das Portfolio umfasst Beratung und Unterstützung bei der Modellierung logistischer Konzepte sowie die Entwicklung individueller Softwarekomponenten. Mit Optimierungsmethoden in eigenen Softwaretools werden Lösungsvorschläge zur Entscheidungsunterstützung erstellt, die den besten Kompromiss zwischen den konkurrierenden Planungszielen »Minimierung der Kosten« versus »Maximierung der Servicequalität« bieten. Methodisch

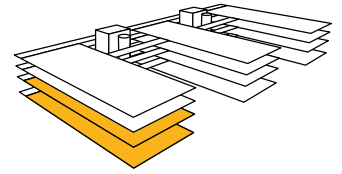
basiert auf ereignisdiskreter Simulation und kombinatorischer Optimierung beschäftigt sich dieser Schwerpunkt mit effizienten Strategien für das Supply Chain Management, mit Layout und Load Balancing für Produktions- und Materialfluss-Systeme, mit Modellen und Algorithmen zur Planung und Disposition von Prozessabläufen im Krankenhaus wie Patiententransport und OP-Scheduling und mit der mathematischen Modellierung von strategischen und operativen Planungsaufgaben im öffentlichen Personenverkehr.

Optimierung in der medizinischen Therapieplanung

Die Abwägung zwischen der Aussicht auf Heilung von schwerer Krankheit und der Vermeidung von Nebenwirkungen bei der Therapieplanung stellt Mediziner im Alltag vor schwere Planungsaufgaben. Der Forschungsschwerpunkt Interaktive Therapieplanung entwickelt für die klinische Radiotherapieplanung neue Methoden auf Basis mehrkriterieller Optimierung. Die Forschungsgruppe entwickelt im Verbund mit Massachusetts General Hospital, Deutschem Krebsforschungszentrum, Fraunhofer MEVIS und den kommerziellen Partnern Prowess Inc. bzw. Siemens Oncology Care Systems ein neuartiges Optimierungs- und Evaluierungstool für die Radiotherapieplanung, welches medizinischen Physikern und behandelnden Ärzten in einer besonders einfachen Weise die Abwägung zwischen Chancen und Risiken der Radiotherapie gestattet.

Optimierung im Virtual Engineering

Der Einsatz mathematischer Optimierungsmethoden in den Ingenieursdisziplinen setzt auf einer Modellierung von physikalischen Zusammenhängen und technischen Prozessen und ihrer Abbildung in Computerprogrammen auf (Virtual Engineering). Optimierung unterstützt Ingenieure dabei, Produkte und Prozesse so auszulegen, dass sie



Zielvorstellungen bezüglich Qualität und Kosten bestmöglich erfüllen. Derzeit wird an Projekten aus den Bereichen Elektronikentwurf, Edelsteinschliff, Auslegung chemischer Prozesse, Layout von Adsorptionskältemaschinen, Optimierung von Walzprozessen der Stahlindustrie und von Spritz- und Druckgussformenkühlung gearbeitet. In den Projekten entstehen jeweils Softwarekomponenten zur simulationsgestützten Optimierung, welche die hochdimensionalen Aufgabenstellungen unter Nutzung speziell entwickelter Integrationstechniken von Simulations- und Optimierungsalgorithmen lösen. Mehrkriteriell optimierte Produkt- bzw. Prozesslayouts werden den Entscheidern in interaktiven Unterstützungswerkzeugen zur Begutachtung und Auswahl vorgestellt.

Das Jahr 2008 war von starkem wirtschaftlichen Wachstum geprägt; besonders hervorzuheben sind

- die Etablierung eines vollautomatischen Industrieprozesses für die Farbedelsteinproduktion mit der Paul Wild GmbH Kirschweiler

- die Arbeiten zur Unterstützung der BASF SE bei der Pflege ihrer Algorithmen zur Simulation von chemischen Prozesslayouts
- die Gewinnung der proAlpha GmbH im Bereich Produktionsscheduling und der Dalli Group im Umfeld des Supply Chain Management als Neukunden
- die Fortführung der Arbeiten an der Chassisconfiguration von Lkws mit Volvo 3P (Göteborg)
- die Auslieferung von Strahlentherapieplanungskomponenten an Siemens bzw. Prowess zur Vorbereitung des Marktgangs.

Im wissenschaftlichen Bereich zählen neben fünf abgeschlossenen Promotionen die Weiterförderung des Projektes »Multicriteria IMRT planning« im Verbund mit Harvard Medical School/Mass General Hospital (Boston) durch das National Institute of Health zu den Highlights wie die Würdigung der mathematischen Modellierung und Algorithmen der volumenoptimalen Edelsteinverwertung auf der Titelseite der SIAM News.

Abteilungsleiter:

Priv.-Doz. Dr. Karl-Heinz Küfer

☎ 0631/3 16 00-44 91

karlheinz.kuefer@itwm.fraunhofer.de

Schwerpunkte

- Optimierung von Unternehmensstrukturen und -prozessen
- Optimierung in der medizinischen Therapieplanung
- Optimierung im Virtual Engineering



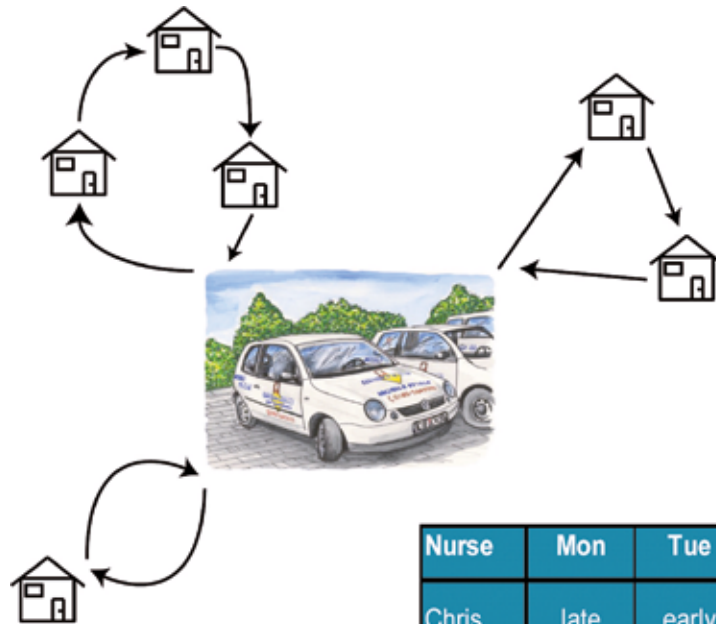
Nicht nur im eigens gestalteten »Jahr-der-Mathematik-Bus«, auch in allen andern TWK-Bussen wurde für den Wettbewerb »Mathematik bewegt – steig ein« geworben. Monat für Monat galt es, mathematische Aufgabenstellungen zu lösen, die alle einen Bezug zu Kaiserslautern hatten, von der besten Platzierung der Regner auf der Gartenschau über eine optimale Stadtrundfahrt bis zur Rettung (also Nichtabstieg) des 1. FCK.

Planung für ambulante Pflegedienste

Im Jahr 2008 wurde in der Abteilung **Optimierung** eine Promotion mit dem Thema »Mathematical Models and Algorithms for Home Health Care Services« erfolgreich abgeschlossen. Im Fokus der Forschungsarbeit standen Dienst- und Tourenplanung für ambulante Pflegedienste. Patienten erhalten zuhause Pflegeleistungen, aber auch Dienstleistungen wie die Anlieferung einer warmen Mahlzeit oder Haushaltsdienstleistungen wie Reinigung oder Einkaufen. Angesichts der hohen Kosten stationärer Pflege und einer zunehmenden Zahl älterer Menschen sind ambulante Pflegedienste eine wichtige Stütze des Gesundheitswesens.

In Deutschland operieren ambulante Pflegedienste in der Regel in Einheiten kleiner oder mittlerer Größe bis zu einigen Dutzend (meist weiblicher) Mitarbeiter. Im Hinblick auf die Dienstplanung liegen ähnliche Bedingungen vor wie in stationären Einrichtungen. Rund um die Uhr sind Pflegeleistungen zu erbringen, die Krankenschwestern arbeiten in Schichten, arbeitsrechtliche Anforderungen sind zu erfüllen, Wünsche hinsichtlich bevorzugter Arbeitszeiten sollten Berücksichtigung finden, etc.

Wesentlich für ambulante Pflegedienste ist jedoch die Erbringung der Leistungen vor Ort, in der Wohnung der Patienten, wozu insbesondere im ländlichen Bereich nennenswerte Entfernungen zurückgelegt werden müssen. Die dadurch bedingten Fahrtzeiten des Personals zählen zur Arbeitszeit und müssen bei der Planung berücksichtigt werden. Dadurch ergibt sich für ambulante Pflegedienste zusätzlich die Notwendigkeit der Tourenplanung, d.h. die räumliche und zeitliche Verkettung der Pflegeleistungen bei verschiedenen Patienten.



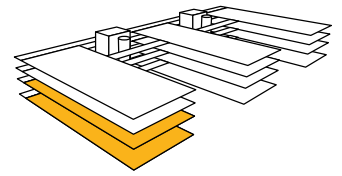
Nurse	Mon	Tue	Wed	...
Chris	late	early	---	
Marie	early	---	early	...
Walter	---	late	late	
*				
*		...		

Ambulante Pflegedienste haben eine Planungsaufgabe, die Dienst- und Tourenplanung integriert.

In der Literatur beschäftigen sich viele Autoren mit einem der beiden Probleme, Dienstplanung oder Tourenplanung. Die Anforderung der ambulanten Pflegedienste, diese beiden Planungsaspekte in einem integrierten Ansatz zu behandeln, wurde bisher jedoch sehr viel weniger berücksichtigt. Deshalb war das Ziel der Promotion, Modelle und Optimierungsverfahren für das integrierte Planungsproblem zu untersuchen und weiterzuentwickeln.

Zunächst wurde ein gekoppeltes Modell entwickelt, das idealisierend davon ausgeht, dass außer dem Schichtplan zunächst keine Vorgaben vorhanden sind. Für alle Mitarbeiterinnen ist zu planen, welche Patienten sie zu welchen Zeiten besuchen. Die Beachtung der Arbeitszeiten im Schichtplan und der mit den Patienten vereinbarten Zeitfenster für die Erbringung der Pflegeleistung sind Kernanforderungen. Darüber hinaus

spielen die unterschiedlichen Qualifikationen des Personals eine wichtige Rolle, der Einsatz von Krankenschwestern sollte auf die anspruchsvollen pflegerischen Tätigkeiten beschränkt sein, während einfachere Leistungen auch von Helfern erbracht werden können. Ein guter Einsatzplan zeichnet sich dadurch aus, dass jeder Patient von möglichst wenig verschiedenen Mitarbeiterinnen besucht wird (es baut sich so mit der Zeit ein Vertrauensverhältnis auf), dass keine oder wenig Überstunden anfallen und dass die Tourenlänge insgesamt minimiert wird. Das Modell enthält diese Aspekte in einer gemischten Zielfunktion, zu seiner Lösung wurde eigens ein hybrider Algorithmus entwickelt, der Methoden des Constraint Programming mit der erst kürzlich vorgeschlagenen »Adaptive Large Neighborhood«-Metaheuristik kombiniert.



Die beschriebene ideale Planungssituation liegt in der Praxis jedoch oft nicht vor. Vielmehr existiert ein Rahmentourenplan auf Wochenbasis, der in einer wöchentlichen Planungssitzung auf die Anforderungen der nächsten Woche adaptiert wird. Dieses Vorgehen trägt der Tatsache Rechnung, dass die Fluktuation bei den Pflegeaufträgen nicht allzu hoch ist. Um dieses Vorgehen der Praxis zu unterstützen, wurde ein zweites Modell zur Berechnung eines Rahmentourenplans entwickelt. Dessen Aufgabe ist es, die vorliegenden Pflegeaufträge räumlich und zeitlich zu Touren zu verketten. Dabei muss jede Tour in einer Schicht abgearbeitet werden können und das Profil der benötigten Qualifikationen sollte einheitlich sein. Die Anzahl der Touren soll minimiert werden. Für diese Optimierungsaufgabe wurde ebenfalls ein neuer Algorithmus vorgeschlagen, der auf Constraint Programming basiert.

Täglich ergeben sich kurzfristig Änderungen im Auftragsbestand, zum Bei-

spiel weil Patienten stationär aufgenommen werden müssen. Dazu muss der Einsatz- und Tourenplan angepasst werden. Diese Planungsaufgabe auf kurzfristiger Zeitskala wurde ebenfalls im Rahmen der Promotion untersucht. Zunächst wurde analysiert, welche Ereignisse eine Anpassung des Tourenplans nötig machen. Für ausgewählte Ereignistypen wurde dann eine Lösungsstrategie vorgeschlagen, die ebenfalls auf mathematischer Optimierung basiert. Ein wichtiges Kriterium ist es, die Abweichung vom bisherigen Tourenplan möglichst klein zu halten.

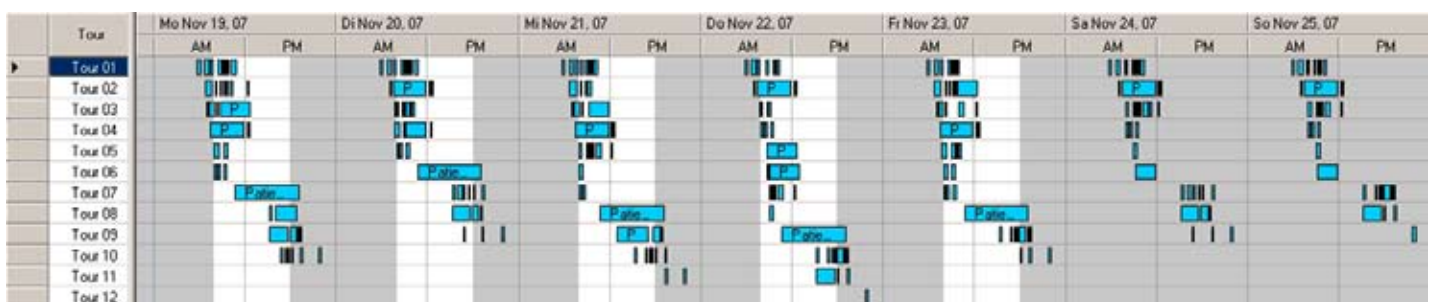
Die Modelle und Verfahren wurden dann an Praxisdatensätzen getestet. Die Anzahl der Touren ist gleich, bis auf Tour 12 im errechneten Plan, die nur aus einem Auftrag besteht. Dieser kann manuell einer anderen Tour zugewiesen werden, unter leichter Verletzung der maximalen Tourlänge. Der errechnete Plan erfüllt darüber hinaus gut die Anforderungen.



Drei Touren im ländlichen Raum: Die Fahrtzeiten sind nicht vernachlässigbar und müssen bei der Verkettung der Pflegeaufträge zu Touren einbezogen werden.



Der in der Praxis eingesetzte Rahmentourenplan



und der vom Modell errechnete Rahmentourenplan

Entscheidungsunterstützung bei der Planung von Chemieanlagen

Motiviert durch einen Auftrag der BASF SE (Beratung bei der numerischen Behandlung von Gleichungssystemen in der Chemieanlagensimulation) wurde 2008 ein internes Forschungsprojekt zur Entscheidungsunterstützung bei der Chemieanlagenplanung gestartet. Mithilfe der zu entwickelnden Software soll ein Chemieingenieur die optimale Auslegung einer Anlage unter Berücksichtigung aller relevanten Ziele interaktiv bestimmen können.

Ein einfacheres Beispiel für chemische Prozesse ist das Bioethanolverfahren, mit dem hochprozentiger Alkohol aus niedrigprozentigem Alkohol, wie er von Bakterien erzeugt werden kann, gewonnen wird. Die Anlage ist dabei deutlich komplexer aufgebaut als das Pendant in einer Schnapsbrennerei, da die geforderte Reinheit des Ethanols mit einfacher Destillation nicht erreichbar ist. Diese Komplexität erschwert auch die Auslegung der Anlage.

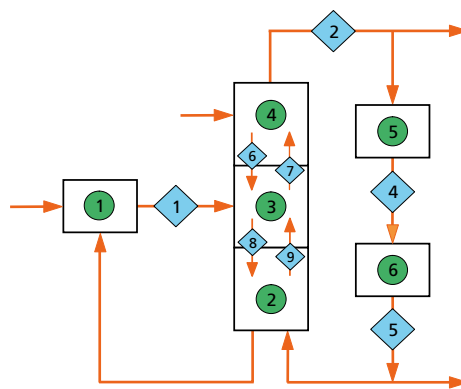
Die hohen Kosten für Versuchsanlagen haben schon früh zur Entwicklung leistungsfähiger Simulationssoftware geführt. Diese arbeitet nicht auf molekularer Ebene, sondern mit vereinfachten Modellen, um die Simulation bei ausreichend genauen Ergebnissen handhabbar zu halten.

Aus mathematischer Sicht gilt es bei der Anlagenplanung zwei Probleme zu lösen: Das Layout-Problem, für das die Struktur der Anlage zu bestimmen ist, und das Kontrollproblem, die passenden Betriebsparameter für die Anlage bei gegebener Struktur zu finden.

Eine Stärke der Abteilung liegt in der multikriteriellen Optimierung, bei der verschiedene, oft gegenläufige Ziele berücksichtigt werden können: Im Bioethanolverfahren ist eine hohe Reinheit

des Endproduktes zu gewährleisten, der dafür nötige Energieeinsatz ist aber möglichst klein zu halten, um die Anlage wirtschaftlich betreiben zu können.

Mit dem Fachwissen eines Chemieingenieurs und dem Einsatz von Simulationssoftware ist die Planung einer solchen Anlage leicht möglich, die Berücksichtigung aller Ziele jedoch nicht immer einfach. Hier setzt die optimierungsgetriebene Entscheidungsunterstützung an. Gesteuert durch die Optimierung wird nach Lösungen gesucht, die die verschiedenen Zielkriterien möglichst gut erfüllen. Der Chemieingenieur mit seinem Fachwissen kann durch die berechneten Lösungen navigieren und dabei die Lösungen auswählen, die nach seiner Erfahrung die besten Kompromisse darstellen, oder in der Nähe einer Lösung nach ähnlichen Resultaten suchen, die seinen Wünschen eher entsprechen. Dadurch können nicht nur viele Simulationsläufe mit verschiedenen Eingabeparametern vermieden werden, es werden auch Lösungen gefunden, die nur schwer mithilfe einer manuellen Veränderung der Simulationseingabe zu finden sind. Mithilfe einer Entscheidungs-

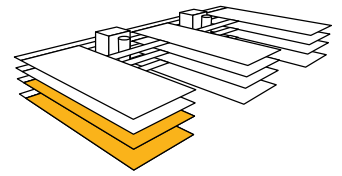


Ammoniakanlage der Firma BASF

unterstützung sind also Verbesserungen des Entwurfsprozesses in Bezug auf Geschwindigkeit und Qualität möglich.

X	3			
	X	8		5
1	9	X	6	
		7	X	
			2	X
				4
				X

Die komplexe Verzahnung in einer Anlage führt zu speziell strukturierten Gleichungssystemen.

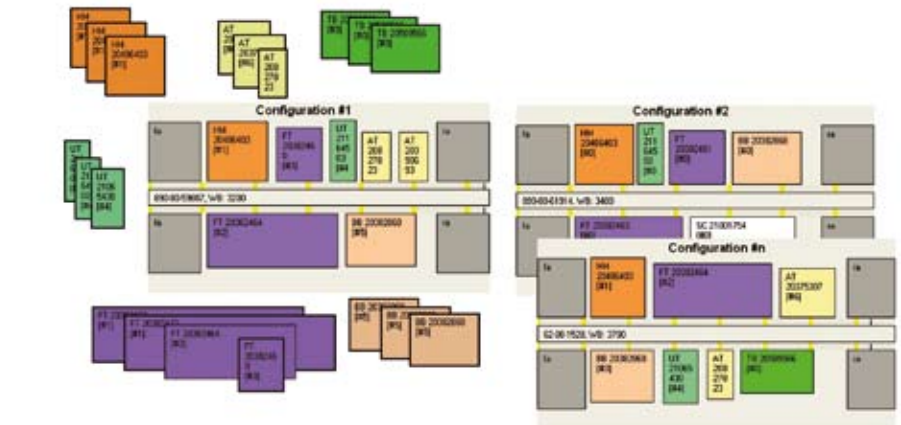


Volvo 3P ChassisPack: Variantenreduktion in der Lkw-Produktentwicklung

Das Anfang 2008 gestartete Projekt Volvo 3P ChassisPack ist eine Kooperation der Abteilung **Optimierung** mit dem Fraunhofer-Chalmers Research Centre im Auftrag des Nutzfahrzeuge-Herstellers Volvo Trucks, Göteborg. Ausgangssituation für das Projekt ist die in der Produktentwicklung typischerweise entstehende kombinatorische Vielfalt der Konfigurationsvarianten. Durch die Verwaltung unübersichtlich gewordener Varianten entstehen hohe Zeitaufwände und Kosten, wobei individuelle Kundenwünsche nicht wie erwartet erfüllt werden können. Der Hersteller strebt eine Reduktion der Konfigurationen für Auswahl und Positionierung von Anbauteilen an, unter Erhaltung aller marktrelevanten Optionen wie Tankvolumina, Zahl der Achsen, Zuglast.

Ziel des Projektes ist die Unterstützung der Produktentwicklung im Teilbereich Lkw-Chassis mithilfe einer Softwarelösung, welche Modellierung, Lösungsfindung unter Auswahl multikriterieller Optimierungsalgorithmen und Verwaltung bzw. Visualisierung der Konfigurationen einbindet.

Während der ersten Projektphase wurde zunächst ein Datenmodell entwickelt und das einfache Packungsproblem gelöst. Nach diesem Schritt können Anbauteile wie Tanks, Schalldämpfer, Batteriekasten, Ersatzrad unter Berücksichtigung gegebener Restriktionen automatisch auf dem Lkw-Chassis positioniert werden. Die erhaltenen Lösungen können hinsichtlich einer Reihe von Zielfunktionen – Tankvolumina, Abweichung von einer Referenzlösung oder Bodenfreiheit – verglichen werden. Die Entstehung einer Datenbank mit einer großen Anzahl von Varianten kann simuliert werden. Im nächsten Schritt wurde das Problem der Vari-



Entscheidungsunterstützung bei der Auswahl von Konfigurationen mit maximalen Tankvolumina: links die Referenzkonfiguration des Ingenieurs, rechts die Konfiguration mit maximalem Tankvolumen



Variantevielfalt der Lkw-Chassis-Konfigurationen

antenreduktion untersucht. Es wurden verschiedene Ansätze zur Entwicklung von Produktfamilien und Plattformen aus dem Bereich Engineering Design miteinander verglichen. Es wurde eine Methode zur Identifikation von Plattformen für Familien von Lkw-Chassis entwickelt sowie ein Algorithmus, um Konfigurationen mit maximalen Tankvolumina zu bestimmen.

Bei Abschluss der ersten Projektphase ist der Kunde Volvo Trucks in der Lage, mithilfe des Demonstrators ChassisPack 1.0 Familien, Spezifikationen und Constraints zu modellieren, Lösungsmengen

automatisch zu generieren und für diese Lösungsmengen Plattformen zu finden, d.h. Teilkonfigurationen von Anbauteilen, welche einer größtmöglichen Anzahl von Konfigurationen gemeinsam sind und gleichzeitig eine ausreichende Vielfalt der abgeleiteten Konfigurationen erlauben.

Auf Grundlage der erarbeiteten Ergebnisse kann die Behandlung der Variantenreduktion und Plattformidentifikation in der nächsten Projektphase mit verbesserten Algorithmen und Daten aus der Produktion weitergeführt werden.

Entscheidungsunterstützung im Elektronik-Design

Durch die steigende Nachfrage nach kleinen und leistungsfähigen elektrischen Geräten ist die Entwicklung elektronischer Schaltungen durch zunehmende Miniaturisierung gekennzeichnet. Dabei steht der Elektroingenieur vor der Wahl, seine Schaltung in teuren, integrierten Schaltkreisen zu realisieren oder mit über Substrat (Platine) verbundenen Standardbauteilen zu arbeiten. Moderne Technologien wie System-in-Package (SiP) nutzen durch einen vertikalen Schichtaufbau auch die dritte Dimension.

Der Entwurf eines SiP ist ein mehrkriterielles Optimierungsproblem. Wichtige Indikatoren sind die Volumenausnutzung, die Gesamtlänge elektrischer Verbindungen und die Anzahl vertikaler Verbindungen zur Überbrückung der Schichten. Darüber hinaus gibt es viele weitere auf elektrotechnischem Expertenwissen basierende Designanforderungen.

Bisher existiert keine automatisierte Platzierungssoftware für SiP. Der dreidimensionale Entwurfsaspekt stellt jedoch hohe Anforderungen an den Ingenieur. Ziel der Arbeiten zum SiP-Entwurf, die in einer WISA und dem BMBF-Projekt VerSiPektor gefördert werden, ist daher die Erstellung einer automatisierten Entscheidungsunterstützung. Da aufgrund der Kriterienvielfalt jede Lösung ein Kompromiss ist, ist es unmöglich, automatisch ein in jeder Hinsicht perfektes Layout zu erzeugen. Stattdessen bietet die Software dem Anwender eine Lösungsvielfalt zur interaktiven Auswahl an.

Die automatische Design-Optimierung gliedert sich in drei wesentliche Phasen:

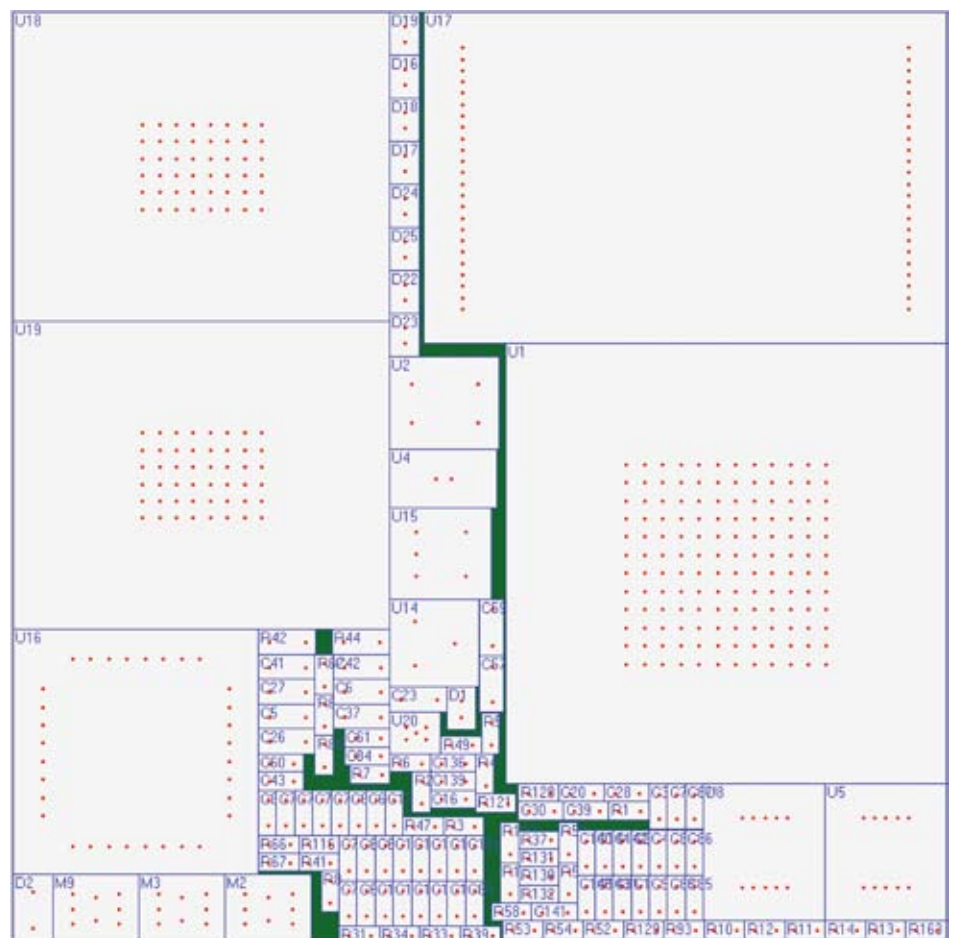
In der Partitionierung werden die Bauteile den einzelnen Modulseiten zugewiesen und die benötigten vertikalen

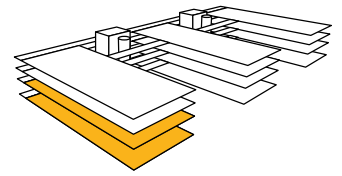
Verbinder berechnet. In der Platzierung werden die Bauteile auf den Modulseiten angeordnet. In der Routing-Phase werden die Leiterbahnen auf dem Substrat bestimmt.

Ein Schwerpunkt der Untersuchungen im vergangenen Jahr waren algorithmische Ansätze für die zweidimensionale Platzierung der Bauteile. Die entwickelte Einfügeheuristik ordnet die Bauteile sukzessive auf der gegebenen Modulseite an und konstruiert somit iterativ eine Platzierung. Sie nutzt dazu Einfügegecken, die durch bereits platzierte Bauteile vorgegeben sind, und wechselt nur in Ausnahmefällen zu beliebigen Positionen. Dieses Vorgehen reduziert die Anzahl der zu untersuchenden Positionen drastisch und trägt zur Effizienz des Verfahrens bei.

Zur Einhaltung elektrotechnischer Nebenbedingungen schließt ein Constraint-Programming-Modell während der Platzierung unzulässige Einfügegecken aus. Empirisch konnte nachgewiesen werden, dass dieses Verfahren in wenigen Sekunden nahezu flächenoptimale Lösungen liefert, wohingegen exakte Optimierungsverfahren schon für kleine Schaltungen versagen. Zukünftig stehen die Entwicklung algorithmischer Ansätze zur Verdrahtungsoptimierung sowie die Integration weiterer elektrotechnischer Aspekte im Vordergrund.


Exemplarische Platzierung eines realen Datensatzes durch die Einfügeheuristik





Priv.-Doz. Dr. Karl-Heinz Küfer, Martin Berger, Dr. Anton Winterfeld, Dr. Michael Schröder, Dr. Alexander Scherrer, Andreas Dinges, Hendrik Ewe, Sebastian Velten, Dr. Agnes Dittel, Tabea Grebe, Dr. Philipp Süß, Dr. Martin Pieper, Volker Maag, Jasmin Kirchner, Olga Gluchshenko, Dr. Jörg Steeg, Ingmar Schüle, Dr. Michael Monz, Uwe Nowak, Dr. Eva-Maria Kiss, Jan Schwientek, Richard Welke

Finanzmathematik



Die Abteilung Finanzmathematik beschäftigt sich mit der Entwicklung von Modellen und Algorithmen zur Bewertung von Finanzderivaten, zur Bewertung, Optimierung und Risikoabschätzung von Portfolios sowie der Analyse spezieller Risiken (z. B. des Kreditausfallrisikos). Ergänzt wird dieses Spektrum um die Anwendung moderner Methoden der Finanzmathematik für Fragestellungen der Versicherungswirtschaft, insbesondere im Asset-Liability-Management. Die fachlichen Schwerpunkte der Abteilung liegen in der (finanz-)mathematischen Modellierung, der numerischen Umsetzung von Bewertungsmethoden und der Entwicklung entsprechender Softwaretools. Typischerweise umfassen die Projekte die Entwicklung, Untersuchung und den Vergleich finanzmathematischer Modelle sowohl aus theoretischer als auch aus praktischer Sicht. Die Industriepartner der Abteilung kommen z. B. aus dem Investmentbanking und Asset Management, aus Landes- und Spezialbanken, Versicherungen (insbesondere Pensionsfonds) und auf den Banken- und Versicherungsbereich spezialisierten Beratungsunternehmen. Als Themenschwerpunkte haben sich herausgebildet:

Optionsbewertung

Optionen oder Derivate sind abgeleitete Wertpapiere, deren Auszahlung vom Preisverlauf eines zugrunde liegenden Guts wie z. B. einer Aktie oder einer Zinsrate abhängt. Hier werden innovative Marktmodelle untersucht (stochastische Volatilitätsmodelle, Bergomi-Modell), die zum einen vorliegende Marktpreise sehr gut abbilden können, aber auch den Kursverlauf der zugrunde liegenden Wertpapiere hinreichend realistisch modellieren.

