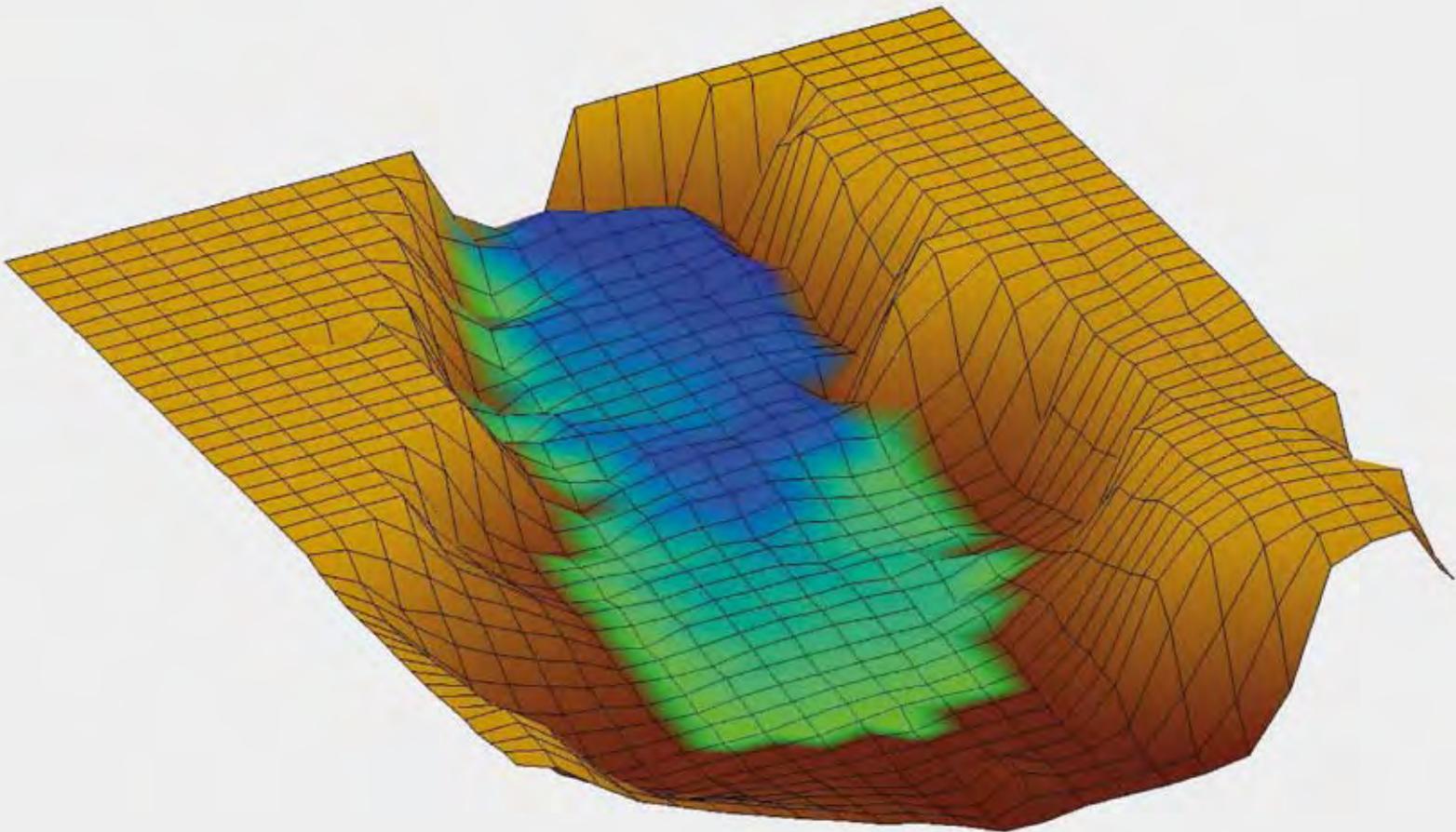


# RUNDBRIEF

*GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK*



AUS DEM INHALT:

**HERAUSGEBER**  
**IM AUFTRAG DES VORSTANDES DER GAMM E.V.:**  
**PROF. DR.-ING. JÖRG SCHRÖDER**  
**PROF. DR. AXEL KLAWONN**  
**UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN**

**QUANTIFIZIERUNG VON UNSICHERHEITEN:**  
**STOCHASTISCHE FEM UND NUMERIK**  
**STOCHASTISCHER PARTIELLER DIFFERENTIAL-**  
**GLEICHUNGEN**

**MEHRPHASENMODELLIERUNG IM BAUWESEN**  
**EINE ANWENDUNG AUF SIEDLUNGSABFALL-**  
**DEPONIE**

**JAHRESBERICHTE DER GAMM-FACHAUSSCHÜSSE**

**JUNGE WISSENSCHAFTLER:**  
**STEFAN LÖHNERT UND ALEXANDER SCHWEITZER**

# 1/2010

[www.gamm-ev.de](http://www.gamm-ev.de)

Herausgeber:  
 Prof. Dr.-Ing. Jörg Schröder  
 Prof. Dr. Axel Klawonn  
 Universität Duisburg-Essen

Schriftleitung:  
 Prof. Dr.-Ing. Jörg Schröder  
 Universität Duisburg-Essen  
 Institut für Mechanik  
 Universitätsstraße 15  
 45117 Essen  
 Tel.: ++49 (0)201 / 183-2708  
 Fax: ++49 (0)201 / 183-2708  
 E-Mail: j.schroeder@uni-due.de

Anzeigenverwaltung  
 GAMM Geschäftsstelle  
 c/o Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Kaliske  
 Institut für Statik und Dynamik der  
 Tragwerke  
 Fakultät Bauingenieurwesen  
 Technische Universität Dresden  
 01062 Dresden  
 Tel.: ++49 (0)351 / 46333448  
 E-Mail: GAMM@mailbox.tu-dresden.de

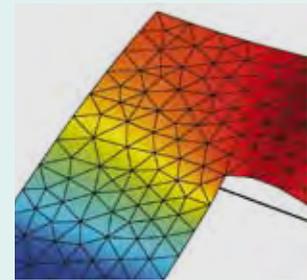
Gestaltung:  
 Dr. Hein Werbeagentur GmbH, Köln  
 www.heinagentur.de

Druck:  
 Bauer Satz.Druck.Werbetechnik GmbH  
 Am Gewerbering 8  
 84069 Schierling  
 Tel.: ++49 (0)9451 / 943021 / 943020  
 Fax: ++49 (0)9451 / 1837  
 E-Mail: info@bauerwerbung.com

Alle Rechte bei den Autoren.

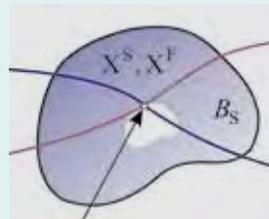
**Vorstand der GAMM 4**

**Quantifizierung von Unsicherheiten: Stochastische FEM und Numerik stochastischer partieller Differentialgleichungen** 6  
 von Hermann G. Matthies



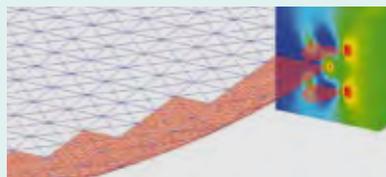
**Satzungsänderung 12**

**Ausschreibung Richard von Mises-Preis 13**



**Mehrphasenmodellierung im Bauwesen - Eine Anwendung auf Siedlungsabfalldeponien** 14  
 von Tim Ricken

**Aufruf Mini-Symposien 19**



**Steckbrief Stefan Löhnert 21**

**Steckbrief Marc Alexander Schweitzer 25**

**Jahresberichte aus den Fachausschüssen 28**

**Numerische Methoden für Partielle Differentialgleichungen**

**Computergestützte Beweise und symbolisches Rechnen**

**Angewandte Stochastik und Optimierung 29**

**Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen**

**Analysis von Mikrostrukturen 30**

**Angewandte und numerische lineare Algebra (ANLA)**

**Mehrfeldprobleme 31**

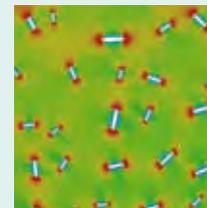
**Dynamik und Regelungstheorie**

**Biomechanik 32**

**Angewandte Operatortheorie**

**Multiscale Material Modeling 33**

**Magnetisch kontrollierte Strömungen**



**1st International Conference on Material Modeling, ICMM 1/2009 35**

**1st Sino-German Workshop on Advanced and Multiscale Material Modeling 36**

**Wissenschaftliche Veranstaltungen 37**



## LIEBE LESERIN, LIEBER LESER, LIEBE GAMM-MITGLIEDER,

in der vorliegenden Ausgabe der GAMM-Rundbriefes gibt uns Herrmann Matthies in seinem Leitartikel „Quantifizierung von Unsicherheiten: Stochastische FEM und Numerik stochastischer partieller Differentialgleichungen“ einen Einblick in die Handhabung von Problemstellungen mit unsicheren Eingabedaten. So zeigt uns die Abbildung auf dem Titelblatt dieses Rundbriefes die Diskretisierung der Wassertiefe zur Analyse eines Dammbrechens im italienischen Toce-Tal.

Mit dem Beitrag „Mehrphasenmodellierung im Bauwesen - Eine Anwendung auf Siedlungsabfalldeponien“ führt uns Tim Ricken in ein hochaktuelles Thema der Deponiesimulation ein. Da die Deponiebetreiber verpflichtet sind auch in der Nachsorgephase die Gasemissionen umweltverträglich abzuführen, ist eine genaue Vorhersage der anfallenden Gasmengen über bis zu 100 Jahren eine ingenieurwissenschaftliche Herausforderung mit beachtlichen betriebswirtschaftlichen Konsequenzen.

In den Steckbriefen stellen sich dieses Mal Stefan Löhnert und Alexander Schweitzer vor. Herr Dr. Löhnert ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Kontinuumsmechanik der Leibniz Universität Hannover und forscht u.a. auf dem Gebiet der 3D Multiskalensimulation in der Bruchmechanik. Herr PD. Dr. Schweitzer ist Akademischer Oberrat am Institut für Numerische Simulationen der Universität Bonn mit Forschungsschwerpunkten auf gitterfreien Diskretisierungsverfahren und der Numerik partieller Differentialgleichungen.

Die kurzen Jahresberichte der GAMM-Fachausschüsse geben einen Überblick über die jeweiligen Aktivitäten des letzten Jahres. Zwei kurze Berichte über die erste internationale Konferenz zur Material Modellierung (ICMM 1/2009) und den ersten chinesisch-deutschen Workshop zu diesem Thema in Dortmund runden die Frühjahrsausgabe dieses Briefes ab.

Wir möchten dieses Editorial insbesondere auch zu einem Aufruf an die Nachwuchswissenschaftler der Mathematik und Mechanik nutzen, eigene Beiträge in der Form von Übersichtsartikeln oder kurzen wissenschaftlichen Beiträgen für den GAMM Rundbrief beizusteuern. Eine kurze email an

[axel.klawonn@uni-due.de](mailto:axel.klawonn@uni-due.de) (Mathematik)

bzw.

[j.schroeder@uni-due.de](mailto:j.schroeder@uni-due.de) (Mechanik)

ist der erste Schritt in diese Richtung.

Axel Klawonn und Jörg Schröder im Januar 2010



**Präsident:** **Prof. Dr.-Ing. Peter Wriggers**  
 Leibniz Universität Hannover  
 Institut für Kontinuumsmechanik  
 Appelstraße 11, 30167 Hannover

**Vizepräsident:** **Prof. Dr. Rolf Jeltsch**  
 Eidgenössische Technische  
 Hochschule, Zentrum Zürich  
 Seminar für Angewandte Mathematik  
 Rämistraße 101, 8092 Zürich, Schweiz

**Sekretär:** **Prof. Dr.-Ing. Michael Kaliske**  
 Technische Universität Dresden  
 Institut für Statik und Dynamik der Trag-  
 werke, 01062 Dresden

**Vizesekretär:** **Prof. Dr.-Ing. Reinhold Kienzler**  
 Universität Bremen, Fachbereich  
 Produktionstechnik  
 Fachgebiet Technische Mechanik-  
 Strukturmechanik  
 Postfach 330440, 28334 Bremen

**Schatzmeister:** **Prof. Dr. Michael Günther**  
 Bergische Universität Wuppertal  
 Fachbereich C – Fachgruppe  
 Mathematik, Lehrstuhl für Angewandte  
 Mathematik/Numerik,  
 Gaußstraße 20, 42097 Wuppertal

#### Weitere Mitglieder des Vorstandsrates

**Prof. Dr. Andreas Griewank**  
 Humboldt Universität zu Berlin  
 Institut für Mathematik, Mathematisch-  
 Naturwissenschaftliche Fakultät II  
 Unter den Linden 6, 10099 Berlin

**Prof. Dr. Volker Mehrmann**  
 Technische Universität Berlin  
 Institut für Mathematik, MA 4-5  
 Straße des 17. Juni 136, 10623 Berlin

**Prof. Dr. Stefan Müller**  
 Universität Bonn  
 Hausdorff-Zentrum für Mathematik  
 Endenicher Allee 60, 53115 Bonn

**Prof. Dr.-Ing. Martin Oberlack**  
 Technische Universität Darmstadt  
 Institut für Strömungsdynamik  
 Hochschulstr. 1, 64289 Darmstadt

**Prof. Dr. Michael Plum**  
 Universität Karlsruhe (TH), Institut für Analysis  
 Kaiserstraße 89-93, 76128 Karlsruhe

**Prof. Dr.- Techn. Franz G. Rammerstorfer**  
 Technische Universität Wien, Fakultät für Maschinen-  
 wesen und Betriebswissenschaften  
 Institut für Leichtbau und Struktur-Biomechanik  
 Gußhausstraße 27-29/E317, 1040 Wien, Österreich

**Prof. Dr.-Ing. Stefanie Reese**  
 Technische Universität Braunschweig  
 Institut für Allgemeine Mechanik und Festigkeitslehre  
 Schleinitzstraße 20, 38106 Braunschweig

**Prof. Dr.-Ing. Jörg Schröder**  
 Universität Duisburg-Essen, Institut für Mechanik  
 Fakultät Ingenieurwissenschaften  
 Universitätsstraße 15, 45117 Essen

**Prof. Dr. Gerhart Schuëller**  
 Leopold-Franzens-Universität Innsbruck  
 Institut für Mechanik  
 Technikerstraße 13, 6020 Innsbruck, Österreich

**Prof. Dr. André Thess**  
 Technische Universität Ilmenau  
 Fakultät Maschinenbau, Fachgebiet Thermo- und  
 Magnetofluidodynamik  
 P.O.Box 10 05 65, 98684 Ilmenau

**Prof. Dr.-Ing. Prof. E.h. Peter Eberhard**  
 Universität Stuttgart, Institut für Technische und Nume-  
 rische Mechanik  
 Pfaffenwaldring 95, 70569 Stuttgart

**Prof. Dr. Barbara Wohlmuth**  
 Universität Stuttgart, Institut für Angewandte Analysis  
 und Numerische Simulation, Lehrstuhl NMH  
 Pfaffenwaldring 57, 70569 Stuttgart

#### Beratende Mitglieder des Vorstandsrates

**Prof. Dr. Götz Alefeld**  
 Universität Karlsruhe (TH), Fakultät f. Mathematik, Institut f.  
 Angewandte Mathematik, Postfach 6980, 76128 Karlsruhe

**Prof. Dr. Klaus Kirchgässner**  
 Universität Stuttgart, Fachbereich Mathematik  
 Institut für Analysis, Dynamik und Modellierung  
 Pfaffenwaldring 57, 70569 Stuttgart

**Prof. Dr.-Ing. Oskar Mahrenholtz**  
 Technische Universität Hamburg-Harburg  
 Institut für Mechanik und Meerestechnik  
 Eißendorfer Straße 42, 21071 Hamburg

**Prof. Dr. Reinhard Mennicken**  
 Universität Regensburg NWF I / Mathematik  
 93053 Regensburg

**Prof. Dr.-Ing. Friedrich Pfeiffer**  
 Technische Universität München, Lehrstuhl B für  
 Mechanik, Boltzmannstraße 15, 85748 Garching

**Prof. Dr. Wolfgang Walter**  
 Universität Karlsruhe (TH), Fakultät für Mathematik  
 Institut für Analysis, 76128 Karlsruhe

**Prof. Dr. techn. Franz Ziegler**  
 Technische Universität Wien  
 Zentrum für Allgemeine Mechanik und Baudynamik  
 Institut für Hochbau und Technologie (E206)  
 Karlsplatz 13 / E2063, 1040 Wien, Österreich

**Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zierep**  
 Universität Karlsruhe, Institut für Strömungslehre  
 und Strömungsmaschinen, 76128 Karlsruhe

#### Kassenprüfer

**Prof. Dr. Margareta Heilmann**  
 Bergische Universität Wuppertal  
 Fachbereich 7 - Mathematik

**Prof. Dr.-Ing. Bernd Tibken**  
 Bergische Universität Wuppertal  
 Elektrotechnik und Informationstechnik



# Bestseller

## Extras auf [tm-tools.de](http://tm-tools.de)

10., bearb. Aufl. 2009. ISBN 978-3-540-68394-0

► € (D) 19,95 | € (A) 20,50 | \*sFr 29,00

Jetzt auch in English: ISBN 978-3-540-89936-5

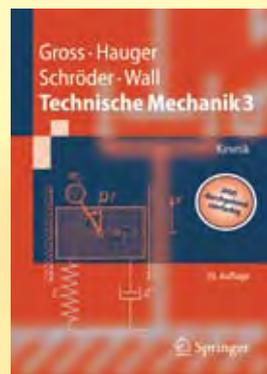


10., neu bearb. Aufl. 2009.

ISBN 978-3-642-00564-0

► € (D) 19,95 | € (A) 20,50

\*sFr 29,00



10. Aufl. 2008.

ISBN 978-3-540-68422-0

► € (D) 19,95 | € (A) 20,50

\*sFr 29,00



7. Aufl. 2009.

ISBN 978-3-540-89390-5

► € (D) 24,95 | € (A) 25,65

\*sFr 36,50



9. Aufl. 2008.

ISBN 978-3-540-68372-8

► € (D) 14,95 | € (A) 15,37

\*sFr 22,00



9. Aufl. 2009.

ISBN 978-3-642-03087-1

► € (D) 14,95 | € (A) 15,37

\*sFr 22,00



8., vollst. neu bearb. Aufl. 2007.

ISBN 978-3-540-70769-1

► € (D) 14,95 | € (A) 15,37

\*sFr 22,00



2008.

ISBN 978-3-540-21488-5

► € (D) 19,95 | € (A) 20,50

\*sFr 29,00



6., korr. Aufl. 2008.

ISBN 978-3-540-77691-8

► € (D) 24,95 | € (A) 25,65

\*sFr 36,50

# QUANTIFIZIERUNG VON UNSICHERHEITEN: STOCHASTISCHE FEM UND NUMERIK STOCHASTISCHER PARTIELLER DIFFERENTIAL- GLEICHUNGEN

VON HERMANN G. MATTHIES

Viele Probleme in den Ingenieur- und Naturwissenschaften werden mit Hilfe partieller Differentialgleichungen modelliert, und die numerischen Verfahren zur Lösung solcherart modellierter Problemstellungen haben einen relativ hohen Reifegrad erreicht. Während noch vor ein bis zwei Jahrzehnten fast ausschließlich die Gleichungslöser, Diskretisierungen und ihre Approximationsfehler, Adaptivität usw. im Zentrum des Interesses standen, haben heute die damit zusammenhängenden Fragen der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der numerischen Lösung zumindestens in Ansätzen zufriedenstellende Antworten gefunden. Die Fehler und die hiermit verbundene Unsicherheit der numerischen Lösung wird bei immer mehr Problemstellungen als kontrollierbar angesehen. Es ist daher wohl nur natürlich, dass nun andere mögliche Einflüsse auf die Qualität der numerischen Lösung mehr in den Vordergrund treten. In vielen Fragestellungen sind dies Unsicherheiten bzgl. der Eingangsdaten. Hierbei interessiert man sich dafür, wie und wie stark sich diese Unsicherheiten in der numerischen Lösung und daraus berechneten Größen bemerkbar machen.

Im Prinzip ist dies natürlich keine neue Fragestellung, und in gewissem Sinne wurde sie qualitativ schon vor über einhundert Jahren von Hadamard [21] bei der Definition einer wohlgestellten Aufgabe formuliert. Über diese qualitative Beschreibung hinaus besteht natürlich der Wunsch, die Transformation der Unsicherheiten der Eingangsdaten in eine entsprechende Unsicherheit der Ausgangsdaten auch quantitativ zu erfassen. Um Unsicherheiten mathematisch formal zu erfassen, existieren mehrere Ansätze (s. Ben Haim und Elishakoff [7], Natke und Ben-Haim [51], Elishakoff [15]), wie z. B. die Betrachtung von Intervallanalysis oder konvexer Mengen, *fuzzy* Mengen (s. auch Möller/Beer [50], sowie probabilistische Methoden. Bei der Modellierung von Unsicherheiten werden meist zwei Typen unterschieden:

- aleatorische Unsicherheit, manchmal auch als natürliche oder nicht reduzierbare Unsicherheit bezeichnet. Ein gutes Beispiel hierfür ist der Zeitpunkt des radioaktiven Zerfalls eines instabilen Elementarteilchens. Nach heutigem Wissen ist dieser rein zufällig und kann auch mit mehr oder besseren Messungen nicht anders als rein probabilistisch beschrieben werden. Viele andere makroskopischere Phänomene werden ebenfalls probabilistisch beschrieben (z. B. Windgeschwindigkeiten im turbulenten Windfeld), ohne dass daraus grund-

sätzliche Überlegungen bzgl. (In-)Determinismus dieser Phänomene angestellt werden müssen. Auf dem heutigen Stand des Wissens und durch statistische Auswertung von Messungen erhärtet werden hier probabilistische Modelle allgemein als angemessen gesehen.

- epistemische Unsicherheit, oder auch eine Unsicherheit des Wissens. Dies sind Daten, die prinzipiell messbar sind, aber die aus welchen Gründen auch immer nicht bestimmt werden (Möglichkeit, Kosten, Zeit, Zugänglichkeit, usw.), wie z. B. die Porosität an einer bestimmten Stelle eines porösen Mediums. Etwas grundsätzlicher können wir bei vielen Tatsachenfeststellungen nicht nur von wahr oder falsch sprechen, sondern wir sind uns über den tatsächlichen Zustand nicht sicher. Allgemein ist diese Art von Unsicherheit ein Mangel an Wissen. In diesem Bereich werden häufig andere als probabilistische Methoden zur Beschreibung von Unsicherheiten verwandt. Es gibt allerdings auch hier starke Hinweise, dass eine probabilistische Modellierung natürlich ist (z. B. Jaynes [26]). Die hierbei benutzten Wahrscheinlichkeiten erlauben meist keine frequentistische oder statische Interpretation. Wir verwenden die probabilistische Modellierung auch bei epistemischen Unsicherheiten, um den Zustand unseres Wissens bzw. die zur Verfügung stehende Information zu charakterisieren. Dies hat u. a. auch den Vorteil, dass alle Unsicherheiten – aleatorische wie epistemische – einheitlich beschrieben werden.

Zur Abgrenzung sollte auch gesagt werden, dass wir uns hier nicht mit probabilistischen Methoden (meist Monte Carlo Varianten) zur Lösung normaler deterministischer (nicht-stochastischer) partieller Differentialgleichungen beschäftigen, wie z. B. in Sabelfeld [56] dargestellt.

