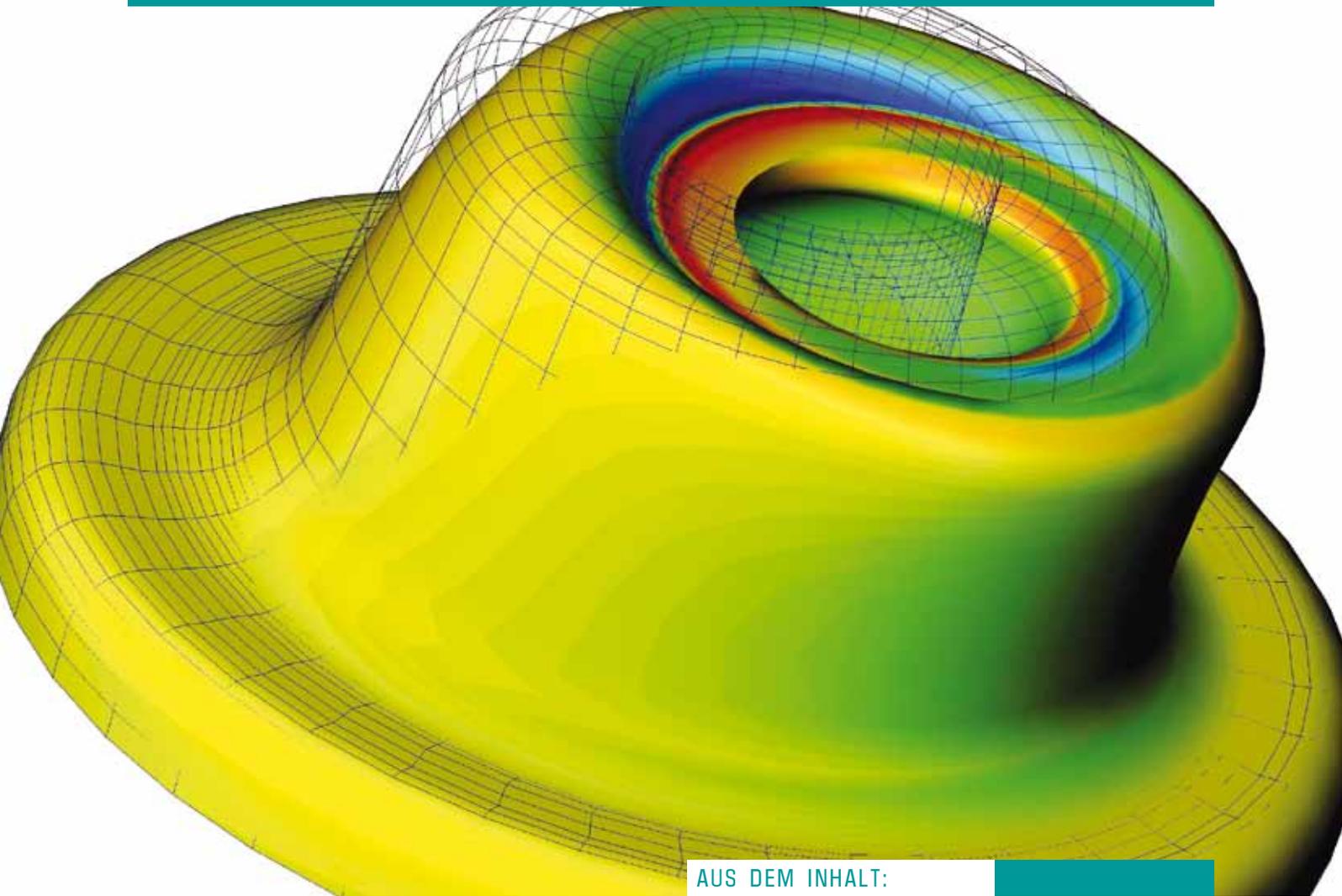


RUNDBRIEF

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

FRANK NATTERER:
BILDGEBUNG MIT DER
WELLENGLEICHUNG

STEFAN HARTMANN:
DAE-INTERPRETATION BEI
FE-BERECHNUNGEN

BERICHTE AUS DEN
FACHAUSSCHÜSSEN

JUNGE WISSENSCHAFTLER:
NICOLE MARHEINEKE
UND THOMAS-PETER FRIES

1/2011

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

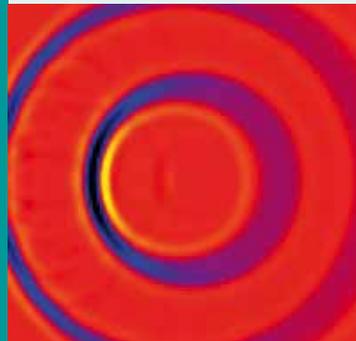
Gestaltung:
 Dr. Hein Werbeagentur GmbH, Köln
 www.heinagentur.de

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.

Titelbild: Mikromechanische Vorgänge
 beim Drahtsägen von Silizium-Wafern, (c)
 M. Kuna, Freiberg

Vorstand der GAMM 4



Bildgebung mit der Wellengleichung 6
 von Frank Natterer

Steckbrief 15
Nicole Marheineke

DAE-Interpretation bei FE-Berechnungen 18
 von Stefan Hartmann

Steckbrief 23
Thomas-Peter Fries

Jahresberichte aus den Fachausschüssen:

Analysis von Mikrostrukturen 26

Angewandte und Numerische Lineare Algebra (ANLA) 26

Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen 27

Dynamik und Regelungstheorie 27

Biomechanik 28

Angewandte Operatortheorie 28

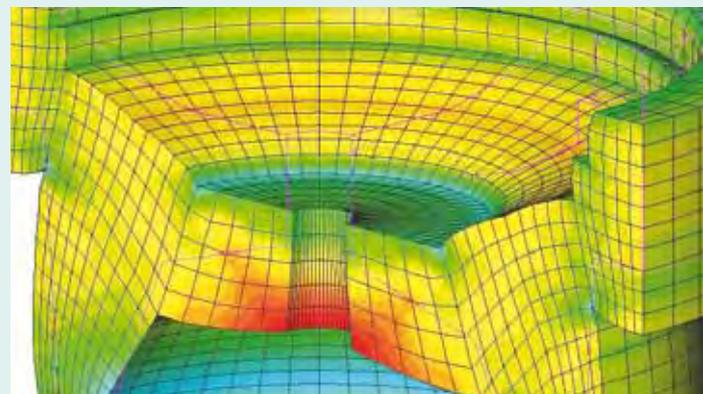
Multiscale Material Modeling 29

Numerische Methoden für Partielle Differentialgleichungen 29