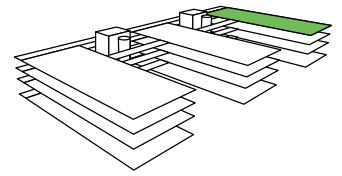
Portfolio-Optimierung

Gegenstand der Portfolio-Optimierung ist die Bestimmung einer optimalen Investmentstrategie, d. h. die Entschei-

dung eines Investors, wie viele Anteile welcher Wertpapiere er wann halten soll. In der Praxis basieren Investitionsentscheidungen von Fondsmanagern oft auf Varianten des Einperioden-Modells von Markowitz. Die Entwicklung der modernen zeitstetigen Portfolio-Optimierung ist mittlerweile jedoch soweit fortgeschritten, dass sich viele Algorithmen zur praktischen Anwendung und Implementierung anbieten.

Kreditrisiko und Kreditderivate

Das ITWM berät Kreditinstitute bei der Umsetzung der Eigenkapitalrichtlinien für Kreditinstitute (Basel II) aus statistischer Sicht. Beim Kredit-Rating oder Scoring geht es um die Validierung existierender bankinterner Ratingsysteme, aber auch um deren Neukonzeption und Neukalibrierung. Wichtig bei der Umsetzung ist die Anpassung an das Portfolio des jeweiligen Kreditinstituts und die Unterstützung beim späteren Back- und Stresstesting. Kreditderivate sind Produkte, deren Auszahlung von der Bedienung zugrunde liegender Kredite abhängt. Die derzeitige Finanzkrise wurde insbesondere durch solche Kreditderivate bzw. deren Fehlbewertung ausgelöst. Hier wurde bestehenden unzureichenden mathematischen Modellen blind vertraut. Überdies bestand in diesem Bereich bis vor kurzem eine unzulängliche Empirie. Derartig hoch korrelierte Kreditausfälle wie im amerikanischen Immobilienmarkt wurden in der Historie bisher noch nie beobachtet. Dadurch wurden Parameter systematisch falsch angepasst. Dies zeigt, dass die hier benutzten mathematischen Modelle noch nicht in der Lage sind, den Markt hinreichend korrekt zu beschreiben. Es besteht insbesondere großer Verbesserungsbedarf für die Modelle, die zur Bewertung komplexer Produkte mit mehreren unterliegenden Finanztiteln (Basket Default Swaps, CDOs, CDO-Squared) zum Einsatz kommen.



Versicherungsmathematik

Asset-Liability-Management (ALM) ist ein wichtiger Bestandteil der Unternehmensführung, insbesondere auch im Rahmen der kommenden Solvabilitätsrichtlinien für Versicherungsunternehmen (Solvency II). Zur Unterstützung bei der Umsetzung der Richtlinien wurde am ITWM die Software ALMSim entwickelt, die sowohl die individuelle Modellierung von Assets und Liabilities als auch deren Kopplung erlaubt.

Zinsmodelle

Zur Modellierung von Zinsraten existiert eine Reihe von Zinsmodellen, die je nach Produkt und zugrunde liegender Zinsrate auf ihre mögliche Anwendung überprüft und ausgewählt werden müssen. Eine Besonderheit in diesem Bereich ist die große Vielfalt von komplexen Zinsderivaten. Hier werden die verschiedenen Modelle für die Preisberechnung komplexer Zinsderivate und deren algorithmische Umsetzung untersucht.

2008 ist die Abteilung personell deutlich gewachsen. Neben einer Konsolidierung

der Wirtschaftserträge wurden verstärkt öffentliche und interne Projektmittel eingeworben, die vor allem die Vorlaufforschung absichern. So ist die Abteilung zusammen mit Arbeitsgruppen der TU Kaiserslautern und der Universitäten Karlsruhe, Oldenburg und Ulm an dem BMBF-Verbundprojekt »Alternative Investments: Modellierung, Statistik, Risikomanagement und Software« beteiligt. 2008 startete ebenfalls das mittelstandsorientierte Eigenforschungsprojekt zur Bewertung von Aktienoptionsprogrammen. Fortgeführt wird das von der Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation geförderte Projekt »Umsetzung moderner Methoden der Portfolio-Optimierung in die Praxis«.

Ganz besonders steht das Jahr 2008 für die Abteilung auch als Startpunkt verstärkter internationaler Kooperation. So wurden in einer Reihe von Vorträgen und Workshops Forschungsergebnisse und Anwendungsprojekte an verschiedenen Universitäten innerhalb des australischen Financial Integrity Research Networks (FIRN) vorgestellt. Ein besonderes Highlight ist jedoch die Anfang

2008 begonnene intensive Kooperation mit der Universität Cambridge. Partner dort ist die renommierte Finanzmathematikgruppe, mit der das ITWM vorrangig auf den Gebieten zeitstetige Portfolio-Optimierung, Simulationssoftware und Risikomanagement zusammenarbeitet.

Schwerpunkte

- Optionsbewertung
- Kreditderivate
- Kreditrisiko
- Portfolio-Optimierung
- Versicherungsmathematik
- Zinsmodelle

Abteilungsleiterin:

Priv.-Doz. Dr. Marlene Müller

☎ 06 31/3 16 00-43 46

marlene.mueller@itwm.fraunhofer.de



Atrium-Jazz war zu hören bei der Finissage zur Ausstellung »Imaginary – mit den Augen der Mathematik« Mitte April; die Band »Jazz-velocity« ließ im überdachten Innenhof entspannte Loungeatmosphäre entstehen und setzte einen schönen Schlusspunkt hinter eine gut besuchte Ausstellung.

Optionsbewertungstool DeriKE

Die Bewertung einfacher Optionen im Black-Scholes-Modell gehört heute zur Grundausbildung eines jeden Finanzmathematikers. Sucht man jedoch nach einer Software, die darüber hinaus auch mehr oder weniger exotische Optionen bewertet und leicht vom Nutzer zu bedienen ist, stößt man schnell an Grenzen. In einem für die Landesbank Baden-Württemberg in Stuttgart durchgeführten Projekt wurde ein solches Softwaretool zur Bewertung verschiedenster Optionen und Zertifikate auf der Basis des Black-Scholes-Modells erstellt.

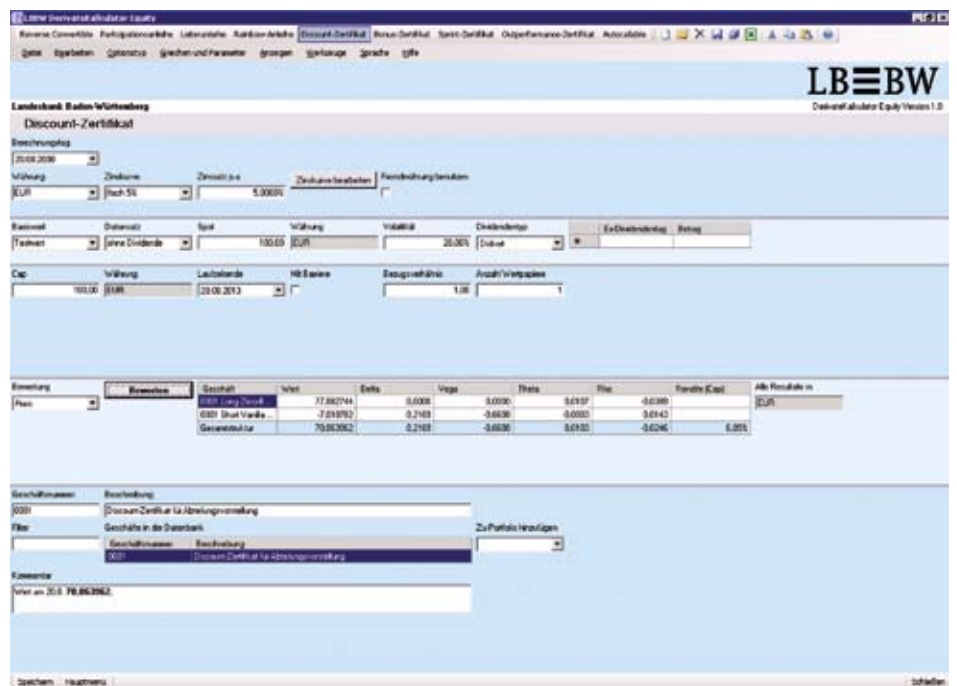
Das Tool bietet umfangreiche Funktionalität, angefangen von der Versorgung mit Marktdaten aus externen CSV-Dateien und deren Speicherung in einer Datenbank, über die Bewertung von Standard- und exotischen Optionen und

gängigen Zertifikaten und Anleihe-Typen, bis zur Speicherung einzelner Geschäfte in der Datenbank und deren Zusammenfassung und Analyse in Portfolios. Es nutzt moderne Rechnerarchitekturen zur parallelen Berechnung. Zusätzlich zum fairen Wert eines Produktes berechnet die Software gängige Risikoparameter wie Delta, Vega usw. sowie erwartete Renditen von Anlageprodukten.

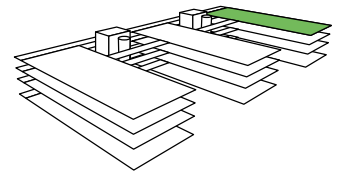
Im Vergleich zu anderen Bewertungsprogrammen zeichnet sich die hier entwickelte Software in erster Linie durch ihre starke Orientierung an Praxisanforderungen aus. So wird bei der Bewertung sämtlicher Optionen die erwartete Ausschüttung von Dividenden berücksichtigt, die Benutzung ist intuitiv und übersichtlich, erforderliche Parameter wie Zinsraten, Wechselkurse, Korrelationen und andere können direkt eingegeben und zwischen den Sitzungen

gespeichert werden. Außerdem werden komplizierte Finanzprodukte in ihre Bestandteile zerlegt und diese getrennt bewertet. Die Möglichkeit, die benutzten und berechneten Daten automatisch in eine Excel-Datei zu exportieren, rundet die Office-Anbindung dieses Tools ab.

Aus mathematischer Sicht hatte dieses Projekt ebenfalls einige Herausforderungen. So wurde durchgängig die Zahlung diskreter, bekannter Dividenden nach einem neuen Modell berücksichtigt. Hierzu wurden verschiedene existierende Bewertungsmethoden angepasst, überarbeitet oder gar völlig neu entwickelt. Darüber hinaus wurde großer Wert auf die Berücksichtigung der besonderen Effekte bei der Bewertung von Optionen auf hoch volatile Aktien gelegt. Dies betrifft insbesondere die extreme Schiefe der Verteilung eines solchen Aktienpreises.



Bewertung eines Discount-Zertifikats mit Risikoparametern



Alternative Investments

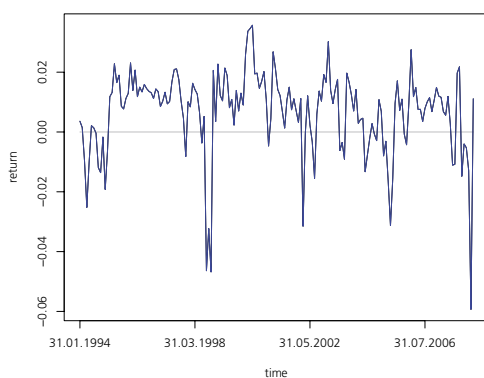
Alternative Investments, insbesondere Hedgefonds, gewinnen zunehmend an Bedeutung am Finanzmarkt. Diese Investmentformen sind weitgehend noch nicht reguliert, so dass eine Analyse des Risiko aber auch der Erträge erschwert wird. In diesem Forschungsprojekt befasst sich das ITWM im Rahmen eines BMBF-Verbundprojektes mit der TU Kaiserslautern und den Universitäten Karlsruhe, Oldenburg und Ulm mit der Bewertung und statistischen Analyse von Hedgefonds, um damit eine Quantifizierung der Risiken von alternativen Investmentformen zu ermöglichen.

Die statistische Analyse der Hedgefondsdaten kann fast nur auf kurze oder unvollständige Zeitreihen zurückgreifen, da die Erträge der Fonds nicht

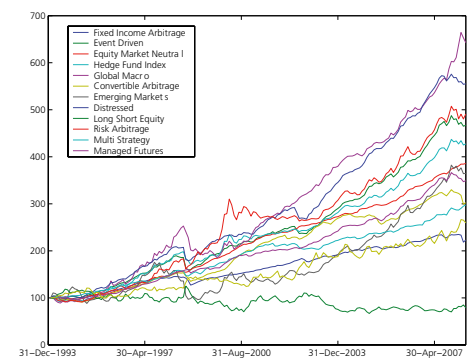
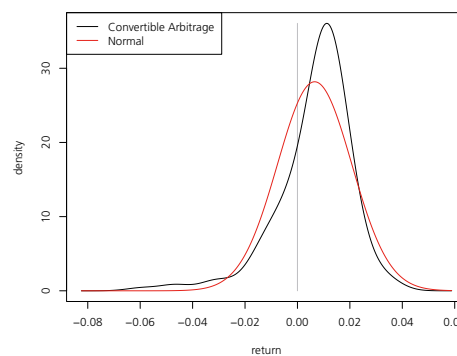
veröffentlicht werden müssen. Die historischen Renditezeitreihen der Hedgefonds weisen Autokorrelation, Schiefe und Leptokurtosis auf. In der empirischen Untersuchung der Erträge von Hedgefondsindizes, die als Benchmarkinstrumente für die Modellierung der Hedgefondserträge verwendet werden können, sind außerdem Strukturbrüche erkennbar.

Hedgefondsmanager verfolgen unterschiedliche Handelsstrategien; man unterscheidet hier zwischen marktneutralen, ereignisorientierten und opportunistischen Strategien. Der Manager kann seine Anlagestrategie wechseln, die Investition bleibt somit flexibel. Allerdings können durch Strategiewechsel Strukturbrüche entstehen, die eine Modellierung und Vorhersage der Hedgefondserträge erschweren.

In dem Projekt wird ein Regressionsmodell mit Regimewechsel entwickelt, um mögliche Strategiewechsel der Hedgefondsmanager im Modell widerspiegeln zu können. Die Hedgefondsindizes werden als unabhängige Variablen gewählt, deren Faktoren mehrere Zustände annehmen können. Diese Faktoren folgen einer diskreten Markovkette und werden durch eine Filtermethode für ein Hidden-Markov-Modell bestimmt. Durch die Möglichkeit der Regimewechsel kann das Modell flexibler auf Änderungen im Markt oder in der Handelsstrategie reagieren. In einer Simulationsanalyse sind Hedgefondserträge nachgebildet worden. Durch genauere Analyse weiterer Hedgefondszeitreihen sollen darüber hinaus Methoden entwickelt werden, strukturelle Änderungen frühzeitig zu erkennen und damit verbundene Risiken einzuschätzen.



Verlauf und Verteilung der Renditen des Hedgefondsindex mit der Handelsstrategie »Convertible Arbitrage«



Hedgefondsindizes verschiedener Anlagestrategien

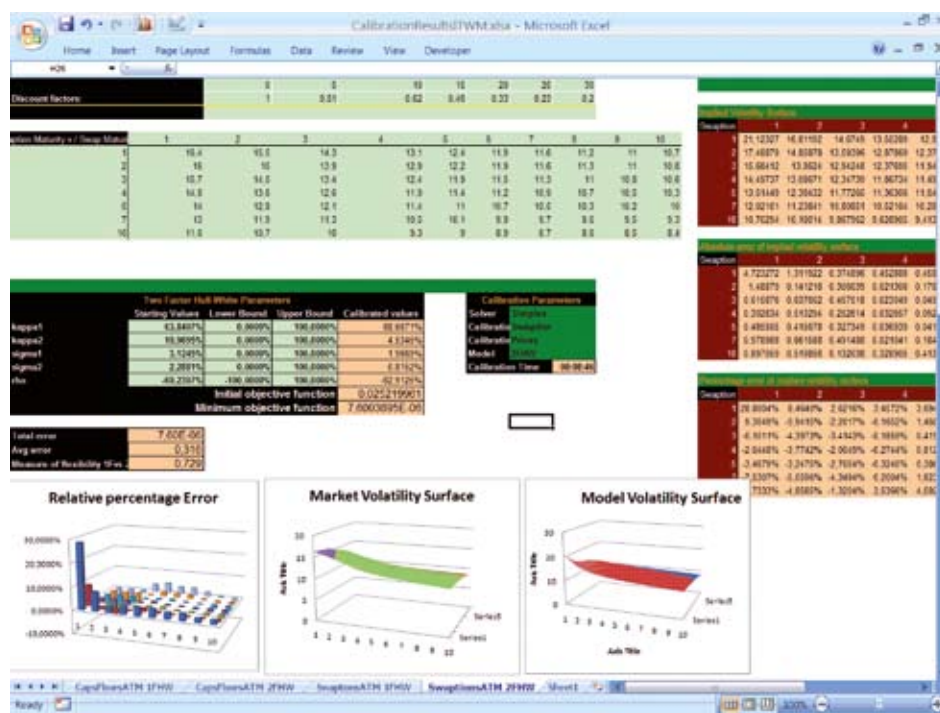
Bewertung von Zinsderivaten

Während Aktienderivate aktuell etwas an Popularität verloren haben, ist das für Zinsprodukte nicht der Fall. Für Anleger ist es zum Beispiel sehr interessant, an den weltweit steiler werdenden Zinskurven zu partizipieren, Investoren ziehen dazu insbesondere strukturierte zinsgekoppelte Produkte in Betracht. Das sind Zinsderivate, deren Kupons und eventuelle zusätzliche Erträge von der Entwicklung eines oder mehrerer zugrunde liegender Zinssätze (Underlyings) wie z. B. LIBOR, Constant Maturity Treasury (CMT) Raten oder Constant Maturity Swap (CMS) Raten abhängen. Ein zinsgekoppeltes Derivat zahlt oftmals nur dann einen Kupon, wenn die vereinbarten Konditionen erfüllt sind. (Werden diese Konditionen nicht eingehalten, erhält der Anleger lediglich den unverzinsten Nennwert.) Beispiele für solche strukturierten Produkte sind CMS Notes, CMS (Digital) Spread Notes, CMS/LIBOR Reverse Floater und Range Accrual Notes.

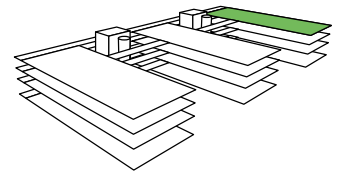
Ein detaillierter Blick auf einige Beispiele dieser Produkte zeigt, dass die Zahlungen der CMS (Digital) Spread Note von der positiven Differenz der dreißig- und zehnjährigen (Euro-)Swapraten abhängen, während dagegen der Käufer eines Reverse Floaters von niedrigen kurzlaufenden (meist ein- bis zweijährigen) Swapraten profitiert. Der erste Schritt in der Preiskalkulation von Zinsderivaten ist die Annahme eines Modells für die kurzfristige Zinsrattendynamik. Im Falle der CMS-gekoppelten Produkte benötigt man ein Modell, das sowohl gut an marktgängige Cap- und Floor-Preise als auch an Swaption-Preise («am Geld») kalibriert werden kann. Typischerweise erfordert dies ein Modell mit mehreren zugrunde liegenden stochastischen Prozessen. Zusätzlich zur guten Anpassung an Marktdaten sollte das Modell nicht überparametrisiert und numerisch gut handhabbar sein.

Ein erfolgreiches Modell in der Praxis ist das Zwei-Faktor-Gauß-Modell G2++ von Brigo und Mercurio, das eine geschlossene Lösung für Caps und Floors sowie eine halbgeschlossene Lösung für Swaption-Preise bietet.

Im Rahmen eines Projektes für die Assenagon GmbH hat das ITWM das G2++ Modell für den Aufbau eines generischen Preiskalkulationstools für CMS/LIBOR-gekoppelte Produkte implementiert. Das Tool hat ein benutzerfreundliches GUI basierend auf MS-Excel, die Berechnungen werden performant in einer unterliegenden C#-Library ausgeführt. Das Tool lässt den Nutzer zuerst die Zinsstrukturkurve eingeben und kalibriert die Modellparameter dann an Caps und Floors und/oder die Swaption-Volatilitätsfläche. Schließlich kann durch Auswahl des Underlyings (CMS oder LIBOR), der Form des Kupons und der Definition von Callable oder Puttable Optionen eine Vielfalt von strukturierten Zinsprodukten bewertet werden.



Kalibrierung des G2++ Modells an die Markt-Swaption-Volatilitätsfläche



Bewertung und Optimierung von Aktienoptionsprogrammen

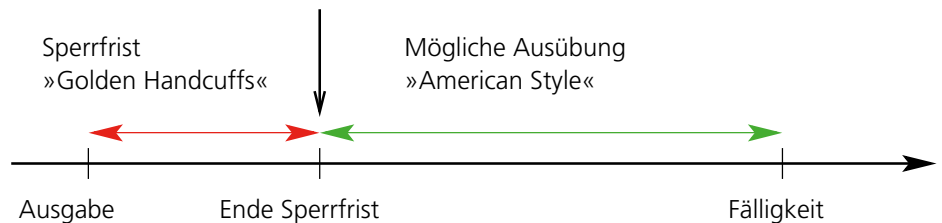
Aktienoptionsprogramme sind weit verbreitet für die Entlohnung von Mitarbeitern und stellen einen großen Anteil der Vergütung von Vorstand und Geschäftsleitung dar. Ihre korrekte Bilanzierung innerhalb des derzeit gültigen rechtlichen Rahmens IFRS 2 (International Financial Reporting Standard 2) verlangt, den fairen Wert anhand finanzmathematischer Grundsätze zu bestimmen. Im Jahr 2006 gaben 62 der 110 Unternehmen im DAX, MDAX und TecDAX Aktienoptionen an ihre Mitarbeiter aus. Der angefallene bilanzierte Personalaufwand variierte zwischen 19.000 und 650 Mio Euro. Die relative Größenordnung im Vergleich zum Konzernergebnis lag im Durchschnitt bei etwa fünf Prozent.

Mitarbeiteroptionen unterscheiden sich von börsengehandelten Optionen:

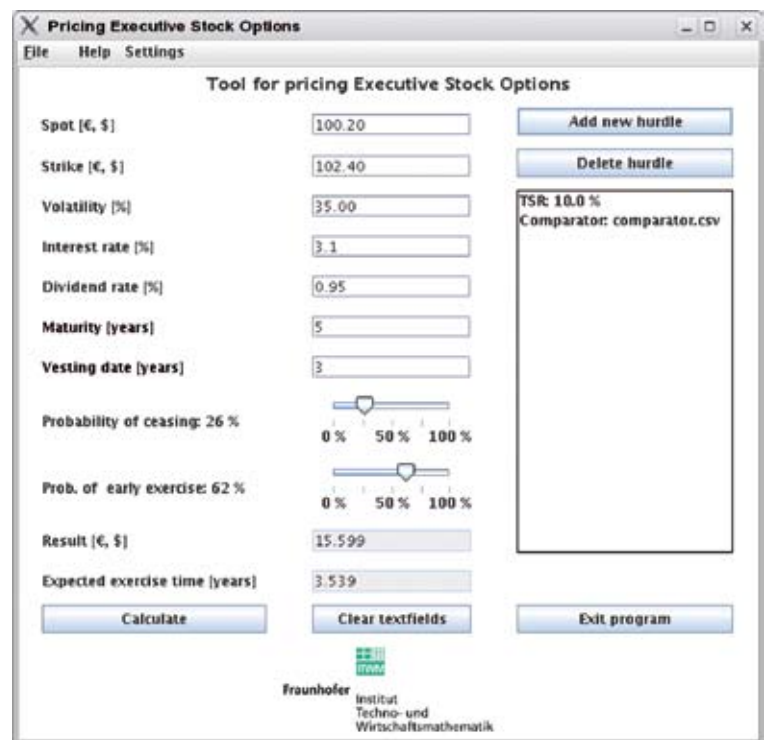
- sie sind nicht börsennotiert und können demnach nicht verkauft werden
- sie können nach Ablauf einer gegebenen Sperrzeit (»Golden Handcuffs«) auch während der Laufzeit ausgeübt werden
- sie sind in der Regel bedingt auf das Erreichen von Renditezielen, die zum Ablauf der Sperrfrist überprüft werden (»Performance hurdles«)
- sie sind langlebiger, d. h. sie haben eine Laufzeit zwischen fünf und zehn Jahren.

Daraus ergeben sich einige Defizite des aktuellen Marktstandards zur Bewertung von Mitarbeiteroptionen: Zum einen die Annahme konstanter Parameter, insbesondere einer konstanten Volatilität, zum anderen die Überparametrisierung in der Mehr-Faktor-Version und die Ignoranz frühzeitiger »irrationaler«

- Testen von Performance-Bedingungen
- Erreichen von Renditezielen
 - Projekte im Zeitfahrplan
 - Outperformance der Konkurrenz



Ausübungsschema einer Mitarbeiteraktienoption



Web-basierte Bewertung von Mitarbeiteraktienoptionen

Ausübung. In der Praxis führen diese Defizite oft zu einer signifikanten Fehlbewertung, die bis zu dreißig Prozent betragen kann.

In diesem Projekt werden geeignete finanzmathematische Bewertungsmodelle für Mitarbeiteroptionen entwi-

kelt, die den angeführten Besonderheiten Rechnung tragen. Diese Modelle werden in einem web-basierten Softwaredemonstrator umgesetzt. Die Entwicklung erfolgt im mittelstandsorientierten Eigenforschungsprojekt ESO (Executive Stock Options).

Finanzallianz Cambridge – Kaiserslautern

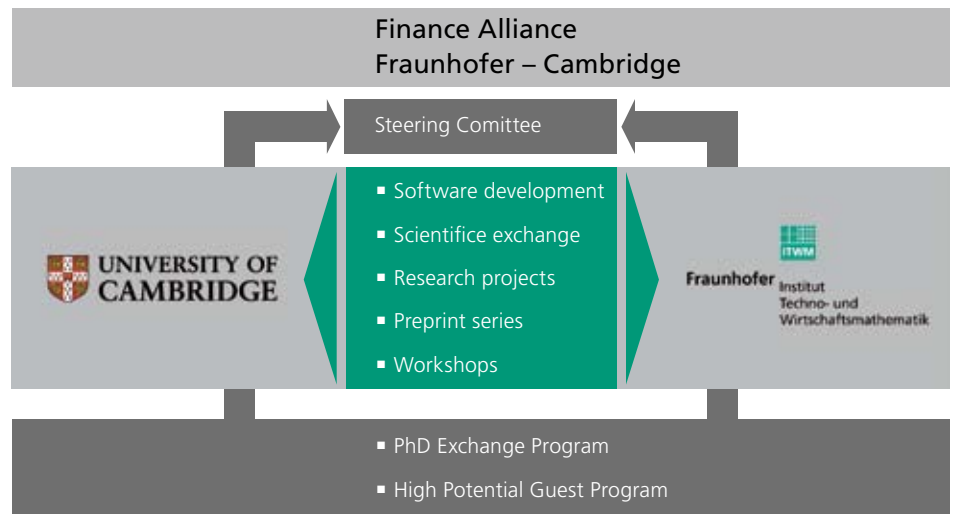
2008 war das erste Jahr der strategischen Allianz der Abteilung **Finanzmathematik** mit der renommierten Finanzmathematikgruppe der University of Cambridge. Die Ziele der gemeinsamen Entwicklung moderner finanzmathematischer Methoden, der Optimierung bekannter Verfahren und die Nutzung auf beiden Seiten vorhandenen Know-hows zur Entwicklung produktreifer Software standen hier ebenso im Vordergrund wie die Vorstellung der Allianz in der englischen Bankenöffentlichkeit.

Hierzu war 2008 ein wichtiges Jahr, um die Projekte z. B. auf den Gebieten der Portfolio-Optimierung, des Risikomanagements und des Asset-Liability-Managements durch mehrere gemeinsame Workshops zu starten. So konnte dort auch die in Cambridge ansässige Firma Cambridge Systems Associates Limited eingebunden werden. Des Weiteren waren mehrere Mitarbeiter des Fraunhofer ITWM über längere Zeiträume zur gemeinsamen Forschung in Cambridge. Dabei konnte auch ein komplett neues Forschungsprojekt gestartet werden, das auf der expliziten Modellierung ökonomischer Faktoren als eigentliche preisbildende Einflüsse basiert. Hiervon werden Erkenntnisse über die Vorhersagbarkeit extremer Ereignisse oder Trendwenden erwartet.

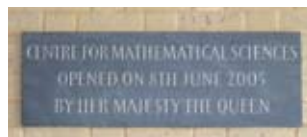
Das sichtbarste Zeichen in England war der Launch der Allianz am 21. Juli 2008 in London in der Brewers Hall. Hier wurde die Kooperation den zahlreichen anwesenden Praktikern durch Wissenschaftler aus Cambridge und Kaiserslautern vorgestellt. Die ersten Auswirkungen der Finanzkrise haben dann einen direkten Einstieg in den englischen Markt verzögert, da infolge der Turbulenzen zunächst keine neuen Industrieprojekte gestartet wurden. Es ist davon auszugehen, dass dies in diesem Jahr nachgeholt wird.

Schließlich konnte mit Philip H. Dybvig, Professor for Banking and Finance an der Washington University in St. Louis (USA), ein renommierter externer Wissenschaftler in das Scientific Advisory Board der Kooperation aufgenommen werden. Weitere werden 2009 folgen. Für 2009 stehen neben den bereits gestarteten Projekten weitere Workshops, darunter ein Praktikerworkshop

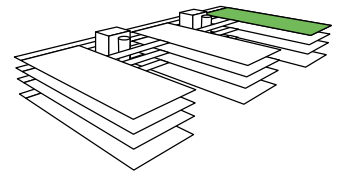
in Kaiserslautern mit Cambridge-Beteiligung, Praktikerworkshops in London und die Ausweitung der Partnerschaft auf dem Programm.



Struktur der Finance Alliance Fraunhofer – Cambridge



Das Centre for Mathematical Sciences auf dem einer Hyperbel nachempfundenen Campus in Cambridge



Prof. Dr. Ralf Korn, Dr. Kalina Natcheva-Acar, Melanie Hollstein, Roman Horsky, Dr. Ulrich Nögel, Tilman Sayer, Stefan Lorenz, Nataliya Horbenko, Dr. Sarp Kaya Acar, Dr. Christina Erlwein, Dr. Peter Ruckdeschel, Dr. habil. Jörg Wenzel, Dr. Gerald Kroisandt, Dr. Georgi Dimitroff, Sascha Desmettre, Priv.-Doz. Dr. Marlene Müller

Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit

Die Abteilung beschäftigt sich mit der Modellierung und Simulation dynamisch beanspruchter mechanischer und mechatronischer Systeme mit dem Schwerpunkt auf Betriebsfestigkeit und Zuverlässigkeit. Methodisch kommen dabei Mehrkörpersystemsimulation (MKS), Finite-Elemente-Methoden (FEM) sowie statistische und Optimierungsverfahren zum Tragen. In unseren Industrieprojekten beschäftigen wir uns überwiegend mit Zuverlässigkeit, Betriebsfestigkeit, Struktur- und Systemdynamik in der Fahrzeugindustrie. Dabei simulieren wir auch Fertigungsprozesse, insbesondere Gießen, im Hinblick auf die Herstellung von funktionalen Bauteileigenschaften.