Es geht uns um die Quantifizierung der Unsicherheit (*Uncertainty Quantification*) in einem System. Diese Unsicherheiten nehmen wir als mit probabilistischen Methoden modelliert an. Wäre der deterministische Teil des Systems mit endlich vielen Freiheitsgraden zu modellieren, so gäbe es hierzu eine reiche Literatur. In den Ingenieurwissenschaften wird häufig einfach von einem schon diskretisierten System (z. B. durch finite Elemente) ausgegangen und erst hier die stochastische Beschreibung angesetzt. Dies Gebiet wird dann als „stochastische finite Elemente“-Methoden (SFEM) bezeichnet, siehe auch Kleiber

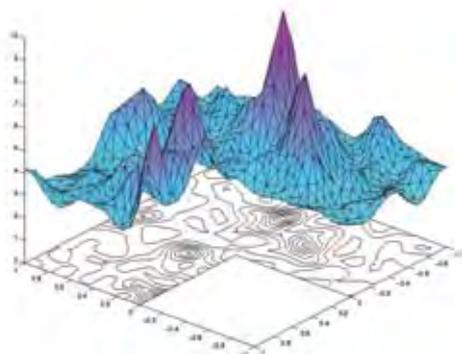


Abb. 1: Zufallsfeld der hydraulischen Leitfähigkeit

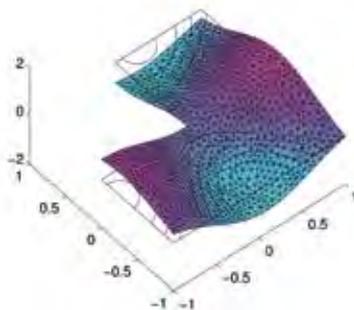


Abb. 2: 5. KL-Eigenfunktion

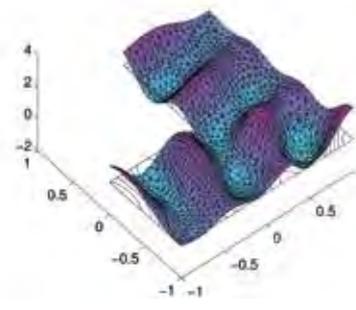


Abb. 3: 25. KL-Eigenfunktion

und Hien [34], und häufig bei Zuverlässigkeitsberechnungen – ein Spezialfall der Fragestellungen, die wir betrachten wollen – verwendet (siehe z. B. Melchers [49]).

Wenn es um numerische Verfahren für stochastische partielle Differentialgleichungen geht, landet man bei der konkreten Rechnung natürlich auch hier, nur beginnt hier die Betrachtung an einer früheren Stelle.

Das gesamte Gebiet der stochastischen Methoden zur Quantifizierung von Unsicherheiten befindet sich in lebhafter Entwicklung, die Übersichten [19, 29, 30, 41, 44, 45, 46, 47, 57, 58, 60] geben davon Zeugnis.

Eine weitere Abgrenzung muss auch noch erwähnt werden, nämlich die zu stochastischen Differentialgleichungen (siehe z. B. Øksendal [53]) gehörigen numerischen Verfahren (siehe z. B. Kloeden und Platen [35]): hier werden Differential-Evolutionsgleichungen in endlichdimensionalen Räumen betrachtet, angeregt durch zeitliches weißes Rauschen, formuliert unter Verwendung des Itô-Integrals. Unendlichdimensionale Varianten hiervon sind auch schon betrachtet worden, siehe z. B. Itô [24] und Rozanov [55]. Eine Ähnlichkeit zu unserem Problem besteht allerdings darin, dass hier zur Beschreibung stochastische Prozesse verwendet werden und die Modellierung unendlich viele Zufallsvariable benötigt.

Wir wollen für unsere Ausführungen konzeptionell ein konkretes Modellproblem verwenden, nämlich eine stationäre Diffusions- oder Wärmeleitungsgleichung, bei der der Diffusionskoeffizient (und eventuell auch der Quellterm) unsicher sind. Wir nehmen außerdem an, dass dieser Diffusionskoeffizient heterogen, d. h. räumlich nicht konstant ist; siehe auch Matthies [47]. Solche Probleme treten bei der Strömung durch poröse Medien auf, z. B. bei Grundwasserströmungen, siehe Helmit et al. [22]. Die Darcy'sche Annahme bzgl. eines linearen Zusammenhangs zwischen Druckgradient und Grundwasserfluss sowie die Massenerhaltung führen zur Diffusionsgleichung für den hydraulischen Druck. Der lineare Zusammenhang im Darcy'schen Gesetz wird durch den Diffusions- (hier besser „Leitfähigkeits“-) koeffizienten gegeben. Realistischer wäre es, die Diffusion mit einem Tensor 2. Stufe anstatt nur mit einem skalaren Feld zu beschreiben, aber für unsere kleine Modellannahme wollen wir uns damit begnügen. Da negative Werte des Diffusionskoeffizienten durch den 2. Hauptsatz der Thermodynamik nicht möglich sind, haben wir es mit einem positiven skalaren Zufallsfeld zu tun; eine Realisation eines solchen

Feldes für ein zweidimensionales Gebiet ist in Abb. 1 gezeigt. Unsere Überlegungen führen zu der Annahme, dass der Diffusionskoeffizient sich in jedem Punkt des Gebietes als eine positive Zufallsvariable darstellen lässt.

Man muss sich als erstes überlegen, wie man solche Felder beschreibt. Wir haben es offensichtlich mit überabzählbar vielen Zufallsvariablen zu tun. Am weitesten fortgeschritten ist diese Beschreibung sicherlich – wen wundert es? – für Gaußsche Felder (siehe z. B. Adler und Taylor [1]). In der Hydrologie werden die oben angesprochenen Leitfähigkeitsfelder oft als lognormal angenommen, d. h. der Logarithmus der Leitfähigkeit ist ein Gaußsches Feld; Christakos [12] bietet einen Einblick in solche Modellierungsfragen.

Eine wichtige Frage bei zufälligen Feldern und Prozessen ist die nach der Beziehung zwischen den Werten an verschiedenen Punkten. Sind die Zufallsvariablen an verschiedenen Punkten völlig unkorreliert und sogar unabhängig, so haben wir eine Form von „weißem Rauschen“ vorliegen. Meist aber sind die Werte an verschiedenen Punkten korreliert, was durch die Korrelationsfunktion beschrieben wird. Diese ist neben dem Mittelwert (einfach ein räumliches skalares Feld) der Schlüssel sowohl zur Beschreibung als auch später zur Numerik. Für ein Gaußsches Feld reichen auch diese beiden Daten (Mittelwerts- und Korrelationsfunktion), um das Feld vollständig zu beschreiben.

Nicht-Gaußsche Felder werden in praxi deshalb häufig als Funktionen (eines oder mehrerer) Gaußscher Felder modelliert, wie im oben angegebenen Beispiel eines lognormalen Feldes. Die Korrelationsfunktion bietet nun die Möglichkeit zur numerischen Modellierung des Zufallsfeldes. Der traditionelle Name für die Methode ist die Karhunen-Loève-Entwicklung [28], eine Erweiterung der Fourier-Entwicklung. Sie kann gesehen werden als die spektrale Zerlegung eines kompakten, symmetrischen, positiv-definiten Operators, ein Fredholm-Integraloperator mit der Korrelationsfunktion als Integral-Kern. Die Eigenschaften folgen aus entsprechenden Eigenschaften der Korrelationsfunktion. Diese Zerlegung ist im Endlichdimensionalen auch als Hauptkomponentenanalyse (principal component analysis – PCA) bekannt.

Jeder Zufallsgröße mit Werten in einem Vektorraum (wir betrachten hier eine Zufallsgröße, deren Werte die Realisationen von Leitfähigkeitsfeldern sind) kann eine lineare Abbildung dieses Raumes in seinem dualen Raum zugeordnet werden (s.

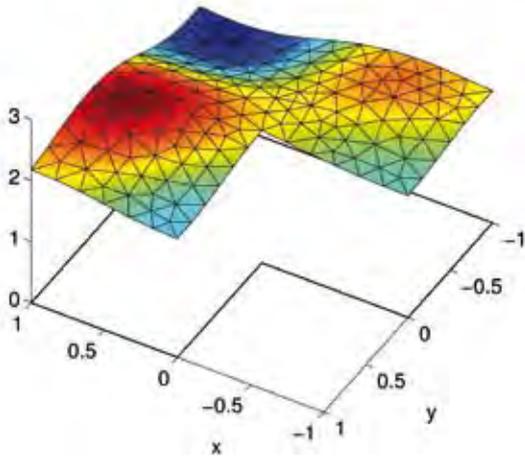


Abb. 4: Synthese mit 6 Eigenfunktionen

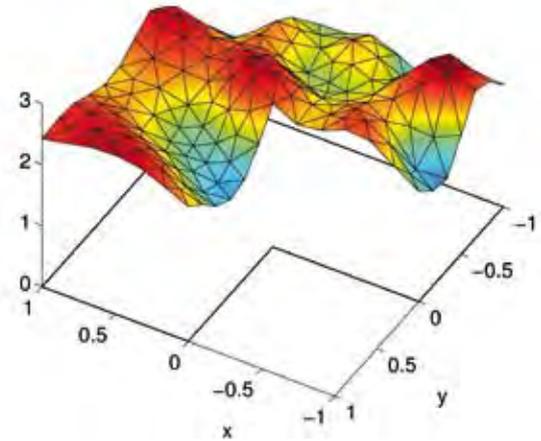


Abb. 5: Synthese mit 40 Eigenfunktionen

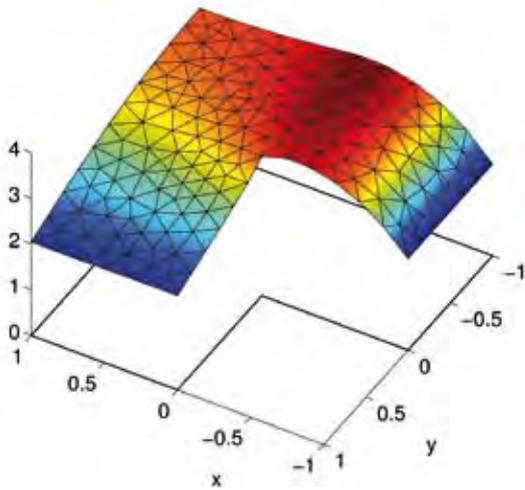


Abb. 6: Mittelwert der Lösung

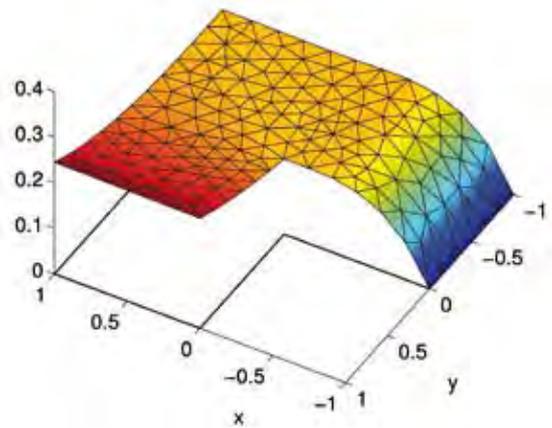


Abb. 7: Standardabweichung der Lösung

Krée und Soize [36] und Matthies [46, 47]), und diese lineare Abbildung kann als Teil einer Faktorisierung des Korrelationsoperators gesehen werden. Die Singulärwertzerlegung dieses Operators ist auf das Innigste mit der o. a. spektralen Zerlegung des Korrelationsoperators verknüpft. Zurückgesetzt auf die Zufallsgröße führt diese Singulärwertzerlegung zur eigentlichen Karhunen-Loève-Entwicklung (KLE) des Zufallsfeldes; es ist eine Summe von Tensorprodukten orthogonaler räumlicher Funktionen (die Eigenfunktionen der o. a. Zerlegung) und unkorrelierter - Orthogonalität im Sinne der Stochastik - skalarer Zufallsgrößen. Die mit jeder Eigenfunktion verknüpfte Varianz lässt sich direkt am Eigenwert der Spektralzerlegung ablesen. In den Abb. 2 und 3 sind zwei Eigenfunktionen des Feldes aus Abb. 1 gezeigt, in den Abb. 4 und 5 die Synthese bei unterschiedlicher Zahl verwandter Eigenfunktionen.

Insgesamt hat man nun eine Darstellung des Feldes in abzählbar vielen unkorrelierten Zufallsvariablen, die mit Hilfe der Varianz entsprechend ihres Beitrages gewichtet werden können. Durch Abbruch der KLE erhält man zum einen eine Informationskompression – dies ist (in der Varianz gemessen) die beste Approximation des Zufallsfeldes mit der gegebenen Zahl von

Zufallsvariablen – sowie einen Zugang zur numerischen Approximation. Beide Gesichtspunkte werden im Folgenden noch wichtig sein.

Die Zufallsgrößen in der KLE sind lineare Funktionale (Projektionen) des Zufallsfeldes. Handelt es sich also um ein Gaußsches Feld, so sind auch die KLE-Zufallsvariablen normalverteilt, wobei sie dann nicht nur unkorreliert sondern sogar unabhängig sind.

Diese Unabhängigkeit ist deshalb wichtig, weil später die Lösung des Problems als Funktion dieser Zufallsgrößen erscheint und dann Erwartungswerte von Funktionalen der Lösung interessieren. Die Erwartungswerte können aber nur dann einfach mit dem Satz von Fubini integriert werden, wenn die zugrundeliegenden Zufallsgrößen unabhängig sind – nur dann ist das Maß ein Produktmaß.

Bei nicht-Gaußschen Feldern hat man nur Unkorreliertheit, dies reicht nicht für Fubini. Man muss daher weitergehen und auf eine 1938 von Wiener [62] vorgeschlagene Methode zurückgreifen, nämlich die unkorrelierten Zufallsgrößen als Funktionen anderer unabhängiger Zufallsgrößen darstellen. N. Wiener verwendete Polynome in unabhängigen Gaußschen Zufalls-

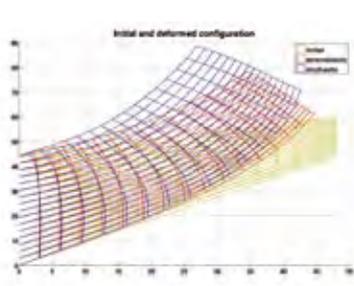


Abb. 8: Überschreitungswahrscheinlichkeit eines Niveaus

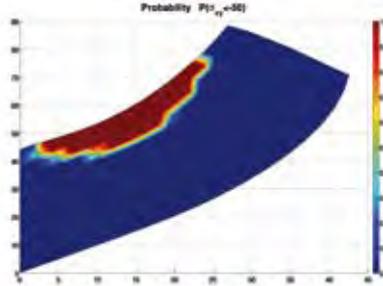


Abb. 9: Verformungen „Cook's membrane“

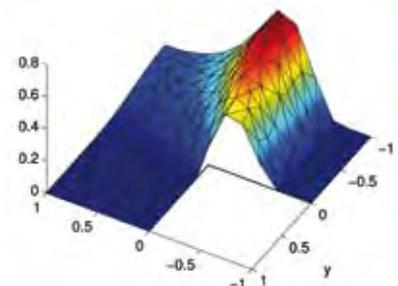


Abb. 10: Unterschreitungswahrscheinlichkeit eines Niveaus

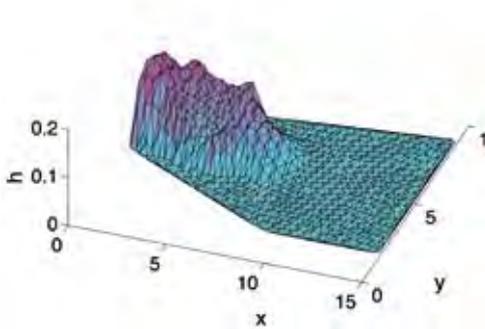


Abb. 11: Mittlere Wassertiefe

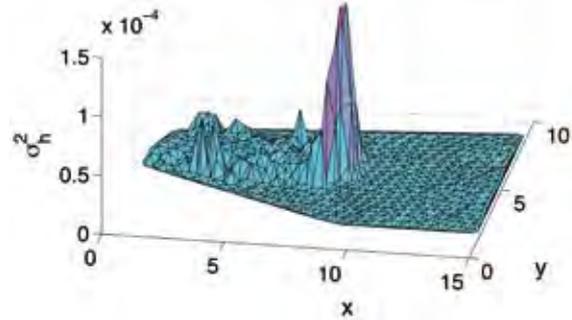


Abb. 12: Varianz der Wassertiefe

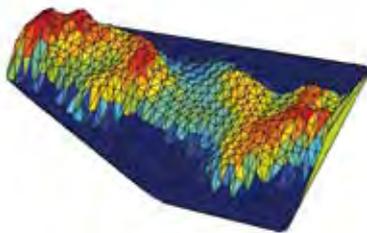


Abb. 13: Wassertiefe bei 5% Überschreitungswahrscheinlichkeit

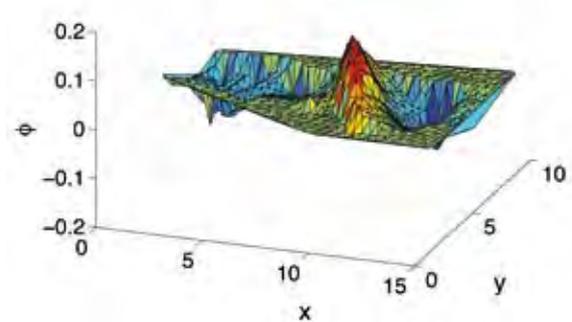


Abb. 14: 3. KL-Eigenfunktion der Wassertiefe

variablen – das sogenannte „polynomiale Chaos“. In der Zwischenzeit sind viele andere Varianten vorgeschlagen worden, wie z. B. Xiu und Karniadakis [62], Wan und Karniadakis [61], LeMaitre et al. [37, 38]. Die Anknüpfung an das polynomiale Chaos gibt zugleich auch eine Anknüpfung an neue Entwicklungen in der stochastischen Analysis, die sogenannte „white noise analysis“, siehe z. B. Janson [25], Hida et al. [20], Holden et al. [23], und Malliavin [38].

An dieser Stelle setzen die wohlbekannten Monte Carlo Simulationsverfahren ein. Es soll der Erwartungswert eines Funktionals der Lösung berechnet werden (z. B. die Varianz, ein bestimmtes Quantil, oder die Überschreitungswahrscheinlichkeit eines Wertes), dies ist ein (meist hochdimensionales) Integral über die beschreibenden Zufallsvariablen und kann per numerischer Stichprobe geschätzt werden, siehe z. B. Caflisch [10] sowie Schuëller und Spanos [59].

Natürlich ist die Lösung auch ein stochastisches Feld und könnte daher im Prinzip genauso dargestellt werden wie die Eingangsdaten. Diese Idee – also im einfachsten Fall die Lösung im Wiener'schen polynomialen Chaos als Polynom der Eingangs-Zufallsgrößen darzustellen, wurde in Ghanem und

Spanos [17] vorgeschlagen, zusammen mit der Idee, die Koeffizienten der Polynome (Ansatzfunktionen) mit Hilfe des Galerkinschen Verfahrens zu berechnen. Dies hat in der Folge zu einer ersten intensiven Untersuchung dieser Methoden geführt, wie z. B. Matthies und Bucher [40], Deb et al. [13], Babuška und Chatzipantelidis [3], Xiu und Karniadakis [64], Jardak et al. [27].

Nachdem diese funktionalanalytische Sicht auf solche stochastischen Probleme mehr Fuß fasste, wurden erste weitergehende Untersuchungen bzgl. Wohlgestellttheit, Existenz, Analyse der Konvergenz usw. durchgeführt, siehe z. B. Benth und Gjerde [8], Babuška et al. [4], Matthies und Keese [43], Cao [11], Roman und Sarkis [54]. Eine frühe Arbeit hierzu ist Babuška [5]. Eine etwas andere stochastische Modellierung, auf die aus Platzgründen nicht eingegangen wird, ist in Holden [23] zu finden. Diese funktionalen Approximationen führen zu entsprechenden Darstellungen der Lösung und Funktionalen hiervon, wie z. B. in Abb. 6 für den Mittelwert und in der Abb. 7 für die Standardabweichung gezeigt, oder in Abb. 8 für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit. Die schon angesprochene funktionsanalytische Sicht führte auch dazu, dass viele

Methoden aus dem Repertoire der Numerik partieller Differentialgleichungen – oder abstrakter gesehen der numerischen Approximation von Operatorgleichungen – angewandt werden konnten, siehe z. B. Keese und Matthies [33].

Die Diffusionsgleichung als Übungsbeispiel wurde natürlich bald durch Anwendungen in vielen anderen Bereichen ergänzt, wie z. B. Xiu und Karniadakis [64] und Xiu et al. [66] im Bereich der Strömungsmechanik, LeMaître et al. [37, 38] im Bereich chemischer Reaktionen, sowie eine Vielzahl im Bereich der Mechanik, als Beispiel siehe Acharjee und Zabarar [2].

Ebenso ergaben sich durch diese funktionalanalytische Sicht auch in Analogie zur Numerik partieller Differentialgleichungen neue Verfahren – neben dem herkömmlichen Monte Carlo und dem gerade erwähnten Galerkin-Verfahren – insbesondere das Kollokations-Verfahren, siehe z. B. Babuška et al. [5], Frauenfelder et al. [16], Nobile et al. [52] und Xiu und Hesthaven [65]. Von einer praktischen Seite aus betrachtet sah es so aus, dass man häufig davon ausgehen könne, dass Methoden und Software für die Lösung des deterministischen Problems schon vorhanden sind, die Monte Carlo Methode verlangt dann nur nach (unabhängigen) Lösungen für verschiedene Parameter. Die Formulierung der Galerkin-Methode führt dagegen auf ein großes gekoppeltes Gleichungssystem, s. Matthies [46, 47]. Es sah daher auf den ersten Blick so aus, als ob beim Monte Carlo Verfahren die deterministischen Programme wie üblich (non-intrusiv) benutzt werden könnten, beim Galerkin-Verfahren dagegen an den deterministischen Programmen große Veränderungen (intrusive) notwendig wären, was trotz häufig wesentlich schnellerer Rechnung und höherer Genauigkeit ein beachtlicher Hinderungsgrund für den praktischen Einsatz gewesen wäre. Stochastische Kollokationsverfahren bieten hier die Kombination der Vorteile beider Verfahren und benutzen das deterministische Programm nur im unabhängigen Lösungsmodus, genauso wie die Monte Carlo Varianten.

Inzwischen ist allerdings klar geworden, dass auch Galerkin-Verfahren nicht intrusiv sein müssen, siehe z. B. Matthies und Keese [43], und Acharjee und Zabarar [2]. Der Unterschied reduziert sich auf Folgendes: Bei den Monte Carlo-Varianten und bei stochastischer Kollokation werden vom deterministischen Programm unabhängig – daher natürlich auch leicht parallelisierbar – Lösungen für unterschiedliche Werte der Eingangs-Zufallsgrößen berechnet. Kommunikation zwischen diesen Lösungen ist nur nötig, um entsprechende Integrale durch Aufsummieren zu approximieren.

Beim Galerkin-Verfahren hat sich inzwischen herauskristallisiert, dass vom deterministischen Programm unabhängig – daher wieder leicht parallelisierbar – Residuen des zugrundeliegenden deterministischen Problems für unterschiedliche Werte der Eingangs-Zufallsgrößen bestimmt werden müssen. Dies ist meist sehr viel weniger aufwändig als die Lösung. Aber es bleibt, dass bei den Galerkin-Verfahren ein großes gekoppeltes System gelöst werden muss: Auch, wenn sich dies durch entkoppelte Vorkonditionierer bewerkstelligen lässt (siehe z. B. Ghanem und Krüger [18], Keese und Matthies [31, 32, 43], und Matthies [46]) entsteht doch meist mehr Kommunikationsaufwand – aber meist weniger Rechenaufwand – als bei den stochastischen Kollokationsverfahren.

Inzwischen sind mit den funktionalen Approximationen auch Probleme der Plastizität (für ein Beispiel mit Monte Carlo sie-

he z. B. Doltsinis [14], für Galerkin-Methoden siehe Matthies und Rosić [48]) behandelt worden. Für Plastizität mit großen Deformationen für das bekannte Problem von „Cook’s membrane“ sind in Abb. 9 die Ausgangsgeometrie, die deterministische Verformung sowie eine Realisation des stochastischen Problems gezeigt. In Abb. 10 ist für das gleiche Problem die Überschreitungswahrscheinlichkeit (genau genommen *Unterschreitungswahrscheinlichkeit*) für ein gewisses Niveau der Schubspannung gezeigt.