Computerunterstützte Beweise und symbolisches Rechnen 30

Magnetisch kontrollierte Strömungen 30

Aufruf Mini-Symposien 31



Elektronische Wahlen 32

Dr. Klaus-Körper-Stiftung 32

Ausschreibung des Richard-von-Mises-Preises der GAMM 2012 33

In Memoriam - Professor (em.) Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Reint de Boer 34

Personalien 34

Wissenschaftliche Veranstaltungen 35



LIEBE LESERIN, LIEBER LESER, LIEBE GAMM-MITGLIEDER,

ultraschallbasierte bildgebende Verfahren finden in der Mammographie eine wichtige Anwendung. In der neuen Ausgabe des GAMM-Rundbriefes gibt uns Frank Natterer einen aktuellen Einblick in das Thema Bildgebung mit der Wellengleichung indem er zunächst die Fragestellung für das linearisierte Problem beschreibt und dann auf Zeitumkehr-Rekonstruktionsverfahren für das nicht-lineare Problem und deren Anwendung auf die Mammographie mit Ultraschall eingeht. Im Artikel von Stefan Hartmann geht es um die Diskretisierung von Evolutionsgleichungen der Mechanik mit Finiten Elementen und deren Interpretation als differential-algebraische Gleichungen. Neben der Untersuchung verschiedener Integratoren wird hier auch auf die Fragestellung einer hohen Ordnung in Raum und Zeit sowie auf gekoppelte Feldprobleme eingegangen.