Das vergangene Jahr war für die Abteilung geprägt durch den weiteren Ausbau der Industrieprojektaktivitäten. Besonders hervorzuheben ist dabei der Auf- und Ausbau des Fraunhofer-Innovationsclusters Digitale Nutzfahrzeugtechnologie (www.nutzfahrzeugcluster.de), bei dem die Abteilung die Gesamtkoordination und wesentliche Projektanteile bestreitet. Hier wurden unter MDF-Federführung mit den Industriepartnern Bosch, Daimler, John Deere, Keiper, Schmitz Cargobull und Volvo die Arbeitskreise »Bemessungsgrundlagen«, »On-board-Simulation und Monitoring«, »Systemsimulation und invariante Anregungen« und »Reifenmodellierung« aufgebaut und jeweils mehrere Workshops durchgeführt. Besonderes Highlight dabei war die 1. Konferenz Digitale Nutzfahrzeugtechnologie im Oktober 2008 mit über 150 Teilnehmern. Im Einzelnen gliedern sich die Aktivitäten der Abteilung in folgende Arbeitsschwerpunkte:

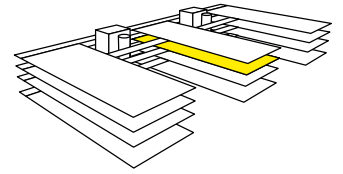
Statistische Methoden in Betriebsfestigkeit und Zuverlässigkeit

Wir entwickeln Methoden zur Modellierung von Kundennutzungsbeanspruchungen sowie zur Versuchsplanung

und Auswertung in der Betriebsfestigkeit. Bei der Auslegung und Beurteilung mechanisch beanspruchter Bauteile hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit spielen statistische Methoden eine zentrale Rolle. Dies beginnt mit der Festlegung der Bemessungsgrundlagen: Wie modelliert man die Kundenbeanspruchung? Wie plant man Messkampagnen zur Ermittlung von Beanspruchungsdaten im Betrieb? Wie übersetzt man diese in Zuverlässigkeitsziele und Bemessungsgrundlagen? Schließlich muss man die Versuche zum Nachweis der Festigkeit mit statistisch abgesicherten Verfahren auswerten. Dies gilt für Bauteilversuche ebenso wie für teure, lang laufende Ganzfahrzeugversuche.

Modellierung und Simulation mechatronischer Systeme

Bei der Systemsimulation geht es uns darum, komplette Fahrzeuge, Achsen oder Prüfsysteme in »optimaler Komplexität« so zu modellieren, dass nicht nur die Kinematik und der Bewegungsablauf, sondern gerade auch die Kraftübertragung richtig vorausberechnet werden. Dabei ist sowohl das Zusammenwirken sehr vieler beweglicher Bauteile als auch das Verhalten komplexer Kraftelemente und Aktuatoren zu modellieren. Andererseits sind der Modellierungstiefe aufgrund begrenzter Zeit- und Hardwareressourcen und im Hinblick auf die Parametrierbarkeit der Modelle Grenzen gesetzt. Ein Schwerpunkt unserer Methodenentwicklung zur Systemsimulation ist das Thema der invarianten Systemanregung. Dabei werden sowohl Identifikationsverfahren (iterativ lernende Regelung) als auch die geeigneten Modellierungsmethoden für den mechanischen Außenkontakt (Reifen, digitale Straße, Bagger, Pflüge) entwickelt und angewendet.



Strukturmechanik und CAE-Betriebsfestigkeit

Aus einer solchen Simulation der Systemdynamik ergeben sich die Beanspruchungen der einzelnen, mehr oder weniger deformierbaren Bauteile als dynamische Schnittkräfte. Diese Schnittlasten werden dann per strukturmechanischer Simulation auf örtliche Beanspruchungen und Lebensdauerabschätzungen übertragen. Wir entwickeln insbesondere Methoden zur Lebensdauerberechnung von Strukturen mit nichtlinearem Verhalten und wenden diese in Industrieprojekten an. Ferner beschäftigen wir uns besonders mit der Simulation stark deformierbarer Strukturen wie Kabel, Schläuche, Elastomerlager und Reifen.

Gießprozessabhängige Bauteileigenschaften

Gießereien wie HegerGuss und Gienanth nutzen in Kooperationen unsere Kompetenz im Bereich der Gießprozesssimulation. Für die Aachener MAGMA GmbH sind wir nicht nur Anwender ihrer Software, sondern auch Entwicklungspartner. Schwerpunkt unserer Forschungsaktivitäten ist die Frage, wie man aus Ergebnissen der Gießprozesssimulation systematisch auf Bauteileigenschaften schließen kann.

Schwerpunkte

- Statistische Methoden in der Betriebsfestigkeit
- Modellierung und Simulation mechatronischer Systeme
- CAE-Betriebsfestigkeit (MKS, FEM, Lebensdauer)
- Gießprozessabhängige Bauteileigenschaften

Abteilungsleiter:

Dr. Klaus Dressler

☎ 06 31/3 16 00-44 66

klaus.dressler@itwm.fraunhofer.de



Die Modellierungswochen sind seit Jahren fester Bestandteil des Angebots des Fachbereichs Mathematik der TU Kaiserslautern an Schulen in Rheinland-Pfalz; im Jahr der Mathematik wurden sie mit ITWM-Unterstützung erstmals auch in Bayern angeboten, wo Schüler und Lehrer in die Möglichkeiten moderner angewandter Mathematik schnuppern und selbst den Bezug zum alltäglichen Leben herstellen konnten. Die Modellierung von Reifen ist allerdings noch eine Aufgabe für »Fortgeschrittene«.

Physikalische Modellierung des Luftfedersystems eines Sattelaufhängers

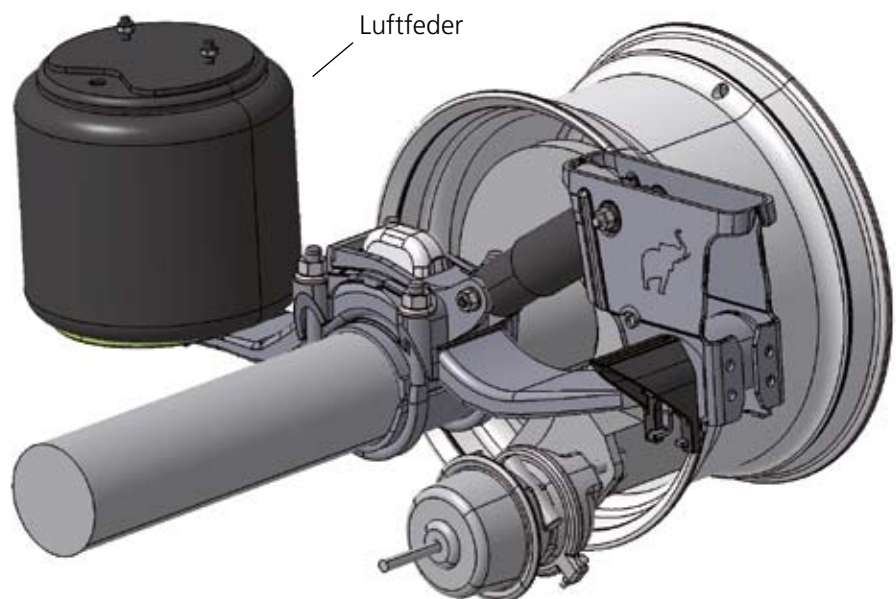
Die Verwendung luftgefüllter Bälge als Federungselemente ist in der Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie weit verbreitet. Gemäß dem allgemeinen Funktionsprinzip wird die Federkraft hierbei durch den Innendruck des mehr oder weniger komprimierten Luftvolumens im Balginnern generiert. In der Ausführung als Rollbalg bilden Luftbälge insbesondere bei der Fahrwerksfederung von mehrachsigen Anhängern (Sattelaufhängern) den Stand der Technik. Die Nachteile einer geringeren Robustheit und eines höheren Gesamtgewichts im Vergleich zur Blattfederung werden durch die Vorteile eines überragenden Fahrkomforts (nahezu beladungsunabhängige Schwingfrequenz), der höheren Fahrsicherheit und der flexiblen pneumatischen Fahrhöhenregulierung bei weitem kompensiert.

Vom Standpunkt eines physikalisch begründeten Simulationsmodells für das Gesamtsystem eines Sattelaufhängers stellen Rollbälge komplexe Kraftelemente im Fahrwerk dar, deren Kraftentwicklung frequenz- und temperaturabhängig ist. In der Praxis scheut man häufig den Aufwand ihrer expliziten Modellierung mit den dahinterstehenden thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten und begnügt sich mit einer (frequenzunabhängigen) einfachen Federkennlinie.

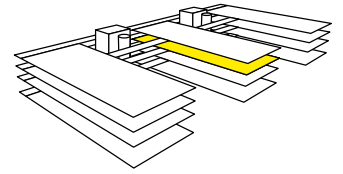
Angesichts der zentralen Bedeutung der Luftbalgfederung für das Fahrverhalten wurde in Zusammenarbeit mit Schmitz Cargobull AG bei der Erstellung eines virtuellen Hängergesamtmodells auch das Luftfedersystem explizit physikalisch fundiert berücksichtigt.

Die Computersimulation des Gesamtsystems realisiert sich dabei als Co-Simulation zwischen den Programmen

Virtual.Lab Motion für die mechanische und Imagine.Lab AMESim für die pneumatische Domäne. Im Zentrum des zugehörigen Teilprojekts zum pneumatischen Teilsystem stand die physikbasierte Modellierung und Validierung des Kraftverhaltens eines Rollbalgs. Dazu wurden zur quantitativen Abschätzung seiner mechanischen und thermodynamischen Eigenschaften Messungen durchgeführt. Durch Identifikation und Berücksichtigung der dominanten physikalischen Effekte gelang es, ein Balgmodell zu entwickeln, das gleichzeitig performant und effizient ist: Mit seiner Hilfe kann das komplexe Federungsverhalten nun in einem weiten Parameterbereich zuverlässig reproduziert werden, ohne dass sich dabei die Rechenzeiten zur Gesamtmodellsimulation unverhältnismäßig verlängern.



Rechte Hälfte der Hinterachskonstruktion eines Sattelaufhängers mit Feder-Dämpfer-System, Bremse und Radfelgen



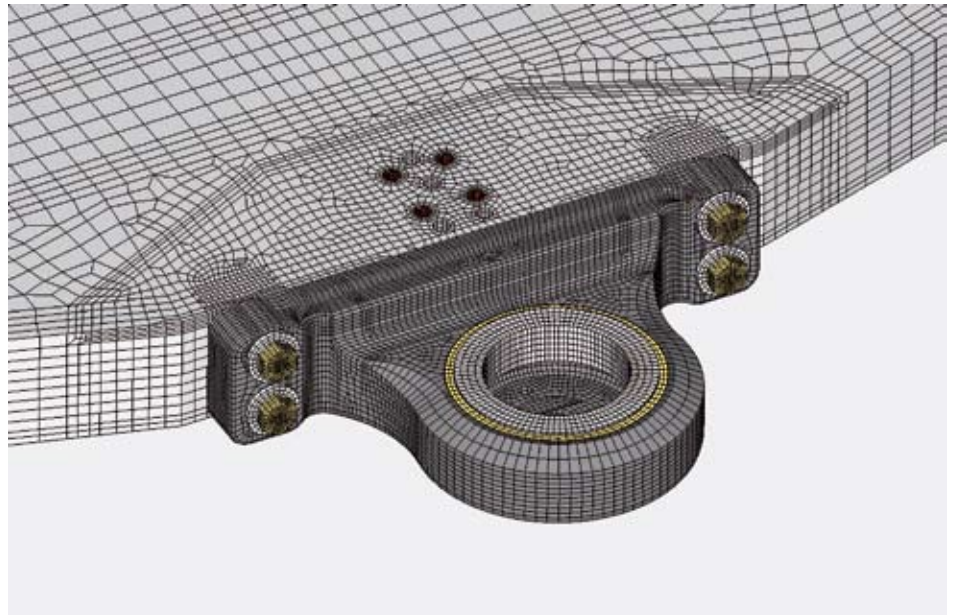
Schraubenbeanspruchungs-Zeitverläufe einer Gelenkverbindung

Schrauben gehören zu den wichtigsten lösbaren Verbindungen im konstruktiven Ingenieurwesen. Zur Auslegung und analytischen Berechnung wird im Maschinenbau typischerweise die VDI-Richtlinie 2230 angewendet, welche basierend auf vereinfachten Modellannahmen und idealisierten Verbindungsgeometrien alle für einen Festigkeitsnachweis benötigten Kenngrößen, Berechnungsgrößen und Rechenschritte zusammenfasst.

In komplexen Fällen, die nicht von der VDI-Richtlinie abgedeckt werden, müssen andere Vorgehensweisen gewählt werden. Im Falle der Gelenkverbindung des von der SIEMENS AG Mobility Division (Erlangen) hergestellten Combino-Basic Fahrzeugs bestanden die Herausforderungen insbesondere darin, die folgenden Einflüsse zu berücksichtigen, die mit der VDI-Richtlinie nicht erfasst werden:

- nichtlineare, sich zeitlich ändernde Kontaktverhältnisse zwischen den Bauteilen
- mehrachsige und zeitlich veränderliche äußere Belastungen auf das Gelenk
- hohe Vorspannung in den Schrauben

Ziel dieses Projekts mit der SIEMENS AG Mobility Division war es, unter Berücksichtigung dieser Punkte eine Lebensdauersimulation durchzuführen. Da diese mit den gängigen Methoden (z. B. Methode der Finiten Elemente und quasistatische Superposition oder transiente, nichtlineare FEM) nicht möglich war, wurde eine besonders effiziente Methodik zur Berechnung der Spannungszeitverläufe in den Schraubenverbindungen entwickelt.



FEM-Modell der Combino-Gelenkverbindung

Der Kern der Methodik beruht auf der Verwendung eines Interpolationsansatzes, der es erlaubt, zu allen in der Messzeitreihe auftretenden Belastungskombinationen die resultierende Spannung in den Schraubenschäften innerhalb kürzester Zeit zu berechnen. Die Grundidee des verwendeten Interpolationsansatzes besteht darin, zu einer bestimmten Anzahl von 3D-Lastkombinationen die resultierende Spannungsverteilung in der Schraube mithilfe von FEM-Analysen zu berechnen und diese Ergebnisse anschließend in einem Interpolationswürfel als »Gitterpunkte« für eine nichtlineare Verlaufskurve abzulegen.

Die resultierenden Spannungszeitreihen wurden anschließend in eine Betriebsfestigkeitsberechnung überführt, um eine Bewertung der Schraubenverbindungen hinsichtlich der zu erwartenden Lebensdauer zu erhalten.

Diese Vorgehensweise erlaubt es, bereits in der Auslegungsphase unterschiedliche Konstruktionsentwürfe bei komplexen Belastungs- und Kontakt-

verhältnissen mit wirtschaftlich vertretbaren Rechenzeiten auf ihre Lebensdauereigenschaften hin zu untersuchen und zu verbessern.



Der Combino im Einsatz in Freiburg

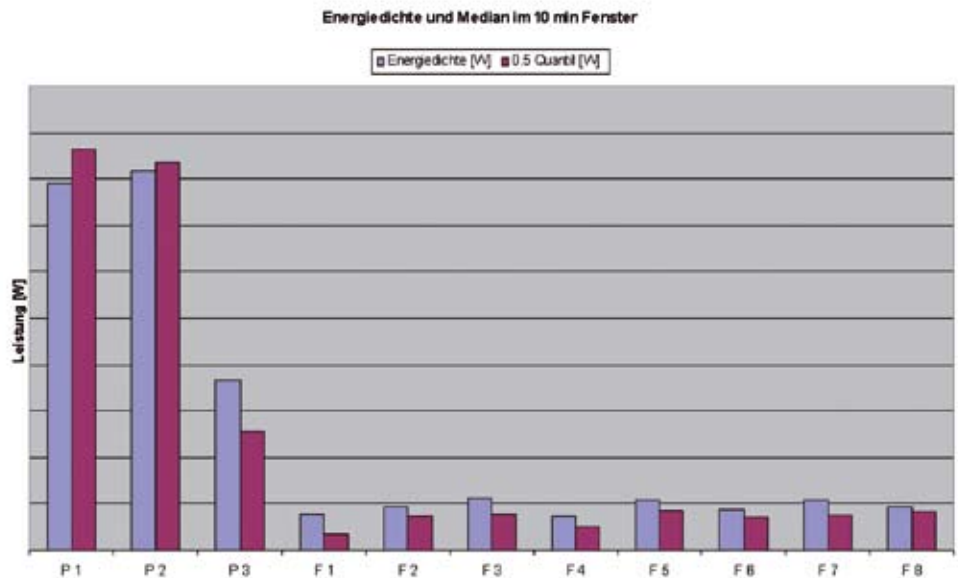
Analyse der Pkw-Kupplungsbeanspruchung im Kundeneinsatz

Beim Motoren- und Getriebehersteller GM Powertrain traten in Prüfprogrammen erhebliche Kupplungsbeanspruchungen auf. Um das Verhältnis zum normalen Kundenbetrieb zu ermitteln, wurden vom ITWM nahezu 300.000 Kilometer an Felddaten ausgewertet, die in den letzten zwei Jahren zur Erlangung neuer Erkenntnisse über den Belastungsgrad des Antriebsstranges in Kundenhand erfasst wurden. Diese Erhebung umfasste 16 Fahrzeuge der Typen Opel Corsa, Vectra und Zafira sowie Saab 9-3 mit unterschiedlichen Antriebssträngen (Motor/Getriebe/Differential-Kombinationen) und Messgeräten zur Aufnahme und Speicherung von Daten wie Fahrzeuggeschwindigkeit, Motormoment, Motordrehzahl und Raddrehzahlen. Die Fahrzeuge wurden von insgesamt 59 verschiedenen Fahrern sowohl auf deutschen als auch schwedischen Straßen unter normalen Alltagsbedingungen bewegt.

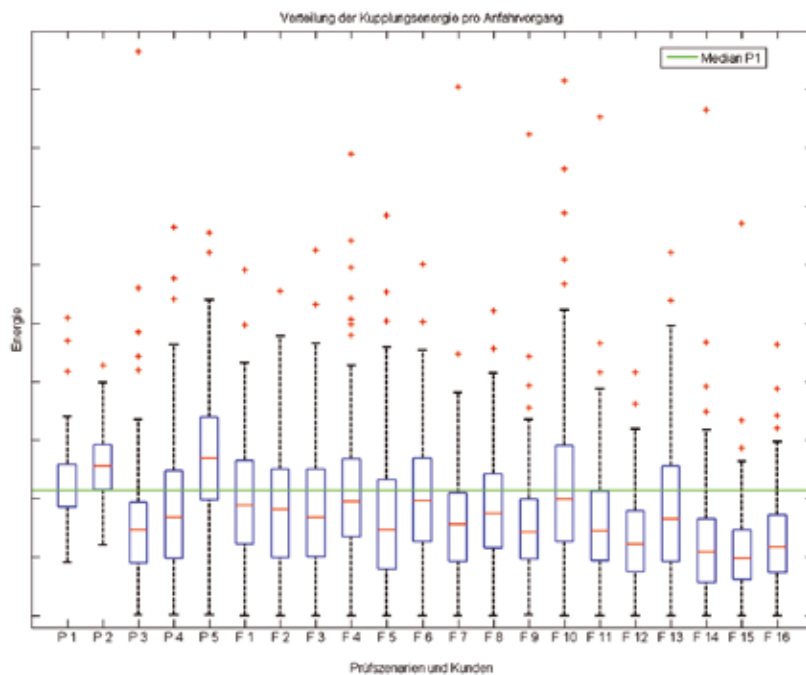
Zum Zwecke der Analyse der Kupplungsbeanspruchung wurden Algorithmen entwickelt, die die Energieeinträge in die Kupplung insbesondere während der kupplungsbelastenden Anfahr- und Schaltvorgänge berechnen. Eine besondere Problematik bestand darin, dass die Felddaten nur in recht grober 10 Hz-Auflösung aufgezeichnet wurden und bestimmte Größen (z. B. das Motormoment) nur als indirekt errechnete Kanäle mit (gerade während der Schaltvorgänge) unzureichender Genauigkeit vorlagen. Aus diesem Grunde mussten die Auswertelgorithmen an Referenzdatensätzen (mit 100 Hz-Daten und gemessenen Momenten) kalibriert und mit Korrekturformeln versehen werden. Die so ermittelten Energieeinträge wurden mit statistischen Methoden in Abhängigkeit von Fahrer, Fahrzeug und Antriebsstrang analysiert. Von besonderem Interesse waren

dabei Auswertungen mit gleitendem Mittelwert über Zeitintervalle verschiedener Länge (5, 10, 20 und 30 Minuten). Schließlich wurden die Ergebnisse systematisch mit den analysierten Prüfprogrammen verglichen. Die erzielten

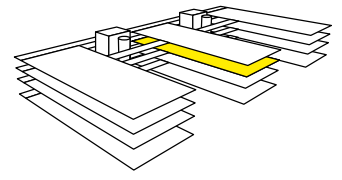
Resultate erlaubten es GM Powertrain, die Raffung einzelner Prüfscenarien zu ermitteln und diese zu einem optimal an das Kundenverhalten angepassten Testprogramm zusammenzufassen.



Leistungsaufnahme einer Pkw-Kupplung in Prüfscenarien (P1, P2, P3) und im Kundenbetrieb (F1 bis F8); die Balken zeigen die mittlere Leistung (blau) und den Median (rot) für einen gleitenden Mittelwert über ein 10-Minuten-Fenster.



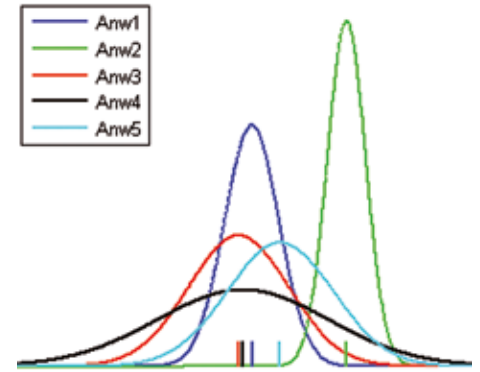
Boxplots der Wahrscheinlichkeitsverteilung der PKW-Kupplungsenergie, ausgewertet für Anfahrvorgänge; dargestellt sind die Verteilungen sowohl in Prüfscenarien (P1,...,P5) als auch im Kundenbetrieb (F1,...,F16).



Bemessungsgrundlagen für die Entwicklung von Mobilbaggern

Zur Auslegung von Maschinen hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit ist die Kenntnis von Kundennutzungsprofilen erforderlich. VOLVO CE hat zur Ermittlung dieser Kundenbelastung einen Mobilbagger mit Messtechnik ausgestattet, der verschiedenen Kunden in Europa zur Verfügung gestellt wird. Das Einsatzspektrum ist dabei sehr vielfältig und reicht von Grabanwendungen über Beladen eines Lkw bis hin zum Fahren auf Schlechtwegstrecken. Die großen Unterschiede in der Beanspruchung, die sich dabei (sowie durch weitere Einflussfaktoren) ergeben, müssen sowohl bei der Durchführung als auch bei der Analyse der Messungen berücksichtigt werden. Um die gemessenen Daten möglichst effizient auszuwerten und die enthaltenen Informationen vollständig nutzen zu können, kommen verschiedene statistische Methoden wie Korrelationsanalyse, Varianzanalyse oder Monte-Carlo-Simulationen zum Einsatz.

Das ITWM unterstützt VOLVO CE bei der Verarbeitung der aufgenommenen Daten und führt die statistischen Auswertungen zur Ableitung von Nutzungsprofilen durch. Mittels Varianzanalyse wird beispielsweise untersucht, welche der unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten des Baggers sich hinsichtlich der Belastung signifikant unterscheiden und deshalb in den weiteren Auswertungen getrennt betrachtet werden müssen. Hieraus werden Faktormodelle der Einflussgrößen erstellt und darauf basierend Kundenpopulationen simuliert, die für die Auslegung bzw. Validierung verwendet werden. Durch Optimierungsverfahren können außerdem repräsentative Messungen, die einer bestimmten Kundenbelastung entsprechen, identifiziert werden. Diese können dann beispielsweise als Input für Simulationen herangezogen werden.



Verteilungsdichte der Schädigungsverteilung von fünf verschiedenen Anwendungen mit den zugehörigen Mittelwerten. Anwendungen 2 und 5 unterscheiden sich im Mittelwert stark von den anderen drei und müssen daher getrennt betrachtet werden



Lastdatenerfassung (Kräfte und Momente) an der Arbeitsausrüstung eines Mobilbaggers

Dynamische Simulation der Beanspruchung von Nutzfahrzeug-Sitzen

An Fahrzeugsitze, die in heutigen Nutzfahrzeugen zum Einsatz kommen, werden hohe Anforderungen gestellt. Die Ansprüche an Komfort, Ergonomie, Crash-Sicherheit steigen. Eine besondere Herausforderung für den Fahrzeugsitzhersteller KEIPER ist die erwartete Lebensdauer für Nutzfahrzeuge von 1,5 Millionen Kilometern.

Das Fraunhofer ITWM hat zur genaueren Untersuchung der Bauteilbelastungen ein Mehrkörper-Simulationsmodell entwickelt. In verschiedenen Evolutionsstufen wurde das Modell erst als reines Starrkörpermodell aufgebaut und später mit flexiblen Strukturen erweitert. Die Dummy-Sitz-Kraftkoppelung wurde mittels Kontaktelementen hergestellt. Die verwendeten Kontaktelemente wurden mehrfach optimiert, um die Rechengeschwindigkeit zu erhöhen.

In diesem Projekt wurde ebenso eine Softwareumgebung geschaffen, die gleichermaßen gemessene Daten als auch Ergebnisse der Simulation automatisch auswerten und vergleichen kann. Zusätzlich ist eine Ansteuerung der Simulationsumgebung enthalten, die umfangreiche Parameterstudien und Sensitivitätsanalysen ermöglicht. Die daraus resultierende Vielzahl an Simulationen (über 600) wurde automatisch auf dem ITWM eigenen Linux-Cluster gerechnet und ausgewertet.

Zur Absicherung der Modellgüte wurde der reale Fahrzeugsitz bei KEIPER parallel zur Simulation auf einem Schwingtisch untersucht; dabei wurden u. a. Übertragungsfunktionen, Bauteilkräfte und daraus resultierende Schädigungen ermittelt und verglichen.

Da nur wenig Bauraum zur Verfügung steht oder die Massen der Messeinrichtungen die Ergebnisse beeinflussen, können tatsächliche Bauteilbelastungen oft nur mit erheblichem Aufwand oder nicht direkt gemessen werden. Um eine Aussage über die Lebensdauer treffen zu können, müssen Prüfstandläufe bis zum Versagen der zu beobachtenden Teile durchgeführt werden. Um die dafür benötigte Zeit zu verkürzen, werden die im Fahrzeug gemessenen Signale gerafft, verstärkt und dienen gleichermaßen als Anregung für Prüfstand und Simulation.

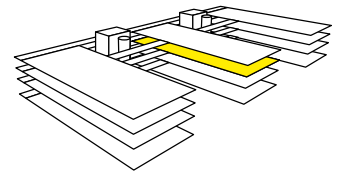
Ein vollständiger Prüfstandlauf, der ohne die vorbereitenden Arbeiten normalerweise mehrere Tage dauert, kann nun in ca. 20 min gerechnet und ausgewertet werden



Prüfaufbau für dynamische Beanspruchung der Sitze bei KEIPER



Vom ITWM erstelltes virtuelles Sitzmodell zur Untersuchung dynamischer Beanspruchung



Steffen Polanski, Dr. Nikolaus Ruf, Dr. Holger Lang, Thorsten Weyh, Lilli Engelhardt, Oliver Weinhold, Silke Menzel, Ilker Nikelay, Michael Burger, Sascha Feth, Dr. Dominik Jung, Sabrina Herkt, Dr. Bernd Büchler, Dr. Klaus Dreßler, Dr.-Ing. Joachim Linn, Reinhard Priber, Yekta Öngün, Dr. Albert Marquardt, Dr.-Ing. Gerd Bitsch, Dr. Anja Streit, Thomas Stephan, Sonja Baumann, Dr. Michael Speckert, Oliver Hermanns

Competence Center High Performance Computing

Aufgrund der wachsenden Bedeutung der Simulation und der Verfügbarkeit entsprechender Software in der Industrie ist heute der Einsatz von parallelen Systemen auch im kommerziellen Umfeld zu einem Standard geworden. Große parallele Rechnersysteme werden bei Finanzdienstleistern, in der Ölindustrie und auch in der Formel 1 eingesetzt. Die Mehrzahl der Systeme ist heute aus PC-Standardhardware in Kombination mit einem Hochgeschwindigkeitsnetz aufgebaut.

Das ITWM zählt zu den Pionieren beim Einsatz von PC-Clustern für industrielle Simulationsaufgaben. Heute betreibt das ITWM für die Entwicklung paralleler Software und für industrierelevante Berechnungsaufgaben parallele Systeme mit über 1000 CPUs.

Technologische Probleme haben den kontinuierlichen Performancegewinn durch Taktratenerhöhung gestoppt: Dual Core, Quad Core und mehr sind heute die Schlagworte für weiteren Performancegewinn. Damit ist die Parallelisierung von Software zu einer Schlüsseltechnologie in allen IT-relevanten Bereichen geworden. Zukünftige effiziente parallele Software wird eine hybride Struktur haben, die einerseits Multicore-Subsysteme optimal ausnutzt, aber ebenso über viele Rechner skaliert.

Der von IBM, Toshiba und Sony produzierte Cell Prozessor, der in der neuen Playstation arbeitet, ist ein Prototyp dieser neuen Generation von CPUs. In einer strategischen Kooperation mit dem IBM Entwicklungslabor in Böblingen werden am **CC HPC** Applikationen entwickelt und die Cell-Plattform auf ihre Eignung als HPC-System analysiert. Das im Juni 2008 am **CC HPC** installierte IBM Cell-Cluster schaffte es mit 1120 Cores in die Top500 und erreichte auf der Liste der energieeffizientesten Systeme ([www. green500.org](http://www.green500.org)) sogar Platz 1.

Die Ausweitung der Forschungsaktivitäten im Multicore-Umfeld war einer der Schwerpunkte des Jahres 2008. Die Projektaktivitäten des **CC HPC** sind aktuell in vier Felder gegliedert:

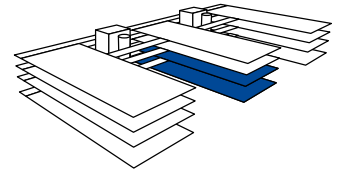
Parallelisierung und Performance Analyse – Seismik

Der Schwerpunkt der Aktivitäten lag 2008 in den Kooperationen mit den Partnern IBM und StatoilHydro. Durch die Kombination von grundlegendem HPC-Know-how und -Anwendungswissen gelang dem **CC HPC** die Entwicklung besonders leistungsfähiger Codes, die bei den Kunden auf großes Interesse stoßen. Insbesondere im Bereich der Seismik ist das Competence Center 2008 erfolgreich gewesen. Mit dem norwegischen Konzern StatoilHydro konnte eine längerfristige Kooperation vereinbart werden.

Grid Computing – Cloud Computing

Im Jahr 2008 entwickelte sich das Grid Computing zum Cloud Computing. Neue Serviceangebote wie die Amazon Elastic Compute Cloud boten auch neue Möglichkeiten für den Einsatz unserer Technologie. Die eigene Grid-Lösung PHASTGrid wurde auf die Amazon Cloud portiert und bereits sehr früh als produktive Plattform auf verschiedenen Messen und Vorträgen präsentiert. Mit einer innovativen Idee wurde das Lizenzmanagement in Cloud und Grids zu einem Thema und wird derzeit in ein Produkt umgesetzt.

Das **CC HPC** beteiligt sich aktiv an D-Grid und dem europäischen EGEE-Projekt. Ein Schwerpunkt der Aktivitäten liegt in der Weiterentwicklung von grundlegenden Grid-Technologien und dem Engagement bei den Grid Standardisierungsgremien. In einem zweiten Schwerpunkt wurden Fraunhofer Grid-Lösungen mit den Fraunhofer-Partnern im internen Enterprise Grid-Projekt weiterentwickelt. PHASTGrid konnte in verschiedenen Kooperationsprojekten mit



der Industrie eingesetzt werden. Mit der Entwicklung des Grid Benchmark-Portals jawari.itwm.fraunhofer.de konnte der D-Grid Community eine produktive Umgebung zur Beurteilung von Qualität und Performance der Grid-Infrastruktur zur Verfügung gestellt werden.

Visualisierung

Im Bereich der CPU- basierten Ray Tracing-Verfahren gibt es mittlerweile kommerzielle Produkte. Mit PreStack-Pro konnte auf internationalen Messen (SEG, EAGE) ein innovatives Softwareprodukt zur quantitativen Analyse und Visualisierung von großen PreStacks in der Ölindustrie vorgestellt werden. Für die Firma MAGMA Gießertechnologie wurde ein komplett CPU-basierter Postprozessor zur Analyse von Berechnungsergebnissen der Soft-

ware MAGMASOFT entwickelt und an Kunden ausgeliefert.