Ein anders Beispiel ist ein hyperbolisches Problem: die Flachwassergleichungen um einen Dammbuch im italienischen Tocetal zu simulieren, s. Liu [39]. Die Abbildung auf dem Titelbild des Heftes zeigt eine Realisation der Wassertiefe. Das Problem ist genau genommen „supersonisch“, denn die Strömung ist schneller als die Geschwindigkeit der Oberflächenwellen. Abb. 11 zeigt den Mittelwert der Wassertiefe für einen Zeitpunkt, und Abb. 12 die entsprechende Varianz. In der Abb. 13 ist die Wassertiefe für eine 5%-Überschreitungswahrscheinlichkeit dargestellt. Neueste Entwicklungen zielen darauf ab, bei vielen Eingangs-Zufallsgrößen sehr hochdimensionale Probleme sozusagen durch Kompression zu approximieren; eine Methode hierzu sind dünne Tensorprodukte (siehe z. B. Bieri et al. [8]). Eng verwandt hiermit ist die direkte Approximation der KLE der Lösung (siehe z. B. Zander und Matthies [67, 68]).

Abb. 14 dient als Beispiel für die dritte KLE-Funktion für das Flachwasserproblem für eine Datenkompression.

Wie man sieht, ist dies ein junges Gebiet mit alten Wurzeln, und es reicht in die Bereiche Stochastik und stochastische Modellierung, hochdimensionale Integration und dünne Gitter, dünne Tensor-Approximation, effektive Löser für solche dünnen Tensor-Approximationen, und viele mehr – für weitere Hinweise siehe Matthies [47]. Der Entwicklungsstand ist gefühlsmäßig der wie bei finiten Elementen in den frühen 1970ern; das heißt es gibt noch viel zu tun und wir können uns hoffentlich auf interessante Ergebnisse freuen.

- [1] R. J. Adler, J. E. Taylor. Random Fields and Geometry. Springer Verlag, Berlin, 2007
- [2] S. Acharjee, N. Zabarar. Uncertainty propagation in finite deformations - A spectral stochastic Lagrangian approach. *Comp. Meth. Appl. Mech. Engrg.*, 195:2289-2312, 2006
- [3] I. Babuška, P. Chatzipantelidis. On solving elliptic stochastic partial differential equations. *Comp. Meth. Appl. Mech. Engrg.*, 191:4093-4122, 2002
- [4] I. Babuška, R. Tempone, G. E. Zouraris. Solving elliptic boundary value problems with uncertain coefficients by the finite element method: the stochastic formulation. *Comp. Meth. Appl. Mech. Engrg.*, 194:1251-1294, 2005
- [5] I. Babuška, F. Nobile, R. Tempone. A stochastic collocation method for elliptic partial differential equations with random input data. *SIAM J Num. Anal.* 45:1005-1034, 2007
- [6] I. Babuška. On randomised solutions of Laplace’s equation. *Sasopis pro pstování matematiky*, 86-3:269-276, 1961. <http://dml.cz/dmlcz/117376>
- [7] Y. Ben-Haim, I. Elishakoff. Convex models of uncertainty in applied mechanics. Elsevier, Amsterdam, 1990
- [8] F. E. Benth, J. Gjerde. Convergence rates for finite element approximations for stochastic partial differential equations. *em Stochastics and Stochochastics Reports*, 63:313-326, 1998
- [9] M. Bieri, R. Andreev, C. Schwab. Sparse Tensor Discretisation of Elliptic PDEs. *SISC* 31:4281-4304, 2009
- [10] R. E. Caflisch. Monte Carlo and quasi-Monte Carlo methods. *Acta Numerica*, 7:1-49, 1998
- [11] Y. Cao. On the rate of convergence of Wiener-Itô expansion for generalized random variables. *Stochastics*, 78:179-187, 2006
- [12] G. Christakos. Random Field Models in Earth Sciences. Academic Press, San Diego, CA, 1992
- [13] M. K. Deb, I. Babuška, J. T. Oden. Solution of stochastic partial differential equations using Galerkin finite element techniques. *Comp. Meth. Appl. Mech. Engrg.*, 190:6359-6372, 2001

- [14] I. Doltsinis. Inelastic deformation processes with random parameters – methods of analysis and design. *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, 192:2405-2423, 2003
- [15] I. Elishakoff (ed.). *Whys and Hows in Uncertainty Modelling – Probability, Fuzziness, and Anti-Optimization*. Springer Verlag, Berlin, 1999
- [16] Ph. Frauenfelder, Chr. Schwab, R. A. Todor. Finite elements for elliptic problems with stochastic coefficients. *Comp. Meth. Appl. Mech. Engrg.*, 194:205-228, 2005
- [17] R. Ghanem, P. D. Spanos. *Stochastic Finite Elements – A Spectral Approach*. Springer Verlag, Berlin, 1991
- [18] R. Ghanem, R. Kruger. Numerical solution of spectral stochastic finite element systems. *Comp. Meth. Appl. Mech. Engrg.*, 129:289-303, 1999
- [19] M. A. Gutiérrez, S. Krenk. Stochastic finite element methods. In: E. Stein, R. de Borst, T. R. J. Hughes (eds.), *Encyclopedia of Computational Mechanics*, Vol. 2:657-681. John Wiley & Sons, Chichester, 2007
- [20] T. Hida, H.-H. Kuo, J. Potthoff, and L. Streit. *White Noise – An Infinite Dimensional Calculus*. Kluwer, Dordrecht, 1993
- [21] J. Hadamard. Sur les problèmes aux dérivées partielles et leur signification physique. *Princeton University Bulletin* 13:49-52, 1902
- [22] R. Helmig, W. Jäger, W. Kinzelbach. *Modelling and Computation in Environmental Sciences*. Vieweg Verlag, Braunschweig, 1997
- [23] H. Holden, B. Øksendal, J. Ubøe, T.-S. Zhang. *Stochastic Partial Differential Equations*. Birkhäuser Verlag, Basel, 1996
- [24] K. Itô. *Foundations of Stochastic Differential Equations in Infinite Dimensions*. Siam, Philadelphia, 1984
- [25] S. Janson. *Gaussian Hilbert Spaces*. Cambridge University Press, Cambridge, 1997
- [26] E. T. Jaynes. *Probability Theory, the Logic of Science*. Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
- [27] M. Jardak, C.-H. Su, G. E. Karniadakis. Spectral polynomial chaos solutions of the stochastic advection equation. *SIAM J. Sci. Comput.*, 17:319-338, 2002
- [28] K. Karhunen. Über lineare Methoden in der Wahrscheinlichkeitsrechnung. *Ann. Acad. Sc. Fen. Ser. A.*, 37:1-79, 1947
- [29] G. E. Karniadakis, C.-H. Sue, D. Xiu, D. Lucor, C. Schwab, R. A. Todor. Generalized polynomial chaos solution for differential equations with random input. *Research Report 2005-1, SAM, ETH Zürich*, 2005
- [30] A. Keese. A review of recent developments in the numerical solution of stochastic PDEs (stochastic finite elements). *Informatikbericht 2003-6, Institute of Scientific Computing, Technische Universität Braunschweig*, 2003. <http://opus.tu-bs.de/opus/volltexte/2003/504>
- [31] A. Keese, H. G. Matthies. Efficient solvers for nonlinear stochastic problems. In: *Proceedings of WCCM V – 5th World Congress Comput. Mech.*, Vienna, 7-12 July 2002. <http://wccm.tuwien.ac.at>
- [32] A. Keese, H. G. Matthies. Parallel solution methods for stochastic systems. In K.-J. Bathe (ed.), *Computational Fluid and Solid Mechanics – Proceedings of the 2nd MIT conference*. Elsevier, Amsterdam, 2003. pp 2023-2025
- [33] A. Keese, H. G. Matthies. Adaptivity and sensitivity for stochastic problems. In: P. D. Spanos and G. Deodatis (eds.), *Computational Stochastic Mechanics 4*. Millpress, Rotterdam, 311-316, 2003
- [34] M. Kleiber, T. D. Hien. *The Stochastic Finite Element Method. Basic Perturbation Technique and Computer Implementation*. John Wiley & Sons, Chichester, 1992
- [35] P. E. Kloeden, E. Platen. *Numerical Solution of Stochastic Differential Equations*. Springer Verlag, Berlin, 1995
- [36] P. Krée, C. Soize. *Mathematics of Random Phenomena*. D. Reidel, Dordrecht, 1986
- [37] 67 O. P. LeMaitre, O. M. Knio, H. N. Najm, R. G. Ghanem. Uncertainty propagation using Wiener-Haar expansions. *J. Comput. Phys.* 197:28-57, 2004
- [38] O. P. LeMaitre, H. N. Najm, R. G. Ghanem, O. M. Knio. Multi-resolution analysis of Wiener-type uncertainty propagation schemes. *J. Comput. Phys.*, 197:502-531, 2004
- [39] D. Liu. *Uncertainty Quantification with Shallow Water Equations*. Dissertation an der TU Braunschweig, 2009
- [40] P. Malliavin. *Stochastic Analysis*. Springer Verlag, Berlin, 1997
- [41] H. G. Matthies, C. E. Brenner, C. G. Bucher, C. Guedes Soares. Uncertainties in probabilistic numerical analysis of structures and solids-stochastic finite elements. *Struct. Safety* 19:283-336, 1997
- [42] H. G. Matthies, C. G. Bucher. Finite elements for stochastic media problems. *Comp. Meth. Appl. Mech. Engrg.*, 168:3-17, 1999
- [43] H. G. Matthies, A. Keese. Galerkin methods for linear and nonlinear elliptic stochastic partial differential equations. *Comp. Meth. Appl. Mech. Engrg.*, 194:1295-1331, 2005
- [44] H. G. Matthies. Computational aspects of probability in non-linear mechanics. In: A. Ibrahimbegović, B. Brank (eds.), *Engineering Structures under Extreme Conditions. NATO Science Series III: Computer and System Sciences Vol.194*. IOS Press, Amsterdam, 2005
- [45] H. G. Matthies. *Quantifying Uncertainty: Modern Computational Representation of Probability and Applications*. In: A. Ibrahimbegović, I. Kožar (eds.), *Extreme Man-Made and Natural Hazards in Dynamics of Structures*. Springer Verlag, Berlin, 2007
- [46] H. G. Matthies. *Uncertainty Quantification with Stochastic Finite Elements*. In: E. Stein, R. de Borst, T. R. J. Hughes (eds.), *Encyclopedia of Computational Mechanics*, John Wiley & Sons, Chichester, 2007.
- [47] H.G. Matthies. Stochastic finite elements: Computational approaches to stochastic partial differential equations. *Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik (ZAMM)*. 88:849-873, 2008
- [48] H. G. Matthies, B. Rosisć. *Inelastic Media under Uncertainty: Stochastic Models and Computational Approaches*. In: D. Reddy (ed.), *IUTAM Symposium on Theoretical, Computational, and Modeling Aspects of Inelastic Media*. Cape Town, January 2008, Springer Verlag, Berlin, 2008
- [49] R. E. Melchers. *Structural Reliability Analysis and Prediction*. John Wiley & Sons, Chichester, 1999
- [50] B. Möller, M. Beer. *Fuzzy Randomness. Uncertainty in Civil Engineering and Computational Mechanics*. Springer Verlag, Berlin, 2004
- [51] H. G. Natke, Y. Ben-Haim (eds.). *Uncertainty: Models and Measures*. Akademie-Verlag, Berlin, 1997
- [52] F. Nobile, R. Tempone, C. G. Webster. Sparse grid stochastic collocation method for elliptic partial differential equations with random input data. preprint, 2006.
- [53] B. Øksendal. *Stochastic Differential Equations*. Springer Verlag, Berlin, 2003
- [54] L. J. Roman, M. Sarkis. Stochastic Galerkin Method for Elliptic SPDEs: A White Noise Approach, *Discrete Contin. Dyn. System. B* 6: 941-955, 2006
- [55] Y. Rozanov. *Random Fields and Stochastic Partial Differential Equations*. Kluwer, Dordrecht, 1996
- [56] K. K. Sabelfeld. *Monte Carlo Methods in Boundary Value Problems*. Springer Verlag, Berlin, 1991
- [57] G. I. Schuëller. A state-of-the-art report on computational stochastic mechanics. *Prob. Engrg. Mech.* 14:197-321, 1997
- [58] G. I. Schuëller. Recent developments in structural computational stochastic mechanics. In: B. H. V.Topping (ed.), *Computational Mechanics for the Twenty-First Century*. Saxe-Coburg Publications, Edinburgh, 2000
- [59] G. I. Schuëller, P. D. Spanos (eds.). *Monte Carlo Simulation*. Balkema, Rotterdam, 2001.
- [60] B. Sudret, A. Der Kiureghian. Stochastic finite element methods and reliability. A state-of-the-art report. Report UCB/SEM-2000/08, Department of Civil & Environmental Engineering, University of California, Berkeley, CA, 2000
- [61] X. Wan, G. E. Karniadakis. An adaptive multi-element generalized polynomial chaos method for stochastic differential equations. *J. Comput. Phys.* 209:617-642, 2005
- [62] N. Wiener. The homogeneous chaos. *Amer. J. Math.* 60:897-936, 1938
- [63] D. Xiu, G. E. Karniadakis. The Wiener-Askey polynomial chaos for stochastic differential equations. *SIAM J. Sci. Comput.* 24:619-644, 2002
- [64] D. Xiu, G. E. Karniadakis. Modeling uncertainty in flow simulations via generalized polynomial chaos. *J. Comp. Phys.*, 187:137-167, 2003
- [65] D. Xiu, J. S. Hesthaven. High order collocation methods for differential equations with random inputs. *SIAM J. Sci. Comput.*, 27:1118-1139, 2005
- [66] D. Xiu, D. Lucor, C.-H. Su, G. E. Karniadakis. Stochastic modeling of flow-structure interactions using generalized polynomial chaos. *ASME J. Fluid Eng.* 124:51-69, 2002
- [67] E. Zander, H. G. Matthies. Tensor product methods for stochastic problems. *Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics (PAMM)*, 7: 2040067-2040068, 2007
- [68] E. Zander, H. G. Matthies. Low-rank tensor product solvers. Nov. 2009 eingereicht bei *Linear Algebra and its Applications (LAA)*



**Hermann Matthies** studierte 1971-1976 Mathematik mit Nebenfach Informatik, Physik und Ingenieurwissenschaften an der TU Berlin. Die Promotion im Fach Mathematik am Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA, erfolgte im Jahre 1978. Von 1979 bis 1995 war er in verschiedenen Funktionen für den Germanischen Lloyd in Hamburg tätig, vor allem in den Bereichen Forschung, Windenergie und Offshore. Im Jahre 1995 wurde er zum Leiter des an der TU Braunschweig neu gegründeten Instituts für Wissenschaftliches Rechnen berufen. Hermann Matthies arbeitet an verschiedenen Forschungsvorhaben im Bereich des Wissenschaftlichen Rechnens, meist mit Anwendungen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften zusammen mit nationalen und internationalen Partnern. Sein besonderes Interesse gilt zur Zeit gekoppelten Problemen und der numerischen Stochastik. Er hielt sich zu längeren Forschungsaufenthalten im Ausland auf, darunter an der École Normale Supérieure (ENS) Cachan in Paris, Frankreich, am Institute for Computational Engineering and Sciences (ICES) an der University of Texas at Austin, USA, an der University of Queensland, Brisbane, Australien, und an der Lincoln University, Christchurch, Neuseeland.

# Satzungsänderung

## Beschlussantragsentwurf des Vorstandes der GAMM zur Änderung der Satzung der GAMM im § 2 (2) und § 14 (4)

Durch das Jahressteuergesetz 2009 wurde verbindlich vorgeschrieben, dass die Satzung einer steuerbegünstigten Körperschaft die im Beschlussantragsentwurf angegebenen Formulierungen enthalten muss. Der Vorstand der GAMM sprach sich einstimmig dafür aus, der Vollversammlung den Beschlussantrag zur Neufassung des § 2 (2) und § 14 (4) zu unterbreiten. Die Formulierungen wurden mit den für die GAMM zuständigen Behörden (Amtsgericht und Finanzamt Karlsruhe) abgestimmt.

Neufassung der § 2 (2) und § 14 (4) der Satzung der GAMM:

### § 2 Zweck des Vereins

- (2) Zweck des Vereins ist die Förderung von Wissenschaft. Der Satzungszweck wird verwirklicht z.B. durch die Pflege und Förderung von wissenschaftlicher Arbeit und der internationalen Zusammenarbeit in der Angewandten Mathematik sowie auf allen Teilgebieten der Mechanik und Physik, die zu den Grundlagen der Ingenieurwissenschaften zählen, sowie von Veranstaltungen wissenschaftlicher Tagungen.

### § 14 Satzungsänderung, Auflösung des Vereins

- (4) Bei Auflösung oder Aufhebung der Körperschaft oder bei Wegfall steuerbegünstigter Zwecke fällt das Vermögen der Körperschaft an eine juristische Person des öffentlichen Rechts oder eine andere steuerbegünstigte Körperschaft zwecks Verwendung für Förderung von Wissenschaften. Über den Zuwendungsempfänger beschließt der Vorstandsrat mit Zweidrittelmehrheit. Beschlüsse über die künftige Verwendung des Vermögens dürfen erst nach Einwilligung des Finanzamtes ausgeführt werden.

Der Vorstand fordert die Mitglieder zur Meinungsäußerung auf. Diese sind bis zum 19.03.2010 an die GAMM-Geschäftsstelle

GAMM@mailbox.tu-dresden.de

zu richten. Nach Auswertung der eingegangenen Stellungnahmen wird der Vorstandsrat auf seiner Sitzung am 21.03.2010 abschließend über die Beschlussanträge beraten.

## PERSONALIA

Todesfälle, wir gedenken:

Prof. Herbert Bednarczyk, zuletzt in Stuttgart

Dr. Jürgen Herzberger, zuletzt in Oldenburg

Prof. Dr.-Ing. E.h. Elmar Steck, zuletzt in Braunschweig



Foto: Peter Ulrich-Heim

**GAMM MITGLIED WERDEN!**

# AUSSCHREIBUNG DES RICHARD-VON-MISES-PREISES DER GAMM 2011

## CALL FOR NOMINATIONS FOR THE RICHARD VON MISES PRIZE OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF APPLIED MATHEMATICS AND MECHANICS (GAMM) 2011

Seit dem Jahr 1989 verleiht die GAMM jährlich den Richard-von-Mises-Preis für hervorragende wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der Angewandten Mathematik und Mechanik.

Traditionsgemäß erfolgt die Verleihung dieses Preises im Rahmen der Eröffnungsveranstaltung der Jahrestagung der GAMM.

Der Preisträger oder die Preisträgerin wird seine/ihre Arbeit in einem Hauptvortrag präsentieren.

Der Preis dient der Förderung jüngerer Wissenschaftler/-innen, deren Forschungsarbeiten wesentliche Fortschritte im Bereich der Angewandten Mathematik und Mechanik darstellen.

Der oder die Preisträger/-in sollte nicht älter als 36 Jahre sein, wobei unterbrochene Laufbahnen berücksichtigt werden können.

Vorschlagsberechtigt sind Hochschullehrer/-innen und Personen in entsprechenden Stellungen in der Forschung. Auch die Möglichkeit der eigenen Bewerbung ist gegeben.

Vorschläge bzw. Bewerbungen sollten ein Begründungsschreiben und folgende Unterlagen des Kandidaten/ der Kandidatin enthalten:

- Lebenslauf,
- Publikationsliste,
- Kopien der wichtigsten wissenschaftlichen Arbeiten (max. 4).

Diese sind zu richten an den Präsidenten der GAMM, Prof. Dr.-Ing. Peter Wriggers, vorzugsweise in elektronischer Form.

Der Einreichungstermin ist der 30. September 2010.

Der Präsident der GAMM führt den Vorsitz des Richard-von-Mises-Preiskomitees, das folgende Mitglieder hat:

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| L. Gaul, Stuttgart    | (2004-2010), |
| A. Mielke, Berlin     | (2004-2010), |
| U. Langer, Linz       | (2009-2015), |
| A. Kluwick, Wien      | (2006-2012), |
| Präsident der GAMM    |              |
| P. Wriggers, Hannover | (2008-2010). |

Since 1989 the Richard von Mises Prize is awarded every year by GAMM to a scientist for exceptional scientific achievements in the field of Applied Mathematics and Mechanics.

Traditionally GAMM will present the prize during the opening ceremony of the GAMM Annual Meeting.

The winner will present his/ her work in a plenary lecture.

The aim of the prize is to reward and encourage young scientists whose research represents a major advancement in the field of applied mathematics and mechanics.

The winner should not be older than 36 years except if he or she has an interrupted career.

Nominations can be made by university professors or academic persons in similar positions. The possibility of the own application is given also.

Proposals should contain a motivation letter and following documents of the candidate:

- curriculum vitae,
- list of publications,
- copies of the most important scientific works (max. 4).

Nominations should be sent to the president of GAMM, Prof. Dr.-Ing. Peter Wriggers, preferably in electronic form.

The deadline is September 30th, 2010.

The president of GAMM is the chair of the Richard von Mises Prize committee whose members are:

|                                      |
|--------------------------------------|
| Prof. Dr.-Ing. Peter Wriggers        |
| Leibniz Universität Hannover         |
| Institut für Kontinuumsmechanik      |
| Appelstraße 11 • 30167 Hannover      |
| Tel.: +49(0)511 762-2220             |
| Fax: +49(0)511 762-5496              |
| E-Mail: wriggers@ikm.uni-hannover.de |

# MEHRPHASENMODELLIERUNG IM BAUWESEN –

## EINE ANWENDUNG AUF SIEDLUNGSABFALLDEPONIEEN

VON TIM RICKEN

Siedlungsabfalldeponien haben ein äußerst komplexes und dazu lebendiges Innenleben. In ihnen sind Materialien unterschiedlichster Herkunft und Eigenschaft vertreten. Segen und Fluch für Deponiebetreiber und Umweltschützer zugleich sind die organischen Bestandteile, welche durchschnittlich 18 Vol.-% des Abfalls ausmachen. Unter der Beteiligung verschiedener Bakterien wird das organische Material im Deponiekörper für kurze Zeit aerob, danach die längste Zeit anaerob umgesetzt und das über einen Zeitraum von bis zu 200 Jahren, siehe Abb. 1. Das Endprodukt dieser organischen Umsetzung sind neben Spurenelementen im Wesentlichen Kohlendioxid (40%) und Methan (60%). Beide Gase werden als Treibhausgase eingestuft, wobei das Methan im Vergleich zu Kohlendioxid eine über das 20-fache höhere Wirkung auf die Klimaerwärmung hat, da es massiv die Ozonschicht angreift. Hieraus leitet sich die Auflage ab, dass Deponiegasemissionen kontrolliert abgeführt werden müssen. Solange das Methan in ausreichender Menge zur Verfügung steht, kann das Gas z.B. mittels Blockheizkraftwerken verstromt und damit wirtschaftlich genutzt werden.

Nimmt die Methangasproduktion ab, was wie in Abb. 1 dargestellt ist nach ca. 30 Jahren der Fall ist, ist eine wirtschaftlich rentable Nutzung des Methangases nicht mehr möglich. Dennoch sind die Deponiebetreiber verpflichtet, auch in dieser sog. Nachsorgephase, die 100 Jahre und mehr betragen kann, die Gasemissionen aus der Deponie umweltverträglich abzuführen.

Wird die Behandlung des Deponiegases weiterhin durch aktive technische Maßnahmen gelöst, wie beispielsweise durch Abfackeln, führt dies zu beachtlichen Ewigkeitskosten, die schnell in die Millionenhöhe für eine einzelne Deponie anwachsen können. Eine Alternative bietet die Installation einer passiven Methanoxidationsschicht, welche flächig als Abdeckschicht auf die Deponie gebracht wird. Hierbei bezieht sich passiv nur auf die technische Unterhaltung, die Methanoxidationsschicht selbst ist hingegen äußerst aktiv und dazu lebendig. In ihr wandeln methanotrophe Bakterien das in die Abdeckschicht strömende Methan in Kohlendioxid und Wasser um. Hierfür benötigen die Mikroorganismen spezielle Milieubedingungen, wie bestimmte Temperaturbereiche, Substratge-

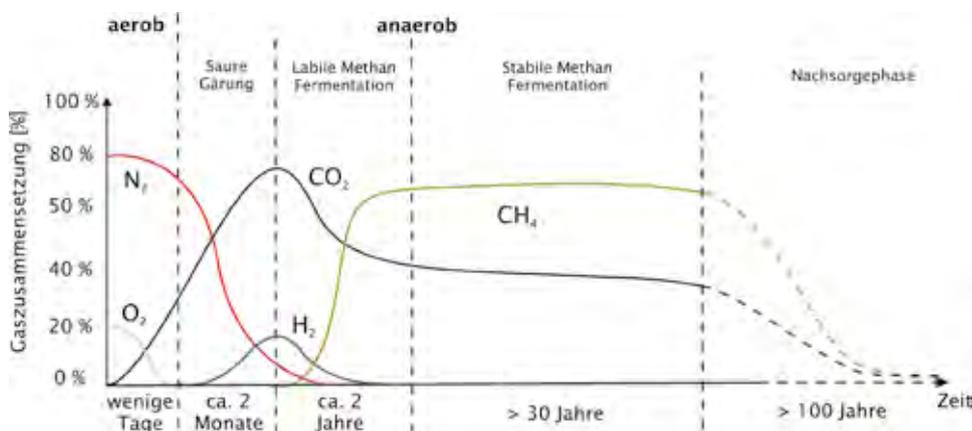


Abbildung 1: Zusammensetzung des aus der biologischen Umsetzung resultierenden Deponiegases.

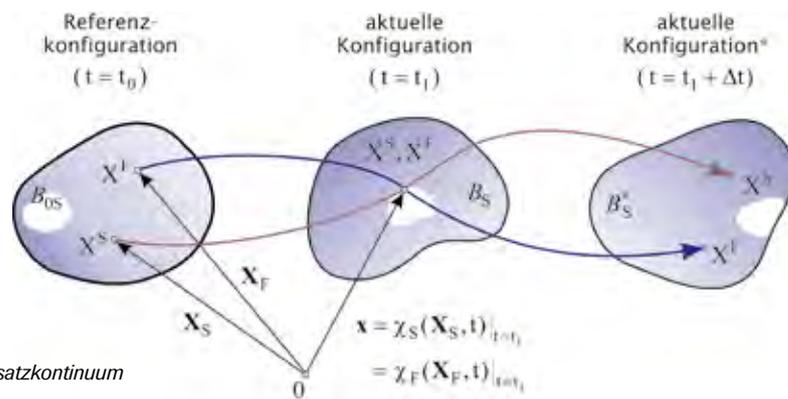


Abbildung 3: Kinematik im superponierten Ersatzkontinuum

halte, Feuchtigkeit, ausreichende Sauerstoffkonzentrationen und weiteres mehr. Um die Methanoxidationsschicht optimal auslegen zu können ist es nötig, sowohl Kenntniss über die anströmende Gasmenge zu erlangen als auch die Grenzfunktionsbereiche der methanotrophen Bakterien zu bestimmen, sodass die Funktionalität der Methanoxidationsschicht auch unter ungünstigen äußeren Betriebsbedingungen gewährleistet werden kann.

Bis heute werden in der Abfallwirtschaft zur Beschreibung der Prozesse einfache Modellansätze verwendet, welche jedoch aufgrund der Komplexität keine verlässlichen Prognosen erlauben, weder im Hinblick auf die Deponiegasemission noch auf die Methanoxidation. Als ich 2002 ein numerisches Simulationsmodell zur Beschreibung von gekoppelten Prozessen in porösen Medien vorstellte, wurde ich von dem Abfallwirtschaftler Prof. Widmann von der Universität Duisburg-Essen gefragt, ob es auch möglich wäre, mit diesem Modellansatz die biologischen Umsetzungsprozesse in Deponien zu beschreiben. Vier Jahre und eine Promotion (Ustohalova [10]) später hatten wir ein dreidimensionales Berechnungskonzept entwickelt, mit dem die Methangasproduktion in Deponien numerisch simuliert werden kann und welches hier kurz vorgestellt wird.

### Modell: Theorie poröser Medien

Die Grundlage für das Modell liefert die Theorie poröser Medien, welche basierend auf den Arbeiten zur Mischungstheorie von Truesdell & Toupin [9] bereits in den 1980ziger Jahren zuerst von Bowen [2,3] und danach von de Boer und Ehlers entwickelt wurde, siehe z. B. das Buch von de Boer [1] oder den Übersichtsbeitrag von Ehlers [4]. Der Mischungstheorie liegt die Annahme zu Grunde, dass sich die Bestandteile des Körpers vollständig vermengen, jedoch nicht molekular vermischen. Die heterogene Verteilung der Konstituierenden wird auf der mikroskopischen Ebene innerhalb eines Volumenelements unter Berücksichtigung ihrer volumetrischen Anteile homogenisiert. Über das Konzept der Volumenanteile kann eine Verbindung zwischen der mikro- und makroskopischen Ebene hergestellt werden, wobei die von Truesdell [8] formulierten metaphysischen Prinzipien beachtet werden müssen, siehe Abb. 2.

Danach sollen unter der Voraussetzung, dass die gegenseitigen Phaseninteraktionen Berücksichtigung finden,

die einzelnen Phasen des Mischungskörpers mit separaten Bilanzgleichung und eigenen Bewegungsfunktionen beschrieben werden. Das Antwortverhalten der Mischung ergibt sich dann aus der Summe der Einzelbeiträge der Konstituierenden. Die ersten beiden Prinzipien werden durch das dritte Prinzip dahingehend eingeschränkt, dass die Bilanzgleichungen der gesamten Mischung denjenigen eines Einphasenmaterials entsprechen müssen. Das dritte Prinzip beruht auf der Überlegung, dass sich die Mischung im übertragenen Sinne ihrer einzelnen Bestandteile nicht bewusst ist und sich damit wie ein Einphasenmaterial verhält.

Die diskontinuierliche Struktur des wahren Mischungskörpers wird über die Homogenisierung in mehrere superponierte kontinuierliche Gebiete überführt. Hierdurch muss die innere Struktur nicht diskret abgebildet werden, was eine wesentliche Vereinfachung für die Berechnung darstellt. Aufgrund der Überlagerung der homogenisierten Ersatzkontinua existieren gleichzeitig in jedem Punkt des Kontrollvolumens Partikel aller Konstituierenden. Hierdurch kann jeder einzelnen Konstituierenden ihre eigene, unabhängige Bewegungsfunktion zugeordnet werden, welche zunächst nicht durch die Bewegung der übrigen Konstituierenden beschränkt ist, siehe Abb. 3. Partikel unterschiedlicher Phasen können sich somit zu einem Zeitpunkt im superponierten Kontinuum treffen und danach wieder auseinander gehen.

### Anwendungsfall: Deponie

Im Falle der Deponie besteht der Mischungskörper aus einer organischen ( $\alpha=O$ ) und einer anorganischen ( $\alpha=S$ ) Festkörperphase, einer Flüssigphase ( $\alpha=L$ ) und einer Gasphase ( $\alpha=G$ ). In Abb. 4 sind die Homogenisierung und das Konzept der Volumenanteile veranschaulicht. Die Vorteile der homogenisierten kontinuierlichen Darstellung

1. All properties of the mixture must be mathematical consequences of properties of the constituents.
2. So as to describe the motion of a constituent, we may in imagination isolate it from the rest of the mixture, provided we allow properly for the actions of the other constituents upon it.
3. The motion of the mixture is governed by the same equations as is a single body.

Abbildung 2: Auszug aus dem Originaltext von Truesdell [8] zu den drei metaphysischen Prinzipien für Mehrphasenmaterialien

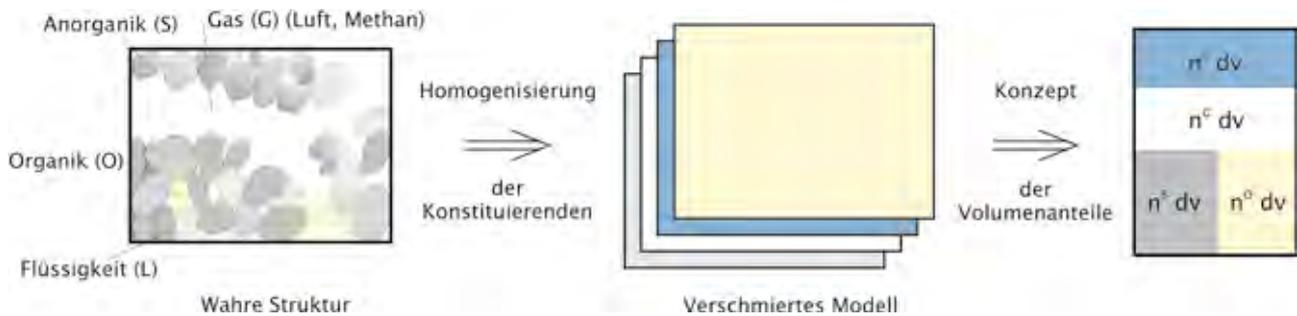


Abbildung 4: Homogenisierung und Konzept der Volumenanteile

müssen mit der Formulierung von Interaktionsgrößen für die parallel existierenden Kontinua bezahlt werden, womit die gegenseitige Beeinflussung der Konstituierenden beschrieben werden kann. Korrespondierend zu den Bilanzgleichungen der Masse, der Bewegungsgröße und der Energie werden dazu je Konstituierende ein Massenaustausch-, ein Impulsaustausch- und ein Energieaustauschterm eingeführt. Unter Einbeziehung der Interaktionsgrößen können dann die Bilanzgleichungen für die Konstituierenden formuliert werden. Entsprechend Truesdells drittem metaphysischen Gesetz muss sich die Summe der jeweiligen Interaktionsgrößen zu Null ergänzen, damit der Gesamtmischungskörper wieder als Einphasenmaterial beschrieben werden kann.

Die ingenieurtechnische Herausforderung besteht nun darin, für die untersuchte Mischung die Material- und Interaktionsgrößen so zu bestimmen, dass zum einen der Berechnungsaufwand vertretbar ist, zum anderen aber das Materialverhalten noch hinreichend genau abgebildet werden kann. Hierzu empfiehlt es sich, den Mischungskörper gedanklich in eine Makro- und Mikroebene zu unterteilen. Auf der Makroebene werden die einzelnen Phasen unterschieden, welche über die Volumenanteile und ihre unabhängige Bewegung im Modell identifiziert werden können. Für alle Freiwerte, welche auf dieser Ebene berücksichtigt werden, wird ein gekoppeltes Differentialgleichungssystem aufgestellt, welches zum Beispiel im Rahmen der Finiten-Element-Methode numerisch gelöst werden kann. Je nach Aufgabenstellen können neben den Volumenanteilen und der Bewegung auch die Temperatur, chemische Konzentrationen und weitere Größen in die Betrachtung mit aufgenommen werden. Die noch fehlenden Materialgleichungen werden auf der Mikroebene formuliert, wobei als makroskopische Eingangsgrößen die Freiwerte des gekoppelten Differentialgleichungssystems verwendet werden dürfen, siehe Abb. 5.

Hier können dann physikalische Phänomene wie die Kapillarität oder chemische Reaktionen wie z. B. Phasenumwandlungen in das Modell integriert werden. Die Beachtung der Restriktionen aus der Auswertung der Entropiegleichung bezüglich des Mischungskörpers sichert dabei die thermodynamische Konsistenz. Die Formulierung der Materialgleichung erfolgt zumeist phänomenologisch, wobei neben den globalen Freiwerten auch interne Variablen verwendet werden können, welche beispielsweise über Evolutionsgleichungen gesteuert werden. Voraussetzung dafür ist bekanntlich, dass die internen Variablen schwach gekoppelt sind und nur einen lokal und keinen graduellen Einfluss auf die Lösung haben. Im Falle der Deponie stellen beispielsweise der pH-Wert und die lokale Bakterienpopulation interne Variablen dar, welche zwar zur organischen Umsetzung gekoppelt und zeitlich veränderlich sind, ansonsten aber keinen Einfluss auf die Lösung haben.

Der organische Massenaustausch beschreibt die Änderungen der organischen Phase durch die bakterielle Aktivität und wird hier exemplarisch als Materialgleichung vorgestellt. Die übrigen konstitutiven Gleichungen können Ricken & Ustohalova [6] entnommen werden.

Nach Monod [5] ist die Abbaurrate der organischen Substanzen negativ proportional zu der Wachstumsrate der Bakterien und somit zur Methangasproduktionsgeschwindigkeit. Der Proportionalitätsfaktor beschreibt die Abhängigkeit zu den biologischen Reaktionsprozessen. Er wird bestimmt über die maximal aktive Biomasse, die Temperatur, die Substratkonzentration, definiert als partielle Dichte der feuchten organischen Masse, die pH-Konzentration sowie über möglich Hemmstoffe. Exemplarisch sind die Verläufe der Proportionalitätsfaktoren für die Temperatur und den Substratgehalt in Abb. 6 dargestellt. Der organische Massenaustausch beschreibt somit die Änderungen in der organischen Phase durch die bakte-

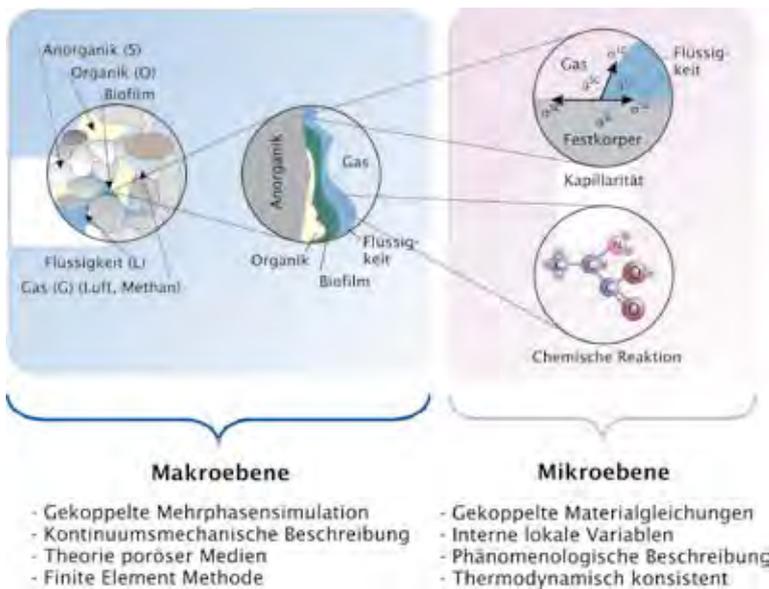


Abbildung 5: Zusammenfassung des Modellierungskonzepts

rielle Aktivität, bei der die organische Substanz abgebaut und in Gas umgewandelt wird. Je mehr organischer Abfall im Deponiekörper vorhanden ist, desto mehr Deponiegas wird durch die bakterielle Aktivität in Abhängigkeit vom Wärme- und Feuchtegehalt produziert.

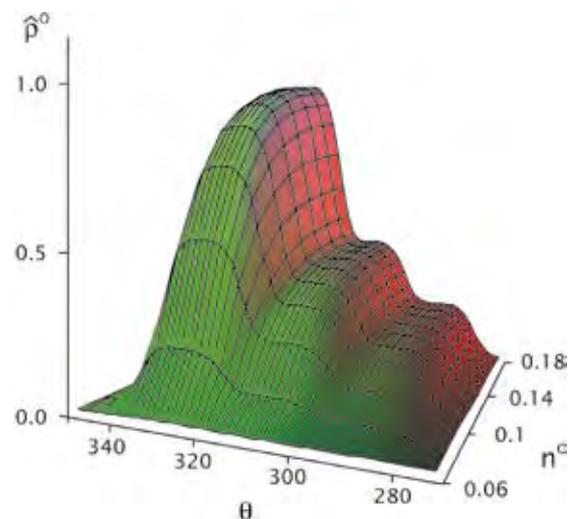
### Simulationsbeispiel

Bevor mit der eigentlichen Simulation begonnen werden kann muss eine detaillierte Datensammlung über die Menge und Zusammensetzungen der Deponieabfälle erfolgen, möglichst aufgeschlüsselt mit Zeit- und Ortsangaben der Ablagerung. Darauf aufbauend wird die Geometrie der Deponie elektronisch erfasst, inklusive der Gestalt der zeitlich veränderlichen Ablagerungsabschnitte, was für die Simulation einen wesentlichen Punkt darstellt. Üblicherweise wird die Genese der Deponie für die Simulation in Jahresschritten berücksichtigt, wobei die Berechnungsschritte in Monaten erfolgen.

In Abb. 7 sind die numerischen Simulationsergebnisse einer dreidimensional berechneten Deponie dargestellt. Aufgeführt sind die Temperatur, der Organikanteil und die Massenaustauschrate zwischen Organik und Deponiegas nach 3, 6 und 9 Jahren. In der Abbildung sind die gegenseitigen Abhängigkeiten der Variablen Temperatur, Organikgehalt und Massenaustauschrate klar zu erkennen, was zu einer inhomogenen Verteilung dieser Felder führt und exemplarisch am Zeitschritt 6 Jahre (Abb. 7, Spalte b) erläutert wird. Bedingt durch die gegenseitige Abhängigkeit von Temperatur, Abbaurrate und Organikanteil kommt es im Kern der Deponie zu einem Abfall der Abbaurrate, da die Deponietemperatur in diesem Bereich über die optimale Umsetzungstemperatur steigt. Als Folge dieser Überschreitung findet die maximale Umsetzung nicht im Innern der Deponie statt, wie zunächst erwartet wurde, sondern in einem Ring zwischen dem Kern und der Oberfläche, in dem eine geringere und somit opti-

malere Umsetzungstemperatur erreicht wird, siehe Abb. 7 b (mass exchange rate). Gesteigert wird der Effekt im oberen Bereich durch den Umstand, dass hier im Gegensatz zu dem Bereich unterhalb des Kerns noch genügend organische Bestandteile im Abfallkörper vorhanden sind, siehe Abb. 7 b (organic).

Das geschilderte Szenario zeigt die große Inhomogenität, welcher die Biodegeneration in der Deponie unterworfen ist. Aus diesem Grund ist es nicht möglich, mit vereinfachten Überschlagsrechnungen das Deponieverhalten abzuschätzen. Die hierfür in der Praxis z. B. nach Tabasaran & Rettenberger [7] verwendeten Modelle führen zu Überschätzungen der tatsächlich anfallenden Deponiegasmen-

Abbildung 6: Verlauf der Proportionalitätsfaktoren bzgl. Temperatur  $\theta$  unter Berücksichtigung unterschiedliche Bakterienpopulationen (psychrophil, mesophil und thermophil und Substratgehalt  $n^c$ ).

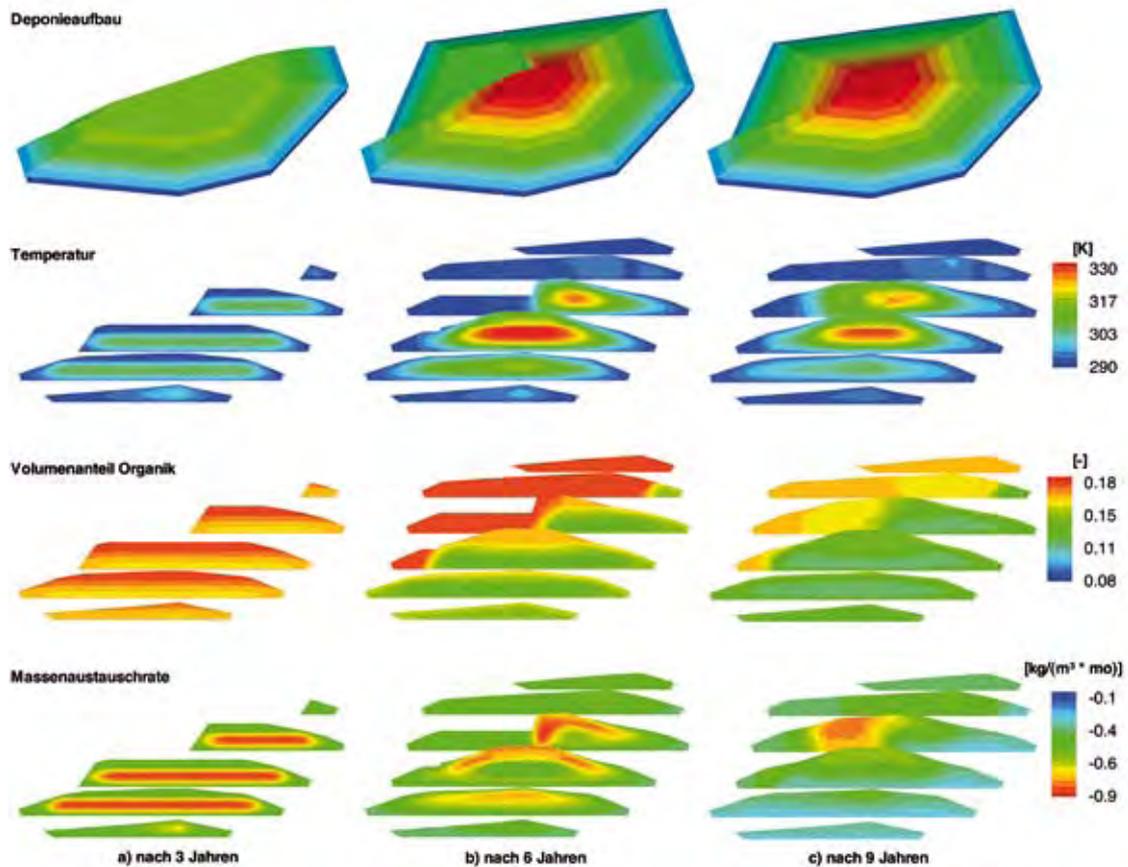


Abbildung 7: Simulationsbeispiel zur Methanproduktion in Siedlungsabfaldeponien

gen von bis zu 300%, was aufgrund der dargestellten Inhomogenitäten und gegenseitigen Kopplungen nicht weiter überrascht. Durch die hier vorgestellte Simulation ist es möglich die Deponiegenese und die innere Inhomogenität zu berücksichtigen, was zu einer wesentlichen Verbesserung der Deponiegasprognose führt. Im nächsten Schritt wird nun die Methanoxidationsschritt in einem Simulationsmodell erfasst, womit schließlich ein geschlossenes Model zur Bewertung von Deponiegasemissionen bereitgestellt werden kann, was dazu beiträgt, den Ausstoß von klimaschädlichen Gasen zu verringern.

- [1] de Boer, R., Theory of Porous Media -- highlights in the historical development and current state, Springer-Verlag Berlin, 2000.  
 [2] Bowen, R.M., Incompressible porous media models by use of the theory of mixtures, International Journal of Engineering Science, 18, 1129 – 1148, 1980.  
 [3] Bowen, R.M., Compressible porous media models by use of the theory of mixtures, International Journal of Engineering Science, 20, 697-735, 1982.

- [4] Ehlers, W., Foundations of multiphase and porous materials, in Ehlers, W. und Bluhm, J. (ed.) Porous Media: Theory, Experiments and Numerical Applications, Springer-Verlag, Berlin, 2002.  
 [5] Monod, J., Sur l'expression analytique de la croissance des populations bactériennes, en collaboration avec F. Morin, Rev. Scient., 5, pp. 227-229, 1942.  
 [6] Ricken, T., Ustohalova, V., Modeling of thermal mass transfer in porous media with applications to the organic phase transition in landfills, Computational Materials Science 32 (3-4), 498 – 508, 2005.  
 [7] Tabasaran, O., Rettenberger, G., Grundlage zur Planung von Entgasungsanlagen, Müllhandbuch Nr. 4547, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1987.  
 [8] Truesdell, C., Thermodynamics of diffusion. In Truesdell, C. (ed.), Rational Thermodynamics. Springer-Verlag, New York, 219-236, 1984.  
 [9] Truesdell, C. & Toupin, R.A., The classical field theories. In Flügge, S. (ed.): Handbuch der Physik, Band III/1. Springer-Verlag, Berlin, 1960.  
 [10] Ustohalova, V., Process oriented modeling of long-term behavior impact of landfills in closure care and post closer care – decompositions and transport processes, Shaker-Verlag, Aachen, 2006.