HPC-Tools

Zu den leistungsfähigen Tools für die Entwicklung von HPC-Software und -Systemen gehören GraPA, ein Parallelisierungs-Framework für hybride Anwendungen im Bereich Multicore Distributed Memory, FVM, eine Software-Schnittstelle, die für parallele Applikationen »global shared memory« auf Infiniband-Clustern bereitstellt, und das parallele Fraunhofer-Filesystem FhGFS.

Die Aktivitäten zur Entwicklung neuer Tools für zukünftige Multicore-Prozessoren wurden im Multicore Innovation Center zusammengeführt, das von BMBF, FhG, IBM und weiteren Industriepartnern getragen wird.

Schwerpunkte

- Service Oriented Computing
- Nanoskalige Prozessmodellierung
- Parallele Algorithmen, Performance-Analyse
- Seismische Datenverarbeitung und Interpretation
- Cell Competence Center
- Visualisierung großer Datenmengen

Bereichsleiter:

Dr. Franz-Josef Pfreundt

☎ 06 31/3 16 00-44 59

franz-josef.pfreundt@itwm.fraunhofer.de



Im September öffnete das ITWM für einen Tag seine Türen und vereinte Wissenschaft und Kultur in einem vielfältigen Programm: Führungen, Vorträge, Software-Demos, Mathe für Kinder sowie Musik, Kabarett und eine szenische Lesung lockten Hunderte von Besuchern ins Fraunhofer-Zentrum. Der Blumenschmuck war natürlich orange – die Logofarbe des Wissenschaftsjahres 2008.

FhGFS – Das Fraunhofer Parallel Filesystem

Mit der zunehmenden Leistungsfähigkeit moderner Rechnerarchitekturen steigt auch der Bedarf an immer detailgetreueren Analysen und Simulationen. Dabei erhöht sich jedoch nicht nur der Rechenaufwand zur Lösung der Probleme, sondern auch die Anforderungen an die zugrunde liegenden Speichertechnologien wachsen in gleichem Maße. So sind etwa Datensätze im Terabyte-Bereich in der Seismik heute keine Seltenheit mehr.

Da herkömmliche Technologien wie RAID-Systeme in der Praxis nur ein begrenztes Maß an Skalierbarkeit bieten, verfolgt das **CC HPC** mit dem Fraunhofer Parallel Filesystem einen ähnlichen Ansatz wie auch bei der Verkürzung der Rechenzeit: Parallelisierung durch Storage-Cluster. Durch die Ablage der Dateien auf mehreren Servern können die Daten dabei mit einem Viel-

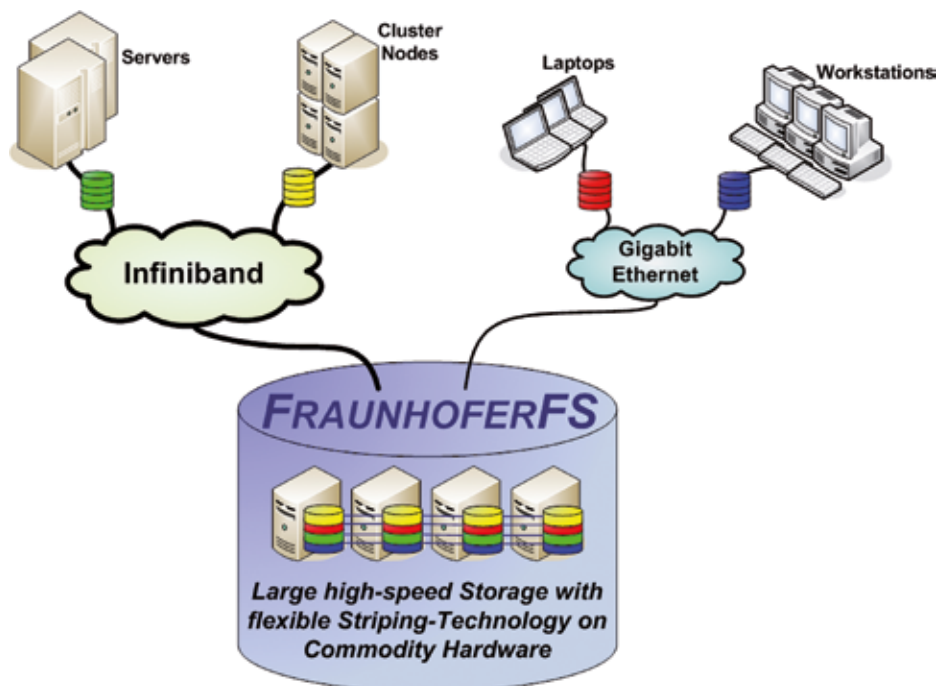
fachen der Geschwindigkeit gegenüber herkömmlichen Technologien verarbeitet werden.

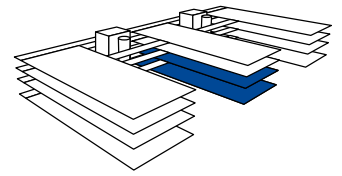
Eine besondere Eigenschaft des FhGFS ist es dabei, nicht nur die reinen Dateiinhalte verteilt abzulegen, sondern darüber hinaus auch die Verwaltungsinformationen (Metadaten) und Verwaltungsaufgaben des Systems zu verteilen. In Kombination mit der Unterstützung für das Hochgeschwindigkeitsnetzwerk Infiniband wird so auch bei komplexen Workloads ein Durchsatz im Bereich mehrerer Gigabytes pro Sekunde ermöglicht.

Einen Schwerpunkt bei der Entwicklung des Systems bildet dabei – neben der einfachen Administrierbarkeit – auch ein möglichst hohes Maß an Flexibilität für den Benutzer. Hierzu werden nicht nur verschiedenste Verteilungsmuster für die Daten unterstützt, sondern auch der heute wieder zunehmend an Bedeutung gewinnende Fall von gemischten Clusterkonfigurationen, beispiels-

weise aus x86- und Cell-Knoten. Derzeit wird das Dateisystem daher auch zur Anbindung des Storage-Systems für den Fraunhofer Cell-Cluster (bis November 2008 auf Platz 1 der Green Top 500!) mit 1000 Cores verwendet und liefert dabei Übertragungsraten von mehr als 2GB/s.

Das Projekt stieß in der Vergangenheit bereits auf mehreren Messen auf großes Interesse bei der HPC-Community und steht derzeit zum kostenlosen Download auf <http://www.fhgfs.com> bereit.

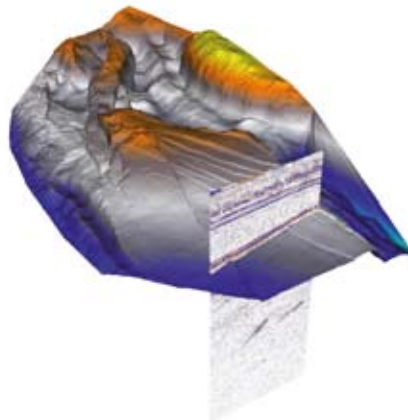




PreStack-Pro

Seismische Messverfahren – insbesondere die Reflektionsseismik – spielen bei der Suche nach Erdöl und Erdgas eine große Rolle. Dabei versucht man mittels künstlich angeregter akustischer Schallwellen den Erduntergrund zu erkunden. Für seismische Messungen werden dazu, von mehreren unterschiedlichen Oberflächenpunkten aus, künstliche Wellen erzeugt. Messinstrumente wie Geophone oder Hydrophone erfassen die von den Wellen erzeugten Bodenbewegungen an der Oberfläche. Die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Wellen und somit auch die Laufzeiten sind abhängig von der Art des zu durchdringenden Materials. Aus den Reflektionslaufzeiten und -stärken lassen sich die gesteinsabhängigen Schallgeschwindigkeiten bzw. die an den Schichtgrenzen vorliegenden Geschwindigkeitskontraste ermitteln und Untergrundstrukturen visuell darstellen. Bis zur Gewinnung solcher Ergebnisse sind zahlreiche rechen- und zeitaufwändige Bearbeitungsschritte auf den TeraByte-großen Daten zu durchlaufen. Seismisches Processing ist ein zeitaufwändiger und teurer Vorgang.

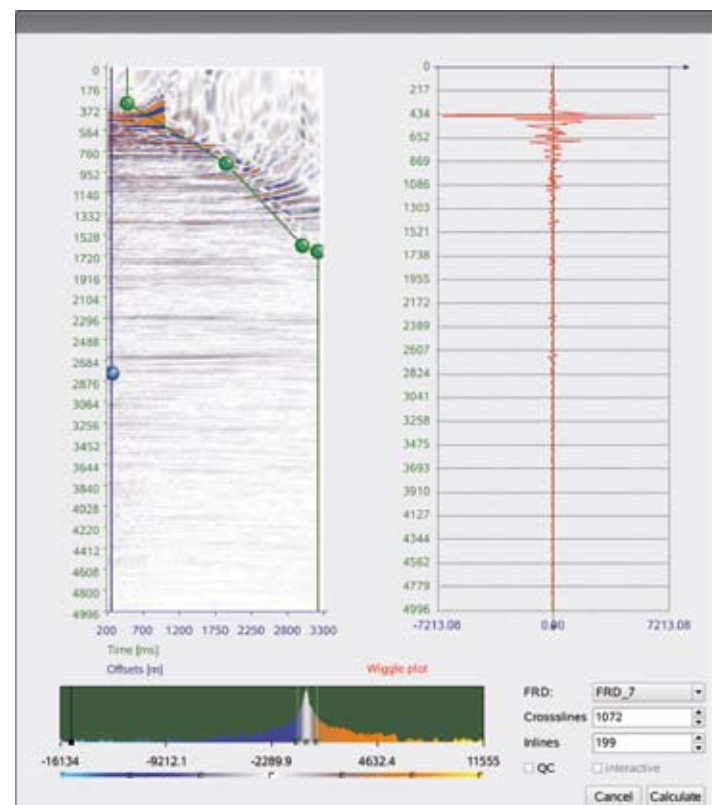
Zur optimalen Parametrisierung beim seismischen Processing bedarf es in zahlreichen Schritten einer aktiven Qualitätskontrolle. Verschiedenartige Kriterien wie der generelle Charakter der erhaltenen Seismik, Amplituden entlang von Reflektoren oder Störungen müssen beurteilt werden. Häufig müssen auch Stapelergebnisse und Seismik vor dem Stapeln zeitgleich dargestellt werden. All diese Schritte der Qualitätskontrolle erfordern eine Begleitung durch gute Visualisierungstechniken. Die Visualisierung umfangreicher seismischer Daten ist in der Industrie heute noch ein sehr aufwändiger und teurer Prozess, der aber eine erhebliche Bedeutung für die Interpretation von Lagerstätten für Öl und Gas hat.



3D-Visualisierung von Stack-Daten innerhalb eines seismischen Horizonts

Die am ITWM entwickelte, innovative Softwareplattform PreStack-Pro bietet in diesem Zusammenhang die Möglichkeit zur quantitativen Analyse und Visualisierung solcher großen seismischen Datensätze. PreStack-Pro wurde in Zusammenarbeit mit unserem norwegischen Partner ENVISION und der Ölindustrie in den letzten Jahren stetig weiterentwickelt. Ein effizienter, 2008 neu entwickelter Rendering-Kern erlaubt das schnelle, interaktive Navigieren in den verteilt im Arbeitsspeicher gehaltenen

Datensätzen. Aus der Kombination mit leistungsfähigen und parallel implementierten Algorithmen ergeben sich kürzere Bearbeitungszeiten für Verfahren, die im seismischen Processing und der Interpretation heute die Produktivität maßgeblich beeinflussen und zu einem Alleinstellungsmerkmal für PreStack-Pro geworden sind. Der entwickelte Remote-Viewer bietet die Möglichkeit, das Werkzeug auch im weltweiten Verbund standortübergreifend ohne große Performanceverluste einzusetzen.



Interaktives Datenprocessing am Beispiel von Stack

Seismische Datenverarbeitung und Migration

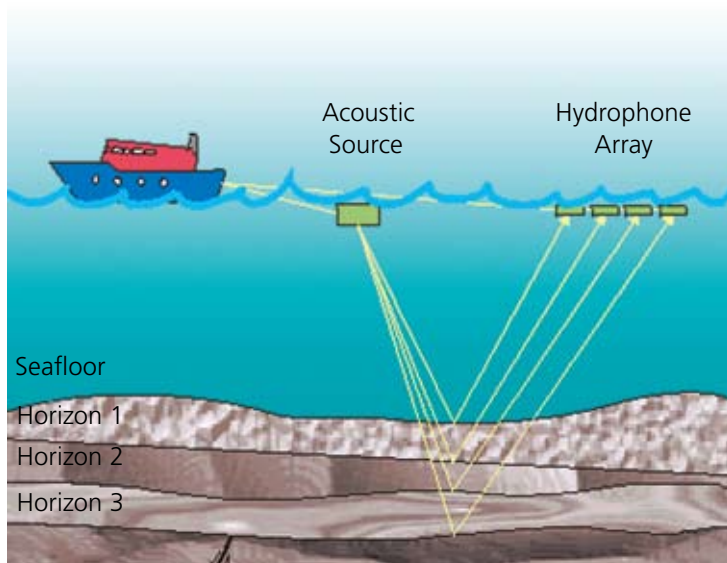
Ziel der reflexionsseismischen Verfahren ist es, ein exaktes strukturell und dynamisch interpretierbares Abbild des Erduntergrundes zu rekonstruieren. Bedingt durch immer größere Tiefe und Komplexität der Lagerstätten ist der Bedarf an verbesserten Bearbeitungsmethoden bei der Akquisition von Erdöl und Erdgas anfallenden umfangreichen Datensätzen weiterhin groß. Die Abteilung HPC verbindet Kompetenz im Bereich der effizienten Umsetzung numerischer Algorithmen durch Parallelisierung, Vektorisierung etc. auf aktuellen und kommenden Hardwarestrukturen mit geophysikalischer Fachkompetenz, so dass das Themenfeld seismisches Processing, insbesondere die seismische Migration, in den vergangenen Jahren zum wesentlichen Anwendungsgebiet des High Performance Computing im Institut anwachsen konnte.

In Zusammenarbeit mit der Ölindustrie werden neue Migrationsverfahren entwickelt und existierende Verfahren in neuer Implementierung auf moderner Hardwarearchitektur wesentlich beschleunigt.

Die Neuentwicklung des Verfahrens der 3D-GRT-Migration im Winkelbereich löst das Problem der Mehrwertigkeit der Wellenfronten in komplexen Medien und erlaubt es, Aussagen über die Reflexionsstärke von Untergrundschichten zu machen, um daraus möglicherweise direkte Information zum Poreninhalt der Gesteine zu gewinnen. Das hauseigene Konzept der virtuellen Maschine ermöglicht dabei erst die Realisierung eines derartigen Verfahrens, da durch den quasi-zufälligen vielfachen Zugriff auf Teile des Datensatzes alle seismischen Daten im Arbeitsspeicher des Rechenclusters gehalten werden müssen. Im nachfolgenden Projekt wird dieses Verfahren detailliert dargestellt.

Für das Verfahren der Kirchhoff-Migration konnte durch die Implementierung auf einem Cell-Chip-Cluster eine große Effizienzsteigerung nachgewiesen werden. Die dadurch gewonnene Erfahrung zur effizienten Programmierung auf kommenden Multicore-Chiparchitekturen fließt in Implementierungen zu den rechenzeitaufwändigeren Wellengleichungsbasierten Migrationen ein.

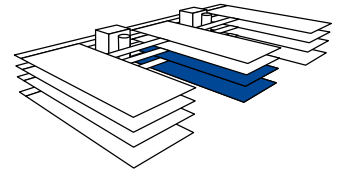
Das Spektrum an verfügbaren seismischen Algorithmen wurde und wird durch gegenwärtige Arbeiten u. a. an seismischer Reflexionstomographie, Radon-Transformation zur Multiplenunterdrückung, anisotropen Filterprozessen erweitert. Die hauseigene Visualisierungs- und Processing-/Interpretationssoftware PreStack-Pro erfährt durch Einbinden dieser Neuentwicklungen eine ständige Aufweitung ihrer Einsatzmöglichkeiten.



Schiff mit Hydrophonen



Mit 3D-GRT migriertes Volumen des SEG-EAGE-Salzstockdatensatzes



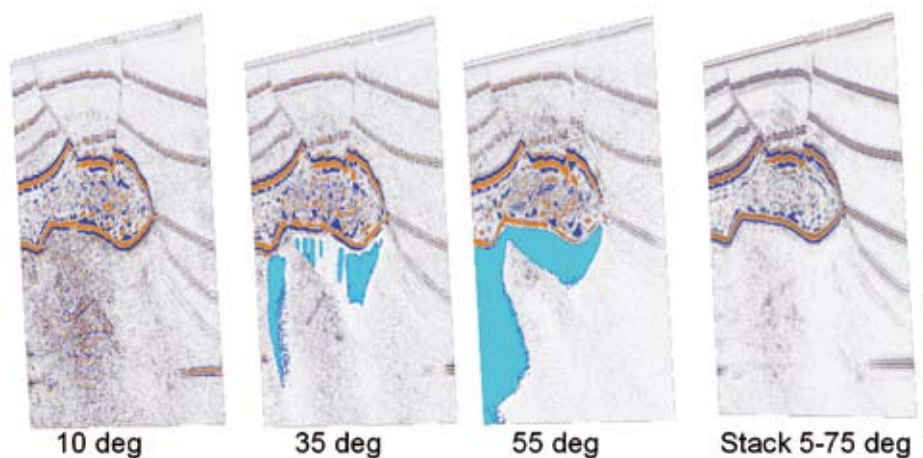
Radon-Transformation-Migration

Auf der Theorie der generalisierten Radon-Transformation (GRT) beruht die Implementation eines Verfahrens zur Prestack-Migration seismischer Daten, das die zahlreichen Nachteile konventioneller strahlbasierter Migrationsverfahren wie der Kirchhoff-Migration umgeht. In einem seit zwei Jahren laufenden Projekt konnte dieses Verfahren im Auftrag der Firma StatoilHydro auf massiv parallelen Rechnersystemen implementiert werden und stellt dabei die weltweit einzige stringente Umsetzung der GRT-Theorie in drei Dimensionen dar.

Der Clou der GRT-Migration besteht darin, dass das Abbild des Untergrundes durch Integration der an der Oberfläche gemessenen Daten über die Einheitskugel errechnet wird und damit als Migrationsergebnis direkt die für die weitere Interpretation benötigten Gather in Abhängigkeit der Reflektionswinkel vorliegen. Ferner werden durch diese Art der Integration die Probleme der Amplitudenerhaltung und Behandlung mehrwertiger Wellenfronten in komplexen Untergrundstrukturen gelöst. Allerdings besteht bei GRT nicht die Möglichkeit, die Daten z. B. hinsichtlich Offsetklassen vorzusortieren, da der Beitrag von seismischen Spuren zu Punkten des Untergrundes sich erst während der Migration aus den Raytracing-Resultaten ergibt. Da im Prinzip jede Spur zu jedem Untergrundpunkt beitragen kann, dies aber in a priori unvorhersagbarer Reihenfolge, ergibt sich die Konsequenz, dass der gesamte seismische Prestack-Datensatz im Arbeitsspeicher des Rechenclusters gehalten werden muss.

Bei der Implementation von GRT in 3D konnte auf die auf Auftraggeber- und Auftragnehmerseite zehn Jahre zurückreichende Erfahrung in dieser Methodik in 2D aufgebaut werden. Der Sprung von 2D auf 3D ist dabei gewaltig, da nicht nur der Dateninput um ein bis zwei Dimensionen, sondern auch der Integrationsbereich um zwei Dimensionen und der Ausgabebereich wiederum um ein bis zwei Dimensionen ansteigen.

Die gegenwärtigen Ergebnisse zeigen gut die Amplitudenerhaltung des GRT-Migrationsverfahrens und die erzielbare Abbildungsqualität, so dass sich weitere Entwicklungen von 3D-GRT auf besondere Untergrundmedien (z. B. Anisotropie) und auf die Beschleunigung des Verfahrens konzentrieren können.



Migriertes Untergrundabbild in Abhängigkeit des Reflexionswinkels

Grid- und Cloud-Computing

In wissenschaftlichen Anwendungen ist Grid-Technologie eine etablierte Basis für Berechnungen auf großen Datenmengen. In letzter Zeit ist neben den etablierten Grid-Technologien auch Cloud-Computing eine interessante Möglichkeit für Unternehmen, Rechenleistung nur dann zu kaufen, wenn sie auch wirklich gebraucht wird. Die Nutzung dieser Technologien im Unternehmenseinsatz steht im Vordergrund dieses Arbeitsschwerpunktes.

Service-Oriented Computing mit PHASTGrid

Mit PHASTGrid können Rechenaufgaben auf beliebige Computer verteilt werden. Die Middleware basiert auf dem SOA-Gedanken und lässt sich einfach in bestehende Infrastrukturen integrieren. Das Service Gateway nimmt dabei die Rechenaufgaben entgegen und verteilt die Anfragen auf die verfügbaren Rechner. Dabei kann dynamisch entschieden werden, ob eine Berechnung im eigenen Rechenzentrum, im Grid oder auf einer Cloud Computing-Plattform ausgeführt wird; PHASTGrid optimiert dabei die Ausführung.

Lizenzmanagement mit GenLM

Im Service-Oriented Computing sind die etablierten Software-Lizenzierungsverfahren oft ein Hindernis. Die bestehenden Lizenzmanagement-Verfahren bieten z. B. keine Möglichkeit, eine Lizenz des Anwenders zum Rechenzentrum des Dienstleisters mitzunehmen. Oft muss vom Dienstleister selbst eine Lizenz vorgehalten werden. Mit GenLM stellt das CC HPC erstmals ein Werkzeug vor, mit dem Softwarehersteller ihren Kunden die flexible Nutzung der Lizenzen ermöglichen können.

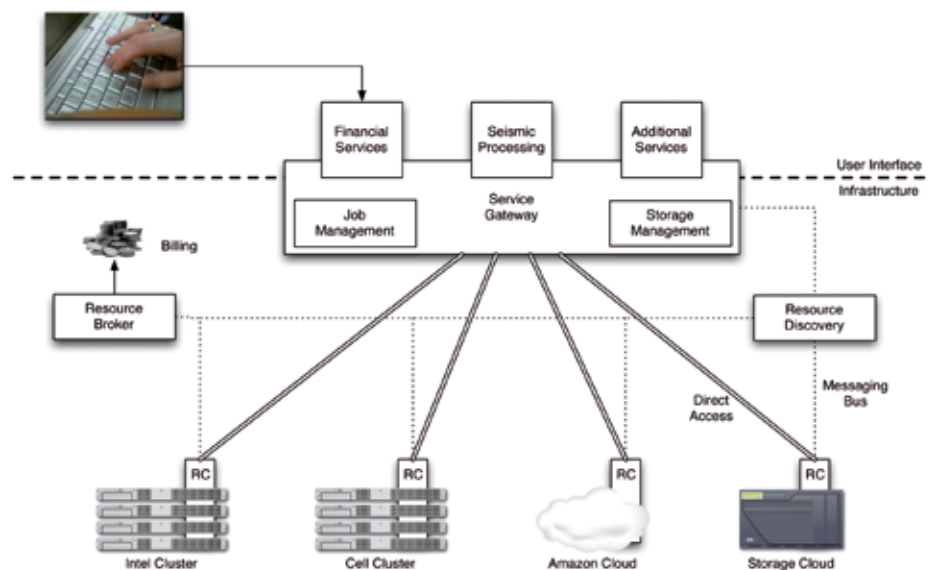
Weitere Produkte

Diverse weitere Produkte ergänzen das Portfolio des **CC HPC**. Mit Jawari steht ein leistungsfähiges Benchmarking-Tool zum Vergleich von verschiedenen Grid-Technologien zur Verfügung. Die Virtualisierungslösung XenBEE bündelt die Vorteile von virtualisierten Maschinen in einer handlichen Umgebung und ermöglicht den Aufbau von privaten Rechen-Clouds. Der Calana-Scheduler benutzt Marktmechanismen, um für gegebene Jobs die preiswerteste Rechenressource zu ermitteln.

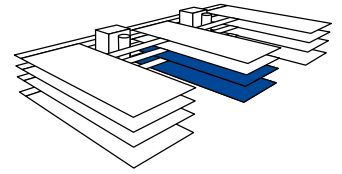
Projekte im Grid-Umfeld

Im vergangenen Jahr wurde die Fraunhofer-WISA »Enterprise Grids« erfolgreich abgeschlossen: Neben der Entwicklung von Grid-Technologien für den Unternehmenseinsatz steht auch die Beratung von Unternehmen im Vordergrund. Im D-Grid Projekt »PartnerGrid« werden die bestehenden Produkte in Zusammenarbeit mit Forschungs- und Industriepartnern weiter verfeinert.

In der Fraunhofer-Grid-Allianz werden die Kompetenzen mehrerer Fraunhofer-Institute gebündelt. Neben der Umsetzung in Industrieprojekten werden die gewonnenen Erfahrungen auch im Rahmen des Open Grid Forums in die Standardisierung von Protokollen eingebracht.



Verschiedene Applikationen werden über das Service Gateway gebündelt. Die Verteilung der Rechenaufträge auf die jeweils optimalen Ressourcen geschieht automatisch über die PHASTGrid-Technologie.



Dr. Norman Etrich, Dr. Tiberiu Rotaru, Kai Krüger, Dr. Franz-Josef Pfreundt, Christian Mohrbacher, Sven Breuner, Dr. Martin Kühn, Dr. Dominik Michel, Maxim Ilyasov, Benedikt Lehnertz, Frauke Santacruz, Alexander Petry, Dr. Hendrik Adorf, Tobias Götz, Mathias Dalheimer, Nikolai Ivlev, Ely Wagner Aguiar de Oliveira, Dr. Dimitar Stoyanov, Dr. Dirk Merten, Evgeny Ivanov

Fraunhofer- Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC

Das jährliche Ertragsniveau des FCC lag von 2006 bis 2008 knapp unter drei Millionen Euro, wobei jedes Jahr Ertragsüberschüsse erzielt wurden. Zusammen mit unseren Partnern Chalmers und ITWM decken wir ein breites Spektrum von Anwendungen ab. 2008 floss etwa eine Million Euro an Projektmitteln an jeden Partner.

Für die Jahre 2008 und 2009 wurde die Industriepartnergruppe IPG ins Leben gerufen. Das Forschungsthema für 2008 lautete »Inverse Probleme, Parameter- und Strukturidentifikation und Optimierung«. Treffen der IPG fanden je zweimal in Göteborg und Kaiserslautern statt; dabei wurde ein Forschungsprogramm auf der Basis von Forschungs- und Industrieszenarien entwickelt.

Gegen Ende des Jahres startete das FCC eine Kampagne, die Studierenden der Chalmers-Universität interessante Optionen bieten und gleichzeitig die personellen Ressourcen des Instituts für zukünftige Einstellungen vergrößern sollte. Zwanzig Studierende konnten daraufhin

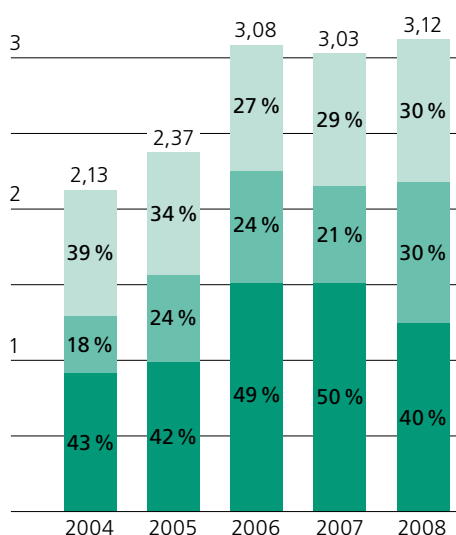
für Vertragsarbeiten und Master-Projekte eingestellt werden.

Das Profil des FCC wird durch seine Ertragsstruktur bestimmt. Das Ergebnis von 2008 entspricht genau dem Fraunhofer-Finanzierungsmodell, d. h. der Ertragsanteil aus Industrieprojekten (40 Prozent) und aus öffentlichen Projekten (30 Prozent) sowie die Grundfinanzierung durch Fraunhofer und Chalmers (30 Prozent) befinden sich in einem ausgewogenen Verhältnis. Bei der Anzahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter war für 2008 ein Rückgang zu verzeichnen, der jedoch 2009 wieder ausgeglichen wird.

Die Abteilung **Geometrie und Bewegungsplanung**, die eng mit dem Chalmers Wingquist Laboratory zusammenarbeitet, erreichte ein Ertragsniveau von weit über einer Million Euro. Ihre Aktivitäten im Jahr 2008 umfassten den Beginn zweier Vinnova-MERA-Projekte zur Elektrobeschichtung und zur effizienten Inspektion, die Bahnplanungssoftware und grundlegende Entwicklungen gemeinsam mit der Abteilung

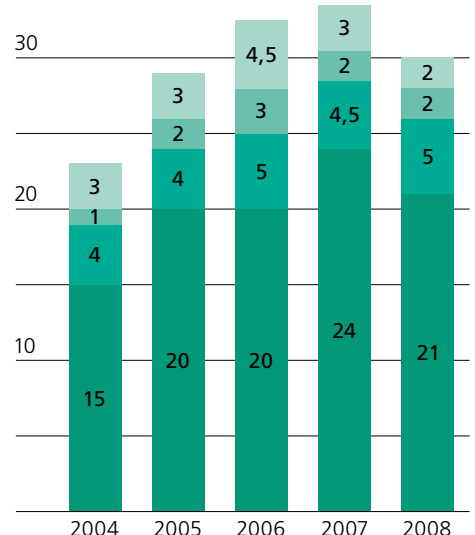
Entwicklung Betriebshaushalt in Mio. □

- Industrie
- Öffentliche Hand
- Fraunhofer und Chalmers



Personalentwicklung

- Wiss. und techn. Mitarbeiter
- Zentrale Bereiche
- Doktoranden
- Wiss. Hilfskräfte



Mathematische Methoden in Dynamik und Festigkeit des ITWM.

Die Abteilung **Computational Engineering und Design** erweiterte ihre Arbeit im Bereich der multiphysikalischen Anwendungen hinsichtlich der Wechselwirkungen zwischen Fluid und Struktur bzw. Fluid und Elektromagnetik besonders durch Projekte zusammen mit schwedischen und anderen europäischen Industriepartnern, in Kooperation mit den ITWM-Abteilungen **Optimierung, Transportvorgänge** sowie **Strömungs- und Materialsimulation**. Über das Mathematical Modelling Centre Göteborg GMMC besteht ebenfalls eine strategische Kooperation mit Chalmers hinsichtlich der simulationsgestützten Optimierung.

Die Abteilung **Zuverlässigkeit und Risikomanagement** konzentriert sich auf die Lebensdauervorhersage und Lastenanalyse mechanischer Strukturen, z. B. in der Automatisierungs- und Automobilindustrie. In Kooperation mit dem Chalmers Stochastic Centre, der Abteilung MDF des Fraunhofer ITWM

und dem SP Technical Research Institute in Schweden ist sie an einem Projekt mit dreijähriger Laufzeit beteiligt. Industriepartner sind sechs europäische Lastwagenhersteller aus Deutschland, Italien, den Niederlanden und Schweden.

Die Abteilung **Systembiologie und Bio-Imaging** ist durch weitere substantielle Erträge aus Industrieprojekten (Pharmaunternehmen) und öffentlichen Projekten (EU und GMMC) – zusätzlich zu der langfristigen Finanzierung durch die schwedische Foundation for Strategic Research SSF – weiter gewachsen. Die Kooperation mit der ITWM- Abteilung **Systemanalyse, Prognose und Kontrolle** wurde durch ein Projekt zu Partikelfiltermethoden weiter ausgebaut.