**Tim Ricken** Jun.-Prof. Dr.-Ing. studierte 1992 – 1998 Bauingenieurwesen mit Vertiefung im konstruktiven Ingenieurbau an der Universität Essen. Von 1998 – 2002 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Mechanik unter der Leitung von Herrn Prof. R. de Boer an der Universität Duisburg-Essen, wo er auch promoviert wurde. Danach schloss sich von 2002 – 2006 eine Zeit als Postdoc am Institut für Mechanik unter der Leitung von Prof. J. Schröder an. 2006 wurde er zum Juniorprofessor für Computational Mechanics an der Universität Duisburg-Essen berufen. Seine Juniorprofessur wurde 2009 positiv evaluiert. Aufbau und die Leitung des interdisziplinären und internationalen, englischsprachigen Masterstudiengangs Computational Mechanics, welcher eine starke Gewichtung in den Bereichen der Finiten Element Methode (FEM), Kontinuumsmechanik, Numerik sowie in experimentellen Techniken besitzt. Tim Ricken hatte 2009 einen längeren Forschungsaufenthalt an der Columbia University in New York, USA. Seine Forschungsinteressen liegen in der Modellierung und Simulation von Materialien mit mechanischen, thermischen, chemischen und/oder biologischen Kopplungseffekten, deren Beschreibung zu nichtlinearen und gekoppelten Mehrfeldproblemen führen. Die Anwendungsgebiete liegen in der Umwelttechnik, der Biomechanik und der Beschreibung mehrkomponentiger poröser Materialien. Computational Mechanics, Universität Duisburg-Essen, Universitätsstr. 15, 45141 Essen, Germany

## AUFRUF · CALL

**Für die Jahrestagung 2011  
in Graz, 18. - 22. April,  
veranstaltet die GMM  
wieder einen Wettbewerb**

**For its Annual Meeting 2010  
in Graz, Austria,  
April 18 - 22,  
GMM is arranging a Competition**

## NACHWUCHS- MINISYMPOSIEN

## YOUNG RESEARCHERS' MINISYMPOSIA

Wie ein gewöhnliches Minisymposium soll sich auch ein Nachwuchs-Minisymposium auf ein spezifisches, aktuelles Forschungsthema konzentrieren. Es stehen zwei Stunden zur Verfügung mit vier bis sechs Vorträgen. Um ein Nachwuchs-Minisymposium bewerben sich zwei Organisatoren von zwei verschiedenen Institutionen. Wie alle Vortragenden sind sie höchstens 35 Jahre alt und noch nicht zum/zur („tenured“) Professor/ in ernannt. Die Vortragenden sollen auch mindestens zwei verschiedenen Institutionen angehören. Das Programmkomitee wird aus den eingegangenen Bewerbungen die Nachwuchs-Minisymposien auswählen. Eine finanzielle Förderung der Teilnehmer ist nicht möglich.

Like an ordinary minisymposium, a young researchers' minisymposium will focus on a specific, timely research subject. It will last two hours with four to six lectures. Two organisers from two different institutions will apply for a young researchers' minisymposium. As all other speakers they will be at most 35 years old and not yet hold a tenured professor's position. The speakers should also be affiliated to at least two different institutions. From the applications received, the programme committee will select the young researchers' minisymposia. There is no financial support for the participants.

### **Zeitplan:**

#### **bis 15. Mai 2010**

Einreichung von Vorschlägen per e-mail (plain ASCII) an den Beauftragten für Nachwuchs-Minisymposien [gamm@mailbox.tu-dresden.de](mailto:gamm@mailbox.tu-dresden.de)

Die Bewerbung besteht aus einer einseitigen Zusammenfassung, den Titeln der einzelnen Vorträge sowie der Angabe von Geburtsdatum, derzeitiger Stellung und Institution für alle Organisatoren und Vortragende.

#### **bis 30. Juni 2010**

Entscheidung über die Gewinner und Benachrichtigung aller Bewerber.

#### **18. - 22. April, 2010**

Durchführung der ausgewählten Minisymposien.

### **Schedule:**

#### **until May 15, 2010**

Submission of proposals by e-mail (plain ASCII) to the officer for young researchers' Minisymposia [gamm@mailbox.tu-dresden.de](mailto:gamm@mailbox.tu-dresden.de)

A proposal consists of a one page abstract, the titles of all lectures and information about the date of birth and the current position and affiliation of all organisers and speakers.

#### **June 30, 2010**

Decision about the winners and notification of all applicants.

#### **April 18 - 22, 2011**

Carrying out of the nominated minisymposia

# RUNDBRIEF Readers

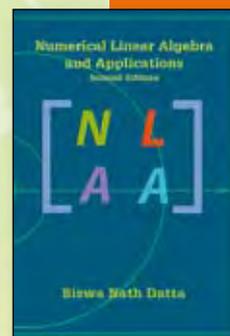
Save 30% on these SIAM titles:

## Numerical Linear Algebra and Applications, Second Edition

Biswa Nath Datta

This second edition of the author's acclaimed textbook covers the major topics of computational linear algebra, including solution of a system of linear equations, least-squares solutions of linear systems, computation of eigenvalues, eigenvectors, and singular value problems. It is intended for undergraduate and graduate students and will also appeal to researchers as well as practicing engineers and industrial mathematicians.

2009 · xxiv + 530 pages · Hardcover · ISBN 978-0-898716-85-6  
List Price \$79.00 · RUNDBRIEF Price \$55.30 · Order Code OT116

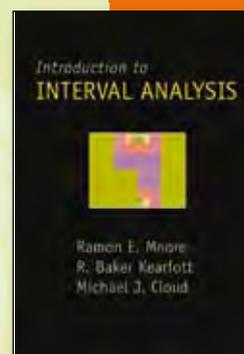


## Introduction to Interval Analysis

Ramon E. Moore, R. Baker Kearfott, and Michael J. Cloud

This unique book provides an introduction to a subject whose use has steadily increased over the past 40 years. An update of Ramon Moore's previous books on the topic, it provides broad coverage of the subject as well as the historical perspective of one of the originators of modern interval analysis. The authors provide a hands-on introduction to INTLAB, a high-quality, comprehensive MATLAB® toolbox for interval computations, making this the first interval analysis book that does with INTLAB what general numerical analysis texts do with MATLAB.

2009 · xii + 223 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-69-6  
List Price \$72.00 · RUNDBRIEF Price \$50.40 · Order Code OT110



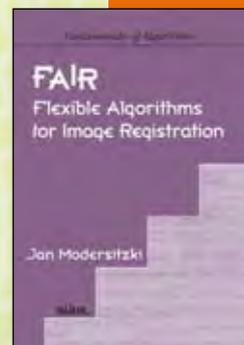
## FAIR: Flexible Algorithms for Image Registration

Jan Modersitzki

Fundamentals of Algorithms 6

Registration, also known as alignment, fusion, or warping, is the process of transforming data into a common reference frame. This book provides an overview of state-of-the-art registration techniques from theory to practice, plus numerous exercises designed to enhance readers' understanding of the principles and mechanisms of the described techniques. It also provides, via a supplementary Web page, free access to FAIR.m, a package that is based on the MATLAB® software environment, which enables readers to experiment with the proposed algorithms and explore the presented examples in much more depth.

2009 · xxii + 189 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-90-0  
List Price \$69.00 · RUNDBRIEF Price \$48.30 · Order Code FA06



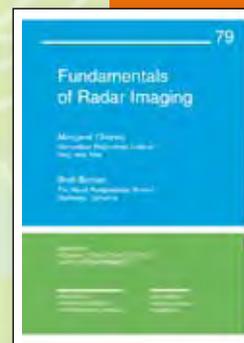
## Fundamentals of Radar Imaging

Margaret Cheney and Brett Borden

CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics 79

The goal of this book is to provide mathematicians with the background they need to work in the field of radar imaging, building on the foundation of the underlying partial differential equations. The focus is on showing the connection between the physics and the mathematics and on supplying an intuitive mathematical understanding of basic concepts.

2009 · xxiv + 140 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-77-1  
List Price \$59.00 · RUNDBRIEF Price \$41.30 · Order Code CB79



**siam**® SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS

Be sure to enter discount code "BKGM10" to get special price.

### TO ORDER, SHOP ONLINE AT [www.siam.org/catalog](http://www.siam.org/catalog).

Use your credit card (AMEX, MasterCard, and VISA) by phone: +1-215-382-9800 worldwide, fax: +1-215-386-7999, or e-mail: [siambooks@siam.org](mailto:siambooks@siam.org). Or send check or money order in US dollars to: SIAM, Dept. BKGM10, 3600 Market Street, 6th Floor, Philadelphia, PA 19104-2688 USA. Members and customers outside North America can also order SIAM books through SIAM's distributor, Cambridge University Press, at [www.cambridge.org/siam](http://www.cambridge.org/siam).

Art is adapted from a paper by Roger P. Pawłowski and John Shadd, Sandia National Laboratories, and Joseph P. Simons and Homer F. Walker, Department of Mathematical Sciences, Worcester Polytechnic Institute.

1/10

ORDER ONLINE:

**WWW.SIAM.ORG/CATALOG**

**Dr.-Ing. Stefan Löhnert** studierte an der TU Darmstadt Maschinenbau und Mechanik. Während seines Studiums verbrachte er zwei durch ein DAAD Stipendium geförderte Auslandssemester an der University of California at Berkeley, wo er auch seine Diplomarbeit anfertigte. Nach seinem Studium begann er seine Promotionszeit am Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik (IBNM) der Leibniz Universität Hannover, wo er 2004 unter Prof. Dr.-Ing. Peter Wriggers zum Thema „Computational Homogenization of Microheterogeneous Materials at Finite Strains Including Damage“ mit Auszeichnung promovierte. Nach seiner Promotion ging er 2005 als post-doctoral fellow an die Northwestern University, an der er zusammen mit Ted Belytschko Multiskalenmethoden für Rissfortschrittsprobleme mit Hilfe der XFEM entwickelte. 2007 ging er als Oberingenieur an das IBNM zurück und wechselte 2008 zum Institut für Kontinuumsmechanik (IKM) der Leibniz Universität Hannover wo er seitdem an seiner Habilitation im Bereich 3D Multiskalenmethoden in der Bruchmechanik arbeitet. Am IKM ist Dr. Löhnert Projektleiter mehrerer durch die DFG geförderter Projekte, unter anderem auch von Teilprojekten im SFB Transregio 73 („Blechmassivumformung“) als auch im SFB 871 („Produktregeneration“). Neben der Betreuung von Promotionsprojekten nimmt er umfangreiche Lehraufgaben wahr. Außerdem war er einer der Hauptorganisatoren des GACM Colloquiums for Young Scientists on Computational Mechanics im September 2009.

Nach Abschluss seines Studiums am Fachbereich Mechanik der Technischen Universität Darmstadt wechselte Stefan Löhnert zur Leibniz Universität Hannover. Am Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik widmete er sich unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Peter Wriggers der Mikromechanik und Homogenisierungsmethoden. Insbesondere hat er sich mit der Problematik der Homogenisierung bei finiten Deformationen und Schädigung in heterogenen Materialien beschäftigt [1], [8]. Besonders in Bereichen mit starker Schädigung treten hierbei zum Teil sehr große Deformationen auf. Homogenisierungsverfahren basierend auf dem Konzept des Repräsentativen Volumenelementes lassen sich hierbei nur anwenden, solange in der Mikrostruktur keine Lokalisierungseffekte oder Instabilitäten auftreten. Stefan Löhnert entwickelte effiziente numerische Methoden um diese mitunter stark nichtlinearen Probleme im 3D lösen zu können. Seine Promotion auf diesem Gebiet schloss er schließlich im Oktober 2004 mit Auszeichnung ab [2].

Da sich Homogenisierungsmethoden basierend auf dem RVE Konzept nur bis zu einem Instabilitätspunkt anwenden lassen, nicht aber im entfestigenden Bereich, widmete sich Stefan Löhnert nach seiner Promotion der Berechnung von Rissen und deren Wachstum [7] sowie der Entwicklung geeigneter Multiskalenmethoden, die sich auch auf Materialien mit Lokalisierungseffekten anwenden lassen [6], [9]. Hierzu ging er 2005 als post-doctoral fellow an die Northwestern University in die USA. Dort arbeitete er zusammen mit Ted Belytschko an der Erweiterung der eXtended Finite Element Method (XFEM). Insbesondere der starke Einfluss von Mikrorissen in der Nähe der Rissfront eines propagierenden Makro-

## STECKBRIEF



risses erfordert eine detaillierte Betrachtung der Vorgänge in der Nähe einer fortschreitenden Rissfront. Da Mikrorisse mitunter um Größenordnungen kleiner sein können als Makrorisse und dennoch einen erheblichen Einfluss auf den Fortschritt und die Fortschrittsrichtung eines Makrorisses haben können, ist eine Multiskalenbetrachtung der Interaktion von Mikrorissen und Makrorissen erstrebenswert. An der Northwestern University entwickelte Stefan Löhnert zwei grundsätzlich verschiedene Multiskalenmethoden für diesen Anwendungsbereich. Die eine (Multiscale Aggregating Discontinuities [9]) basiert auf dem FE<sup>2</sup> Konzept, bei dem in jedem Integationspunkt des Makroskopischen Problems ein RVE mit der detaillierten Mikrostruktur unter durch die makroskopische Deformation vorgegebenen Randbedingungen berechnet wird. Die effektive Antwort der Mikrostruktur wird im weiteren Verlauf in der makroskopischen Berechnung berücksichtigt. Um das in dieser Methodik verwendete RVE Konzept auf Rissprobleme anwenden zu können, werden in den Mittelungstheoremen Diskontinuitäten und Lokalisierungseffekte ausgeklammert und später separat als aggregierter makroskopischer Riss in die makroskopische Berechnung eingefügt. Sowohl auf der Mikro- als auch auf der Makroskala kommt hierbei die XFEM zur Berechnung der Risse zum Einsatz.

Die zweite Multiskalenmethode [6] basiert auf der Projektion der in der detailliert aufgelösten Mikrostruktur berechneten Spannungen und Steifigkeiten auf die Grobskala. Hierbei wird nur der interessante Bereich um die Rissfront eines propagierenden Makrorisses mit in die Feinskalenberechnung einbezogen. Die Randbedingungen für die Mikrostrukturberechnungen kommen von einer Projektion

des Verschiebungsfeldes von der Grobskala auf den Rand des Feinskalenbereiches. Wiederum kommt auf allen Skalen die XFEM zur Berechnung der Risse zum Einsatz. Mikrorisse werden hierbei explizit nur auf der Feinskala berücksichtigt. Ihr Einfluss auf den Makrorissfortschritt kommt nur indirekt über die Projektion der Spannungen und Steifigkeiten auf die Grobskala zum tragen. Diese Mehrskalentrachtung ermöglicht eine sehr effiziente und gleichzeitig sehr genaue und detaillierte Berechnung entsprechender Multiskaleneffekte.

Derzeit arbeitet Stefan Löhnert an der Erweiterung der Multiskalenprojektionsmethode, um heterogene Materialien sowie inelastisches Materialverhalten in der Mikrostruktur berücksichtigen zu können. Außerdem

wird die Methode unter Berücksichtigung zielorientierter Fehlerschätzer erweitert, so dass eine fehlerkontrollierte adaptive Grob- und Feinskalenberechnung im 3D möglich wird. Desweiteren entwickelt er im SFB 871 Methoden zur Vorhersage von Risswachstum und Dauerfestigkeit in regenerierten Bauteilen.

Neben der Berechnung von mehrskaligen Rissproblemen widmet er sich innerhalb des SFB TR 73 weiterhin Homogenisierungsmethoden bei großen Deformationen und elastoplastischem Materialverhalten, wie sie bei Umformprozessen auftreten.

Seit 2008 ist Stefan Löhnert Sekretär der German Association for Computational Mechanics.

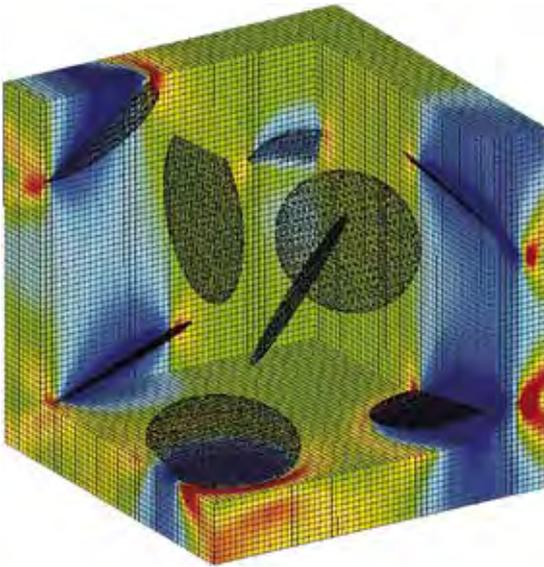


Abbildung 1: 3D Berechnung mehrerer ellip-senförmiger Risse mittels XFEM und Level Set Methoden

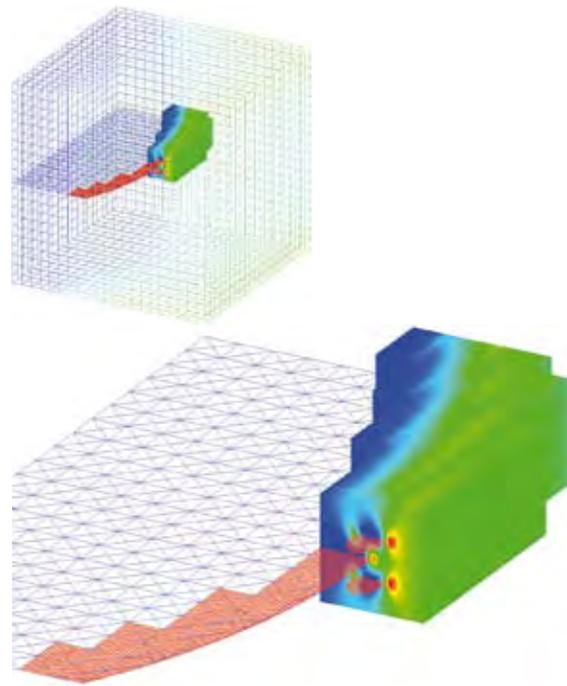


Abbildung 2: 3D Multiskalenprojektionsmethode zur Berechnung der Interaktion von Mikro- und Makrorissen. Spannungsverlauf in der Mikrostruktur

#### Literatur:

1. S. Löhnert, P. Wriggers. Homogenization of microheterogeneous materials considering interfacial delamination at finite strains. *Technische Mechanik*, 23 (2003) 167 – 177
2. S. Löhnert. Computational Homogenization of Microheterogeneous Materials at Finite Strains Including Damage. Dissertation, Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik, Leibniz Universität Hannover, 2005
3. S. Löhnert, E.F.I. Boerner, M.B. Rubin, P. Wriggers. Response of a Nonlinear Elastic General Cosserat Brick Element in Simulations Typically Exhibiting Locking and Hourglass-ing. *Computational Mechanics*, 36 (2005) 255 – 265
4. T. Raible, K. Tegeler, S. Löhnert, P. Wriggers. Development of a Wrinkling Algorithm for Orthotropic Membrane Materials. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 194 (2005) 2550 – 2568
5. E.F.I. Boerner, S. Löhnert, P. Wriggers. A New Finite Element Based on the Theory of a Cosserat Point – Extension to Initially Distorted Elements for 2D Plane Strain. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 71 (2007) 454 – 472
6. S. Löhnert, T. Belytschko. A Multiscale Projection Method for Macro/Micro-crack Simulations. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, (2007) 71 (2007) 1466 – 1482
7. S. Löhnert, T. Belytschko. Crack Shielding and Amplification due to Multiple Microcracks Interacting with a Macrocrack. *International Journal of Fracture*, 145 (2007) 1 – 8
8. S. Löhnert, P. Wriggers. Effective Behaviour of Elastic Heterogeneous Thin Structures at Finite Deformations. *Computational Mechanics*, 41 (2008) 595 – 606
9. T. Belytschko, S. Löhnert, J.H. Song. Multiscale Aggregating Discontinuities: A Method for Circumventing Loss of Material Stability. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 73 (2008) 869 – 894
10. D.S. Mueller-Hoeppe, S. Löhnert, P. Wriggers. A finite deformation brick element with inhomogeneous mode enhancement. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 78 (2008) 1164 – 1187

#### Kontakt:

Leibniz Universität Hannover  
 Institut für Kontinuumsmechanik  
 Appelstr. 11  
 30167 Hannover  
 Tel.: 0511 762 19056  
 e-mail: loehnert@ikm.uni-hannover.de  
 http://www.ikm.uni-hannover.de

# RUNDBRIEF Readers

Save 30% on these SIAM titles:

## Discrete Inverse Problems: *Insight and Algorithms*

Per Christian Hansen  
*Fundamentals of Algorithms 7*

Available  
February

This book gives an introduction to the practical treatment of inverse problems by means of numerical methods, with a focus on basic mathematical and computational aspects. It includes a number of tutorial exercises that give the reader hands-on experience with the methods, difficulties, and challenges associated with the treatment of inverse problems. It also includes examples and figures that illustrate the theory and algorithms. The aim is to provide readers with enough background so that they can solve simple inverse problems and read more advanced literature on the subject.

February 2010 · xii + 213 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-96-2  
List Price \$65.00 · RUNDBRIEF Price \$45.50 · Order Code FA07

## Insight Through Computing: *A MATLAB Introduction to Computational Science and Engineering*

Charles F. Van Loan and K.-Y. Daisy Fan

This introduction to computer-based problem-solving using the MATLAB® environment is highly recommended for students wishing to learn the concepts and develop the programming skills that are fundamental to computational science and engineering. Through a “teaching by examples” approach, the authors pose strategically chosen problems to help first-time programmers learn these necessary concepts and skills. Undergraduates at the Calculus I level will find this book most useful.

2009 · xviii + 434 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-91-7  
List Price \$59.00 · RUNDBRIEF Price \$41.30 · Order Code OT117

## Probabilistic Boolean Networks: *The Modeling and Control of Gene Regulatory Networks*

Ilya Shmulevich and Edward R. Dougherty

This is the first comprehensive treatment of probabilistic Boolean networks, an important model class for studying genetic regulatory networks. This book covers basic model properties, including the relationships between network structure and dynamics, steady-state analysis, and relationships to other model classes. It also discusses the inference of model parameters from experimental data and control strategies for driving network behavior towards desirable states.

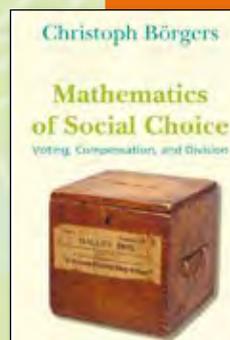
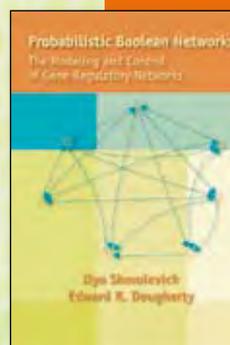
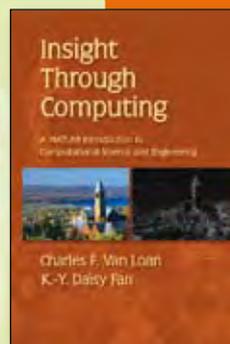
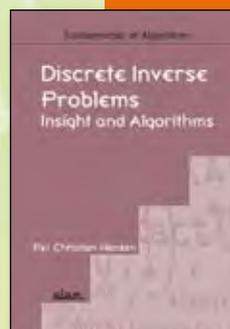
2009 · xiv + 267 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-92-4  
List Price \$59.00 · RUNDBRIEF Price \$41.30 · Order Code OT118

## Mathematics of Social Choice: *Voting, Compensation, and Division*

Christoph Börgers

How do you rank, or select a winner from, a field of candidates? How do you share a divisible resource like a cake, or an indivisible one like a pet or a house? These are the questions addressed in this fun and accessible book that takes an entertaining look at the choices made by groups of people with different preferences, needs, and interests. Though primarily addressed to readers without a high-level mathematical background, the book will also appeal to more sophisticated readers.

2009 · xii + 245 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-95-5  
List Price \$35.00 · RUNDBRIEF Price \$24.50 · Order Code OT119



**siam** SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS

Be sure to enter  
discount code “BKGMI0”  
to get special price.