Leiter des FCC:

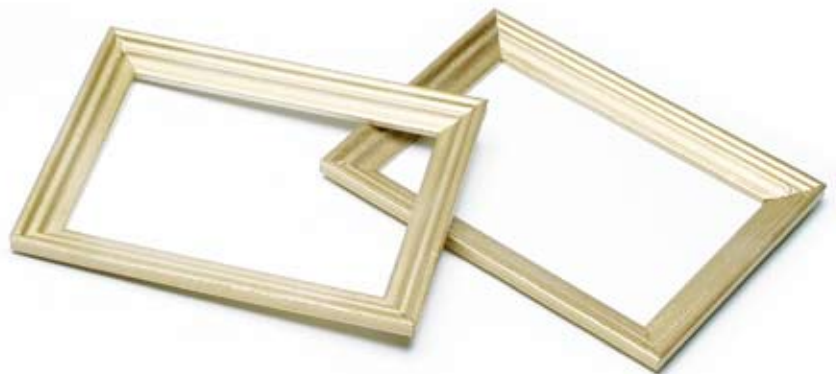
Dr. Uno Nävert

☎ +46(0)31/7 72-42 85

uno.navert@fcc.chalmers.se

Schwerpunkte

- Geometrie und Bewegungsplanung
- Computational Engineering
- Risikomanagement
- Systembiologie und Bioinformatik



Elektromagnetik

Durch die rasante Steigerung der Rechnerleistung und die Entwicklung effizienter numerischer Methoden wurde die Computersimulation von komplexen elektromagnetischen Ausbreitungs- und Wechselwirkungsphänomenen möglich. In Anwendungsgebieten wie der kabellosen Technologie, der Antennenanalyse, der elektromagnetischen Kompatibilität, der Mikroelektronik, der Radarsignatur und der Medizintechnik ist dies eine neue und vielversprechende Technologie.

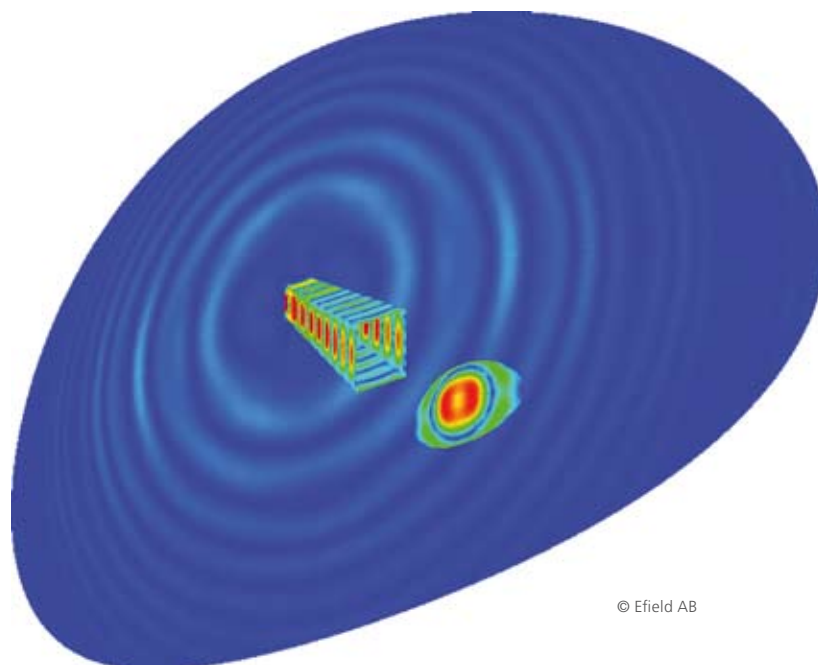
Die Aktivitäten hinsichtlich der elektromagnetischen Simulation im Hochfrequenzbereich am FCC basieren auf der im schwedischen nationalen Forschungs- und Softwareentwicklungsprojekt GEMS (General ElectroMagnetic Solvers) entwickelten Software Suite. Die Beteiligung des FCC an GEMS hat das Institut im Bereich der elektromagnetischen Simulationen weit nach vorne gebracht. Im Bereich der Implementierung arbeitet das FCC mit der kürzlich gegründeten Firma Efield AB zusammen, die die GEMS-Software kommerzialisiert.

2008 war die FCC-Arbeitsgruppe im Bereich der computergestützten Elektromagnetik an der Vorbereitung einer neuen Version der Software efield® beteiligt. In der Forschung zu alternativen Integralformulierungen für dielektrische und verlustbehaftete Materialien wurde ebenfalls letzte Hand angelegt. Hier zeigte sich, dass die Multilevel-Fast-Multipole-Methode (MLFMM) mit der neuen Formulierung im Vergleich zum ursprünglichen Solver um Größenordnungen schneller konvergiert. In Zusammenarbeit mit Unternehmen auf dem deutschen Markt, die am Kauf der Software interessiert waren, wurden Machbarkeitsnachweise durchgeführt. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) nutzt

efield® als Simulationstool für Anwendungen im Bereich der Radarsignatur. Im Mathematical Modelling Centre Göteborg wurde ein Projekt begonnen, das die EEG-gestützte Quellenlokalisierung im menschlichen Gehirn durch Finite-Elemente-Methoden zum Ziel hat.

Die Software efield® ist das Ergebnis einer erfolgreichen Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie in Schweden. Das FCC spielte eine wichtige Rolle bei der Entwicklung der Software und hat diese im Auftrag von Efield AB weiterentwickelt. Das FCC vermarktet efield® und führt Beratungsprojekte auf Basis der Software durch. Die Aktivitäten im Jahr 2008 betrafen vorwiegend vorbereitende Arbeiten für neue Releases und die Verbesserung des MLFMM-Solvers für dielektrische Materialien.

Die Software wird für Anwendungen im Bereich des Antennendesigns, der elektromagnetischen Kompatibilität, der Radarsignatur und der Mikrowellentechnik eingesetzt. Die Gleichungslöser basieren auf Formulierungen sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich. Ein Schlüsselmerkmal ist die Anwendung von Hybridmethoden. Im Frequenzbereich wird eine Momentenmethode des Randintegrallösers mit einem Physical-Optics-Solver gekoppelt; im Zeitbereich koppelt man eine unstrukturierte Finite-Elemente-Methode mit einer Finite-Differenzen-Methode. Die grundlegende Idee der Hybridmethoden besteht darin, die Stärken der einzelnen Methoden zu nutzen, ohne deren Schwächen in Kauf nehmen zu müssen; dies erlaubt eine substantielle Erweiterung des Spektrums lösbarer Probleme.



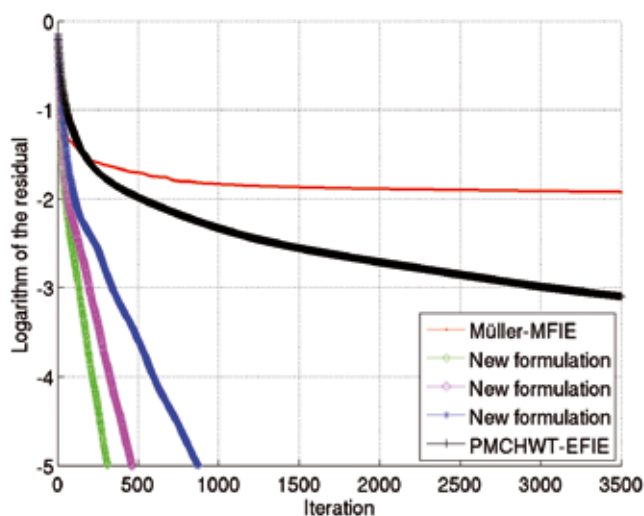
Oberflächenströme auf einer horizontal polarisierten L-Band-Cassegrain Reflektorantenne, simuliert mit efield® auf der Basis der Multilevel-Fast-Multipole-Methode (MLFMM)

Verbesserte Integralformulierungen für dielektrische Körper in MLFMM

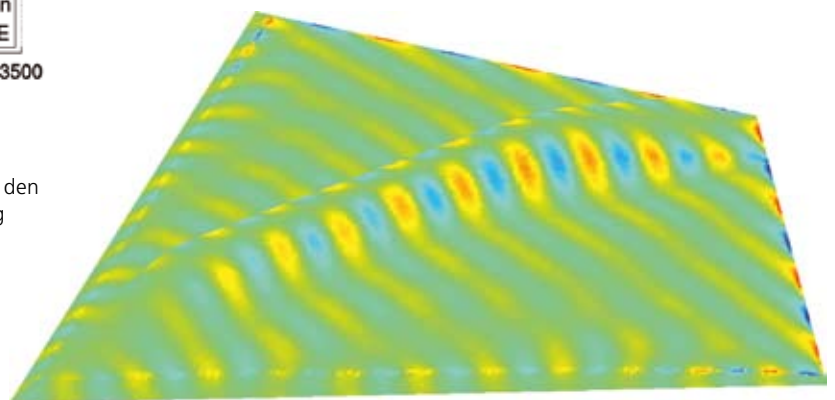
Im Löser für den Frequenzbereich ist das Integral für dielektrische Körper sehr schlecht formuliert. Dies ist insbesondere dann ein Problem, wenn iterative Methoden zum Einsatz kommen, denn der iterative Prozess konvergiert, wenn überhaupt, dann nur langsam. Da diese Tatsache die Anwendung der Fast-Multipole-Methode lediglich auf Probleme mit perfekten elektrischen Leitern einschränkt, ist sie von entscheidender Bedeutung. Das Industriekonsortium STM hat ein Projekt finanziert, in dem alternative Integralformulierungen untersucht wurden.

Eine besondere Herausforderung stellt das Problem einer Kombination von di-

elektrischen Materialien und Metall dar. Unten ist der bistatische Radarquerschnitt für die UAV Eikon mit radarabsorbierendem Material an den Vorderkanten dargestellt. Die mit dem alten, auf der Rumsey-Reaktionsformulierung basierenden Löser erzielten Ergebnisse werden verglichen mit den Ergebnissen, die sich aus der Kombination der PMCHWT-Formulierung mit der Müller-Formulierung ergeben. Das Problem der alten Implementierung war eine nicht optimale Skalierung der Gleichungen. Eine sorgfältige Analyse von Eigenvektoren und Eigenwerten führt außerdem zu einer neuartigen Kombination der Gleichungen in der Müller-Formulierung. Der Effekt hinsichtlich der Konvergenz ist dramatisch, wie sich in der Abbildung unten erkennen lässt.



Vergleich der Ergebnisse aus Rumsey-Reaktionsformulierung mit den aus der Kombination der PMCHWT- mit der Müller-Formulierung



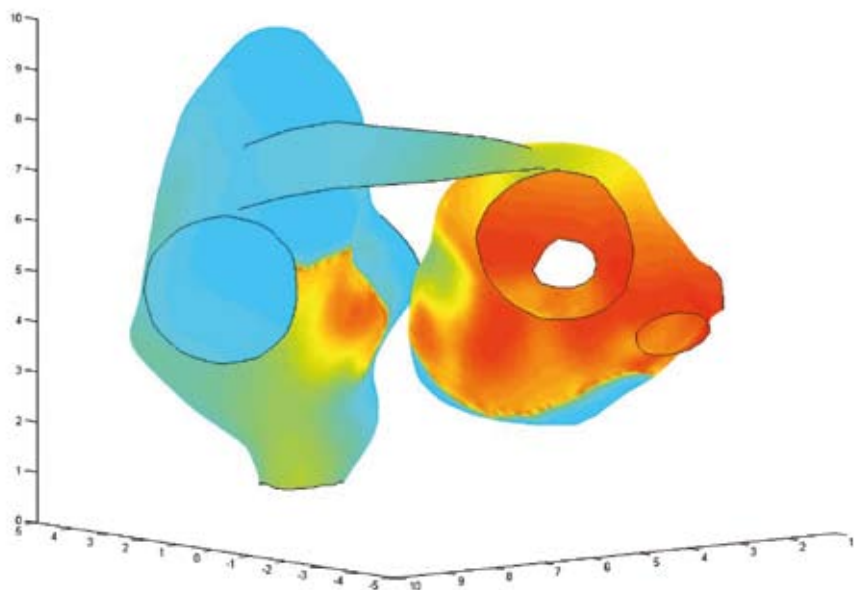
Oberflächenströme auf einer Eikon, nachdem ein Radarimpuls das Flugzeug, das als ein metallisches Objekt mit Vorderkanten aus einem radarabsorbierendem Material modelliert wurde, getroffen hat. Zur Berechnung wurde eine Multilevel-Fast-Multipole-Methode (MLFMM) verwendet.

In-Silico-Simulation des Vorhofflimmerns

Das Vorhofflimmern ist die häufigste Form der Arrhythmie und geht im Falle eines Herzinfarkts einher mit einer fünf- bis sechsfachen Steigerung der Schläge. Computermodelle, die die zeitliche Entwicklung des Aktionspotenzials über realistischen Vorhofgeometrien beschreiben, sind von großem Nutzen für das Verständnis oder die Vorhersage der Wirkung von Medikamenten, die als Inhibitoren auf einzelne oder multiple Ionenkanäle wirken. Im Besonderen ermöglichen es diese Modelle, die Dynamik der Ausdehnung des Aktionspotenzials mit der Wirkung von Medikamenten auf der Ebene einer einzelnen Zelle in Verbindung zu bringen. Dies wiederum gestattet die In-Silico-Rekonstruktion und Untersuchung von Phänomenen wie dem Vorhofflattern oder -flimmern.

In diesem Projekt in Zusammenarbeit mit der Firma AstraZeneca wurde eine Methode für die Modellierung und Simulation elektrochemischer Aktivität in großformatigen Zellnetzwerken entwickelt. Mit dieser Simulationsmethode wurden Flimmern und Flattern wie elektrodynamische Aktivitäten in Zellnetzwerken dargestellt, so dass nachfolgend die Wirkung der Ionenkanal-Modulation auf dieses Verhalten untersucht werden konnte. Qualitativ stimmen die Ergebnisse sehr gut mit In-Vivo-Beobachtungen überein; dies zeigt, dass der Ansatz für eine solche Anwendung geeignet ist und weitere Studien und Erweiterungen lohnenswert erscheinen. Die in diesem Projekt vorgestellte Art der Simulation bietet ein großes Potenzial zur Gewinnung von Einsichten in die dem Vorhofflimmern und -flattern zugrunde liegenden Mechanismen sowie eine Basis für die Vorhersage der Wirkung von Medikamenten.

In jüngster Zeit wurde das Modell der Vorhofgeometrie durch eine Verfeinerung der räumlichen Diskretisierung noch verbessert. Darüber hinaus wurden detaillierte mechanistische Beschreibungen auf niedriger Ebene eines bestimmten Ionenkanals einschließlich der Wechselwirkungseffekte von Medikamenten untersucht und in das Vorhofmodell integriert. In den Zellmodellen früherer Projekte wurden die Ionenstrom-Mechanismen basierend auf dem Hodgkin-Huxley-Paradigma implementiert. Zur Gewinnung von Einsichten in die quantitativen Effekte eines bestimmten Ionenkanal blockierenden Medikaments sollen die sogenannten Markov-Modelle die nötigen Details liefern. Wir haben diesen Formalismus zur Implementierung detaillierterer Modelle eines besonders interessanten Ionenkanals verwendet. Das verfeinerte Zellmodell wurde sowohl für die Simulation von einzelnen Zellen verwendet als auch in ringähnlichen Konstruktionen und dem maßstäblichen Vorhofmodell, wodurch eine bessere Approximation der tatsächlichen Wechselwirkungseffekte zwischen Medikament und Ionenkanal hinsichtlich einer verbesserten Refraktärzeit erreicht werden konnte, d. h. der Zeit bis zu einer möglichen Neustimulierung der Zelle zur Verhinderung von selbständig aufrechterhaltenem elektro-chemischem Verhalten.

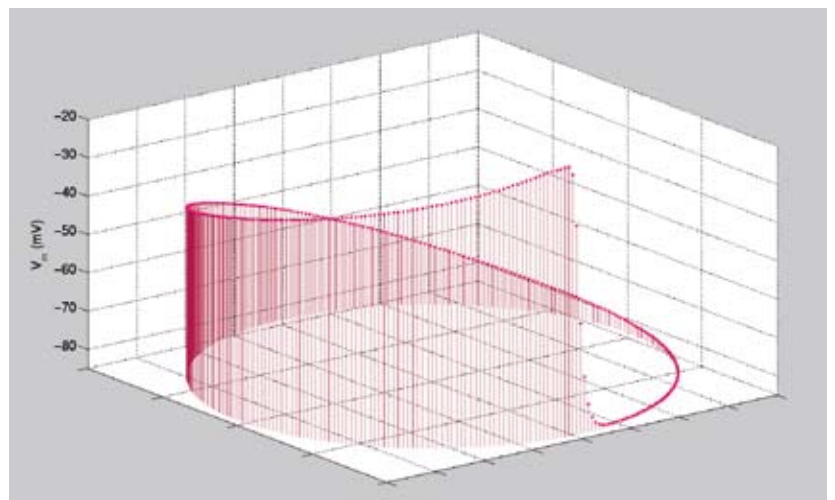


Simuliertes Vorhofflimmern im Modell des Vorhofs beim Hund. Linker und rechter Vorhof, verbunden durch als Bachmann-Bündel bekannte Leitungsbahnen.

Parameterschätzung mit Partikelmethoden bei Anwendungen in der Systembiologie

Partikelmethode, auch sequenzielle Monte-Carlo-Methoden genannt, haben sich erst seit kurzem zu einem Werkzeug dafür entwickelt, Rückschlüsse auf unbekannte Teile nichtlinearer dynamischer Systeme zu ziehen. Biologische Systeme weisen im Allgemeinen einen großen Bereich von Freiheitsgraden hinsichtlich stochastischer Modelle mit nicht-Gauß'schen Distributionen auf. Dies erschwert natürlich die Parameterschätzung, um so mehr in dynamischen Systemen mit abhängigen Beobachtungen, und führt zu vieldimensionalen Wahrscheinlichkeiten.

Ein Projekt in Zusammenarbeit mit dem ITWM hatte zum Ziel, verschiedene Methoden zur Parameterschätzung basierend auf der höchsten Wahrscheinlichkeit, der Vorhersage der Fehlerminimierung und der Bayes'schen Methoden zu untersuchen, zu implementieren, zu vergleichen und entsprechende Benchmarks zu erstellen. Während der Laufzeit des Projekts wurde eine Mathematica-Implementierung der untersuchten Partikelmethode entwickelt.



Simuliertes Wiedereintreten in einen Ring von Vorhofmyozyten. Anhand dieser Konstruktion lässt sich untersuchen, inwieweit eine erhöhte Dauer des Aktionspotenzials auf der Ebene einer einzelnen Zelle die Fähigkeit beeinflusst, sich selbständig aufrechterhaltende Schwingungen in einfachen Geometrien auszulösen.

Automatische Bahnplanung für Festkörper und Industrieroboter

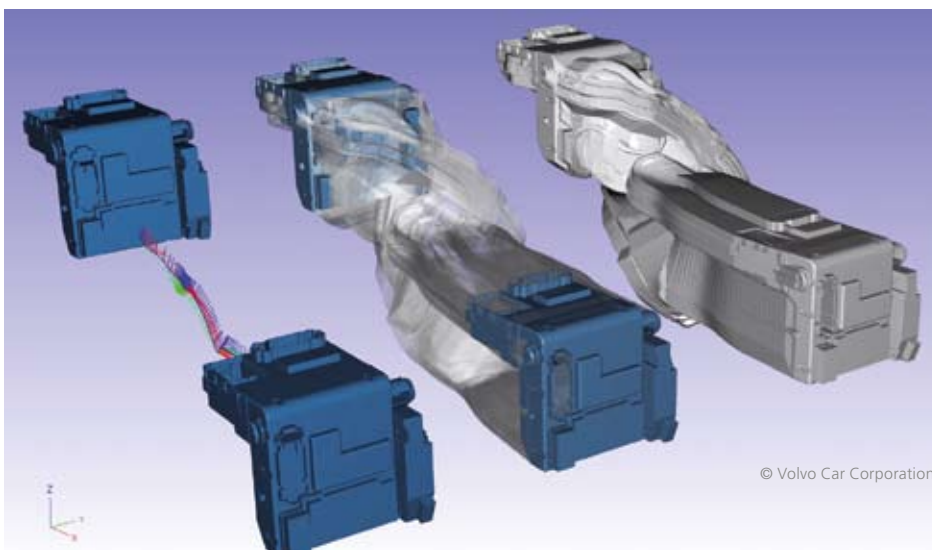
Obwohl in der modernen Industrie virtuelle Prototypen als Ersatz für physikalische Prototypen, zur Visualisierung von Montageprozessen und zur Offline-Programmierung von Industrierobotern verwendet werden, wird das volle Potenzial einer virtuellen Fabrik noch nicht erreicht. Die Programmierung der Bewegungen und Bahnen sowohl der Roboter als auch der Ausrüstung findet immer noch manuell statt, da eine Unterstützung für die automatische Bahnplanung nur sehr begrenzt vorhanden ist. Eine weitere Einschränkung ist die geometrische Genauigkeit von virtuellem Modell und physikalischer Realität. Aus diesem Grund müssen geometrische Toleranzen bei der

Bahnplanung berücksichtigt werden. Dies ist ein erster Schritt von nominalen zu produktionsangepassten virtuellen Modellen, durch den eine Verbindung zum Produktionslauf mit Styling, Design und Herstellbarkeit geschaffen wird.

Die virtuelle Verifikation solcher Produkte, die montiert und später für Instandsetzungsarbeiten demontiert werden können, ist ein wichtiger Bestandteil einer geometrischen Simulation in der produzierenden Industrie. Es besteht daher ein großes Interesse an Methoden und Software für eine automatische Erzeugung von kollisionsfreien Montagebahnen. Die Offline-Programmierung von Robotern und in der Fabrik verwendeten Koordinatenmessgeräten stellen Simulati-

onsingenieure ebenfalls vor große Probleme, wenn sie versuchen, manuell kollisionsfreie Bahnen zwischen einzelnen Punkten zu finden, unter Berücksichtigung möglichst geringer Zykluszeiten und geringen Gelenkverschleißes. Das FCC bietet daher Unterstützung bei der Bahnplanung in folgenden Anwendungen an:

- Visualisierung/Verifikation/Design bei der Montage
- Montage mit Robotern
- Schweißen und Abdichten
- Koordinatenmessgeräte
- Lastenverteilung, Reihenfolge und Koordination von Roboteroperationen



Eine Montagebahn und das zugehörige Swept Volume



Prof. Rikard Söderberg, David Wrangborg, Björn Andersson, Dr. Mats Kvarnström, Mikael Sunnåker, Prof. Jacques de Maré, Dr. Johan Carlson, Jenny Ekenberg, Dr. Robert Bohlin, Dr. Fredrik Edelvik, Dr. Stefan Jakobsson, Mikael Wallman, Staffan Björkenstam, Dr. Marco Günther, Annika Eriksson, Dr. Robert Rundqvist, Sebastian Tafuri, Frederik Ekstedt, Tomas Hermansson, Dr. Uno Nävert, Daniel Segerdahl, Anders Ålund, Helen Johansson, Johan Torsensson, Dr. Mats Jirstrand, Prof. Igor Rychlik, Dr. Jan Hauth, Dr. Sara Lorén, Dr. Andreas Mark, Jonas Hagmar, Prof. Mats Rudemo, Deborah Korb, Dr. Pär Johannesson, Joachim Almquist, Michael Patriksson, Domenico Spensieri

Altendorf, Hellen

Morphological Analysis of 3D Random Fiber Networks

Workshop »3d Imaging, Analysis, Modeling and Simulation of Macroscopic Properties«, Kaiserslautern, November 2008

Andrä, Heiko; Steiner Konrad

Simulation in der Prozesskette Guss

2. Niederdruckguss-Kolloquium bei Kurtz, Hasloch, April 2008

Becker, Jürgen

Materialmodellierung und Auslegungssimulation für Brennstoffzellen

Woche der Technologie, Mainz, November 2008

Becker, Jürgen

Modelling of Two-Phase Behaviour in the Gas Diffusion Layer of PEFCs

5th ModVal Symposium, Winterthur (CH), März 2008

Becker, Jürgen; Schulz, Volker; Wiegmann, Andreas

Modelling of Two-Phase Behaviour in the Gas Diffusion Layer of PEFCs

ECMI, London (GB), Juli 2008

Berger, Martin; Schröder, Michael; Küfer, Karl-Heinz

A Constraint-based Approach for the Two-dimensional Rectangular Packing Problem with Orthogonal Orientations

International Conference Operations Research, Augsburg, September 2008

Berger, Martin; Schröder, Michael; Küfer, Karl-Heinz

A Constraint-based Optimization Approach for Placement Problems in 2.5D System in Package Electronic Design Automation

19. Internationale Wissenschaftliche Konferenz, Mittweida, November 2008

Birgersson, Fredrik; Dressler, Klaus; Baumann, Sonja; Herkt, Sabrina

Reifensimulation mit Abaqus und MKS-Modellen

Abaqus-Benutzerkonferenz, Bad Homburg, September 2008

Böhm, Martin

Image Processing Algorithms in Robotics and Automation

Dianji University, Shanghai (CN), Dezember 2008

Böhm, Martin

Image Processing and Applications

Universite de Savoie, Annecy (F), Mai 2008

Böhm, Martin

New Technology, New Ideology - Innovation of High-Level Applied Talents Cultivation Model

Int. Symp. of High Education, Shanghai (CN), Oktober 2008

Dalheimer, Mathias

Financial Computing on Cell

IBM-Accenture Workshop, Montpellier (F), 2008

Dalheimer, Mathias

Lizenzmanagement für Grids und Clouds

1. D-Grid Lizenzmanagement-Workshop, Hannover, November 2008

Dalheimer, Mathias

Service oriented Computing

Abschlussveranstaltung Enterprise Grids, Stuttgart, Oktober 2008

de Oliveira, Ely

Jawari – A Grid Benchmarking and Monitoring Service for Grid Assessment

Federal University of Campina Grande (BR), Februar 2008

de Oliveira, Ely

Jawari – A tool for Quality of Service Assurance in Grid Infrastructures

4th D-Grid Monitoring Workshop, Hannover, November 2008

Desmettre, Sascha; Gould, John; Szimayer, Alexander

Own-Company Stockholding and Work Effort Preferences of an Unconstrained Executive

First European Summer School in Mathematical Finance, Paris (F), September 2008

Kehrwald, Dirk; Latz, Arnulf; Latta, Daniel; Schönfeld, Friedhelm

Holistic simulation of dielectrophoretic traps

ICMMES 2008, Amsterdam (NL), Juni 2008

Dreßler, Klaus

Ermittlung invarianter Anregungen zur Simulation von Nutzfahrzeugmodulen

3. Grazer Nutzfahrzeugworkshop, Graz (A), Mai 2008

Dreßler, Klaus; Speckert, Michael; Müller, Roland; Weber, Christof

Customer Loads Correlation in Truck Engineering

FISITA 2008, The Future of Automobiles and Mobility, München, September 2008

Erlwein, Christina

Asset allocation under a multi-dimensional HMM setting

Fifth World Congress of the Bachelier Finance Society, London (GB), Juli 2008

Erlwein, Christina

Scenario generation for a portfolio optimisation problem within an HMM framework

International conference on applied mathematical programming and modelling APMOD, Bratislava (SK), Mai 2008

Ettrich, Norman; Merten, Dirk; Foss, Stig-Kyrre

True-amplitude angle migration in complex media

EAGE, Rom (I), Juni 2008

Ettrich, Norman

Detailgenaue Modellierung urbaner Oberflächen zur Koppelung von Kanalnetz- und Oberflächenabflusssimulation

Öffentliche Abschlussveranstaltung 3ZM-Grimex, Dresden, November 2008

Ewe, Hendrik; Klein, Peter; Pieper, Martin

Heat Conductivity in Sintered Aluminium Fibers

Cellular Metals for Structural and Functional Applications 2008, Dresden, Oktober 2008

Ewing, Richard; Iliev, Oleg; Lazarov, Raytcho; Rybak, Iryna; Willems, Jörg

An Efficient Approach for Upscaling Properties of Composite Materials with High Contrast of Coefficients

Jerusalem (IL), Januar 2008

Godehardt, Michael

MAVI – modulares System für die Analyse von Volumenbildern

Workshop »Computertomografie und Analyseverfahren für industrielle Anwendungen«, Kaiserslautern, März 2008

Godehardt, Michael

MAVI: Geometrische Charakterisierung von Objekten und Komponenten in Volumenbildern

Control 2008, Stuttgart, April 2008

Günther, Marco

Simulation based flow optimization for polymer melts

INDEX08, Genf (CH), April 2008

Hering-Bertram, Martin

Geometric data representations for simulation and visualization

Dagstuhl Seminar on Geometric Modeling, Dagstuhl, Mai 2008

Hering-Bertram, Martin

Sound tracing: rendering listener specific acoustic room properties

Eurovis 2008, Eindhoven (NL), Mai 2008

Hietel, Dietmar

Mathematics is technology – industrial applications of maths

University of Canterbury, Christchurch (NZ), April 2008

Hietel, Dietmar

Mathematik ist Technologie – Angewandte Mathematik für die Industrie

Tag der Mathematik, Universität Kassel, Februar 2008

Hietel, Dietmar

Modeling and simulation for innovation

Polyamide & Intermediates Conference, Düsseldorf, Oktober 2008

Hietel, Dietmar

Modeling and simulation of nonwoven processes

Nonwoven Research Academy, Chemnitz, Oktober 2008

- Hietel, Dietmar
Modelling and simulation of fiber dynamics in turbulent flow
Mechanical Engineering Seminar, Christchurch (NZ), März 2008
- Hietel, Dietmar
Modelling and simulation of nonwoven processes
INDEX08, Genf (CH), April 2008
- Hietel, Dietmar
Technologiesprung durch Simulation von Faden-dynamiken
Hofer Vliesstofftage, Hof, November 2008
- Iliev, Oleg
On modeling and simulation of certain industrial flow problems
Berlin, Juni 2008
- Iliev, Oleg
On modeling and simulation of coupled flows in plain and in porous media
Berlin, Juni 2008
- Iliev, Oleg; Ewing, Richard; Lazarov, Raytcho; Willems, Jörg
On an upscaling approach for calculating effective properties of insulation materials
London (GB), Juli 2008
- Iliev, Oleg; Ewing, Richard; Lazarov, Raytcho; Willems, Jörg
On upscaling heat conductivity for a class of industrial problems
18th International Conference on Domain Decomposition Methods, Jerusalem (IL), Januar 2008
- Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Ciegis, Raimondas; Starikovicius, Vadimas; Dederig, Michael; Stausberg, Wolfgang
On new challenges for CFD simulation in filtration
Leipzig, April 2008
- Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Latz, Arnulf; Steiner, Konrad; Wiegmann, Andreas; Willems, Jörg; Popov, Peter; Roesch, Katja; Rybak, Iryna; Starikovicius, Vadimas
On Theory and Praxis of the Calculation of Effective Conductivity and of the Permeability of Porous Materials
Kaiserslautern, November 2008
- Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Willems, Jörg; Starikovicius, Vadimas; Popv, Peter
On a numerical upscaling approach for solving Stokes and Stokes-Brinkman problems
Bad Herrenalb, Oktober 2008
- Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Willems, Jörg; Starikovicius, Vadimas; Popv, Peter
On numerical upscaling for Stokes and Stokes-Brinkman flows
Dubrovnik (HR), Oktober 2008
- Iliev, Oleg; Latz, Arnulf; Rybak, Iryna; Shklyar, Inga; Willems, Jörg
Fast calculation of effective thermal conductivity of insulation materials
Kaiserslautern, September 2008
- Iliev, Oleg; Steiner, Konrad
Flow and material simulation
Utrecht (NL), April 2008
- Jegorovs, Jevgenijs
Wave based method in a complex domain: accuracy improvement
ISMA2008, Leuven (B), September 2008
- Jung, Dominik
Physikalische Modellierung der Luftbalg-federung eines Sattelauflegers
DNT-Workshop, Kaiserslautern, Oktober 2008
- Jung, Dominik; Speckert, Michael; Dressler, Klaus
Modellierung und Simulation eines neuen Prüfstandkonzepts zur Achserprobung
4. ASIM-Workshop, Wismar, Mai 2008
- Junglewitz, Andreas; Spies, Martin; Rieder, Hans
Operational Challenges: Extension of Propeller Welding Repairs for a Higher Availability of Ships
The Marine Propulsion Conference, London (GB), März 2008
- Kabel, Matthias; Andrä, Heiko
Werkstoffauslegung von Dämmstoffen und Isolationsmaterialien
Tag der Technologie 2008 »Werkstoffe und Energie«, Mainz, November 2008
- Klein, Peter
A framework for concurrency in numerical simulations using lock free data structures: The Graph Parallel Architecture -GraPA
International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies, Dunedin (NZ), Dezember 2008
- Kohl, Matthias; Ruckdeschel, Peter
R-Packages for Robust Asymptotic Statistics
useR, Dortmund, August 2008
- Korn, Ralf
Are Modern Portfolio Optimization Methods really applicable ?
METU Ankara (TR), April 2008 und Jahrestagung DGVFM, Dresden, April 2008
- Korn, Ralf
Besser länger leben mit Mathematik
Tag der offenen Tür, ITWM, September 2008 und Kreissparkasse Kaiserslautern, Dezember 2008
- Korn, Ralf
CPDOs: Modelling and Optimal Leverage Function
RICAM-Workshop »Special Semester on stochastics with emphasis to finance«, Linz (A), September 2008
- Korn, Ralf
Faszination Finanzmathematik – Forschung und Anwendung in Theorie und Praxis
Martin Luther Universität, Halle, November 2008
- Korn, Ralf
Finance at Fraunhofer
Launch der Cambridge-Kaiserslautern Finance Alliance, London (GB), Juni 2008
- Korn, Ralf
Finanzmathematik und die Bankenkrise- Schuldig oder nicht schuldig
Fraunhofer ITWM Kaiserslautern, November 2008
- Korn, Ralf
Langlebigkeit – Finanz- und versicherungsmathematische Hintergründe
Qx-Club, Wiesbaden, März 2008
- Korn, Ralf
Mathematisches Modellieren als Technologie
Kickoff der Forschungsinitiative Zukunft, TU Kaiserslautern, November 2008
- Korn, Ralf
Modernes Management finanzieller Risiken (Workshop mit 5 Vorträgen)
R&V-Versicherung, Wiesbaden, Juni 2008
- Korn, Ralf
Optimal Portfolios with transaction costs – a practical approach
University of Cambridge (GB), Februar 2008
- Korn, Ralf
Optimal Portfolios: Basic Methods in the Continuous-time Setting
University of St. Andrews (GB), November 2008
- Korn, Ralf
Optimal Portfolios: New Variations of an Old Theme
University of St. Andrews (GB), November 2008
- Korn, Ralf
Worst-Case Control for Optimal Portfolios: Introduction and recent Aspects
Workshop on Finance, Stochastics, and Insurance, Bonn, Februar 2008
- Korn, Ralf
Worst-case portfolio optimization with applications to finance and insurance
University of Amsterdam (NL), November 2008 und Heriot-Watt-University Edinburgh (GB), November 2008
- Korn, Ralf
Worst-Case Portfolio-Optimierung: Überblick und neue Resultate
Universität Saarbrücken, Januar 2008

- Korn, Ralf; Korn, Elke
The Simulation tool box for the financial engineer (Workshop mit 17 Vorträgen)
METU Ankara (TR), April 2008
- Kreier, Peter; Schwendimann, Michael; Rieder, Hans
Adaptive Ultraschallprüfung aus dem Block gewalzter Stahlknüppel
DACH-Tagung 2008, St. Gallen (CH), April 2008
- Kroisandt, Gerald
ALM bei einem schwedischen Rentenfonds
DAA-Workshop für junge Mathematiker, Reisenburg, September 2008
- Küfer, Karl-Heinz
Interactive Decision Support
Konferenz für Angewandte Optimierung in der virtuellen Produktentwicklung, Universität Karlsruhe, Juni 2008
- Küfer, Karl-Heinz
Mathematik – Motor der Wirtschaft
19. Internationale Wissenschaftliche Konferenz, Mittweida, November 2008 (Plenarvortrag)
- Kuhnert, Jörg
Finite Pointset Method (FPM) for free surface and multiphase flows. Industrial applications.
6th International Conference on Computational Fluid Dynamics in the Oil & Gas, Metallurgical and Process Industries CFD 2008, Trondheim (N), Juni 2008
- Kuhnert, Jörg
FPM applications to coupled production processes in glass forming
Glass Trends 2008, TNO Eindhoven (NL), November 2008
- Kuhnert, Jörg
Meshfree flow solver (FPM) applied to formation of chill ripples in glass forming processes
9th ESG conference, Trencin (SK), Juni 2008
- Lakdawala, Zahra
Coupling multiscale simulations for filtration processes
Zürich (CH), November 2008
- Lakdawala, Zahra; Iliev, Oleg; Wiegmann, Andreas; Rief, Stefan
Coupling Micro-and Macro Simulation for Filtration Processes
Leipzig, April 2008
- Lang, Holger; Dreßler, Klaus
An improved multiaxial stress-strain correction model for elastic FE postprocessing
6th international conference on low cycle fatigue (LCF6), Berlin, September 2008
- Lang, Patrick
Das Methoden-Cockpit: Eine integrierte Plattform zur systematischen Technologieentwicklung
Forum »Fokus Technologie«, Stuttgart, Oktober 2008
- Latz, Arnulf
Schüttgutsimulation - Der aktuelle Stand der Forschung und die Bedeutung für die Industrie
17. Schüttguttag, Wiesbaden, Juni 2008
- Latz, Arnulf
Simulation der Aerosoldynamik in komplexen Strukturen mit Anwendungen auf die menschliche Lunge
MEF Tag 2008, München, Juni 2008
- Latz, Arnulf; Schmidt, Sebastian
A unified hydrodynamic model for dilute and dense granular flow
Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Berlin, Februar 2008
- Lautensack, Claudia
Analyse und Modellierung von Mikrostrukturen
Institut für Technische Mechanik, Universität Karlsruhe (TH), Januar 2008
- Lautensack, Claudia
Anisotropy analysis of 3d point processes
Stochastiktag, Aachen, März 2008 und Workshop »Random Models in Science, Engineering and Medicine«, Smøgen (S), August 2008
- Lautensack, Claudia
Charakterisierung der Mikrostruktur von Faserwerkstoffen
Industrielle CT-Tagung, Wels (A), Februar 2008
- Lautensack, Claudia
Image Analysis for Applications in Paper Industry
Fraunhofer-Chalmers Centre, Göteborg (S), Februar 2008
- Lautensack, Claudia
Modelling of cellular structures using locally adaptable morphology
SSIAB 08, Toulouse (F), Mai 2008
- Lautensack, Claudia
Modelling of foam structures using locally adaptable morphology
3D IMS 2008, Carcans-Maubuisson (F), September 2008
- Lautensack, Claudia
Poisson Laguerre Tessellations
ISVD 2008, Kiew (UA), September 2008
- Lefteriu, Sanda
A new approach to modeling multi-port scattering parameters
7th International Conference on Scientific Computing in Electrical Engineering, Helsinki (FIN), Oktober 2008 und Workshop on Model Reduction for Circuit Simulation, Hamburg, Oktober 2008
- Lefteriu, Sanda
System identification from frequency domain
3th Smart Structures Workshop, Leuven (B), Oktober 2008
- Linn, Joachim
Discrete rods from geometric finite differences
Seminar »Discrete Differential Geometry«, DFG research unit »Polyhedral Surfaces«, TU Berlin, Februar 2008
- Linn, Joachim; Lang, Holger
Quasistatic and dynamic simulation of discrete Kirchhoff and Cosserat rods
Kolloquium über numerische und angewandte Mathematik, Universität Göttingen, Oktober 2008
- Maag, Volker; Küfer, Karl-Heinz
Optimal Cooling in Injection Molding
Opteng 2008, Rio de Janeiro (BR), Juni 2008
- Maasland, Mark
Oberflächenprüfung und –charakterisierung von Werkstoffen mittels Bildverarbeitung
Tag der Technologie 2008, Mainz, November 2008
- Maasland, Mark; Teutsch, Christian
Kombinierte optische Vermessung und Oberflächenprüfung von 3D-Objekten
Fraunhofer-Vision Seminar »Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung«, Karlsruhe, Dezember 2008
- Marburger, Jan
Space mapping and optimal shape design
GAMM 2008, Bremen, April 2008
- Mohring, Jan
Integrated Multi-Field Simulation, Model Reduction, and Model Based Controller Design
Smart Structures Basic Course, Budapest (H), Februar 2008
- Mohring, Jan
On the way to a parametric reduced model of the LMS concrete car
3th Smart Structures Workshop, Leuven (B), Oktober 2008
- Mohring, Jan
Parametric reduced models of smart structures
Smart Structures Workshop, Leuven (B), Dezember 2008
- Müller, Marlene
Calibrating and Validating Credit Rating Systems (Workshop mit 4 Vorträgen)
FIRN Workshop, Sydney (AUS), Oktober 2008
- Müller, Marlene
Nonparametric Components in Discrete Choice Models (with an Application to Credit Scoring)
Monash University, Melbourne (AUS), Oktober 2008 und National University of Singapore, Singapur (SGP), November 2008
- Müller, Marlene
Redesigning Ratings: Assessing the Discriminatory Power of Credit Scores under Censoring
Edith Cowan University, Perth (AUS), Oktober 2008; University of Technology, Sydney (AUS), Oktober 2008

Müller, Marlene <i>Statistics of Credit Risk</i> Summer School des Zentrums für Statistik (ZfS) der Universität Göttingen, Hann.Münden, Mai 2008	Nickel, Stefan <i>Discrete Ordered Median Problems: Models, Solution Techniques and Extensions</i> Saint-Maxime La Baume (F), August 2008	Öngün, Yekta; Bartel, Dirk; Deters, Ludger <i>Ein hydrodynamisches Interface Element zur FE- Berechnung der Mischreibung an Elastomerdich- tungen</i> 20. Deutschsprachige Abaqus-Benutzerkonferenz, Bad Homburg, September 2008
Neunzert, Helmut <i>Denn das Schöne ist nichts als des Schrecklichen Anfang.</i> Tage des Schmuck-Designs, FH Idar-Oberstein, Mai 2008	Nickel, Stefan <i>Hospital Logistics</i> Nantes (F), März 2008	Pfreundt, Franz-Josef <i>High Performance Computing at the Fraunhofer ITWM</i> ASIM Workshop, Erlangen, Februar 2008
Neunzert, Helmut <i>Marcello Anile – the driving force for the cooperation</i> Memorial Marcello Anile, Catania (I), April 2008	Nickel, Stefan <i>Location Planning using Geographic and Demo- graphic Data</i> Santa Barbara, Calif. (USA), Juni 2008 und Augsburg, September 2008	Pfreundt, Franz-Josef <i>Is HPC going green?</i> ISC Dresden, Juni 2008
Neunzert, Helmut <i>Mathematik – Motor der Innovation</i> Kolloquium Universität Konstanz, Mai 2008	Nickel, Stefan <i>Location Problems in Supply Chain Management</i> Vila Real (P), März 2008	Pfreundt, Franz-Josef <i>Service-oriented Computing</i> IT-Virtualisierung, Frankfurt, Februar 2008
Neunzert, Helmut <i>Mathematik für den Alltag – keine alltägliche Mathematik</i> Österreichische Akademie der Wissenschaften, Radon- Lecture, Wien (A), April 2008	Nickel, Stefan <i>The Maximal Dispersion Territory Design Problem</i> Madrid (E), Juni 2008	Pfreundt, Franz-Josef <i>Service-oriented Computing für die Finance and Exploration - Erwartungen für die nächsten Jahre</i> RWE-Innovation-Workshop, Herten-Westerhold, April 2008
Neunzert, Helmut <i>Mathematik für den Alltag – meist keine alltäg- liche Mathematik</i> Tag der Technomathematik, Universität Hamburg, April 2008	Nickel, Stefan <i>WEEE and Max Dispersion Territory Design Problems</i> Washington, DC (USA), Oktober 2008	Pfreundt, Franz-Josef <i>The big switch</i> Forum Virtualisierung Grid, Stuttgart, Mai 2008
Neunzert, Helmut <i>Mathematik für die Industrie</i> Symposium »Wirtschaft trifft Mathematik«, Paderborn, November 2008	Niedziela, Dariusz; Latz, Arnulf <i>Modeling and simulation of particle concentra- tions in powder injection molding</i> Workshop on simulation of powder injection molding process - progress and expectations by industry, Besancon (F), November 2008	Pfreundt, Franz-Josef; Ettrich, Norman; Merten, Dirk; Shea, Bill; Foss, Stig-Kyre; Rhodes, Mark; Osen, Are <i>HPC-Solution for Angle domain depth migration and pre-stack visualization.</i> Vortrag SEG Konferenz, Las Vegas (USA), November 2008
Neunzert, Helmut <i>Mathematik ist Technologie – wissen das auch Schüler?</i> Technotag an der TU Kaiserslautern, Mai 2008	Niedziela, Dariusz; Latz, Arnulf <i>Numerical Simulations of Sand-Air Mixtures for the Casting Industry</i> 8th World Congress on Computational Mechanics (WCCM8); 5th European Congress on Computational Methods in Applied Science and Engineering (ECCO- MAS 2008), Venice (I), Juni-Juli 2008	Pieper, Martin <i>Mathematics is a Technology: Applied Research for Industry at Fraunhofer ITWM</i> Universität Göttingen, November 2008
Neunzert, Helmut <i>Mathematik und die Innovationskraft unserer Wirtschaft</i> Ringvorlesung »Mathematik + X« der Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Dezember 2008	Nögel, Ulrich <i>Credit Derivatives and CDOs</i> 4 Vorträge; FIRN Workshop, Sydney (AUS), August 2008	Raillon, Raphael; Mahaut, Steve; Leymarie, Nicolas; Lonné, Sébastien; Spies, Martin <i>Results of the 2008 UT Modeling Benchmark Obtained with Two Semi-Analytical Models: Responses of Flat-bottom Holes Under Surfaces of Different Curvatures</i> 35th Annual Review of Progress in QNDE 2008, Chicago (USA), Juli 2008
Neunzert, Helmut <i>Mathematische Modellierung in der Schule</i> Schulen der Stadt Wien, Wien (A), April 2008	Nögel, Ulrich <i>Option Pricing in Local and Stochastic Volatility Models</i> University of Technology, Sydney (AUS), August 2008 und Edith Cowan University, Perth (AUS), August 2008	Redenbach, Claudia <i>3D-Charakterisierung und Modellierung von Schäumen</i> DGM-Arbeitskreis »Quantitative 3D-Mikroskopie«, Kaiserslautern, November 2008
Neunzert, Helmut <i>Produktionsfaktor Mathematik</i> Podiumsdiskussion Berlin, November 2008	Nögel, Ulrich <i>Option Pricing in Local and Stochastic Volatility Models (Workshop mit Doppelvortrag)</i> Australian National Univ., Canberra (AUS), August 2008	Redenbach, Claudia <i>Realistic Models for Open Foams</i> Workshop »3d Imaging, Analysis, Modeling and Simu- lation of Macroscopic Properties«, Kaiserslautern, November 2008
Neunzert, Helmut; Siedow, Norbert <i>Mathematic in Schools: Inverse Problems</i> Stella Maris College, Chennai (IND), November 2008	Nowak, Uwe; Berger, Martin; Schröder, Michael; Stroe, Bogdan; Fionik, Eugenia; Küfer, Karl-Heinz <i>Multiobjective Simulated Annealing with Adap- tive Objective-Driven Neighborhoods for 2.5D System-in-Package Design</i> International Conference Operations Research, Augsburg, September 2008	
Nickel, Stefan <i>A Territory Design Problem Arising in the Context of the WEEE-Directive</i> Rotterdam (NL), Oktober 2008		

- Redenbach, Claudia
Zufällige Laguerre-Mosaik
AG Stochastik, TU Kaiserslautern, Dezember 2008
- Redenbach, Claudia; Sych, Tetiana; Schladitz, Katja; Godehardt, Michael; Wirjadi, Oliver; Spies, Martin
3D Characterisation and Modelling of Foam Structures
International Symposium on NDT in Aerospace, Fürth, Dezember 2008
- Redenbach, Thomas
Mathematik in industriellen Anwendungen
MINT-Camp, Wiesbaden, Februar 2008
- Rief, Stefan; Schmidt, Kilian; Wiegmann, Andreas
Simulation of Ceramic DPF Media, Soot Deposition and Pressure Drop Evolution Using GeoDict
World Filtration Congress 2008, Leipzig, April 2008
- Rief, Stefan; Wiegmann, Andreas
Simulation von Filtermedien mit GeoDict
STFI Chemnitz, März 2008
- Rösch, Ronald
Bildverarbeitung am Fraunhofer ITWM
DGM-Arbeitskreis »Quantitative 3D-Mikroskopie«, Kaiserslautern, November 2008
- Rösch, Ronald
Fehlerdetektion in texturierten Oberflächen im praktischen Einsatz
Fraunhofer Vision Technologietag, Magdeburg, Oktober 2008
- Rösch, Ronald
Typischer Aufbau eines Online-Oberflächeninspektionssystems
Fraunhofer-Vision Seminar »Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung«
Karlsruhe, Dezember 2008
- Rösch, Ronald; Meyer, Fernand
Digital Engineering – Virtual Design of Materials
Carnot-Fraunhofer-Workshop, Strasbourg (F), Januar 2008
- Ruckdeschel, Peter; Kohl, Matthias
distrMod – an S4-class based package for statistical models
useR, Dortmund, August 2008
- Scheben, Rolf; Götz, Siegbert; Spies, Martin; Rieder, Hans
Verbesserte Qualitätssicherung durch das Zusammenspiel von Inspektionsprozeduren mit Simulations- und Rekonstruktionsalgorithmen
DACH-Tagung 2008, St. Gallen (CH), April 2008
- Scherrer, Alexander
Multi-criteria optimization in IMRT planning: From a theoretical concept to a clinical software tool
Symposium on Radiobiologically based optimization for IMRT, Göteborg (S), September 2008
- Schladitz, Katja
Analyse und geometrische Modellierung der Mikrostruktur poröser Werkstoffe
Workshop »Dämmstoffe und Isolationsmaterialien - Design und Charakterisierung«, Kaiserslautern, September 2008
- Schladitz, Katja
Analyse von Volumenbildern mit MAVI
Fraunhofer Vision Technologietag, Magdeburg, Oktober 2008
- Schladitz, Katja
Geometric characterisation of pore space in volume images
IEEE NSS/MIC 2008 Conference, Dresden, Oktober 2008
- Schladitz, Katja
Geometrische Charakterisierung von Objekten und Komponenten in Volumenbildern
Workshop »Computertomografie und Analyseverfahren für industrielle Anwendungen«, Kaiserslautern, März 2008
- Schladitz, Katja
Integral geometric and morphological methods for 3d image analysis
Materials Science and Engineering, Nürnberg, September 2008
- Schmidt, Oliver
Coupling of numerical and symbolic MOR techniques
Workshop »Model Reduction for Circuit Simulation«, Hamburg, Oktober 2008
- Schmidt, Sebastian; Latz, Arnulf; Niedziela, Darek
Simulation granularer Strömungen in industriellen Anwendungen
NAFEMS 5th Anniversary CFD-Seminar Simulation komplexer Strömungsvorgänge (CFD) - Anwendungen und Trends, Wiesbaden, März 2008
- Schröder, Michael
Forschungsprojekt VerSiPlektor - Optimieren von Bauteilplatzierungen in 3D
16. FED-Konferenz Fachverband Elektronik Design, Bamberg, September 2008
- Schröder, Michael
Industrial Mathematics: Lessons from the last mile
Expertenseminar »Mathematik in Theorie und Praxis«, Universität Göttingen, Juli 2008
- Schröder, Michael
Versiplektor: Entwurf und Optimierung – Ein Autoplacer für vertikale Systems-in-Package
Fachgremium Mikrotechnische Produktion, Nürnberg, Juni 2008
- Schröder, Michael; Schüle, Ingmar
Interaktive mehrkriterielle Optimierung für die regionale Fahrplanabstimmung in Verkehrsverbänden
HEUREKA 08, Stuttgart, März 2008
- Schüle, Ingmar
Fahrplansynchronisierung im ÖPNV
TU Clausthal, Januar 2008
- Schüle, Ingmar
Mathematiker im Beruf
Universität Göttingen, Dezember 2008
- Schüle, Ingmar; Dragan, Anca; Radev, Alexander; Schröder, Michael; Küfer, Karl-Heinz
Multicriteria optimization for regional timetable synchronization in public transport
Operations Research 08, Augsburg, September 2008
- Seelig, Thomas; Latz, Arnulf; Sanwald, Sven
Werkstoffmodellierung und Crash-Simulation bei langfaserverstärkten Thermoplasten
Kunststofftagung Fellbach, Juni 2008
- Serna, Ivan
Approximating the Nondominated Set in Convex Multicriteria Optimization
GOR-AG Entscheidungstheorie und Praxis, Wittenberg, März 2008
- Siedow, Norbert
Direkte und inverse Temperaturbestimmung in semitransparenten Materialien
Universität Kassel, FB Mathematik, Kassel, April 2008
- Siedow, Norbert
Ein neuartiges Verfahren zur hochpräzisen Auslegung von Freiformlinsen
Fraunhofer-Challenge Meeting, München, September 2008
- Siedow, Norbert
Energieeffiziente Produktion von Glas
Tag der Technologie, Mainz, November 2008
- Siedow, Norbert
Inverse and parameter identification problems
Industrial Partner Group, Göteborg (S), Februar 2008
- Siedow, Norbert
Mathematik kann hören
Rotariertreffen am ITWM, Kaiserslautern, August 2008 und Tag der offenen Tür, Kaiserslautern, September 2008
- Siedow, Norbert
Mathematische Modellierung
MNU-Workshop, Kaiserslautern, Mai 2008
- Siedow, Norbert
Pharmakokinetik im Innenohr
ITWM-Seminar, Kaiserslautern, Dezember 2008
- Siedow, Norbert
Radiative Heat Transfer and Applications for Glass Production Processes
CIME - Summerschool, Montecatini (I), Oktober 2008

- Siedow, Norbert
Temperatursimulationen und thermische Spannungen im Glas
DGG Fachausschusssitzung IV »Glasmaschinentechnik und Formgebung«, Würzburg, März 2008
- Spangl, Bernhard; Ruckdeschel, Peter; Dutter, Rudolf
Approximate Conditional-mean Type Filtering for State-space Models
useR, Dortmund, August 2008
- Speckert, Michael
Erfassung und Modellierung der Betriebsbeanspruchung als zentrales Element der Auslegung
1. Konferenz Digitale Nutzfahrzeugtechnologie, Fraunhoferzentrum Kaiserslautern, Oktober 2008
- Speckert, Michael
Statistische Methoden in der Betriebslastermittlung von Fahrzeugen und der Auswertung von Lebensdaueruntersuchungen
OTTI-Fachforum Systemzuverlässigkeit von Elektronikbauteilen, Regensburg, Mai 2008
- Spies, Martin
Advanced Ultrasonic NDT of Aero Engine Components Using Validated Simulation Techniques
International Symposium on NDT in Aerospace, Fürth, Dezember 2008
- Spies, Martin
Der Einsatz von Ultraschall zur Materialprüfung - Einführung in die Thematik
15. Workshop »Physikalische Akustik« der Deutschen Gesellschaft für Akustik gemeinsam mit der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Bad Honnef, Oktober 2008
- Spies, Martin
Erhöhte Anforderungen an die Qualitätssicherung moderner Werkstoffe und Bauteile - Aktuelle Trends in der Ultraschall-zfP
9. PQMT Kolloquium, Robert Bosch GmbH, Gerlingen, Januar 2008
- Spies, Martin
Simulation und Validierung der Charakterisierung poröser Werkstoffe mittels Ultraschall
Workshop »Dämmstoffe und Isolationsmaterialien - Design und Charakterisierung«, Kaiserslautern, September 2008
- Spies, Martin
Simulation-Based Ultrasonic Inspection of Metallic and Non-Metallic Components
4th IPG-Workshop, Kaiserslautern, Oktober 2008
- Spies, Martin
Validierung semi-analytischer Simulation der Fehlerprüfung an ebenen und gekrümmten Bauteilen anhand des internationalen UT Benchmarks 2007
DACH-Tagung 2008, St. Gallen (CH), April 2008
- Spies, Martin; Andrä, Heiko; Rieder, Hans; Schulz, Volker; Zemitis, Aivars
Charakterisierung und Optimierung von Dämmstoffen durch die Kombination von zfP-Verfahren und Werkstoffsimulation
DACH-Tagung 2008, St. Gallen (CH), April 2008
- Spies, Martin; Rieder, Hans
Quantitative Fehlercharakterisierung aus Ultraschall-HF-Daten mittels simulationsgestützter Auswerteverfahren
DACH-Tagung 2008, St. Gallen (CH), April 2008
- Steiner, Konrad
Integration von Werkstoffmodellierung und Prozesssimulation bei der virtuellen Produktauslegung
Cluster-Forum: Simulation in der Werkstofftechnik, Nürnberg, Mai 2008
- Steiner, Konrad
Simulation von Materialeigenschaften
Workshop: Computertomographie und Analyseverfahren für industrielle Anwendungen, Saarbrücken & Kaiserslautern, März 2008
- Steiner, Konrad
Virtuelles Materialdesign - Methoden und Anwendungen
Werkstofftage Mainz, November 2008
- Steiner, Konrad
Virtuelles Materialdesign für Dämmstoffe und Isolationsmaterialien
Workshop: Dämmstoffe und Isolationsmaterialien - Design und Charakterisierung, Kaiserslautern, September 2008
- Steiner, Konrad; Andrä, Heiko
Robuste, gussgerechte Designoptimierung von Aluminium-Bauteilen durch Sensitivitätsanalyse und Kontrolle von Gefügedefekten
Clustertreffen: Prozesskette Guss, Ingolstadt, November 2008
- Steiner, Konrad; Hartwig, Thomas; Kraft, Torsten; Latz, Arnulf; Mortiz, Tassilo
Pulverspritzgussimulation
NUSIM-Jahrestreffen, Bremen, Januar 2008
- Stoev, Julian
Model reduction approaches for MIMO systems
3th Smart Structures Workshop, Leuven (B), Oktober 2008
- Strautins, Uldis; Latz, Arnulf
A mesoscale based model for concentrated fibre suspension flows
Kääriku (EST), Juni 2008
- Sych, Tetyana; Rösch, Ronald; Schnell, Jürgen; Ackermann, Florian
Statistical analysis of fiber distribution in UHPC
UHPC Symposium, Kassel, März 2008
- Velásquez, Rafael
Planungsunterstützung im OP-Management: Die Online-Planung
Städt. Kliniken Frankfurt am Main - Höchst, Februar 2008
- Weyh, Thorsten; Linn, Joachim
Kostensparnis bei der Produktentwicklung mithilfe des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik
SRP Seminar mit dem BVMW, Weilerbach, Dezember 2008
- Wiegmann, Andreas
Air filtration simulation with focus on slip effects
Valley Forge, Pennsylvania (USA), Mai 2008
- Wiegmann, Andreas
An FFT-based Stokes Solver for Virtual Material Design
Fontainebleau (F), Juni 2008
- Wiegmann, Andreas
Die Explicit Jump Immersed Interface Method und industrielle Anwendungen
Uni Bremen, März 2008
- Wiegmann, Andreas
Filtration Simulation with GeoDict and FilterDict
Saclay (F), Juni 2008
- Wiegmann, Andreas
GeoDict - von der Struktur zur Eigenschaft
Kaiserslautern, März 2008
- Wiegmann, Andreas
Simulation Studies of deposition mechanisms for aerosol particles in fibrous filters including slip flow
Leipzig, April 2008
- Wiegmann, Andreas
Voxel based Material Models and Material Property Computations
Stuttgart, Dezember 2008
- Winterfeld, Anton
An interior-point method for general semi-infinite programming
Universität Karlsruhe, Januar 2008
- Winterfeld, Anton
Large-scale semi-infinite optimization applied to industrial gemstone cutting
SIMAI 2008, Rom (I), September 2008
- Wirjadi, Oliver
Linear filters for computing the 3d fiber orientation in fiber-reinforced polymers
Workshop »3d Imaging, Analysis, Modeling and Simulation of Macroscopic Properties«, Kaiserslautern, November 2008

Lehrtätigkeit

Wirjadi, Oliver

Linear filters for computing the 3d fiber orientation in fiber-reinforced polymers

DGM-Arbeitskreis »Quantitative 3D-Mikroskopie«, Kaiserslautern, November 2008

Wirjadi, Oliver

Segmentierung von Bildobjekten und -komponenten

Workshop »Computertomografie und Analyseverfahren für industrielle Anwendungen«, Kaiserslautern, März 2008

Wirjadi, Oliver; Malten, Rebekka; Godehardt, Michael; Sych, Tetiana; Schladitz, Katja; Redenbach, Claudia; Spies, Martin

3D Characterisation and Modelling of Fibrous Materials

International Symposium on NDT in Aerospace, Fürth, Dezember 2008

Zemitis, Aivars

Elastic properties of fiber-reinforced plastics

2nd International Fraunhofer Workshop »3D Imaging, Analysis, Modelling and Simulation of Macroscopic Properties«, Kaiserslautern, November 2008

Böhm, Martin

Professur für Robotik und Bilderkennung
Fachhochschule Kaiserslautern

Dalheimer, Mathias

Grid Computing

TU Kaiserslautern, Wintersemester 2007/2008

Günther, Marco

Mathematik und Statistik

Fachhochschule Wiesbaden, Wintersemester 2008/2009

Hering-Bertram, Martin

Computer Animation

TU Kaiserslautern, Wintersemester 2007/2008, Wintersemester 2008/2009

Hering-Bertram, Martin

Visualization and VR

TU Kaiserslautern, Sommersemester 2008

Hietel, Dietmar

Theoretical Fluid Mechanics

University of Canterbury (NZ), 2008

Iliev, Oleg

Intensive course (7 lectures) on modeling and simulation of multiscale problems

IIT Madras (IND), November 2008

Iliev, Oleg

Modern iterative methods

TU-Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik, Wintersemester 2007/2008

Kehrwald, Dirk

Thermo- und Fluidodynamik.