**TO ORDER, SHOP ONLINE AT [www.siam.org/catalog](http://www.siam.org/catalog).**

Use your credit card (AMEX, MasterCard, and VISA) by phone: +1-215-382-9800 worldwide, fax: +1-215-386-7999, or e-mail: [siambooks@siam.org](mailto:siambooks@siam.org). Or send check or money order in US dollars to: SIAM, Dept. BKGMI0, 3600 Market Street, 6th Floor, Philadelphia, PA 19104-2688 USA. Members and customers outside North America can also order SIAM books through SIAM's distributor, Cambridge University Press, at [www.cambridge.org/siam](http://www.cambridge.org/siam).

ORDER ONLINE:

**WWW.SIAM.ORG/CATALOG**



## Mathematical Logic Quarterly

**A Journal for Mathematical Logic, Foundations of Mathematics, and Logical Aspects of Theoretical Computer Science**

2010. Volume 56, 6 issues.  
Print ISSN 0942-5616  
Online ISSN 1521-3870

### Editor

A. Hemmerling, Greifswald, GER

**Mathematical Logic Quarterly** publishes original contributions on mathematical logic and foundations of mathematics and related areas.

### Hot Papers

- On the correspondence between arithmetic theories and propositional proof systems – a survey (2009, 55, 116)
- Preservation theorems for Kripke models (2009, 55, 177)
- Fuzzy Galois connections on fuzzy posets (2009, 55, 105)
- On the category of hyper MV-algebras (2009, 55, 21)
- Determinacy of Wadge classes and subsystems of second order arithmetic (2009, 55, 154)

[www.mlq-journal.org](http://www.mlq-journal.org)



## Mathematische Nachrichten

**Mathematical News**

2010. Volume 283, 12 issues.  
Print ISSN 0025-584X  
Online ISSN 1522-2616

### Editor-in-Chief

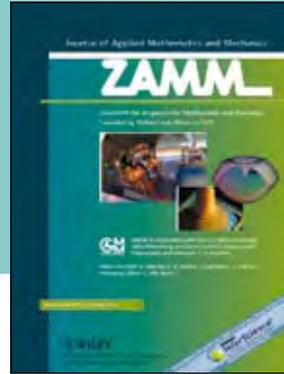
R. Mennicken, Regensburg, GER

**Mathematische Nachrichten** publishes original papers on new results and methods that hold prospect for substantial progress in mathematics and its applications.

### Erhard Schmidt Memorial Issues

Three issues of Volume 283 are dedicated to the memory of Erhard Schmidt, the founder of the journal, on his 50th obit. These issues, edited by A. Boettcher and R. Mennicken, contain an article by A. Pietsch on life and work of E. Schmidt and research papers by leading functional analysts, including D. Alpay, D. E. Edmunds, A. Hinrichs, F. Gesztesy, H. Langer, D. Lenz, M. Mathieu, G. Mastroianni, V. Maz'ya, B. Mityagin, A. Movchan, M. Schechter, P. Stollmann, H. Triebel.

[www.mn-journal.org](http://www.mn-journal.org)



## ZAMM

**Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik/ Journal of Applied Mathematics and Mechanics**

2010. Volume 90, 12 issues.  
Print ISSN 0044-2267  
Online ISSN 1521-4001

### Editors-in-Chief

H. Altenbach, Halle, GER  
S. Odenbach, Dresden, GER  
G. Schneider, Stuttgart, GER  
C. Wiens, Karlsruhe, GER

**ZAMM** publishes original papers and surveys of the latest research results in the field of applied mathematics and mechanics.

### Special Issues

- Mechanics of Polymers: Experiments and Constitutive Modelling, guest-edited by A. Lion, Munich and M. Jöhrlitz, Saarbrücken
- Phase Transformations in Deformable Solids and Structures, guest-edited by V. Eremeyev, Rostov on Don
- In Honour of the 80th Birthday of Zenon Mroz, guest-edited by M. Basista, Warsaw and D. Gross, Darmstadt

[www.zamm-journal.org](http://www.zamm-journal.org)



## PAMM

**Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics**

2010. Volume 10 (online only).  
Online ISSN 1617-7061



## GAMM – Mitteilungen

**GAMM – Reports**

2010. Volume 33, 2 issues.  
Print ISSN 0936-7195  
Online ISSN 1522-2608

### Editor

P. Steinmann, Erlangen, GER

**GAMM – Mitteilungen** is the official journal of the Association of Applied Mathematics and Mechanics.

### Special Issues

- Multifield Problems
- Optimisation with PDEs

### Hot Papers

- Dynamics of Patterns in Nonlinear Equivariant PDEs (2009, 32, 7)
- On the Approximation of Transport Phenomena – a Dynamical Systems Approach (2009, 32, 47)
- Nonlinearities in Financial Engineering (2009, 32, 121)
- Tethered satellite systems: A challenge for mechanics and applied mathematics (2009, 32, 105)

[www.gamm-mitteilungen.org](http://www.gamm-mitteilungen.org)

**PAMM** publishes the proceedings of the annual GAMM conferences.

### Coming in Volume 10:

The Proceedings of the 81st Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics (GAMM 2010), March 22-26, 2010, Karlsruhe, Germany

[www.gamm-proceedings.org](http://www.gamm-proceedings.org)

[www.interscience.wiley.com/mathjournals](http://www.interscience.wiley.com/mathjournals)

For subscription details please contact  
Wiley Customer Service:

WILEY-BLACKWELL

[cs-journals@wiley.com](mailto:cs-journals@wiley.com) (Americas, Europe, Middle East and Africa, Asia Pacific)

[service@wiley-vch.de](mailto:service@wiley-vch.de) (Germany/Austria/Switzerland)

[cs-japan@wiley.com](mailto:cs-japan@wiley.com) (Japan)

**PD Dr. Marc Alexander Schweitzer** ist seit Januar 2009 akademischer Oberrat am Institut für Numerische Simulation, Universität Bonn. Seine zentralen Forschungsgebiete sind gitterfreie Diskretisierungsverfahren und die numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen auf großen Parallelrechnern. Schweitzer startete seine universitäre Laufbahn 1992 - ebenfalls in Bonn - mit dem Studium der Mathematik und Physik im Nebenfach. Nach dem Diplomabschluss 1998 engagierte sich Schweitzer im Sonderforschungsbereich 256 im Teilprojekt „Gitterlose numerische Verfahren zur Simulation dreidimensionaler Strömungen mit freien Rändern“ und promovierte 2002 mit der Dissertation „A Parallel Multilevel Particle-Partition of Unity Method for Elliptic Partial Differential Equations“ [1], die 2003 mit einem zweiten Platz beim ‚Leslie Fox Prize‘ prämiert wurde. 2008 folgte die Habilitation in Bonn mit der Schrift „Meshfree and Generalized Finite Element Methods“.

Gitterfreie Verallgemeinerungen der klassischen Finite Element Methode (FEM) haben das Ziel, spezielle problemangepasste Approximationsräume vollautomatisch und nur aus diskreten Punktwolken zu konstruieren.

Damit soll einerseits die aufwändige Gittergenerierung vermieden werden. Andererseits können Ansatzfunktionen konstruiert werden, deren Approximationseigenschaften optimal zum Lösungsverhalten der behandelten partiellen Differentialgleichung passen. In der Regel erfolgt diese Konstruktion nach einem einfachen Prinzip, welches auch in der Generalized/Extended Finite Element Method (GFEM/XFEM) eingesetzt wird: Mittels einer Partition der Eins (PU) werden beispielsweise bekannte Singularitäten und Unstetigkeiten der Lösung – so genannte Enrichment-Funktionen – explizit in den Ansatzraum eingebaut. Diese Lösungsdetails müssen deshalb nicht mehr wie in der klassischen FEM adaptiv aufgelöst werden. Allerdings kann diese Verbesserung der Approximationseigenschaften die Stabilität der Ansatzfunktionen und die Kondition der entstehenden Steifigkeitsmatrizen dramatisch verschlechtern und sogar zu linearen Abhängigkeiten führen. Damit gewinnt die Frage nach schnellen und robusten Multilevel-Lösern für diese Verfahren an entscheidender Bedeutung.

Für die Particle-Partition of Unity Methode (PPUM) hat Schweitzer gemeinsam mit Prof. Michael Griebel eine Multilevel-Konstruktion vorgestellt [2,3], die zu einer stabilen Diskretisierung führt und einen effizienten parallelen Löser bereitstellt, der unabhängig von den speziellen Enrichment-Funktionen ist. Durch die numerischen Ergebnisse, die für Anwendungen in der Bruchmechanik [4,5] erzielt wurden, konnte die optimale Komplexität des Löser verdeutlicht werden. Darüber hinaus zeigte sich eine Super-Konvergenz des Verfahrens in

der Nähe der Rissspitzen [5]. So konnten an diesen Stellen die Spannungsintensitätsfaktoren mit wesentlich höherer Genauigkeit bestimmt werden.

Analoge Ergebnisse lassen sich auch auf vielen anderen

Anwendungsfeldern erwarten. Insbesondere müssen die entsprechenden Enrichment-Funktionen nicht notwendigerweise analytisch vorliegen. Sie können auch numerisch berechnet oder aus experimentellen Daten bestimmt werden.

Zur Zeit arbeitet Schweitzer auf diesem Gebiet an der Erweiterung der PPUM mit Fokus auf Anwendungsprobleme in der Strömungsmechanik. Ein weiterer Schwerpunkt seiner aktuellen Arbeiten ist die Mehrskalen-Kopplung von diskreten Partikelmodellen und Kontinuumsmodellen mittels gitterfreier Methoden, die er als Teilprojektleiter des Sonderforschungsbereichs 611 „Singuläre Phänomene und Skalierung in mathematischen Modellen“ untersucht.

Weitere Forschungsfelder Schweitzers, die er auch wäh-

rend mehrerer Aufenthalte am Center for Applied Scientific Computing des Lawrence Livermore National Laboratory in den USA vertiefen konnte, sind die Entwicklung robuster und algebraischer Mehrgittermethoden sowie das parallele Hochleistungsrechnen – insbesondere die dynamische Lastbalanzierung mittels raumfüllenderer Kurven.

#### Literatur:

- [1] M. A. Schweitzer, A Parallel Multilevel Partition of Unity Method for Elliptic Partial Differential Equations, Lecture Notes in Computational Science and Engineering, vol. 29, 194 pages, Springer, 2003.
- [2] M. Griebel und M. A. Schweitzer, A Particle-Partition of Unity Method-Part II: Efficient Cover Construction and Reliable Integration, SIAM J. Sci. Comput. 23 (2002), no. 5, pp. 1655–1682.

## STECKBRIEF



- [3] M. Griebel und M. A. Schweitzer, A Particle-Partition of Unity Method-Part III: A Multilevel Solver, SIAM J. Sci. Comput. 24 (2002), no. 2, pp. 377-409.
- [4] M. A. Schweitzer, An Adaptive hp-Version of the Multilevel Particle-Partition of Unity Method, Comput. Meth. Appl. Mech. Engrg. 198 (2009), pp. 1260-1272.

- [5] M. A. Schweitzer, Stable Enrichment and Local Preconditioning in the Particle-Partition of Unity Method, (submitted).
- [6] M. A. Schweitzer, Multilevel Particle-Partition of Unity Method, (submitted).

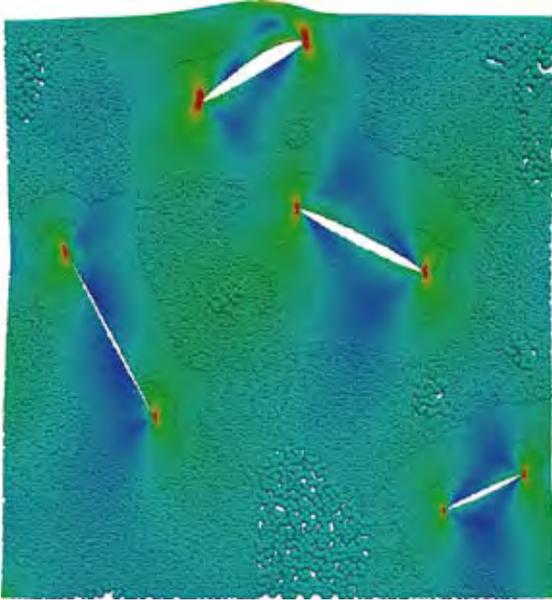


Abbildung 1: Von Mises Spannung in einer Probe mit mehreren Rissen dargestellt auf der zur Berechnung verwendeten Partikelwolke (deformierter Zustand). Bei dieser Simulation wurden die Singularitäten der Lösung mittels adaptiver Verfeinerung aufgelöst [5].

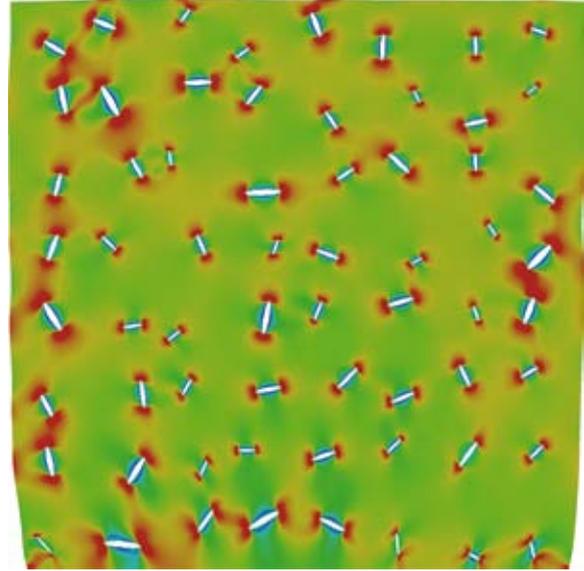


Abbildung 2: Von Mises Spannung in einer Probe mit vielen Rissen. Bei dieser Simulation wurden alle Singularitäten der Lösung mittels hierarchischem Enrichment algebraisch aufgelöst [6].

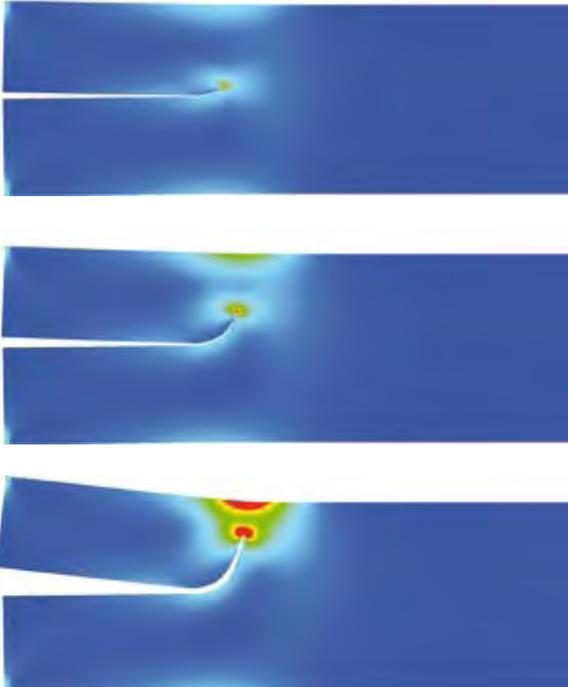


Abbildung 3: Von Mises Spannung bei einem Riss-Propagationsproblem [6].

**Kontakt:**

Institut für Numerische Simulation  
Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität Bonn  
Wegelerstrasse 6  
D-53115 Bonn  
Germany  
Tel: +49 228 733174  
Fax: +49 228 737527  
www: <http://wissrech.ins.uni-bonn.de/people/schweitz.html>  
Mail: [schweitzer@ins.uni-bonn.de](mailto:schweitzer@ins.uni-bonn.de)

# RUNDBRIEF Readers

Save 30% on these SIAM titles:

## Practical Methods for Optimal Control and Estimation Using Nonlinear Programming, Second Edition

John T. Betts

*Advances in Design and Control 19*

This second edition incorporates new material while maintaining the concise and focused presentation of the original edition. The book describes how sparse optimization methods can be combined with discretization techniques for differential-algebraic equations and used to solve optimal control and estimation problems. The interaction between optimization and integration is emphasized throughout.

2009 · xiv + 434 pages · Hardcover · ISBN 978-0-898716-88-7

List Price \$89.00 · RUNDBRIEF Price \$62.30 · Order Code DC19

## Empirical Processes with Applications to Statistics

Galen R. Shorack and Jon A. Wellner

*Classics in Applied Mathematics 59*

Originally published in 1986, this valuable reference provides a detailed treatment of limit theorems and inequalities for empirical processes of real-valued random variables. It also includes applications of the theory to censored data, spacings, rank statistics, quantiles, and many functionals of empirical processes, including a treatment of bootstrap methods, and a summary of inequalities that are useful for proving limit theorems.

2009 · xlii + 956 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-84-9

List Price \$89.00 · RUNDBRIEF Price \$62.30 · Order Code CL59

## Lectures on Stochastic Programming: Modeling and Theory

Alexander Shapiro, Darinka Dentcheva, and Andrzej Ruszczyński

*MPS/SIAM Series on Optimization 9*

Optimization problems involving stochastic models occur in almost all areas of science and engineering, such as telecommunications, medicine, and finance. Their existence compels a need for rigorous ways of formulating, analyzing, and solving such problems. This book focuses on optimization problems involving uncertain parameters and covers the theoretical foundations and recent advances in areas where stochastic models are available.

2009 · xvi + 436 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-87-0

List Price \$119.00 · RUNDBRIEF Price \$83.30 · Order Code MP09

## The Geometry of Random Fields

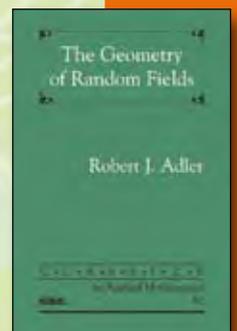
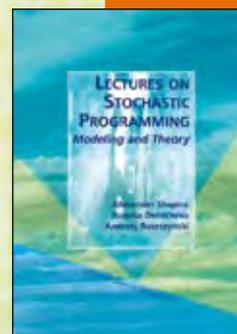
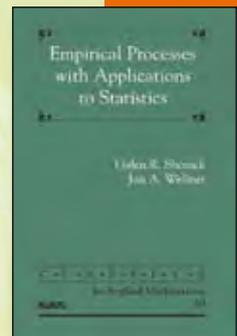
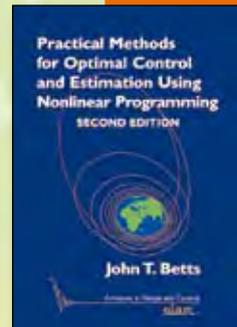
Robert J. Adler

*Classics in Applied Mathematics 62*

Since its original publication in 1981, this has remained an important text for its coverage and exposition of the theory of both smooth and nonsmooth random fields; closed form expressions for various geometric characteristics of the excursion sets of smooth, stationary, Gaussian random fields over N-dimensional rectangles; descriptions of the local behavior of random fields in the neighborhoods of high maxima; and a treatment of the Markov property for Gaussian fields.

2009 · xxii + 280 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-93-1

List Price \$85.00 · RUNDBRIEF Price \$59.50 · Order Code CL62



Be sure to enter discount code "BKGMI0" to get special price.

**siam**® SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS

**TO ORDER, SHOP ONLINE AT [www.siam.org/catalog](http://www.siam.org/catalog).**

Use your credit card (AMEX, MasterCard, and VISA) by phone: +1-215-382-9800 worldwide, fax: +1-215-386-7999, or e-mail: [siambooks@siam.org](mailto:siambooks@siam.org). Or send check or money order in US dollars to: SIAM, Dept. BKGMI0, 3600 Market Street, 6th Floor, Philadelphia, PA 19104-2688 USA. Members and customers outside North America can also order SIAM books through SIAM's distributor, Cambridge University Press, at [www.cambridge.org/siam](http://www.cambridge.org/siam).

1/10

**ORDER ONLINE:  
[WWW.SIAM.ORG/CATALOG](http://WWW.SIAM.ORG/CATALOG)**

Art is adapted from a paper by Roger P. Pawłowski and John Stadiu, Sandia National Laboratories, and Joseph P. Simons and Homer F. Walker, Department of Mathematical Sciences, Worcester Polytechnic Institute.

JAHRESBERICHT 2009 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

# NUMERISCHE METHODEN FÜR PARTIELLE DIFFERENTIALGLEICHUNGEN



Stefan A. Sauter

Activities:

- 25th GAMM-Seminar Leipzig on FEM and BEM for time-dependent wave problems, Leipzig, January 24-26, 2009: <http://www.mis.mpg.de/scicomp/gamm25/index.html>
- GAMM Workshop Applied and Numerical Linear Algebra, ETH Zürich, September 10-11, 2009: <http://www.sam.math.ethz.ch/GAMM09/>
- Lectures on Numerical Linear Algebra (on the occasion of the retirement of Martin Gutknecht) in Computational Science and Engineering, ETH Zürich, September 12, 2009: <http://www.sam.math.ethz.ch/NLA09/>
- Workshop on the Design of Gratings and Inverse Scattering Theory, Karlsruhe, October 15-16, 2009
- 7. Söllerhaus Workshop "Fast Boundary Element Methods in Industrial Applications", October 15-18, 2009

JAHRESBERICHT 2009 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

# COMPUTERUNTERSTÜTZTE BEWEISE UND SYMBOLISCHES RECHNEN



Walter Krämer



Michael Plum

In 2009 haben die folgenden Veranstaltungen unter Mitwirkung des FA stattgefunden:

"Computer-assisted proofs - tools, methods and application" (Dagstuhl), Minisymposium "Validated computations and computer-assisted proofs" (Crete, Greece), "INDAM Meeting" (Forli, Italy), "Interaction between computer algebra and interval computations" (ACA 2009, Montreal, Canada), "Verified computation of solutions for partial differential equations and related topics" (Hongkong), "International workshop on Taylor model methods" (Karlsruhe), "International workshop on verified computations and related topics" (Karlsruhe). Auf der Homepage unserer Fachgruppe

<http://www.math.uni-wuppertal.de/wrswt/gamm/> haben wir zu jeder der genannten Veranstaltungen einen entsprechenden Link eingetragen.

Hinweise zu Veranstaltungen, die für 2010 geplant sind, finden sich am Ende dieses Rundbriefes und ebenfalls auf der Homepage der Fachgruppe. Auf die besonders wichtige, zweijährig stattfindende SCAN-Tagung soll bereits hier hingewiesen werden: SCAN 2010 (14th GAMM-IMACS International Symposium on Scientific Computing, Computer Arithmetic and Validated Numerics), Lyon, France, September 27 - October 1, 2010.

Wie bereits im Jahresbericht 2008 dargestellt, wird derzeit an einem Intervallstandard gearbeitet (IEEE Working

Group P1788, derzeit 71 stimmberechtigte Mitglieder). Inzwischen wurde beschlossen, dass der Grunddatentyp für Intervalle auch Intervalle mit unendlichem Durchmesser erlauben muss, also z.B. die Menge aller reellen Zahlen  $x$  mit  $x \geq 5$ . Ein bereits vom ehemaligen FA „Rechnerarithmetik und Wissenschaftliches Rechnen“ gefordertes exaktes Skalarprodukt für Gleitkommavektoren wird ebenfalls im Standard festgeschrieben.

Für weitere Informationen zum aktuellen Stand der Standardisierung verweisen wir auf die Web-Seite <http://grouper.ieee.org/groups/1788/>

Inzwischen sind die beiden Bände State of the Art For Self-Validating Computations, Eds. S.Oishi, M.T. Nakao, JJIAM, Vol. 26, No. 2, 2009 und Numerical Validation in Current Hardware Architectures, Eds. A. Cuyt, W. Krämer, P. Markstein, W. Luther, LNCS 5492, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009 erschienen.

## JAHRESBERICHT 2009 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

## ANGEWANDTE STOCHASTIK UND OPTIMIERUNG

Kurt Marti

Über die Arbeit des Fachausschusses im Berichtszeitraum 2009/10 sowie über zukünftige Projekte liegt ein detaillierter Bericht online auf der Homepage der GAMM vor.

Kurzfassung:

Das Manuskript des Tagungsbandes des dritten GAMM/IIASA/IFIP-Workshops über das Thema „Coping with Uncertainty (CwU07): Robust Decisions“ wurde Mitte 2009 nach einem üblichen Review-Prozess an den Springer Verlag geschickt. Der Band erscheint Ende 2009/Anfang 2010 in der Springer-Lecture Notes Reihe „Economics and Mathematical System (LNEMS)“. Weitere Informationen über den Workshop „CwU07“ findet man auf der IIASA-Webseite: <http://www.iiasa.ac.at/~marek>

Der 7. GAMM-Workshop „Stochastische Modelle und Steuerung“, welcher von Prof. W. Grecksch (Halle) und

Prof. H.-U. Kuenle (Cottbus) organisiert wurde, fand vom 16.- 19. März 2009 in der Lutherstadt Wittenberg statt. Es wurden 32 Vorträge von Teilnehmern aus 7 Ländern gehalten. Es ist geplant, 2011 einen weiteren Workshop über dieses Thema durchzuführen.

Der vierte GAMM/IIASA-Workshop „Coping with Uncertainty (CwU09): Managing Safety of Heterogeneous Systems“ findet vom 14.-16. Dezember 2009 am IIASA Laxenburg/Wien statt. Gegenwärtig sind 25 Vorträge geplant.

Die Ergebnisse sollen erneut in einem Tagungsband publiziert werden. Informationen über den Workshop „CwU09“ findet man auf der Website: <http://www.iiasa.ac.at/~marek/wrksp/cwu09>

## JAHRESBERICHT 2009 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

## OPTIMIERUNG MIT PARTIELLEN DIFFERENTIALGLEICHUNGEN



Michael Hinze



Volker Schulz

Der Fachausschuss fördert Kommunikation und Zusammenarbeit aller an Optimierung mit Partiellen Differentialgleichungen interessierten Personen oder Gruppen aus wissenschaftlichen Einrichtungen und Industrie und vertritt das Fachgebiet innerhalb der GAMM. Im Berichtszeitraum konnte der FA weiter mit den Kolleginnen Blank (Regensburg), Kaltenbacher (Stuttgart) und Walther (Paderborn), sowie mit den Kollegen Hintermüller (Berlin), Meyer (Darmstadt), Slawig (Kiel) und Vexler (München) verstärkt werden. Das FA Treffen 2009 fand im Rahmen des FA Workshops PDE constrained optimization of certain and uncertain processes in Trier statt (Organisation Hinze/Sachs/Schulz).

Viele Mitglieder stehen im Rahmen des SPP 1253 Optimization with PDE constraints, dessen 2. Förderperiode am 1.7.2009 begann, in engem fachlichem Austausch miteinander, Mitglieder des FA haben an zahlreichen Konferenzen und Workshops teilgenommen und mehrere Veranstaltungen mit organisiert. Zu nennen sind hier eine Oberwolfach Tagung (Heinkenschloss/Hoppe/Schulz), ein Future Ocean PhD Kurs in Kiel (Slawig), eine

Frühjahrsschule mit Workshop in Regensburg (Blank, Garcke, Hinze), ein Symposium auf der IFIP TC7 in Buenos Aires (Herzog, Rösch, Tröltzsch) und das SPP 1253 Kolloquium in Banz (Leugering).

Weitere Aktivitäten finden Sie unter [www.math.uni-hamburg.de/spag/gamm/](http://www.math.uni-hamburg.de/spag/gamm/)

JAHRESBERICHT 2009 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

## ANALYSIS VON MIKROSTRUKTUREN



Klaus Hackl



Sergio Conti

Der Fachausschuss „Analyse von Mikrostrukturen“ fördert die mathematische Modellierung mikromechanischer Phänomene, sowie deren Analyse und numerische Simulation. Die Wechselwirkung von Mechanismen auf unterschiedlichen Skalen erfordert eine tiefere Zusammenarbeit von Ingenieuren, Naturwissenschaftlern und Mathematikern, da einerseits die Modellierung nicht abgeschlossen ist und andererseits das Potential moderner mathematischer Methoden wie Homogenisierung und Relaxierung noch nicht angemessen in Anwendungen eingeht. Die Weiterentwicklung und Verfeinerung dieser Methoden werden im Fachausschuss durch koordinierte Forschungsplanung, sowie durch Seminare und Tagungen vorangetrieben.

Im Jahr 2009 haben wir dieses Ziel durch die Organisation von mehreren Tagungen verfolgt. Insbesondere werden hier folgende Aktivitäten erwähnt:

- Eighth GAMM Seminar on Microstructures, 16.-17.01.2009, Regensburg, Organizers: S. Conti, G. Dolzmann.
- Mathematics and Mechanics of Micro-structure Evolution in Finite Plasticity, Young Researchers Minisymposium, GAMM-Jahrestagung 2009, Organizers: D. Balzani, D. M. Kochmann.
- Oberwolfach Workshop on Computational Multiscale Methods, 14.-20.06.2009, Organizers: C. Carstensen, B. Engquist.
- Oberwolfach Workshop on PDE and Materials, 13.-19.09.2009, Organizers: J. Ball, R. D. James, S. Müller

JAHRESBERICHT 2009 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

## ANGEWANDTE UND NUMERISCHE LINEARE ALGEBRA (ANLA)



Peter Benner



Daniel Kressner

Seit dem 01.01.2009 leiten Peter Benner (TU Chemnitz) als Vorsitzender und Daniel Kressner (ETH Zürich) als Stellvertreter den Fachausschuss ANLA, der z.Zt. über 60 Mitglieder aus 13 Ländern führt.

Wie in jedem Jahr wurde auch 2009 ein internationaler Workshop ausgerichtet. Dieser fand 10.-11.09. 2009 an der ETH Zürich, organisiert von Martin Gutknecht und Daniel Kressner, statt. Der diesjährige Schwerpunkt war Preconditioning mit den Hauptvortragenden Chen Greif (Vancouver), Ralf Hiptmair (Zürich), Reinhard Nabben (Berlin) und Valeria Simoncini (Bologna). Im Rahmen des Workshops mit über 60 Teilnehmern aus 16 Ländern fand auch ein Ehrenkolloquium zum 100. Geburtstag von Eduard Stiefel statt. Den Festvortrag mit dem passenden Titel Stiefel manifolds and their applications hielt Pierre-Antoine Absil (Louvain-la-Neuve). Der Workshop 2010 wird in Novi Sad (Serbien), organisiert von Ljiljana Cvetković, stattfinden – siehe dazu auch die Ankündigung der wissenschaftlichen Veranstaltungen am Ende des Rundbriefs.

Eine weitere Aktivität in 2009 war die Intensivierung der Kontakte zur International Linear Algebra Society (ILAS). Dazu wurde ein Bericht über den Fachausschuss im Bulletin der ILAS veröffentlicht (IMAGE, Vol. 43, S. 25-26, siehe <http://www.ilasic.math.uregina.ca/iic/IMAGE/IMAGES/image43.pdf>). Für die Zukunft ist die Ausrichtung gemeinsamer Sommerschulen sowie die gegenseitige Unterstützung der eigenen Tagungen bzw. Workshops geplant.

Weitere Informationen sowie das aktuelle Mitgliederverzeichnis finden sich unter <http://www.sam.math.ethz.ch/GAMM-ANLA>.

## JAHRESBERICHT 2009 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

## MEHRFELDPROBLEME



Stefanie Reese

Mitglieder des Fachausschusses sind:

C. Carstensen (Berlin), W. Ehlers (Stuttgart)  
 U. Gabbert (Magdeburg), K. Hackl (Bochum)  
 G. Hofstetter (Innsbruck), A. Klawonn (Essen)  
 U. Langer (Linz), H. Matthies (Braunschweig)  
 G. Meschke (Bochum), A. Meyer (Chemnitz)  
 C. Miehe (Stuttgart), E. Ramm (Stuttgart)  
 E. Rank (München), R. Rannacher (Heidelberg)  
 S. Reese (Braunschweig), T. Ricken (Essen)  
 M. Schäfer (Darmstadt), J. Schöberl (Aachen)  
 J. Schröder (Essen), B. Svendsen (Dortmund)  
 G. Wittum (Heidelberg), B. Wohlmuth (Stuttgart)  
 P. Wriggers (Hannover)

Der Ausschuss hat das Ziel, als Diskussions- und Interaktionsforum für Mechaniker, Mathematiker, Materialwissenschaftler und Ingenieure zu dienen, die sich mit Forschungsthemen aus dem Bereich „Mehrfeldprobleme“ beschäftigen.

**Veröffentlichungen**

Die Mitglieder des Ausschusses veröffentlichen rege (teilweise gemeinsam) in internationalen Zeitschriften. Für das Heft der GAMM-Mitteilungen zum Thema „Multifield Problems“ wurden bereits 8 Papers eingesammelt, die im kommenden Frühjahr veröffentlicht werden.

## JAHRESBERICHT 2009 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

## DYNAMIK UND REGELUNGSTHEORIE



Kurt Schlacher



Achim Ilchmann

Im Berichtszeitraum des FA „Dynamik und Regelungstheorie“ fanden zwei Workshops, verbunden mit Aussprachen des FA, statt. Das erste Treffen war am 27., 28. 03. 2009 an der TU München, das freundlicher Weise von Herrn Univ.-Prof. Lohmann mit organisiert wurde. Das wissenschaftliche Programm umfasste 13 Vorträge. Das zweite Treffen fand am 12., 13. 10. 2009 an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg statt, welches dankenswerterweise von den Herrn Professoren Findeisen und Raisch mit organisiert wurde. Im Rahmen des Treffens wurden 12 wissenschaftliche Vorträge, so wie eine Aussprache des FA abgehalten.

Wie jedes Jahr wirkte auch diesmal der FA bei der Gestaltung des Programms der Jahrestagung durch Vorschläge für Mini-symposia und Hauptvorträge sowie durch die Organisation von Sektionen mit.

Für weitere Auskünfte über die Aktivitäten, Mitglieder und Kontaktadressen des FA steht Ihnen die Homepage <http://regpro.mechatronik.uni-linz.ac.at/gamm> zur Verfügung. Zusätzlich ist auf der Homepage ein Downloadbereich eingerichtet, in dem die Unterlagen der Vorträge der Treffen auf Wunsch des Vortragenden in einem öffentlichen oder geschützten Bereich der Homepage zur Verfügung gestellt werden können.

JAHRESBERICHT 2009 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

BIOMECHANIK



Wolfgang Ehlers



Bernd Markert

Die Biomechanik ist ein international stark expandierendes Gebiet, das neben der Untersuchung des Bewegungsapparats zunehmend auch den Bereich der kontinuumsmechanischen und numerischen Durchdringung biologischer Gewebe (soft and hard tissues) erfasst. Grundsätzlich kann biologisches Gewebe als ein poröses Material aufgefasst werden, dessen Eigenschaften stark von seinen fluiden Komponenten abhängen. Dabei sind auch elektro-chemische Effekte (electrical and chemical activity) sowie Fragen des Wachstums (growth, modelling and remodelling) von Bedeutung.

Der Fachausschuss (FA) möchte das Interesse an biomechanischen Fragestellungen fördern und den Anschluss an die internationale Entwicklung sicherstellen. Angestrebt wird eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von Ingenieuren und Mathematikern einerseits mit Biologen und Medizinern andererseits.

Der FA Biomechanik hat sich am 28. Oktober 2003 in Stuttgart konstituiert. Derzeit gehören ihm 16 aktive Mitglieder an. Im Rahmen der Aktivitäten des FA haben 2004 und 2006 das erste und zweite GAMM-Seminar über Kontinuumsbiomechanik mit internationaler Beteiligung stattgefunden. Die erfolgreiche Reihe wird 2010 mit einem dritten Seminar fortgesetzt.

Weiterführende Informationen über den FA und seine Aktivitäten finden sich auf der Internetseite [www.mechbau.uni-stuttgart.de/ls2/gammFA-biomech](http://www.mechbau.uni-stuttgart.de/ls2/gammFA-biomech)

Interessierte GAMM-Mitglieder sind herzlich zur Mitarbeit eingeladen.

JAHRESBERICHT 2009 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

ANGEWANDTE OPERATORTHEORIE



Birgit Jacob



Jussi Behrndt

Der Fachausschuss Angewandte Operatortheorie fördert die Kommunikation und Zusammenarbeit von Wissenschaftlern, deren Arbeitsgebiet in der Anwendung und Theorie von operatortheoretischen Methoden liegt. Ein Hauptanliegen ist die Weiterentwicklung und Vertiefung operatortheoretischer Methoden in Hinblick auf Ihre effiziente Umsetzung und Anwendbarkeit in konkreten physikalischen und ingenieurwissenschaftlichen Problemstellungen.

Aktivitäten des Fachausschusses 2009:

- Ausrichtung der Sektion „Angewandte Operatortheorie“ auf der Jahrestagung der GAMM in Danzig vom 9.-13. Februar 2009. Organisation: Vadim Adamyan (Odessa) und Karl-Heinz Foerster (Berlin).
- Ausrichtung Sektion „Indefinite Inner Product Spaces and Spectral Problems“ auf der IWOTA, Guanajuato, Mexiko, 21.-25. September 2009. Organisation: Jussi Behrndt (Berlin) und Carsten Trunk (Ilmenau).

- Der Proceedingsband zum 8th Workshop on Operator Theory in Krein Spaces and Inverse Problems und der Jahrestagung des Fachausschusses 2008 wurde in der Serie Operator Theory des Birkhäuser Verlags publiziert.

Geplante Aktivitäten des Fachausschusses 2010:

- Ausrichtung der Sektion „Angewandte Operatortheorie“ auf der Jahrestagung der GAMM in Karlsruhe vom 22.-26. März 2010. Organisation: Birgit Jacob (Paderborn) und Andre Ran (Amsterdam).
- Plenarvortrag des FA-Mitgliedes Christiane Tretter (Bern) auf der GAMM Jahrestagung 2010.
- Ausrichtung der IWOTA (International Workshop on Operator Theory and Applications) an der TU Berlin vom 12. - 16. Juli 2010. Lokale Organisatoren: Jussi Behrndt, Karl-Heinz Foerster, Carsten Trunk.

## JAHRESBERICHT 2009 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

## MULTISCALE MATERIAL MODELING



Bob Svendsen

Im Jahr 2009 hat sich der Ausschuss mit folgenden Aktivitäten beschäftigt:

1. Jährliches Treffen, 26.-27. Juni 2009, in Karlsruhe, Gastgeber: Thomas Böhlke.
2. Wissenschaftliches Seminar, 26.-27. Juni 2009, in Karlsruhe, Gastgeber: Thomas Böhlke.
3. Das nächste Seminar findet vom 09.-10. Juli 2010 in Bochum statt, Gastgeber: Holger Steeb.
4. Tagungsorganisation
  - a. First International Conference on Material Modeling, Kongresszentrum Westfalenhallen, Dortmund, 15.-17. September 2009, b. First Sino-German Workshop on Multiscale and Advanced Material Modeling, Kongresszentrum Westfalenhallen, Dortmund, 14.-17. September 2009.

Der Ausschuss verfolgt weiterhin das Ziel, als Diskussions- und Interaktionsforum für Mechaniker, Mathematiker, Materialwissenschaftler und Ingenieure zu dienen, die sich mit Forschungsthemen aus dem Bereich ‚Multiscale Material Modeling‘ beschäftigen.

Bei der Ausschusssitzung am 26.06.2009 in Karlsruhe wurde Prof. Thomas Böhlke zum Sprecher des Fachausschusses gewählt. Stellvertretender Sprecher ist Prof. Stefan Diebels (Universität des Saarlandes).

Es sei an dieser Stelle Prof. Bob Svendsen für seine jahrelange Sprechertätigkeit im Rahmen des Fachausschusses gedankt.

## JAHRESBERICHT 2009 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

## MAGNETISCH KONTROLLIERTE STRÖMUNGEN



Stefan Odenbach

Das Hauptanliegen des Fachausschusses ist die Untersuchung magnetisch kontrollierter Strömungen und deren technische Anwendung. Dabei lassen sich prinzipiell über zwei verschiedene Arten Kräfte für die Strömungskontrolle erzielen. Einerseits können in elektrisch leitfähigen Flüssigkeiten wie beispielsweise flüssigen Metallen durch Lorentz-Kräfte technologisch verwertbare Einflüsse auf das Strömungsverhalten erzielt werden. Andererseits bieten Suspensionen magnetischer Nanopartikel – so genannte Ferrofluide – die Möglichkeit einer Kontrolle durch die Kelvin-Kraft. Auch diese Kontrollmöglichkeit hat zu zahlreichen technisch realisierten Anwendungen geführt, die zum Teil Eingang ins Alltagsleben gefunden haben. Während die wirkenden Kräfte für die Strömungsbeeinflussung fundamental verschieden sind, weisen beide Forschungsgebiete zahlreiche gemeinsame Problemstellungen auf. Die zentralen Fragestellungen beider Gebiete erfordern die Generierung geeigneter Magnetfelder und auch die Anforderungen an die Strömungsdiagnostik sind ähnlich, da sowohl flüssige Metalle als auch Ferrofluide optisch undurchsichtig sind.

Im Jahr 2009 ist von den Aktivitäten der Mitglieder des Fachausschusses neben der Ausrichtung der Sektion „Flow Control“ auf der GAMM Jahrestagung in Danzig (Organisatoren D. Mikielewicz, R. Domanski) und dem Workshop „Optimization with interfaces and free boundaries“, Universität Regensburg (Organisatoren L. Blank, H. Garcke, M. Hinze) insbesondere die „6th International Conference on Electromagnetic Processing of Materials“ in Dresden (Organisatoren G. Gerbeth, Y. Fautrelle) mit fast 300 Teilnehmern zu nennen.

## Top Selling Titles from the Society for Industrial and Applied Mathematics\*

**30% Off List Price  
for GAMM Members!**

1. **Numerical Linear Algebra**  
Lloyd N. Trefethen and David Bau III  
1997 • xii + 361 • Softcover • 978-0-898713-61-9  
List \$61.00 • RUNDBRIEF \$42.70 • Code OT50
2. **Introduction to Linear Algebra, Fourth Edition**  
Gilbert Strang  
2009 • x + 574 pages • Hardcover • 978-0-980232-71-4  
List \$87.50 • RUNDBRIEF \$61.25 • Code WC09  
(includes sales of both Third and Fourth editions)
3. **Mathematical Models in Biology**  
Leah Edelstein-Keshet  
2005 • xliii + 586 • Softcover • 978-0-89871-554-5  
List \$58.00 • RUNDBRIEF \$40.60 • Code CL46
4. **Matrix Analysis and Applied Linear Algebra**  
Carl D. Meyer  
2000 • xii + 718 • Hardcover • 978-0-898714-54-8  
List \$97.00 • RUNDBRIEF \$67.90 • Code OT71  
(Includes CD-ROM & Solutions Manual)
5. **Symmetry in Chaos: A Search for Pattern in Mathematics, Art, and Nature, Second Edition**  
Michael Field and Martin Golubitsky  
2009 • xiv + 199 pages • Hardcover • 978-0-898716-72-6  
List Price \$59.00 • RUNDBRIEF Price \$41.30 • OT111
6. **Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations: Steady-State and Time-Dependent Problems**  
Randall J. LeVeque  
2007 • xvi + 341 • Softcover • 978-0-898716-29-0  
List \$63.00 • RUNDBRIEF \$44.10 • Code OT98
7. **Scientific Computing with Case Studies**  
Dianne P. O'Leary  
2008 • xvi + 383 pages • Softcover • 978-0-898716-66-5  
List \$92.00 • RUNDBRIEF \$64.40 • Code OT109
8. **Linear and Nonlinear Optimization, Second Edition**  
Igor Griva, Stephen G. Nash, and Ariela Sofer  
2008 • xxii + 742 pages • Hardcover • 978-0-898716-61-0  
List Price \$95.00 • RUNDBRIEF Price \$66.50 • OT108
9. **MATLAB Guide, Second Edition**  
Desmond J. Higham and Nicholas J. Higham  
2005 • xxiv + 382 • Hardcover • 978-0-898715-78-1  
List \$50.00 • RUNDBRIEF \$35.00 • Code OT92
10. **Introduction to Derivative-Free Optimization**  
Andrew R. Conn, Katya Scheinberg, and Luis N. Vicente  
2009 • xii + 277 pages • Softcover • 978-0-898716-68-9  
List Price \$73.00 • RUNDBRIEF Price \$51.10 • MP08
11. **Numerical Computing with MATLAB**  
Cleve B. Moler  
2004 • xii + 336 • Softcover • 978-0-898716-60-3  
List \$49.50 • RUNDBRIEF \$34.65 • Code OT87
12. **Functions of Matrices: Theory and Computation**  
Nicholas J. Higham  
2008 • xx + 425 pages • Hardcover • 978-0-898716-46-7  
List \$59.00 • RUNDBRIEF \$41.30 • Code OT104
13. **Iterative Methods for Sparse Linear Systems, Second Edition**  
Yousef Saad  
2003 • xviii + 528 • Softcover • 978-0-898715-34-7  
List \$107.00 • RUNDBRIEF \$74.90 • Code OT82

For more information on selling SIAM books, contact Bruce Bailey at [bailey@siam.org](mailto:bailey@siam.org).  
To purchase SIAM books, contact SIAM Customer Service at SIAM, 3600 Market Street, 6th Floor, Philadelphia, PA 19104-2688 phone +1-215-382-9800 fax +1-215-386-7999 e-mail [siambooks@siam.org](mailto:siambooks@siam.org) Customers outside North America can order through Cambridge University Press: [www.cambridge.org/siam](http://www.cambridge.org/siam).  
For general information, go to [www.siam.org](http://www.siam.org).

14. **Linear Programming with MATLAB**  
Michael C. Ferris, Olvi L. Mangasarian, and Stephen J. Wright  
2007 • xii + 266 pages • Softcover • 978-0-898716-43-6  
List \$45.00 • RUNDBRIEF \$31.50 • Code MP07
15. **Handbook of Writing for the Mathematical Sciences, Second Edition**  
Nicholas J. Higham  
1998 • xvi + 302 • Softcover • 978-0-898714-20-3  
List \$56.00 • RUNDBRIEF \$39.20 • Code OT63
16. **(Tie) Computational Science and Engineering**  
Gilbert Strang  
2007 • xii + 713 pages • Hardcover • 978-0-961408-81-7  
List Price \$90.00 • RUNDBRIEF Price \$63.00 • WC07
16. **(Tie) Numerical Methods in Scientific Computing, Volume I**  
Germund Dahlquist and Åke Björck  
2008 • xxviii + 717 pages • Hardcover • 978-0-898716-44-3  
List \$109.00 • RUNDBRIEF \$76.30 • Code OT103
18. **Elementary Calculus of Financial Mathematics**  
A. J. Roberts  
2008 • xii + 128 pages • Softcover • 978-0-898716-67-2  
List Price \$59.00 • RUNDBRIEF Price \$41.30 • MM15
19. **Learning L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X**  
David F. Griffiths and Desmond J. Higham  
1997 • x + 84 • Softcover • 978-0-898713-83-1  
List \$31.00 • RUNDBRIEF \$21.70 • Code OT55
20. **Hidden Markov Models and Dynamical Systems**  
Andrew M. Fraser  
2008 • xii + 132 pages • Softcover • 978-0-898716-65-8  
List Price \$55.00 • RUNDBRIEF Price \$38.50 • OT107
21. **Differential Dynamical Systems**  
James D. Meiss  
2007 • xxii + 412 pages • Softcover • 978-0-898716-35-1  
List \$79.00 • RUNDBRIEF \$55.30 • Code MM14
22. **(Tie) Discontinuous Galerkin Methods for Solving Elliptic and Parabolic Equation: Theory and Implementation**  
Béatrice Rivière  
2008 • xxii + 190 pages • Softcover • 978-0-898716-56-6  
List \$55.00 • RUNDBRIEF \$38.50 • Code FR35
22. **(Tie) Assignment Problems**  
Rainer Burkard, Mauro Dell'Amico, and Silvano Martello  
2009 • xx + 382 pages • Hardcover • 978-0-898716-63-4  
List Price \$110.00 • RUNDBRIEF Price \$77.00 • OT106
24. **Introduction to Interval Analysis**  
Ramon E. Moore, R. Baker Kearfott, and Michael J. Cloud  
2009 • xii + 223 pages • Softcover • 978-0-898716-69-6  
List Price \$72.00 • SIAM Member Price \$50.40 • OT110
25. **Spectral Methods in MATLAB**  
Lloyd N. Trefethen  
2000 • xviii + 165 pages • Softcover • 978-0-898714-65-4  
List Price \$50.00 • RUNDBRIEF Price \$35.00 • SE10

\*SIAM's bestselling titles for the 12 months ended October 31, 2009.