Hochschule Mannheim, Wintersemester 2007/2008 und Sommersemester 2008

Klar, Axel

Professur für Technomathematik

TU Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik

Küfer, Karl-Heinz

Applied Optimization (Oberseminar)

TU Kaiserslautern, Sommersemester 2008

Küfer, Karl-Heinz

Industrial Applications of Optimization (Seminar)

TU Kaiserslautern, Sommersemester 2008

Küfer, Karl-Heinz

Theorie von Scheduling Problemen (Vorlesung und Übungen)

TU Kaiserslautern, Sommersemester 2008

Latz, Arnulf

Theorie der Kolloide und Suspensionen

TU Kaiserslautern, Sommersemester 2008

Müller, Marlene

Non- and Semiparametric Modelling

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2008/2009

Müller, Marlene

Statistical Aspects of Credit Rating

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2007/2008

Müller, Marlene

Statistik für Finanzdienstleister – Grundlagen

Hochschule der Sparkassen-Finanzgruppe, Sommersemester 2008

Neunzert, Helmut; Klar, Axel; Lang, Holger; Linn, Joachim; Siedow, Norbert

Industrial Mathematics (10 Vorlesungen)

Chennai (IND), November 2008

Nickel, Stefan

Professur für Operations Research und Logistik

Universität des Saarlandes, Saarbrücken

Prätzel-Wolters, Dieter

Professur für Technomathematik

TU Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik

Rieder, Hans

Simulation and Hardware Implementations of Digital Algorithms and Systems (Part: Implementations of Signal Processing Algorithms based on embedded DSP Technology)

HTW Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, Labor für Hochfrequenztechnik, Wintersemester 2007 und 2008

- Amirbekyan, Abel; Michel, Volker
Splines on the three-dimensional ball and their application to seismic body wave tomography
 Inverse Problems, Volume 24, Issue 1, pp. 015022 (2008).doi:10.1088/0266-5611/24/1/015022
- Amirbekyan, Abel; Michel, Volker; Simons, F. J.
Parametrizing surface wave tomographic models with harmonic spherical splines
 Geoph. J. Int., 2008, 174 (2), 617-628, doi:10.1111/j.1365-246X.2008.03809.x
- Andrä, Heiko; Battiato, S.; Bilotta, G.; Farinella, G. M.; Impoco, G.; Orlik, J.; Russo, G.; Zemitis, A.
Structural Simulation of a Bone-Prosthesis System of the Knee Joint
 Sensors 2008, 8, 5897-5926, DOI: 10.3390/s8095897(2008)
- Andrä, Heiko; Gluchshenko, Olga; Ivanov, Evgeny; Kudryavtsev, Alexey
Automatic Parallel Generation of Tetrahedral Grids by Using a Domain Decomposition Approach
 Comp. Math. and Math. Phys., Vol. 48, No. 8, pp. 1367-1375, (2008)
- Attarakih, Menwer; Zaidan, Dia; Drumm, Christian; Tiwari, Sudarshan; Kuhnert, Jörg; Bart, Hans-Jörg
Dynamic modelling of liquid extraction columns using the Direct Primary and Secondary Particle Method (DPSPM)
 Proc. 6th International Conference on Computational Fluid Dynamics in the Oil & Gas, Metallurgical and Process Industries CFD 2008, Trondheim (NO), (2008)
- Ballerstein, Henrik; Przybilla, Manfred; Speckert, Michael; Stephan, Thomas; Streit, Anja
Kundendatenerfassung und statistische Auswertung für PkW-Handschaftgetriebe
 VDI-Berichte Nr. 2029, 2008, VDI Verlag GmbH Düsseldorf, Seiten 363-374
- Bamberg, Joachim; Spies, Martin
Optimal Probe Arrangement for Ultrasonic Inspection of Spin Test Disks
 Review of Progress in QNDE 27, AIP Conference Proceedings CP975, 1543-1550 (2008)
- Banda, M.; Klar, A.; Pareschi, L.; Seaid, M.
Lattice Boltzmann type relaxation systems and relaxation schemes for the incompressible Navier Stokes equations
 Mathematics of Computation, 77, 943-965, 2008
- Barrera, Paola; Broz, Jochen; Halfmann, Thomas
A Netlist Reduction Algorithm to Symbolic Circuit Analysis
 The European Consortium For Mathematics In Industry, University College London (GB), Juni/Juli 2008
- Becker, Jürgen; Schulz, Volker; Wiegmann, A.
Numerical Determination of Two-Phase Material Parameters of a Gas Diffusion Layer Using Tomography Images
 Journal of Fuel Cell Science and Technology, Number 2, Volume 5, 2008, pp 9.
- Bellmann, Jens; Michel, Frank; Deines, Eduard; Hering-Bertram, Martin; Mohring, Jan; Hagen, H.
Sound tracing: rendering listener specific acoustic room properties
 Computer Graphics Forum, 27(3), 943-950 (2008)
- Berger, Martin; Schröder, Michael; Küfer, Karl-Heinz
A Constraint-based Optimization Approach for Placement Problems in 2.5D System in Package Electronic Design Automation
 Journal of the University of Applied Sciences, Mittweida, Seiten 7-10 (2008)
- Brickenstein, Michael; Dreyer, Alexander;
Gröbner-free normal forms for Boolean polynomials
 ISSAC ,08: Proceedings of the twenty-first international symposium on symbolic and algebraic computation, Linz/Hagenberg (A), Juli 2008
- Bügel, Ulrich; Laufs, Uwe; Trinkaus, Hans
Softwarearchitektur
 Fokus Technologie, 263-287, Carl Hanser Verlag, München (2008)
- Caiazzo, Alfonso; Junk, Michael
Boundary Forces in lattice Boltzmann: analysis of Momentum Exchange algorithm
 Computers and Mathematics with Applications, 55 (7), 1415-1423 (2008)
- Ciccazzo, Angelo; Halfmann, Thomas; Marotta, Angelo; Nicosia, Giuseppe; Rinaudo, Salvatore; Stracquadanio, Giovanni; Venturi, Alberto
New Coupled EM and Circuit Simulation Flow for Integrated Spiral Inductor by Introducing Symbolic Simplified Expressions
 IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE08), Cambridge (GB), Juni 2008
- Ciccazzo, Angelo; Halfmann, Thomas; Marotta, Angelo; Rinaudo, Salvatore; Venturi, Alberto
Introduction of Symbolic Simplified Expressions in Circuit Optimization
 The European Consortium For Mathematics In Industry, University College London (GB), Juni/Juli 2008
- Colonus, Fritz; Kreuzer, Edwin; Marquardt, Albert; Sichertmann, Wolfgang
A Numerical Study of Capsizing: Comparing Control Set Analysis and Melnikov's Method
 International Journal of Bifurcation and Chaos, 18 (5), 1503-1514 (2008)
- Dalheimer, Mathias
Marktbasiertes Scheduling mit Calana
 Weisbecker, Pfreundt, Linden, Unger (Hrsg.): Fraunhofer Enterprise Grids – Software (2008)
- Dalheimer, Mathias
Service-oriented Middleware for Financial Monte-Carlo Simulations on the Cell Broadband Engine
 Internat. Supercomputing Conf. (ISC) 2008, Dresden
- Dalheimer, Mathias
XenBEE – Virtualisierung im Grid
 Weisbecker, Pfreundt, Linden, Unger (Hrsg.): Fraunhofer Enterprise Grids – Software (2008)
- Dalheimer, Mathias; Pfreundt, Franz-Josef
PHASTGrid: Eine serviceorientierte Gridlösung
 Weisbecker, Pfreundt, Linden, Unger (Hrsg.): Fraunhofer Enterprise Grids – Software (2008)
- Dalheimer, Mathias; Pfreundt, Franz-Josef; Merz, Peter
Formal Verification of a Grid Resource Allocation Protocol
 In: T. Priol, L. Lefevre, R. Buyya: Proceedings of the Eighth IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGrid 2008), Lyon (F), 2008
- Dederling, Michael; Stausberg, Wolfgang; Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Ciegis, Raimondas; Starikovicius, Vadimas
On new Challenges for CFD Simulation in Filtration
 Proceedings of World Filtration Congress, (2008)
- Degond, P.; Goettlich, S.; Klar, A.; Seaid, M.; Unterreiter, A.
Derivation of a kinetic model from a stochastic particle system
 KineticandRelatedModels (KRM), 1(4), pp. 557-572, 2008
- Dressler, Klaus; Speckert, Michael; Müller, Roland; Weber, Christof
Customer Loads Correlation in Truck Engineering
 FISITA 2008, The Future of Automobiles and Mobility, September 2008 Proceedings
- Drumm, Christian; Attarakih, Menwer; Tiwari, Sudarshan; Kuhnert, Jörg; Bart, Hans-Jörg
Implementation of the sectional quadrature method of moments in a CFD code
 Proc. 6th International Conference on Computational Fluid Dynamics in the Oil & Gas, Metallurgical and Process Industries CFD 2008, Trondheim (NO), (2008)
- Drumm, Christian; Tiwari, Sudarshan; Attarakih, Menwer; Kuhnert, Jörg; Bart, Hans-Jörg
CFD-PBM coupled model using the Finite Point-set Method and the SQMOM
 Proc. International Solvent Extraction Conference ISEC 2008, Tucson (USA), (2008)
- Drumm, Christian; Tiwari, Sudarshan; Kuhnert, Jörg; Bart, Hans-Jörg
Finite pointset method for simulation of the liquid-liquid flow field in an extractor
 Computers and Chemical Engineering, 32(12), 2946-2957 (2008)
- Ehmann, Heike; Salzig, Christian; Lang, Patrick; Friauf, Eckhard; Nothwang, Hans Gerd
Minimal Sex Differences in Gene Expression in the Rat Superior Ovary Complex
 Hearing Research, Vol. 245, 65-72 (2008)

- Elwart, Kristina
Intensitätsbasierte Bildregistrierung in der industriellen Bildverarbeitung
Handbuch zur Industriellen Bildverarbeitung – Qualitätssicherung in der Praxis, 2. Auflage; 95-98, Fraunhofer Allianz Vision (2008)
- Ettrich, Norman; Merten, Dirk; Foss, Stig-Kyrre
True-amplitude angle migration in complex media
Expanded abstracts, EAGE conference, Rom (I), 2008
- Fuegenschuh, A.; Goettlich, Simone; Herty, M.; Klar, Axel; Martin, A.
A discrete optimization approach to Large Scale Supply Networks based on Partial Differential Equations
SIAM Scient. Computing 30, 3, 1490-1507, (2008)
- Gassel, Martin; Glatt, Erik; Kaiser, Friedemann
Delay-sustained pattern formation in subexcitable media
Phys. Rev. E 77, 066220 (2008)
- Gelareh, Shahin; Nickel, Stefan
A Benders Decomposition for Hub Location Problems Arising in Public Transport
In: Kalcsics, J. und Nickel, S. (Eds.), Operations Research Proceedings 2007, p. 129-134, Springer (2008)
- Glatt, Erik; Martin Gassel; Kaiser, Friedemann
Noise-induced synchronisation in heterogeneous nets of neural elements
Europhys. Lett. 81, 40004 (2008)
- Götz, Thomas; Klar, Axel; Unterreiter, Andreas; Wegener, Raimund
Numerical evidence for the non-existence of stationary solutions of the equations describing rotational fiber spinning
Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, 10(18), 1829-1844 (2008)
- Groß, Matthias
Interactive FIMD ray tracing for large deformable tetra-hedral meshes
Proc. RT08-Konferenz, Los Angeles (USA), August 2008
- Grothaus, M.; Klar, Axel
Ergodicity of non-coercive diffusions in textile production processes
SIAM Math. Anal. 40,3 (2008)
- Halfmann, Thomas; Broz, Jochen; Knoth, Christoph; Platte, Daniel; Rotter, Peter;
Generation of efficient behavioral models using model compilation and model reduction techniques
Proc. Xth International Workshop on Symbolic and Numerical Methods, Modeling and Applications to Circuit Design, Erfurt, Oktober 2008
- Herrera, Rodrigo; Kalcsics, Jörg; Nickel, Stefan
Reliability Models for the Uncapacitated Facility Location Problem with User Preferences
In: Kalcsics, J. und Nickel, S. (Eds.), Operations Research Proceedings 2007, p. 135-140, Springer (2008)
- Hietel, Dietmar; Günther, Marco; Olawsky, F.
Modeling and simulation of nonwoven processes
Proceedings Nonwovens Research Academy, Chemnitz (2008)
- Hietel, Dietmar; Günther, Marco; Olawsky, F.
Technologiesprung durch Simulation von Faden-dynamiken
Proceedings 23. Hofer Vliesstofftage (2008)
- Hietel, Dietmar; Schemken, Matthias
Simulation als Innovationstreiber im Spunbond-Prozess
Allgemeiner Vliesstoff Report 4, 70-72 (2008)
- Hinojosa, Yolanda; Kalcsics, Jörg; Nickel, Stefan; Puerto, Justo; Velten, Sebastian
Dynamic Supply Chain Design with Inventory
Computers & Operations Research, 35, 373-391 (2008)
- Hirschenberger, Falco
Online Oberflächeninspektion von laminierten Dichtungen
Magazin Dicht! 4 (2008)
- Iliev, Oleg; Lakdawala, Zahra; Latz, Arnulf; Popov, Peter; Rief, Stefan; Steiner, Konrad; Wiegmann, A.
Modelling and Simulation of Multiscale Problems in Industrial Filtration Processes
Proceedings of 2nd Annual meeting of Bulgarian Section of SIAM, Sofia, Bulgaria, pp.18-21, (2008)
- Iliev, Oleg; Mikelic, Andro; Popov, Peter
On upscaling certain flows in deformable porous media
SIAM J. on Multiscale Modeling and Simulation, vol.7, No. 1, pp.93-123 (2008).
- Iliev, Oleg; Rybak, Iryna
On numerical upscaling for flow in heterogeneous porous media
Comp. Meth. Appl. Math, vol.8, No. 1, pp.60-76 (2008)
- Iliev, Oleg; Vasileva, Daniela; Stoyanov, Dimiter; Doerfler, Willy
On Efficient Simulation of Non-Newtonian Flow in Saturate Porous Media with a Multigrid Adaptive Refinement Solver
Computers and Visualization in Science, DOI10.1007/s00791-008-0119-8, Springer-Verlag 2008
- Ivanov, Evgeny
Parallel tetrahedral meshing based on a-priori domain decomposition. From scratch to results by utilizing off-the-shelf sequential software
VDM Verlag Dr. Müller Aktiengesellschaft & Co. KG, 2008, 172 p. (monography, ISBN: 978-3639108835)
- Ivanov, Evgeny; Gluchshenko, Olga; Andrae, Heiko; Kudryavtsev, Alexey
Automatic Parallel Generation of Tetrahedral Grids by Using a DomainDecomposition Approach
Journal of Computational Mathematics and Mathematical Physics, distributed by Springer. 48(8), pp. 1448-1457 (2008)
- Jablonski, Andreas
Merkmalsextraktion für Grauwertbilder
Handbuch zur Industriellen Bildverarbeitung – Qualitätssicherung in der Praxis, 2. Auflage; 104-109, Fraunhofer Allianz Vision (2008)
- Jegorovs, Jevgenijs; Mohring, Jan
Wave based method in a complex domain: accuracy improvement
Proceedings of ISMA2008, ID 444, 1533-1546 (2008)
- Jung, Dominik; Speckert, Michael; Dressler, Klaus
Modellierung und Simulation eines neuen Prüfstandkonzepts zur Achserprobung
Deatcu C., Dünow P., Pawletta T., Pawletta S. (eds.), ARGESIM Report, ASIM-Mitteilungen AM 117, p.105; ARGESIM-Verlag, Vienna, 2008; ISBN 978-3901608-33-9
- Klar, A.; Seaid, M.; Thoenmes, G.
Lattice Boltzmann Simulation of Depth-Averaged Models in Flow Hydraulics
International Journal of Computational Fluid Dynamics, 22, 507-522, 2008
- Klein, Peter; Maleshkov, Dimo-Vlad; Asenov, D.
A framework for concurrency in numerical simulations using lock free data structures: The Graph Parallel Architecture - GraPA
Proceedings of the ninth International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies PDCAT 2008, 489-496 (2008)
- Knaf, Hagen; Heubach, Daniel
Den Reifegrad einer Technologie bestimmen
Fokus Technologie, 147-174, Carl Hanser Verlag, München (2008)
- Knoth, Christoph; Platte, Daniel; Halfmann, Thomas; Broz, Jochen; Rotter, Peter;
Generierung effizienter Verhaltensmodelle mittels Modellkompilierung und Modellreduktion
10. GMM/ITG-Fachtagung Analog'08, Siegen, April 2008
- Korn, Ralf
Faszination Finanzmathematik – Probleme, Prinzipien und Methoden
Math Semesterber (2008) 55: 19–42
- Korn, Ralf
Optimal portfolios: new variations of an old theme
Computational Management Science DOI: 10.1007/s10287-007-0054-z
- Korn, Ralf; Kraft, Holger
Continuous-time Delegated Portfolio Management with Homogeneous Expectations
Financial Markets and Portfolio Management 22(1), 67-90, 2008
- Korn, Ralf; Wiese, Anke
Optimal investment and bounded ruin probability: Constant portfolio strategies and mean-variance analysis
ASTIN Bulletin, Volume: 38, Issue: 2, Pages: 423-440, DOI: 10.2143/AST.38.2.2033348

- Krause, Michael; Scherrer, Alexander; Thieke, Christian
On the role of modeling parameters in IMRT plan optimization
Physics in Medicine and Biology, 53, 4907 – 4926 (2008)
- Krebs, Thomas; Müller, Dirk; Richter, Christian; Schröder, Michael
Optimieren von Bauteilplatzierungen in 3D
Konferenzband der 16. FED Konferenz, »Elektronik-Design - Leiterplatten – Baugruppen« Bamberg, 2008
- Kreier, Peter; Schwendimann, Michael; Rieder, H.
Adaptive Ultraschallprüfung aus dem Block gewalzter Stahlknüppel
DGZfP Berichtsband BB 113-CD DACH Jahrestagung, Di.3.B.2 (2008)
- Küfer, Karl-Heinz; Monz, Michael; Scherrer, Alexander; Süß, Philipp; Alonso, Fernando; Azizi Sultan, Ahmad Saher; Bortfeld, Thomas; Thieke, Christian
Multicriteria optimization in intensity modulated radiotherapy planning
P.M. Pardalos, H.E. Romeijn (eds.): Handbook of Optimization in Medicine, Springer-Verlag (ISBN: 978-0387097695) (2008)
- Küfer, Karl-Heinz; Stein, Oliver; Winterfeld, A.
Semi-infinite Optimization Meets Industry: A Deterministic Approach to Gemstone-Cutting
SIAM News, 41 (8), 1 und 16 (2008)
- Lakdawala, Zarah; Iliev, Oleg; Wiegmann, Andreas
On coupled micro- and macro simulation for filtration processes
Proceedings of the 10th World Filtration Congress I-285
- Lang, Holger
Die Fläche von Costa, Hoffman und Meeks: Eine vollständige, eingebettete Minimalfläche vom Geschlecht Eins, mit drei Enden und endlicher Gaußscher Totalkrümmung
VDM, (2008)
- Lang, Holger
The elastic and elastoplastic boundary value problem: The difference of their solutions and an approach to multiaxial stress-strain correction
VDM, (2008)
- Lang, Holger; Dreßler K.; Pinnau, R.; Speckert, M.
Notes on Lipschitz estimates for the stop and play operator in plasticity
Applied Mathematics Letters, Oktober 2008
- Lang, Holger; Dreßler, Klaus
An improved multiaxial stress-strain correction model for elastic FE postprocessing
6th international conference on low cycle fatigue (LCF6), Berlin, September 2008, Proceedings
- Lautensack, C.; Särkkä, A.; Freitag, J.; Schladitz, K.
Anisotropy analysis of pressed point processes
Berichte des Fraunhofer ITWM 141 (2008)
- Lautensack, Claudia
A review on analytic formulae for Poisson Laguerre Tessellations
Proceedings of the 5th International Symposium on Voronoi Diagrams in Science and Engineering (ISVD 2008)
- Lautensack, Claudia
Fitting Three-Dimensional Laguerre Tessellations to Foam Structures
Journal of Applied Statistics 35(9), 985-995 (2008)
- Lautensack, C.; Ewe, H.; Klein, Peter; Sych, T.
3D Characterization, Modeling and Effective Thermal Conductivity of Open Aluminium Foams
Aluminium Alloys, Their Physical and Mechanical Properties Proceedings of ICAA 11 (2), 1368-1374 (2008)
- Lautensack, Claudia; Giertzsch, Marc; Godehardt, Michael; Schladitz, Katja
Modelling a ceramic foam using locally adaptable morphology
Journal of Microscopy 230(3), 396-404 (2008)
- Lautensack, Claudia; Kabel, Matthias
Modelling and Simulation of Acoustic Absorption of Open Cell Metal Foams
Proceedings Cellmet, Fraunhofer IFAM Dresden, (2008)
- Lautensack, Claudia; Sych, Tetyana
A random Weaire-Phelan foam
Proceedings of the VIII International Conference on Stereology and Image Analysis in Materials Science STERMAT Zakopane (2008)
- Lautensack, Claudia; Zuyev, Sergei
Random Laguerre Tessellations
Advances in Applied Probability 40(3), 630-650 (2008)
- Lehmann, Martin J.; Banzhaf, Harald; Klein, G.-M.; Durst, Manfred; Rief, Stefan; Wiegmann, Andreas
Setting a new milestone in filter media design: Simulating performance according multipass test based on 3D fiber structures
Proceedings of the 10th World Filtration Congress I-326
- Lojewski, Carsten; Fütterling, Valentin
A Realtime Ray Casting System for Voxel Streams on the Cell Broadband Engine
Proc. of the 41st Annual IEEE/ACM International Symposium on Microarchitecture, Como (I), November 2008
- Maasland, Mark; Teutsch, Christian
Kombinierte optische Vermessung und Oberflächenprüfung von 3-D-Objekten
Handbuch zur Industriellen Bildverarbeitung – Qualitätssicherung in der Praxis, 2. Auflage; 306-312, Fraunhofer Allianz Vision (2008) und Fraunhofer Vision Seminar »Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung«, Karlsruhe, Tagungsband (2008)
- Maasland, Mark; Teutsch, Christian
Synergieeffekt genutzt - Kombinierte Geometrie- und Oberflächenprüfung an 3D-Objekten
Qualität und Zuverlässigkeit 2, 52-55 (2008)
- Malten, Rebekka
Der Jordansche Oberflächensatz und 14-Nachbarschaften - Eine Annäherung
Vdm Verlag Dr. Müller, Saarbrücken (2008)
- Marburger, Jan; Marheineke, Nicole; Pinnau, Rene
Adjoint based optimal control using mesh-less discretizations
Berichte des Fraunhofer ITWM, 145 (2008)
- Melo, M. T.; Nickel, S.; Saldanha-da-Gama, F.
Network Design Decisions in Supply Chain Planning
In: Buchholz, P. und Kuhn, A. (Eds.), Optimization of Logistics Systems – Methods and Experiences – Symposium of the Collaborative Research Center 559 „Modeling of Large Logistics Networks“, p. 1-19, Verlag Praxiswissen
- Michel, Dominik
A General Hilbert Space Approach to Framelets
Rev. Math. Complut. 21 (2008), no. 2, 453-473
- Mohring, Jan; Stoev, Julian
Kombination modaler und Krylov-Verfahren als Grundlage für AMLS
GMA Fachausschuss 1.30 Theoretische Verfahren der Regelungstechnik, Proceedings des Workshops in Salzburg (AU), 12-24 (2008)
- Monz, M.; Küfer, K.-H.; Bortfeld, T.; Thieke, C.
Pareto navigation – systematic multicriteria-based IMRT treatment plan determination
Physics in Medicine and Biology, 53, 985-998 (2008)
- Neunzert, Helmut
Interview: Wir müssen die Welt ordnen
Beilage »Jahr der Mathematik« zum Fraunhofer Magazin 4.2008
- Neunzert, Helmut
Mathematik als Technologie
Praxis der Mathematik in der Schule (PM), Heft 19, 2008
- Neunzert, Helmut
Mathematik ist überal
In G.-M. Greuel, R. Remmert, G. Rupprecht (Hrsg.): Mathematik, Motor der Wirtschaft, Springer 2008
- Nickel, Stefan
Kapitel 3 »Logistik«
In: Fleßa, Steffen, Grundzüge der Krankenhaussteuerung, p. 173-191, Oldenbourg
- Nickel, Stefan; Kalcsics, Jörg (Eds.)
Operations Research Proceedings 2007, Selected Papers of the Annual Internat. Conf. of the German Operations Research Society (GOR)
Springer (2008)
- Nickel, Stefan; Velten, Sebastian; Ziegler, H.-P.
Optimal Control Strategies for Incoming Inspections
In: Kalcsics, J. und Nickel, S. (Eds.), Operations Research Proceedings 2007, p. 43-48, Springer (2008)

- Niedziela, Dariusz; Latz, Arnulf
Numerical Simulations of Sand-Air Mixtures for the Casting Industry
8th. World Congress on Computational Mechanics (WCCM8) 5th European Congress on Computational Methods in Applied Science and Engineering (ECCO-MAS 2008)
- Ohser, Joachim; Schladitz, Katja
Visualisation, Processing and Analysis of Tomographic Data
In: »Advanced Tomographic Methods in Materials Research and Engineering«, Hrsgb. J. Banhart, Oxford University Press (2008)
- Öngün, Y.; Andre, M.; Bartel, D.; Deters, L.
An axisymmetric hydrodynamic interface element for finite-element computations of mixed lubrication in rubber seals
Journal of Engineering Tribology, 222 (2008) 3, 471-481
- Orlik, Julia
Homogenization in Elasto-plasticity
Berichte des Fraunhofer ITWM, Nr. 115 (2008)
- Orlik, Julia; Ostrovska, Arina
Space-Time Finite Element Approximation and Numerical Solution of Hereditary Linear Viscoelastic Problems
Computational and Applied Mathematics, Vol. 27, 1-28 (2008)
- Panda, Satyananda; Marheineke, N.; Wegener, R.
Systematic derivation of an asymptotic model for the dynamics of curved viscous fibers
Mathematical Methods in the Applied Sciences, 31(10), 1153-1173 (2008)
- Peetz, Jörg-Volker; Steckel, Barbara; Ettrich, N.
Maths in flood protection
Ercim News, 73, 4/2008. Special Theme. Math for everyday life
- Pereverzyev, Sergiy; Pinnau, Rene; Siedow, Norbert
Approximate solution of nonlinear inverse problems by fixed point iteration
Journal of Physics: Conference Series, 135, 012081 (2008)
- Pereverzyev, Sergiy; Pinnau, Rene; Siedow, Norbert
Initial temperature reconstruction for a nonlinear heat equation: application to radiative and conductive heat transfer
Inverse Problems in Science and Engineering, 16, 55-67 (2008)
- Peters, Stefanie; König, Andreas
Evolutionäre Optimierung zum automatisierten Entwurf von Bildverarbeitungssystemen
Handbuch zur Industriellen Bildverarbeitung – Qualitätssicherung in der Praxis, 2. Auflage; 89-94, Fraunhofer Allianz Vision (2008)
- Pfreundt, Franz-Josef
Developing the business end of cloud computing
eStrategiesProjects, British Publishers, November 2008
- Pfreundt, Franz-Josef
Fraunhofer Enterprise Grids Business Cases
Weisbecker, Pfreundt, Linden, Unger (Hrsg.): Fraunhofer Enterprise Grids Business Cases, ISBN 978-3-8167-7803-5
- Pfreundt, Franz-Josef
Fraunhofer Enterprise Grids Software
Weisbecker, Pfreundt, Linden, Unger (Hrsg.): Fraunhofer Enterprise Grids Software, ISBN 978-3-8167-7804-2
- Pfreundt, F.-J.; Ettrich, N.; Merten, Dirk; Shea, Bill; Foss, Stig-Kyrr; Rhodes, Mark; Osen, Are
HPC-Solution for Angle domain depth migration and pre-stack visualization.
Expanded Abstracts, SEG Konferenz, Las Vegas, (USA), November 2008
- Prätzel-Wolters, Dieter; Trottenberg, Ulrich
Mathematik – Schlüssel zu Innovationen
Beilage »Jahr der Mathematik« zum Fraunhofer Magazin 4.2008
- Rack, A.; Helfen, L.; Baumbach, T.; Kirste, S.; Banhart, J.; Schladitz, K.; Ohser, K.;
Analysis of spatial cross-correlations in multi-constituent volume data
Journal of Microscopy, 232 (2), 282-292 (2008)
- Raillon, Raphaelae; Chatillon, Sylvain; Mahaut, Steve; Spies, Martin
Results of the 2007 UT Modeling Benchmark Using Two Semi-Analytical Beam Propagation and Flaw Scattering Models
Review of Progress in QNDE 27, AIP Conference Proceedings CP975, 1759-1766 (2008)
- Rauhut, Markus
Konzeption und Aufbau eines Oberflächeninspektionssystems
Handbuch zur Industriellen Bildverarbeitung – Qualitätssicherung in der Praxis, 2. Auflage; 117-123, Fraunhofer Allianz Vision (2008)
- Rauhut, Markus
Systemsteuerung und Überwachung von Bildanalyse-systemen
Handbuch zur Industriellen Bildverarbeitung – Qualitätssicherung in der Praxis, 2. Auflage; 85-88, Fraunhofer Allianz Vision (2008)
- Rauhut, Markus
Typischer Aufbau eines Online-Oberflächeninspektionssystems
Fraunhofer Vision Seminar »Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung«, Karlsruhe, Tagungsband (2008)
- Redenbach, Claudia; Sych, Tetiana; Schladitz, K.; Godehardt, Michael; Wirjadi, Oliver; Spies, M.
3D Characterisation and Modelling of Foam Structures
DGZfP Proceedings BB 114 International Symposium on NDT in Aerospace, 330 (2008)
- Reis, Gerd; Lappe, Bernd; Köhn, Sascha; Weber, Christopher; Hering-Bertram, Martin; Hagen, H.
Towards a virtual echocardiographic tutoring system
Visualization in Medicine and Life Sciences, Springer, 99-120 (2008)
- Reis, Gerd; Zeilfelder, Frank; Hering-Bertram, Martin; Farin, Gerald; Hagen, Hans
High-quality rendering of quartic spline surfaces on the GPU
IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 14(5), 1126-1139 (2008)
- Rief, Stefan
Nonlinear Flow in Porous Media - Numerical Solution of the Navier-Stokes System with Two Pressures and Application to Paper Making
ISBN-13:9783639026764, VDM Verlag Dr. Müller, (2008)
- Rief, S.; Kehrwald, D.; Schmidt, K.; Wiegmann, A.
Simulation of ceramic DPF media, soot deposition and pressure drop evolution
Proceedings of the 10th World Filtration Congress III-318
- Savenkov, Evgeny ; Andrä, Heiko; Iliev, Oleg
An analysis of one regularization approach for solution of pure Neumann problem
ITWM-Bericht No.137 (2008)
- Scheben, Rolf; Götz, S.; Spies, Martin; Rieder, H.
Verbesserte Qualitätssicherung durch das Zusammenspiel von Inspektionsprozeduren mit Simulations- und Rekonstruktionsalgorithmen
DGZfP Berichtsband BB 113-CD DACH Jahrestagung, Mi.4.B.1 (2008)
- Scherrer, Alexander; Küfer, Karl-Heinz
Accelerated IMRT plan optimization using the adaptive clustering method
Linear Algebra and Its Applications (LAA), special issue on Linear and Nonlinear Models and Algorithms in IMRT 428 (5), 1250-1271 (2008)
- Schladitz, Katja
Geometrische Charakterisierung der räumlichen Mikrostruktur von Werkstoffen
Handb. z. Industr. Bildverarb. - Qualitätssicherung in der Praxis, 2. Aufl.; 99-103, Fraunhofer Allianz Vision (2008)
- Schladitz, Katja
MAVI – Modulare Algorithmen für Volumenbilder
Handb. z. Industr. Bildverarb. - Qualitätssicherung in der Praxis, 2. Aufl.; 353-356, Fraunhofer Allianz Vision (2008)
- Schladitz, K.; Redenbach, C.; Sych, T.; Godehardt, M.
Microstructural characterisation of open foams using 3d images
Berichte des Fraunhofer ITWM 148 (2008)
- Schmerr, L. W., Jr.; Raillon, R.; Chatillon, S.; Mahaut, S.; Song, S.-J.; Kim, H.-J.; Spies, M.
2007 Ultrasonic Benchmark Studies of Interface Curvature – A Summary
Review of Progress in QNDE 27, AIP Conference Proceedings CP975, 1739-1750 (2008)

- Schmidt, Sebastian; Latz, Arnulf; Niedziela, Dariusz
Simulation of granular flows in industrial applications
NAFEMS Seminar: »Simulation komplexer Strömungsvorgänge (CFD)«, Wiesbaden (2008)
- Schröder, Michael; Schüle, Ingmar
Interaktive mehrkriterielle Optimierung für die regionale Fahrplanabstimmung in Verkehrsverbänden
Proceedings »Heureka 08«, FGSV Verlag (ISBN: 978-3-939715-48-1) (2008) und Straßenverkehrstechnik, 6 (52), 332-340 (2008)
- Seelig, Thomas; Latz, Arnulf; Sanwald, Sven
Modelling and crash simulation of long-fibre-reinforced thermoplastics
Proceedings LS-DYNA Anwenderforum, Bamberg (2008)
- Sommer, Ralf; Halfmann, Thomas; Broz, Jochen
Automated Behavioral Modeling and Analytical Model-Order Reduction by Application of Symbolic Circuit Analysis for Multi-Physical Systems
Simulation Modelling Practice and Theory, Volume 16, Issue 8 (2008), pp. 1024-1039
- Soulie, Frederic; Siedow, Norbert; Anton, John; Lochegnies, Dominique
Numerical and experimental investigations on residual stresses at the centre of flat glass disks after thermal tempering
Advanced Materials Research, 39/40, 553-558 (2008)
- Spies, Martin
Advanced Ultrasonic NDT of Aero Engine Components Using Validated Simulation Techniques
DGZfP Proceedings BB 114 International Symposium on NDT in Aerospace, 41-49 (2008)
- Spies, Martin
Validierung semi-analytischer Simulation der Fehlerprüfung an ebenen und gekrümmten Bauteilen anhand des internationalen UT Benchmarks 2007
DGZfP Berichtsband BB 113-CD DACH Jahrestagung, P35 (2008)
- Spies, Martin; Andrä, Heiko; Rieder, Hans; Schulz, Volker; Zemitis, Aivars
Charakterisierung und Optimierung von Dämmstoffen durch die Kombination von zFP-Verfahren und Werkstoffsimulation
DGZfP Berichtsband BB 113-CD DACH Jahrestagung, P15 (2008)
- Spies, Martin; Rieder, Hans
Quantitative Fehlercharakterisierung aus Ultraschall-HF-Daten mittels simulationsgestützter Auswerteverfahren
DGZfP Berichtsband BB 113-CD DACH Jahrestagung, Mi.4.B.3 (2008)
- Starikovicius, V.; Ciegis, R.; Iliev, O.; Lakdawala, Z.
A parallel solver for the 3D simulation of flows through oil filters
In: Parallel Scientific Computing and Optimization, vol.27, pp.181-191, Springer (2008)
- Stoev, Julian; Lee, Ho-Seong
Design approach for hard disk drive settle performance optimization
Proceedings of IFAC World Congress, Seoul (ROK), (2008)
- Süss, Philipp; Kuefer, Karl-Heinz
Balancing control and simplicity: A variable aggregation method in intensity modulated radiation therapy planning
Linear Algebra and its Applications, special issue on Linear and Nonlinear Models and Algorithms in IMRT, 428 (5), 1388-1405 (2008)
- Taeubner, Kai
Optische Sensoren
Handb. z. Industr. Bildverarb. - Qualitätssicherung in der Praxis, 2. Aufl.; 32-34, Fraunhofer Allianz Vision (2008)
- Thömmes, G.; Becker, J.; Junk, M.; Vaikuntam, A.; Kehrwald, D.; Klar, A.; Steiner, K.; Wiegmann, A.
A lattice Boltzmann method for immiscible multiphase flow simulations using the level set method
J. Comput. Phys., doi 10.1016/j.jcp.2008.10.032
- Tiwari, Sudarshan; Drumm, C.; Sharma, V.; Kuhnert, J.; Attarakih, M.; Klar, Axel; Bart, Hans-Jörg
A meshfree CFD-population balance equation coupled model
Proc. 6th International Conference on Computational Fluid Dynamics in the Oil & Gas, Metallurgical and Process Industries CFD 2008, Trondheim (NO), (2008)
- Tiwari, Sudarshan; Kuhnert, J.; Drumm, C.; Bart, H.-J.
Coupling of the CFD and the droplet population balance equation with Finite Pointset Method
Lecture Notes in Computational Science and Engineering 65: Meshfree Methods for Partial Differential Equations IV, M. Griebel; M.A. Schweitzer (Eds.), Springer, 315-334 (2008)
- Trinkaus, Hans
Methoden-Cockpit: Ein integriertes Werkzeug zur systematischen Technologieentwicklung
Fokus Technologie, 97-132, Carl Hanser Verlag, München (2008)
- Velásquez, Rafael; Melo, Teresa; Küfer, Karl-Heinz
Tactical operating theatre scheduling: efficient appointment assignment
Selected Papers of the Annual International Conference of the German Operations Research Society (GOR), 303-340 (2008)
- Velichko, A.; Holzapfel, C.; Siefers, A.; Schladitz, K.; Mücklich, F.;
Unambiguous classification of complex microstructures by their three-dimensional parameters applied to graphite in cast iron
Acta Materialia, 56, 1981-1990 (2008)
- Wahl, Reiner; Spies, Martin; Diebels, Stefan
Efficient absorbing boundary conditions for Biot's equations in time-harmonic finite element applications
Journal of the Acoustical Society of America 123 (3), 1347-1351 (2008)
- Wiegmann, Andreas; Schmidt, Kilian; Rief, Stefan; Cheng, Liping; Latz, Arnulf
Simulation studies of deposition mechanisms for aerosol particles in fibrous filters including slip flow
Proceedings of the 10th World Filtration Congress III-127
- Wille-Hausmann, Bernhard; Broz, Jochen; Halfmann, Thomas; Wittwer, Christof;
Reduced grid models for operation management
3rd International Conference on Integration of Renewable and Distributed Energy Resources, Nizza (F), Dezember 2008
- Winterfeld, Anton
Application of general semi-infinite programming to lapidary cutting problems
European Journal of Operational Research, 191 (3), 838-854 (2008)
- Winterfeld, Anton; Stein, Oliver
A feasible method for generalized semi-infinite programming
AOR-Preprint 2/2008, Lehrstuhl für Anwendungen des OR, Universität Karlsruhe (TH) (2008)
- Wirjadi, Oliver; Malten, Rebekka; Godehardt, M.; Sych, Tetiana; Schladitz, Katja; Redenbach, C.; Spies, Martin
3D Characterisation and Modelling of Fibrous Materials
DGZfP Proceedings BB 114 International Symposium on NDT in Aerospace), 331 (2008)

Graduierungsarbeiten

Ament, Corinna

Zeitdiskretes Handeln in zeitstetigen Marktmodellen
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Andrä, Janine

Das SABR-Modell
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Bakadir, Said

Optimales Investment bei Lebensversicherern: Anwendung von Konfidenzbändern für die Kundenentwicklung
Diplomarbeit, Universität Ulm, FB Mathematik

Baydar, Evren

Portfolio Optimization and Calibration with Credit Risk
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Becker, Jennifer

Optimierung der An- und Ablieferprozesse für Ein- und Mehrweg-Verpackungen und deren Umsetzung am Beispiel eines Automobilzulieferers
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi

Bellmann, Jens

Visualization of acoustic simulation data by generalized photorealistic rendering
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Breuner, Sven

Design und Entwicklung eines Konzepts für verteilte Metadaten in parallelen Dateisystemen
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Daniela Dobрева

Modellierung des Verschleißverhaltens von Baumaschinen
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

de Vries, Aino

Offline Verkehrszeichenerkennung für Geoinformationssysteme
Diplomarbeit, FH Oldenburg, Ostfriesland, Wilhelmshaven, FB Technik

Djokic, Valentina

Simulation computertomographischer Artefakte zur Validierung von Bildanalyseverfahren
Diplomarbeit, TFH Berlin, FB II

Ehrlich, Thomas

Verbesserung des Terminvergabeprozesses in der Radiologie des Universitätsklinikums des Saarlandes
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi

Fionik, Eugenia

A Non-Standard Placement Problem
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Flores, Hector

Modelling and Multicriteria Optimization of the Web Formation in a Spunbond Process
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Fritz, Vitali

Stockwerkübergreifende Materialflussoptimierung unter Einsatz eines automatisierten Liftsystems als Pufferlager
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi

Gelareh, Shahin

Hub Location Models in Public Transport Planning
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Hancke, Phillip

Interpolationsmethoden für mehraxiale Schraubenbeanspruchungen
Studienarbeit, Institut für Werkstoffkunde, Fachbereich Maschinenbau, TU Darmstadt

Hauth, Jan

Grey-Box Modelling for Nonlinear Systems
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Hentges, Christian

Optimale Zwischenlagerung des Vormaterials für das Walzwerk der Dillinger Hüttenwerke
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi

Herk, Sabrina

Model Reduction of Nonlinear Problems in Structural Mechanics: Towards a Finite Element Tyre Model for Multibody Simulation
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Horbenko, Nataliya

Rates of Convergence to the Extreme Value
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Hristova, Maria Ognianova

Global Constraints and Scheduling: Effective Propagation of the Unary Resource Constraint
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Ivanov, Evgeny

Parallel Tetrahedral Mesh Generation Based on A-priori Domain Decomposition
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Kessler, Christoph

Simplifizierung polygonaler Oberflächen
Diplomarbeit, FH-SWF Iserlohn, FB Maschinenbau

Klein, Carolin

Konsequenzen der Verlegung des Order-Penetration-Points in Bezug auf Lagergröße und Produktionsplanung
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi

Klein, Thilo

Microfinance 2.0 - Group Formation & Repayment Performance in Online Lending Platforms
Diplomarbeit, Universität Jena, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

Kotava, Natallia

High Performance Image Compression for Remote Visualization
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Informatik

Kratt, Karin

Navigation of Dose-Volume in Multi-Criteria Intensity-Modulated Radiotherapy (IMRT) Planning
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Kraus, Kirstin

Klinische Pfade – Logistische Integration der Termin- und Kapazitätsplanung
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi

Kraus, Tobias

Logistische Konsequenzen einer Verschiebung des Order Penetration Points am Beispiel eines mittelständischen Unternehmens
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi

Krebs, Jochen

Modelle und Lösungsverfahren zur robusten Standortplanung
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi

Krüger, Jens Thomas

Multicore Technology Requirements of Seismic Algorithm studied in the context of the Cell Broadband Engine
Masterarbeit, Heinrich-Heine Universität Düsseldorf

Kumar, Kundan

On computational analysis of multiphase flow in PEM Fuel Cell
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Langenfeld, Andrea

Standortübergreifendes Bestandsmanagement in einem global agierenden Unternehmen
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi

Liebel, Cornelia

Datenbasierte Bestimmung des optimalen Order Penetration Points in einem mittelständischen Produktionsunternehmen
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi

Lorenz, Franz

Simulation von Lévy-Prozessen
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

- Ludes, Tobias
Inverse convex Approximation of Irregular Solids by Tensor-Product Splines
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Malysheva, Olga
Optimal Approximations of nonlinear gemstone-models by parameterized polyhedra
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Meckum, Frank
Dynamische Lastverteilungskomponente zur Echtzeitauswertung von Sensordaten eines Multi-Sensoren-Systems
Diplomarbeit, Berufsakademie Mannheim, FB Informatik
- Michel, Frank
Simulation and visualization of in- and outdoor sound
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Informatik
- Mohrbacher, Christian
Konzeption und Implementierung einer Monitoring-Lösung für das Fraunhofer Parallel File System
Diplomarbeit, Berufsakademie Karlsruhe, FB Angewandte Informatik
- Muntz, Sabine
On The interaction of fluid with deformable porous media
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Obermaier, Harald
Feature based visualization of gridless vector fields
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Informatik
- Orlova, Ekaterina
Estimation of Liquidity-Adjusted VaR from Historical Data
Masterarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
- Özgür Karayalcin
Design of Experiments for Truck Load Measurements
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Radev, Alexander
Timetable Synchronization in Public Transport: Modeling Planner Preferences and Optimization with Multiobjective Evolutionary Algorithms
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Sayer, Tilman
Bewertung von Mitarbeiteraktienoptionen im Hestonmodell
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Schäfer, Isa
Logistische Aspekte des Home Health Care
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi
- Schmeißer, Andre
Geometrische Kontaktdetektion und -modellierung zur Simulation von Fadendynamiken
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Informatik
- Schöneberger, Manuel
Entwicklung eines Hard-Core-Zylinder-Prozesses zur Modellierung von Fasersystemen in 3D
Diplomarbeit, FH Kaiserslautern, FB Angewandte Ingenieurwissenschaften
- Schwager, Jessica
Fast and Constructive Heuristics for the 2.5D Placing Problem for System im Package Design
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Serna, Jorge Ivan
Approximating the Nondominated Set of R+ convex Bodies
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Shrestha, Samir
Aerodynamic force on a fiber
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Sirin, Oguz
Automatisiertes GUI-Testen
Diplomarbeit, Berufsakademie Mannheim, FB Informatik
- Steeg, Jörg
Mathematical Models and Algorithms for Home Health Care Services
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Strauch, Daniel
Konfiguration eines Grid-Netzwerkes mittels multikriterieller Methoden
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi
- Strautins, Uldis
Flow-driven orientation dynamics in two classes of fibre suspensions
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Süß, Philipp
A primal-dual barrier algorithm for the IMRT planning problem – An application of optimization-driven adaptive discretization
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Suthep, Pattama
Thailand als Beschaffungsmarkt für die Europäische Nahrungsmittelindustrie – SCM-Aspekte
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi
- Teichmann, Emanuel
Efficient Structural Update for Three-Dimensional Problems Using Level Set Functions
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Tse, Oliver
Coordinate free description of diffusion models for the inner ear
Masterarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Vaikuntam, Ashok Kumar
Numerical estimate of surface parameters by Level Set Method
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Velásquez, Rafael
Hierarchical multi-criteria operating theatre scheduling
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Velten, Sebastian
Discrete Location Problems with Flexible Objectives
Dissertation, Universität des Saarlandes, FB WiWi
- Zhang, Aihua
Stochastic Optimization in Finance and Life Insurance: Applications of the Martingale Method
Dissertation, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Zhang, Yingping
Kalibrierung von Ausfallwahrscheinlichkeiten bei geringen Ausfallraten
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik
- Zherdyev, Kostyantyn
Analyse und Verbesserungspotentiale der innerbetrieblichen Logistikplanung am Beispiel der DC Truck Group im Werk Wörth
Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, FB WiWi
- Zhumanbayev, Bekzhan
Performance Measures for Funds
Diplomarbeit, TU Kaiserslautern, FB Mathematik

Messe- und Konferenzteilnahmen

3D-Imaging of Materials and Systems 2008
Carcans-Maubuisson (F), September 2008

Abaqus Benutzer Konferenz 2008
Bad Homburg, September 2008, Aussteller

*Analog'08 : Entwicklung von Anlogschaltungen
mit CAE-Methoden (GMM/ITG-Fachtagung)*
Siegen, April 2008, Aussteller

35th Annual Review of Progress in QNDE 2008
Chicago (USA), Juli 2008

Automatica
München, Juni 2008

BD Pathway User Meeting
Mannheim, April 2008

BVM 2008 (Bildverarbeitung für die Medizin)
Berlin, April 2008

CeBIT
Hannover, März 2008, Mitaussteller auf IBM-Stand

Cellmet 2008
Dresden, Oktober 2008

COMPOSITES EUROPE 2008
Essen, September 2008, Aussteller

CONTROL 2008
Stuttgart, April 2008, Aussteller

DACH-Jahrestagung 2008
St. Gallen (CH), April 2008

Design, Automation and Test in Europe
München, März 2008, Aussteller

*DVM Tagung »Optimierungspotenziale in der Be-
triebsfestigkeit«*
Sindelfingen, Oktober 2008, Aussteller

*DVM-Workshop: Prüfmethode für Betriebsfe-
stigkeitsversuche in der Fahrzeugindustrie*
Dresden, Januar 2008, Aussteller

EAGE 2008
Rom (I), Juni 2008, Aussteller

*Erfassung, Modellierung, Verarbeitung und Aus-
wertung von 3D-Daten (Anwendungsbezogener
Workshop)*
Berlin, Dezember 2008

FILTREX 2008
Köln, Oktober 2008, Aussteller und Vortrag

FISITA World Automotive Congress 2008
München, September 2008, Aussteller

Fraunhofer Vision Technologietag
Magdeburg, Oktober 2008

Fraunhofer-Symposium »Future Security«
Karlsruhe, September 2008

*Fraunhofer-Innovationsforum »Fokus Technolo-
gie«*
Stuttgart, Oktober 2008, Aussteller und Vorträge

*7th French-Danish Workshop on Spatial Statistics
and Image Analysis in Biology*
Toulouse (F), Mai 2008

*German Open Conference on Probability and
Statistics, Stochastiktag 2008*
Aachen, März 2008

*36. Heidelberger Bildverarbeitungs-Forum »Fort-
schritte in der Bildanalyse – was benötigen die
Applikationen, was bringt die Forschung?«*
Heidelberg, März 2008

*37. Heidelberger Bildverarbeitungs-Forum »3-D-
Bildaufnahme und –analyse«*
Waldkirch i. Br., Juli 2008

*38. Heidelberger Bildverarbeitungs-Forum
»Mensch und Bildverarbeitung«*
Heidelberg, Oktober 2008

HEUREKA '08
Stuttgart, März 2008, Aussteller / Vortrag

23. Hofer-Vliesstofftage
Hof, November 2008, Aussteller

IEEE NSS/MIC 2008 Conference
Dresden, Oktober 2008

Index 08
Genf (CH), April 2008, Aussteller

Industrielle Computertomographie-Tagung
Wels (A), Februar 2008

6. International Conference on Low Cycle Fatigue
Berlin, September 2008

International Symposium on NDT in Aerospace
Fürth, Dezember 2008

*5th International Symposium on Voronoi Dia-
grams in Science and Engineering 2008*
Kiew (UA), September 2008

ISC'08
Dresden, Juni 2008, Aussteller

*Jahrestagung 2008 des Commercial Vehicle Clu-
ster (CVC)*
Wörth, November 2008, Aussteller

*Launch der Cambridge-Kaiserslautern Finance
Alliance*
London (GB), Juli 2008

Materials Science and Engineering
Nürnberg, September 2008

Medizin Innovativ 2008
Nürnberg, Juli 2008, Aussteller

Modeling and Validation
Winterthur (CH), März 2008

MOTEK 2008
Stuttgart, September 2008

MS Wissenschaft im »Jahr der Mathematik«
Wanderausstellung, Mai-September 2008

*mtex – Internationale Fachmesse & Symposium
für Textilien und Verbundstoffe im Fahrzeugbau*
Chemnitz, Juni 2008, Aussteller

Olympus HCS-Meeting
Karlsruhe, März 2008

*OTTI-Fachforum Systemzuverlässigkeit von Elek-
tronikbauteilen*
Regensburg, Mai 2008

ProcessNet
Karlsruhe, Oktober 2008

Qualipro
Dortmund, September 2008

*Regionalkonferenz der Initiative »Gesundheits-
wirtschaft Rheinland-Pfalz«*
Kaiserslautern, Januar 2008, Aussteller

Schüttguttag
Wiesbaden, Juni 2008

Screen Amsterdam 2008
Amsterdam (NL), September 2008, Aussteller

SEG Annual Meeting 2008
Las Vegas, Nevada (USA), November 2008, Aussteller

*Smögen Workshop »Random Models in Science,
Engineering and Medicine«*
Smögen (S), August 2008

SPS/Drives/IPC 2008
Nürnberg, November 2008

Supercomputing SC2008
Austin, Texas (USA), November 2008, Aussteller

Symposium »Textile Filter«
Chemnitz, März 2008, Aussteller

Eigene Veranstaltungen

Tage der Technologie 2008: Werkstoffe für unser Leben

Mainz, November 2008, Aussteller

The Marine Propulsion Conference

London (GB), März 2008

VDI Getriebe

Friedrichshafen, Juni 2008

VDI SIMVEC Berechnung und Simulation im Fahrzeugbau 2008

Baden-Baden, November 2008, Aussteller

VISION 2008

Stuttgart, November 2008, Aussteller

Workshop »Detektionssysteme für CBRNE-Gefahrstoffe«

Karlsruhe, September 2008

World Filtration Congress 2008

Leipzig, April 2008, Aussteller

Ausstellung: Ein mathematisches Kunstbuch – ein künstlerisches Mathematikbuch

August/September 2008

Ausstellung: Imaginary – Mit den Augen der Mathematik: 3D-Objekte, virtuelle Welten, interaktive Installationen

April 2008

Cluster-Forum: Simulation in der Werkstofftechnik (gemeinsam mit Bayern Innovativ)

Nürnberg, Mai 2008

Finissage mit AtriumJazz

April 2008

Firmen-Workshops »Load Data Analysis«

DAF, Daimler, MAN, IVECO, SCANIA, VOLVO, Södertälje und Göteborg (S), Mai 2008, Turin (I), Juli 2008

Konferenz »Digitale Nutzfahrzeugtechnologie«

Oktober 2008

Multicore Innovation Workshop

Oktober 2008

Seminar »Lastdaten - Analyse, Bemessung und Simulation«

Februar 2008

Seminar »Mehrkörpersimulation in der Betriebsfestigkeit«

September 2008

Seminar »Statistische Methoden in der Betriebsfestigkeit«

April und Dezember 2008, VW, Wolfsburg, April 2008

Seminare des »Simulationszentrums Rheinland-Pfalz« für KMU in Rheinland-Pfalz

WFG Südwestpfalz & Zweibrücken, Pirmasens, Februar 2008, Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern, Mai 2008, Zimmermann Formtechnik, Weilerbach, Dezember 2008

Tag der offenen Tür am Fraunhofer ITWM

September 2008

Workshop »Dämmstoffe und Isolationsmaterialien - Design und Charakterisierung«

September 2008

Workshop »Digitale Nutzfahrzeugtechnologie«

John Deere, Mannheim, März 2008

Workshop »Semiinfinite Optimierung«

Klingenmünster, Dezember 2008

Workshop »3d Imaging, Analysis, Modeling and Simulation of Macroscopic Properties«

November 2008

Workshop »Computertomographie und Analyseverfahren für industrielle Anwendungen«

Saarbrücken/Kaiserslautern, März 2008

Gäste

- Antoulas, Athanasios (International University Bremen und Rice University USA)
Modellreduktion und Systemidentifikation
Mai 2008
- Arnold, Martin (Universität Halle-Wittenberg)
Mehrkörpersimulation – Numerik
März, Juni und November 2008
- Becker, Christoph (Frankfurt School of Finance & Management)
LIBOR Market Model (LMM)
Januar-Dezember 2008
- Bender, Christian (Universität Braunschweig)
True upper bounds for Bermudan products via non-nested Monte-Carlo (Vortrag)
Mai 2008
- Ciegis, Raimondas (Technical Univ. Vilnius, LT)
Flows in porous media and parallelization
Februar 2008
- Doblare, Manuel (Depto. de Ingeniería Mecánica, University Zaragoza, E)
Biomechanik
November 2008
- Eberhard, Peter (Universität Stuttgart)
Numerische Mechanik, MKS, Modellreduktion in mechanischen Systemen
April 2008
- Garnier, Josselin (Universität Paris VII, F)
November 2008
- Griewank, Andreas (Humboldt-Universität zu Berlin)
Automatische Differentiation und Optimierung
November 2008
- Grzibovskis, Richards; Rjasanow, Sergej (Universität des Saarlandes)
Berechnung effektiver elastischer Eigenschaften mit BEM
2008
- Hahn, Markus (RICAM Linz, A)
Calibrating Markov Switching Models to Stock Data (Vortrag)
Dezember 2008
- Härdle, Wolfgang (Humboldt-Universität zu Berlin); Spokoyny, Vladimir (WIAS Berlin)
Foundations and Applications of Modern Nonparametric Statistics (Workshop)
Mai 2008
- Hein, Oliver (Frankfurt); Schwind, Michael (TU Kaiserslautern)
Frankfurt Artificial Stock Market (Vortrag)
Januar 2008
- Hintermüller, Michael (MATHEON Berlin und Universität Graz, A)
Topologieoptimierung
Dezember 2008
- Hintze, Michael (Universität Hamburg)
Modellreduktion / POD-Workshop im Rahmen von CAROD
Februar 2008
- Hlod, Andrily
Flow regimes of a viscous jets
November 2008
- Jakobsson, Stefan (Fraunhofer-Chalmers Centre, S)
ABB / Rational RBF interpolation for dual patch Antenna data
April, Mai, Juni, Oktober, November 2008
- Janßen, Rainer (Münchner Rück)
CIO
Oktober 2008
- Jenny, Patrick (ETH Zürich, CH)
Multiscale finite volume method, flow in porous media
Juni 2008
- Kaehler, Ben
Pricing American Rainbow Options using Lévy Processes
Juni-September 2008
- Kolymbas, Dimitrios
Bedeutung und Herausforderung der Bodenmechanik
September 2008
- Kopfer, Herbert (Universität Bremen)
Kollaborative Transportlogistik / Ansätze zur Effizienzsteigerung in der operativen Transportplanung
Januar 2008
- Lazarov, Raytcho (A&M University, Texas, USA)
Numerical Methods For PDEs
Juli-August 2008
- Mattheij, Bob (TU Eindhoven, NL)
November 2008
- Meyer, Arnd (TU Chemnitz)
FE-Strukturmechanik / »FEM for LArge Deformations & Plates«, Vortrag am ITWM (Seminar MDF)
März 2008
- Meyer, Arndt (TU Chemnitz)
Numerik für Platten- und Schalen
Oktober 2008
- Michaelsen, Silke (Hochschule Konstanz)
2D Packungsprobleme im Elektronik-Design
September bis Dezember 2008
- Mikelic, Andro (Universität Lyon 1, F)
Multiscale problems, homogenization
Dezember 2008
- Mikelic, Andro (Université Lyon, F)
Poroelastischer Balken
Dezember 2008
- Neuenkirch, Andreas (Universität Frankfurt)
Approximation of SDEs under non-standard assumptions (Vortrag)
Dezember 2008
- Peckham, Natalie (Frankfurt School of Finance & Management)
Latin hypercube sampling with dependence (Vortrag)
September 2008
- Pierdzioch, Christian (Universität Saarbrücken)
Preissetzungsstrategien, Wechselkurse und Aktienmärkte (Vortrag)
März 2008
- Popov, Peter (A&M University, Texas, USA)
Multiscale problems, numerical upscaling, CFD
Februar 2008
- Preusser, Tobias (CeVis, Bremen)
RF-Ablation
Oktober 2008
- Ribe, Neil (Institut de Physique du Globe de Paris, F)
Fluid and solid ropes
November 2008
- Schmidt, Wolfgang M. (Frankfurt School of Finance & Management)
Default Swaps and Hedging Credit Baskets (Vortrag)
Juni 2008
- Starikovicius, Vadimas (Technical University, Vilnius, LT)
Numerics for CFD and for flow in porous media
April-Juni 2008
- Stockie, John (Vancouver, CDN)
Brennstoffzellen
Januar 2008
- Tysk, Johan (Universität Uppsala, S)
Bubbles, local martingales and the Black-Scholes equation (Vortrag)
Februar 2008

Mitarbeit in Gremien, Herausgebertätigkeit

Wardetzky, Max (Universität Göttingen)

Diskrete Differentialgeometrie / »Geometric tools in simulation and optimization of digital surfaces« (Vortrag im ITWM-Seminar)

Mai 2008

Wunderlich, Ralf (FH Zwickau)

Optimal Portfolio Policies Under Bounded Expected Loss and Partial Information (Vortrag)

Juli 2008

Didas, Stephan

- IEEE Transactions on Image Processing (Gutachter)
- Pattern Recognition (Gutachter)

Ettrich, Norman

- Geophysics (Gutachter)
- Geophysical Prospecting (Gutachter)

Günther, Marco

- Fraunhofer-Gesellschaft »Doktorandinnen-Programm« (Gutachter)
- WTR (gewählter Vertreter ITWM)

Hering-Bertram, Martin

- Computer Aided Design (Reviewer)
- EuroVis 2008/ 2009 (Programmkomitee)
- IEEE Visualization 2008 (Reviewer)
- Topo In Vis 2009 (Programmkomitee)
- Visualization of Large and Unstructured Data Sets, Lecture Notes in Informatics - Seminars, Gesellschaft für Informatik (GI), 2008 (Editor)

Iliev, Oleg

- Int. J. Heat and Fluid Flow (Gutachter)
- J. Comp. Meth. Appl. Math. (Editor)
- J.Food Engineering (Gutachter)
- LNCS, Springer (Gutachter)
- Math. Modelling and Analysis (Editor)
- Member of the Interim Management Board of the International Society for Porous Media
- SIAM J. Sci. Comp. (Gutachter)
- Transport in Porous Media (Gutachter)

Korn, Ralf

- Advances in Applied Probability (Assoc. Editor)
- Blätter der DGVFM (Editorial Board)
- Dekan des Fachbereichs Mathematik der TU Kaiserslautern
- Mathematical Finance (Associate Editor)
- Mathematical Methods of Operations Research (Associate Editor)
- Mitglied des Senats der TU Kaiserslautern
- Mitglied des Verwaltungsrats der Assenagon Asset Management SA
- Sprecher Landesexzellenzcluster DASMODO
- Sprecher Landesforschungszentrum (CM)²
- Stellvertretender Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Versicherungs- und Finanzmathematik

Küfer, Karl-Heinz

- Mathematical Programming (Gutachter)
- Mathematics of Operations Research (Gutachter)
- Medical Physics (Gutachter)
- Zentralblatt für Mathematik (Reviewer)

Maasland, Mark

- Fraunhofer Allianz Vision (Mitglied)

Mohring, Jan

- VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik, GMA (Mitglied)

Müller, Marlene

- Computational Statistics (Associate Editor)
- Computers & Operations Research (Gutachter)
- Elected Member of the International Statistical Institute (ISI)
- Mitglied des Ausschuss für Ökonometrie des Vereins für Socialpolitik

Neunzert, Helmut

- European Journal of Applied Mathematics (Associate Editor)
- Evaluierungskommission für das Dep. of Physics and Mathematics, University of Lund
- Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC (Vice Chairman of the Board)
- Monte Carlo Methods and Application (Associate Editor)
- Technologie-Beirat der Stadt Kaiserslautern
- Technologie-Botschafter der Stadt und des Landkreises Kaiserslautern

Nickel, Stefan

- Annals of OR (Gutachter)
- Centro de Investigação Operacional da Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (Mitglied externes Advisory Board)
- Computers & Operations Research (Editor in Chief)
- European Journal of Operational Research (Gutachter)
- European Working Group on Locational Analysis (EWGLA) (Sprecher des Boards)
- GOR (Mitglied des Beirats)
- GOR Arbeitsgruppe »Health Care Management« (Vorsitz)
- Health Care Management Science (Mitglied Editorial Board)
- IEEE Transactions (Gutachter)

- Mathematical Programming (Gutachter)
- Mathematical Reviews (Reviewer)
- Networks (Gutachter)
- Omega (Gutachter)
- Operations Research Letters (Associate Editor)
- OR Spectrum (Gutachter)
- Zentralblatt für Mathematik (Reviewer)

Prätzel-Wolters, Dieter

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

Redenbach, Claudia

- Communications in Statistics - Theory and Methods (Gutachter)
- Image Analysis & Stereology (Gutachter)

Rieder, Hans

- VDE/VDI-Fachausschuss »Nichtlineare Systeme«

Rösch, Ronald

- Commercial Vehicle Cluster (CVC)
- Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V. (DGM, Mitglied)
- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e. V. (DGZfP, Mitglied)
- DGM-Arbeitskreis »Quantitative 3D-Mikroskopie«
- DGM-Arbeitskreis »Tomographie«
- DGM-Fachausschuss »Strahllinien«
- Fraunhofer Allianz Vision (Mitglied)
- Fraunhofer-Innovationsthema Leichtbau (ILBS)
- Heidelberger Bildverarbeitungsforum (Beirat)
- IOP electronic Journals (Gutachter)

Scherrer, Alexander

- Physics in Medicine and Biology (Gutachter)

Schladitz, Katja

- Image Analysis & Stereology (Editorial Board)
- Journal of Microscopy (Gutachter)
- Journal of the Royal Statistical Society (Gutachter)
- Leichtbau-Cluster (Mitglied)

Schröder, Michael

- Computers & Operations Research (Gutachter)

Siedow, Norbert

- HVG-DGG (Mitglied): AIF Beraterkreis »Verteilerrinne«

Spies, Martin

- Acustica (Gutachter)
- IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics & Frequency Control (Gutachter)
- Journal of Computational Acoustics (Gutachter)
- Journal of the Acoustical Society of America (Gutachter)
- Materials Evaluation (Gutachter)
- NDT&E International (Gutachter)
- Ultrasonics (Gutachter)
- Wave Motion (Gutachter)

Wenzel, Jörg

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

Zemitis, Aivars

- Mathematical Modelling and Analysis ,The Baltic Journal on Mathematical Applications, Numerical Analysis and Differential Equations (Editor)

Dalheimer, Mathias; Pfreundt, Franz-Josef

Rechneranordnung mit automatisierter Zugriffssteuerung von einer und Zugriffskontrolle auf eine Applikation sowie entsprechendes Zugriffssteuerungs- und Zugriffskontrollverfahren
Deutsche Anmeldung Nr. 102008034492.3

Dressler, Klaus; Bitsch, Gerd

Verfahren zur Bestimmung von Kenngrößen für die Auslegung eines Bauteils und Vorrichtung enthaltend ein derartiges Bauteil
Europäische Anmeldung Nr. 08004814.3

Lojewski, Carsten

Verfahren zur computergestützten Identifikation der von einem Richtstrahl durchschnittenen Kinderoktanten eines Elternoktants in einer Octree-Datenstruktur mittels Look-up-Tabellen
Deutsches Patent Nr. 102006061325 B4

Trinkaus, Hans; Küfer, Karl-Heinz

Vorbereiten einer Auswahl von Steuergrößen für eine einzustellende Dosisverteilung eines technischen Gerätes
US-Patent Nr. 7391026 B2