Sales are from all sources: online and direct sales from SIAM; sales by other online retailers; sales at conferences and meetings; and sales via SIAM's distribution partners.



## 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATERIAL MODELING, ICMM 1/2009

### Organisatoren:

**Albrecht Bertram, Institut für Mechanik,  
Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg**  
**Bob Svendsen, Andreas Menzel,  
Institut für Mechanik , TU Dortmund**

Vom 15.-17. September 2009 fand die erste Internationale Conference on Material Modeling in Dortmund statt. Organisiert wurde diese Tagung von den Instituten für Mechanik der Universitäten Dortmund und Magdeburg. In den letzten Jahrzehnten hat sich die Materialmodellierung zu einem zentralen wissenschaftlichen Bereich entwickelt. Obwohl es zahlreiche Workshops, Treffen, Kolloquien usw. zu bestimmten Aspekten, spezifischen Materialien und Anwendungen gibt, fehlte es an einer übergreifenden Konferenz, die der Materialmodellierung in ihren mannigfaltigen Facetten gewidmet ist. Daher machten es sich die drei Organisatoren zum Ziel, Wissenschaftler aus den verschiedenen Bereichen der Materialmodellierung incl. der Materialklassifizierung/charakterisierung zusammen zu bringen. So sollte die Möglichkeit zur Interaktion und zum Austausch zwischen Wissenschaftlern geschaffen werden, die ansonsten nicht zusammen gekommen wären. Der Einladung zur ICMM 1 folgten rund 200 Teilnehmer aus 21 Ländern, wobei erfreulich viele junge Wissenschaftler teilgenommen haben. Die Konferenz wurde eröffnet durch den Prorektor, Herr Prof. Grünzweig, der von der Idee einer solchen Konferenz und der großen Teilnehmerzahl begeistert war.

Die Konferenz präsentierte ein interessantes, breites Programm mit Vorträgen in insgesamt 56 Sessions zu den Schwerpunkten: Relaxation Methods & Microstructure; Phase Transitions; Functional Materials; Creep, Damage, Fracture, Fatigue; Elastoplasticity; Micromechanics & Homogenization; Cosserat & Micromorphic Approaches; Stochastic Material Modeling/Heterogenous Materials; Experimental Identification; Modelling across the Scales; Configurational Mechanics; Biomechanics & Biomaterials; Viscoplasticity; Coupled Problems; Nano- to Macromechanics; Strain Gradient; Phase Field Modeling. Weitere 20 Beiträge wurden in einer Postersession vorgestellt, die gerade den jungen Teilnehmern der Konferenz die Möglichkeit gab, ihre Arbeiten zu präsentieren.





## 1ST SINO-GERMAN WORKSHOP ON ADVANCED AND MULTISCALE MATERIAL MODELING

### Organisatoren:

**Prof. Q. Zheng, Tsinghua University, Beijing, China**  
**Prof. B. Svendsen, Institute of Mechanics, TU Dortmund**

Vom 14. – 16. September, 2009, fand – angelehnt an die ICMM 1 – ein Chinesisch-Deutscher Workshop statt. Diese Veranstaltung wurde großzügig unterstützt durch das Chinesisch-Deutsche Zentrum für Wissenschaftsförderung. Das Zentrum ist eine gemeinsame Einrichtung der DFG und der National Nature Science Foundation of China (NSC). 20 Teilnehmer aus China und Deutschland nutzten dieses Forum als Basis für eine Diskussion darüber, wie deutsche und chinesische Wissenschaftler im Bereich Mechanik enger zusammen arbeiten können. Dadurch wurden gemeinsame Forschungsbereiche erarbeitet und potentielle Projektpartner identifiziert. Auch wurden Möglichkeiten zur Förderung junger Wissenschaftler durch Forschungsaufenthalte in beiden Ländern diskutiert. Neben dem wissenschaftlichen Programm nahmen die Teilnehmer an einer Exkursion nach Köln teil, wo sie historische Stätten besichtigten.

Der Workshop, der von Prof. Metin Tolan, Prorektor für Wissenschaft, begleitet wurde, fand im Rahmen des Conference Dinners der ICMM 1 im Beisein von Herrn Prof. Tolan seinen Abschluss.



# WISSENSCHAFTLICHE VERANSTALTUNGEN

## GAMM

Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik  
<http://www.gamm-ev.de>

### Tagungsjahr 2010

January 31 – February 06, 2010

New Directions in Simulation, Control and Analysis for Interface and Free Boundaries, Oberwolfach (Germany)  
Organisation: C.M. Elliott (Warwick), Y. Giga (Tokyo), M. Hinze (Hamburg), V. Styles (Brighton)

February 22 – 24, 2010

26th GAMM-Seminar Leipzig on Tensor Approximations and High-Dimensional Problems, Leipzig  
<http://www.mis.mpg.de/calendar/conferences/2010.html>

March 1–4, 2010

6. Elgersburg Workshop 2010, Elgersburg (Germany)  
<http://www.tu-ilmenu.de/fakmn/Elgersburg-Workshop.9086.0.html>

March 8 – 13, 2010

Elgersburger School on Mathematical Systems Theory  
Lectures: V. Mehrmann (Berlin), J.C.Willems (Leuven/Belgien)  
<http://www.tu-ilmenu.de/fakmn/Elgersburg-School-20.9069.0.html>

March 22 – 26, 2010

81st Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics, Karlsruhe/Germany  
<http://www.gamm2010.uni-karlsruhe.de/>

April 22 – 23, 2010

Recent Trends in Mathematics Related to PDE Constrained Optimization, Paderborn (Germany)  
Organisation: M. Hinze (Hamburg), V. Schulz (Trier), A. Walther (Paderborn)  
Invited Lectures: K. G. Siebert (Duisburg), A. Stuart (Warwick), B. Wohlmuth (Stuttgart)

May 24 – 28, 2010

Applied Linear Algebra in honor of Hans Schneider (ALA2010), Novi Sad (Serbien)  
<http://ala2010.pmf.uns.ac.rs/index.php>

May 24 – 28, 2010

Applied Linear Algebra, Novi Sad  
<http://ala2010.pmf.uns.ac.rs/>

May 26 – 27, 2010

10th GAMM Workshop on the Applied and Numerical Linear Algebra (with special emphasis on positivity), eingebettet in ALA2010, Novi Sad (Serbien),  
<http://ala2010.pmf.uns.ac.rs/workshop.php>

June 2 – 6, 2010

Söllerhaus Workshop on Domain Decomposition Solvers for Field Problems, Hirschegg / Kleinwalsertal,  
Speakers: A. Klawonn (Essen), U. Langer (Linz), L. Pavarino (Milano), O. Steinbach (Graz), O. Widlund (New York)

June 7 – 18, 2010

Gene Golub SIAM Summer School 2010 International Summer School on Numerical Linear Algebra, CIASU, Bari (Italien),  
<http://www.ba.cnr.it/ISSNLA2010/>

June 21 – 25, 2010

16th Conference of the International Linear Algebra Society (ILAS), Pisa (Italien),  
<http://www.dm.unipi.it/~ilas2010/>

June 28 – July 01, 2010

IWASEP 8 – 8th International Workshop on Accurate solution of Eigenvalue Problems, Berlin (Germany)

June 30–July 2, 2010

6th International Workshop on Parallel Matrix Algorithms and Applications (PMAA'10), Universität Basel (Schweiz),  
<http://www.pmaa10.unibas.ch>

July 12–16, 2010

21th International Workshop on Operator Theory and Applications (IWOTA 2010), Technische Universität Berlin  
[http://www3.math.tu-berlin.de/iwota\\_2010/](http://www3.math.tu-berlin.de/iwota_2010/)

August 23 – 27, 2010

6th Zurich Summer School on Fast Tensor Discretizations of High Dimensional Problems, ETH Zürich  
Organizers: R. Hiptmair, C. Schwab (ETH Zürich), S. Sauter (U Zürich).

September 27 – 29, 2010

23rd Chemnitz FEM Symposium 210, Lichtenwalde/ Chemnitz  
Invited speakers: K. Siebert (Universität Duisburg-Essen), K. Neymeyr (Universität Rostock), M. Stynes (University College Cork), A. Logg (University of Oslo)  
<http://www.tu-chemnitz.de/mathematik/fem-symposium/>

September 30 – October 3, 2010

8th Söllerhaus Workshop on Fast Boundary Element Methods in Industrial Applications, Hirschegg/ Kleinwalsertal,  
Speakers: U. Langer (Linz), O. Steinbach (Graz), W. L. Wendland (Stuttgart)

October 4 – 8, 2010

Lothar Collatz Woche in Hamburg  
Organisation: Angewandte Mathematik in Hamburg

November, 21 – 27, 2010

Mathematics of PDE Constrained Optimization  
Organisation: M. Hintermüller (Berlin), M. Hinze (Hamburg)

November, 24 – 26, 2010

3. GAMM-Seminar über Kontinuums-Biomechanik des GAMM-Fachausschusses Biomechanik Waldhotel Zollernblick in Freudenstadt-Lauterbad  
<http://www.mechbau.uni-stuttgart.de/ls2/gamm-FA-biomech/>

Weitere interessante wissenschaftliche Veranstaltungen können Sie auf der GAMM-Homepage einsehen: <http://www.gamm-ev.de>

## IUTAM

International Union of Theoretical and Applied Mechanics  
<http://www.iutam.net>

### IUTAM Symposia 2010

March 29 – March 31, 2010

IUTAM Symposium on Computational Aero-Acoustics (CAA) for Aircraft Noise Prediction, Southampton, UK  
Symposium Chairman: Prof. J. (Jeremy) Astley ; IUTAM Representative: Prof. A. (Alfred) Klumick

May 10 – May 14, 2010

IUTAM Symposium on Nonlinear Stochastic Dynamics and Control, Hangzhou, China  
Symposium Chairman: Prof. W.Q. (Weiqiu) Zhu, IUTAM Representative: Prof. W. (Werner) Schiehlen

June 07 – June 11, 2010

IUTAM Symposium on Dynamics Modeling and Interaction Control in Virtual and Real Environments, Budapest, Hungary  
Symposium Chairman: Prof. G. (Gábor) Stépán ; IUTAM Representative: Prof. F.L. (Felix) Chernousko

July 27–30, 2010

Nonlinear Dynamics for Advanced Technologies and Engineering Design (NDATED), Aberdeen, UK  
Chair: M. Wiercigroch; IUTAM Representative: D.H. van Campen

September 13 – September 15, 2010

IUTAM Symposium on Analysis and Simulation of Human Motion, Leuven, Belgium  
Symposium Chairman: Prof. J. (Jos) van der Sloten; IUTAM Representative: Prof. F. (Friedrich) Pfeiffer

**2010**, no exact dates available yet

IUTAM Symposium on Bluff Body Wakes and Vortex-Induced Vibrations, Capri Island, Italy  
Symposium Co-Chairman: Prof. C.H.K. (Charles) Williamson, Dr. T. Leweke, IUTAM Representative on Scientific Committee: Prof. P.A. (Peter)

### ECCOMAS

European Community on Computational Methods in Applied Sciences  
<http://www.cimne.com/eccomas>

### 2010

May 17 – 21, 2010

4th European Conference on Computational Mechanics (Solids, Structures and Coupled Problems in Engineering), Paris, France

June 14 – 17, 2010

5th European Conference on Computational Fluids Dynamics, Lisbon, Portugal

**EUROMECH**

European Mechanics Society  
<http://www.euromech.org>

**EUROMECH Colloquium 2010**

January 24 - 29, 2010  
 High Rayleigh number convection, Les Houches, France  
 Chairperson: Prof. Francesca Chilla,

March 2010

Biomechanics of Human Motion. New Frontiers of Multibody Techniques for Clinical Applications, Ponta Delgada, Açores, Portugal  
 Contact: Chairperson: Prof. Jorge A.C. Ambrosio  
 June 2010

Interfaces and inhomogeneous turbulence, UCL, London  
 Chairperson: Prof. Ian Eames

June 20 - 23, 2010

Mixing and dispersion in flows dominated by rotation and buoyancy, Conference Centre Rolduc, Limburg, NL  
 Chairperson: Prof. Herman Clercx

July 5 - 9, 2010

Multiscale effects in fatigue metals, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France  
 Chairperson: Dr. Andrei Constantinescu

July 13 - 16, 2010

Advanced applications and perspectives of multibody system dynamics, Blagoevgrad, Bulgaria  
 Chairperson: Prof. Dr. Evtim Zahariev

July 21 - 23, 2010

Biomechanics of the Eye, Imperial College, London  
 Chairperson: Dr. Jennifer Siggers

September 29 - October 1, 2010

Dynamics of non-spherical particles in fluid turbulence, Trondheim, Norway  
 Chairperson: Prof. Helge I. Andersson

**EMS**

European Mathematical Society  
<http://www.emis.de/>

**Tagungsjahr 2010**

January 15 - 18, 2010

6-th all-Siberian congress "Women in mathematics" dedicated to Sonya Kovalevski, Krasnoyarsk, Russia

January 23 - 25, 2010

International Conference on Analysis and Applications, Sultan Qaboos University Muscat, OMAN

January 24, 2010

III International Conference on the Anthropological Theory of the Didactic, The Vilar Rural Hotel, Sant Hilari Sacalm

May 23 - 28, 2010

The Fifth International Conference „Inverse Problems: Modeling and Simulation“, Lykia World & Links Golf Antalya hotel, Antalya, Turkey

June 29 - July 2, 2010

ICNPAA 2010: 8th International Conference on Mathematical Problems in Engineering, Aerospace and Sciences, National Institute for Space Research (INPE), Sao Jose dos Campos (SP), BRAZIL

September 7 - 11, 2010

International Conference „Modern Stochastics: Theory and Applications II“, Kyiv, Ukraine

**MFO**

Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach  
<http://www.mfo.de>

**Meetings 2010**

January 10 - 16 2010

Moduli Spaces in Algebraic Geometry

January 17 - 23, 2010

Mini-Workshop: History of Mathematics in Germany, 1920 - 1960

February 07 - 13, 2010

Noncommutative Geometry and Loop Quantum Gravity: Loops, Algebras and Spectral Triples

May 09 - 15, 2010

Interactions between Algebraic Geometry and Noncommutative Algebra

July 04 - 10, 2010

Homogeneous Dynamics and Number Theory

August 01 - 07, 2010

Wavelet and Multiscale Methods

September 12 - 18, 2010

Nonlinear Waves and Dispersive Equations

December 05 - 11, 2010

Classical and Quantum Mechanical Models of Many-Particle Systems

**CISM**

International Centre for Mechanical Sciences  
<http://www.cism.it>

**Advanced Schools 2010**

June 7 - 11, 2010

Ultrasound Standing Wave Action on Suspensions and Biosuspensions in Micro- and Macro Fluidic Devices

Coordinators: Jürg Dual (Zürich, CH), Jeremy J. Hawkes (Manchester, UK)

June 14 - 18

Nano- and Micro-Mechanics of Living Cell Adhesion

Coordinators: Fabrizio Cleri (Lille, F), Antonio Di Carlo (Rome, I)

June 21 - 25, 2010

Wave Propagation in Linear and Nonlinear Periodic Media: Analysis and Applications

Coordinators: Francesco Romeo (Rome, I), Massimo Ruzzene (Atlanta, GA, USA)

June 28 - July 2, 2010

IUTAM Summer School on:

Modelling Simulation of Multiscale Continuum System

Coordinators: Panos Papadopoulos and Tarek I. Zohdi (Berkeley, CA, USA)

July 12 - 16, 2010

Variational

Models and Methods in Solid and Fluid Mechanics

Coordinators: Francesco Dell'Isola (Rome, I), Sergey Gavriluk (Marseille, F)

July 19 - 23, 2010

Bone Cell and

Tissue Mechanics

Coordinator: Stephen C. Cowin (New York, USA)

September 6 - 10, 2010

Computational Fluid-Structure Interaction  
 Coordinator: Wolfgang Wall (München, D)

September 13 - 17, 2010

Exploiting Nonlinear Behaviour in Structural Dynamics

Coordinators: Lawrie Virgin (Durham, NC, USA), David Wagg (Bristol, UK)

September 28 - October 2, 2010

Adhesive Bonding Science and Technology  
 Coordinators: Lucas F.M. da Silva (Porto, PT), Andreas Öchsner (Johor, Malaysia)

**Verschiedene Veranstaltungen 2010**

July 19 - 23, 2010

9th World Congress on Computational mechanics and 4th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics, Sydney/ Australia

<http://www.wccm2010.com/index.htm>

August 30 - September 03, 2010

18th European Conference on Fracture of Materials and Structures from Micro to Macro Scale, Dresden (Germany)

<http://www.ecf18.de/>

September 6 - 8, 2010

Fourth International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation, Cape-town (South Africa)

<http://www.semc2010.uct.ac.za/>

September 6 - 9, 2010

International Conference on Engineering Optimization, Lisbon (Portugal)

<http://www.engopt.org/>

September 14 - 17, 2010

The Tenth International Conference on Computational Structures Technology, Valencia (Spain)

<http://www.civil-comp.com/conf/cst2010.htm>

Weitere interessante wissenschaftliche Veranstaltungen können Sie auf den Links der einzelnen Organisationen einsehen.



## New Directions in Mathematical Fluid Mechanics

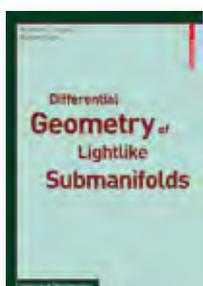
The Alexander V. Kazhikhov Memorial Volume

**Fursikov, A.V.**, Moscow State University, Moscow, Russia / **Galdi, G.P.**, University of Pittsburgh, PA, USA / **Pukhnachev, V.V.**, Lavrentyev Institute of Hydrodynamics, Novosibirsk, Russia (Eds)

The scientific interests of Professor A.V. Kazhikhov were fundamentally devoted to Mathematical Fluid Mechanics, where he achieved outstanding results that had, and still have, a significant influence on this field. This volume, dedicated to the memory of A.V. Kazhikhov, presents the latest contributions from renowned world specialists in a number of new important directions of Mathematical Physics, mostly of Mathematical Fluid Mechanics, and, more generally, in the

field of nonlinear partial differential equations. These results are mostly related to boundary value problems and to control problems for the Navier-Stokes equations, and for equations of heat convection. Other important topics include non-equilibrium processes, Poisson-Boltzmann equations, dynamics of elastic body, and related problems of function theory and nonlinear analysis.

2010. 444 p. Hardcover  
EUR 105.93 / CHF\* 159.00  
ISBN 978-3-0346-0151-1  
AMFM — Advances in Mathematical Fluid Mechanics



## Differential Geometry of Lightlike Submanifolds

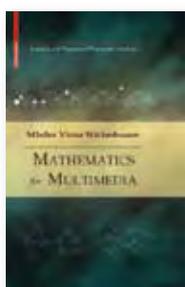
**Duggal, K.L.**, University of Windsor, ON, Canada / **Sahin, B.**, Inonu University, Turkey

This is the first systematic account of the main results in the theory of lightlike submanifolds of semi-Riemannian manifolds which have a geometric structure, such as almost Hermitian, almost contact metric or quaternion Kähler. Using these structures, the book presents interesting classes of submanifolds whose geometry is very rich. The book also includes hypersurfaces of semi-Riemannian manifolds, their use in general relativity and Osserman geometry, half-lightlike submanifolds of semi-Riemannian manifolds, lightlike submersions, screen conformal submersions, and their applications in harmonic maps. Basic constructions and definitions are presented as preliminary

background in every chapter. The presentation explores applications and suggests several open questions. This self-contained monograph provides up-to-date research in lightlike geometry and is intended for graduate students and researchers just entering this field.

From the Contents: Preface.- Notations.- 1 Preliminaries.- 2 Lightlike hypersurfaces.- 3 Applications of lightlike hypersurfaces.- 4 Half-lightlike submanifolds.- 5 Lightlike submanifolds.- 6 Submanifolds of indefinite Kähler manifolds.- 7 Submanifolds of indefinite Sasakian manifolds.- 8 Submanifolds of Indefinite quaternion Kähler manifolds.- 9 Applications of lightlike geometry.- Bibliography.- Index.

2010. Approx. 490 p. Softcover  
EUR(D) 64.15 / CHF\* 99.00  
ISBN 978-3-0346-0250-1  
FM — Frontiers in Mathematics



## Mathematics for Multimedia

**Wickerhauser, M.V.**, Washington University, St. Louis, MO, USA

This textbook presents the mathematics that is foundational to multimedia applications. Featuring a rigorous survey of selected results from algebra and analysis, the work examines tools used to create application software for multimedia signal processing and communication. Key features include over 100 exercises with complete solutions; many sample programs in Standard C and illustrations based on data from real studies; suggestions for further reading at the end of each chapter; and a companion website providing the computer programs described in the book as well as additional references and data files, such as images and sounds, to enhance the reader's understanding of key topics. Only undergraduate-level knowledge of mathematics and no previous

knowledge of statistics are required. Mathematics for Multimedia is an ideal textbook for upper undergraduate and beginning graduate students in computer science and mathematics who seek an innovative approach to rigorous, contemporary mathematics with practical applications. The work may also serve as an invaluable reference for multimedia applications developers and all those interested in the mathematics underlying multimedia design and implementation.

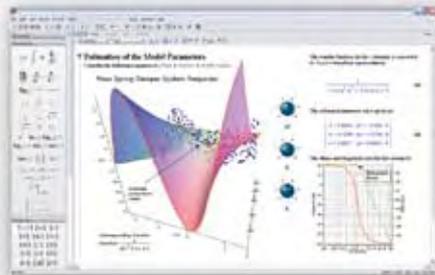
From the Contents:  
ANHA Series Preface.- Preface.- Numbers and Arithmetic.- Space and Linearity.- Time and Frequency.- Sampling and Estimation.- Scale and Resolution.- Redundancy and Information.- Answers.- Basics, Technicalities, and Digressions.- Index.

2010. XVII, 305 p. 37 illus. Hardcover  
EUR (D) 64.15 / CHF\* 93.50  
ISBN 978-0-8176-4879-4  
ANHA — Applied and Numerical Harmonic Analysis

# Wir beschleunigen Fortschritt

## Maple 13

The Essential Tool for Mathematics and Modeling

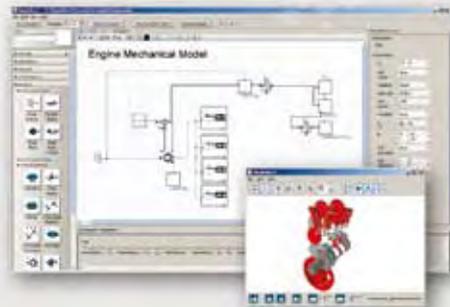


Ob Sie schnelle Lösungen für mathematische Probleme benötigen oder anspruchsvolle technische Dokumente und Applikationen erstellen möchten: Maple 13 bietet die Tools, um Ihre mathematischen Fragestellungen zu formulieren, zu lösen und Ihre Ergebnisse zu dokumentieren.

Die umfangreiche Auswahl an Zusatzprodukten zu Maple bietet Ihnen zudem die Möglichkeit, die Reichweite Ihrer Arbeit wesentlich auszubauen. Dazu gehört unter anderem die die Global Optimization Toolbox, die Maple Toolbox für MATLAB® oder auch Maple T.A., ein Tool für Web-basiertes Lernen und Prüfen.

## MapleSim 3

High Performance Multi-Domain Modeling & Simulation



MapleSim 3 ist die fachübergreifende Multi-domänen-Hochleistungssoftware für Modellierung und Simulation, die bei der Markteinführung neuer Produkte durchgreifende Erfolge erzielt.

Die weltweit am höchsten entwickelte Software kombiniert symbolische mit numerischen Rechenmethoden und ermöglicht dadurch eine grundlegende Erneuerung im Simulations- und Modellierungsprozess.