In unseren Nachwuchswissenschaftlerporträts stellen sich dieses Mal Nicole Marheineke, gerade frisch berufen an die Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, und Thomas-Peter Fries, Emmy-Noether-Forschungsgruppenleiter an der RWTH Aachen, vor.

Traditionell berichten in der Frühjahrsausgabe des GAMM-Rundbriefes die verschiedenen Fachausschüsse über die Aktivitäten des vergangenen Jahres; derzeit sind zehn Fachausschüsse aktiv.

Hinweisen möchten wir auch auf den Aufruf an Nachwuchswissenschaftler/-innen, ein Nachwuchsminisymposium für die GAMM-Jahrestagung 2012 in Darmstadt zu beantragen, vgl. S. 31.

Als Herausgeber des Rundbriefes bedanken wir uns herzlich bei den Kollegen F. Natterer und S. Hartmann für die Fachartikel, bei Frau N. Marheineke und Herrn T.-P. Fries für die Nachwuchswissenschaftlerporträts und bei den Fachausschussvorsitzenden für Ihre Berichte.

Für weitere Anregungen zur Gestaltung des GAMM-Rundbriefs und die Einsendung von Beiträgen schicken Sie eine E-Mail an axel.klawonn@uni-due.de (Mathematik) oder an j.schroeder@uni-due.de (Mechanik).

Bei der Lektüre der vorliegenden Ausgabe des Rundbriefes wünschen wir Ihnen viel Freude.

Axel Klawonn im Februar 2011

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

Vizepräsident: **Prof. Peter Wriggers**
Leibniz Universität Hannover
Institut für Kontinuumsmechanik
Appelstraße 11, 30167 Hannover

Sekretär: **Prof. Michael Kaliske**
Technische Universität Dresden
Institut für Statik und Dynamik der
Tragwerke, Fakultät Bauingenieurwesen,
01062 Dresden

Vizesekretär: **Prof. Wolfgang Ehlers**
Universität Stuttgart, Institut für
Mechanik (Bauwesen), Lehrstuhl II,
Pfaffenwaldring 7
70569 Stuttgart

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

Weitere Mitglieder des Vorstandsrates

Prof. Andreas Griewank
Humboldt Universität zu Berlin
Institut für Mathematik,
Unter den Linden 6, 10099 Berlin

Prof. Peter Benner
Technische Universität Chemnitz,
Fakultät für Mathematik, Mathematik in Industrie und
Technik, 09107 Chemnitz

Prof. Sergio Conti
Universität Bonn, Institut für Angewandte Mathematik,
Endenicher Allee 60, 53115 Bonn

Prof. Martin Oberlack
Technische Universität Darmstadt
Institut für Strömungsdynamik
Hochschulstr. 1, 64289 Darmstadt

Prof. Lars Grüne
Universität Bayreuth,
Mathematisches Institut,
Universitätsstr. 30, 95440 Bayreuth

Prof. Franz G. Rammerstorfer
Technische Universität Wien,
Institut für Leichtbau und Struktur-Biomechanik
Gußhausstraße 27-29/E317, 1040 Wien, Österreich

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

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

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

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

Prof. Peter Eberhard
Universität Stuttgart, Institut für Technische und Nume-
rische Mechanik, Pfaffenwaldring 95, 70569 Stuttgart

Prof. Barbara Wohlmuth
Technische Universität München
Zentrum Mathematik, M2,
Boltzmannstr. 3, 85748 Garching

Beratende Mitglieder des Vorstandsrates

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

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

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

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

**o. Prof. i.R. Dr. Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult.
Friedrich Pfeiffer**
Technische Universität München, Lehrstuhl B für
Mechanik, Boltzmannstraße 15, 85748 Garching

**Em. o. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dr. h.c.
Franz Ziegler**
Technische Universität Wien, Zentrum für Allgemeine
Mechanik und Baudynamik, Institut für Hochbau und
Technologie (E206), Karlsplatz 13 / E2063, 1040 Wien

Prof. em. Dr.-Ing., Dr. techn. E.h. Dr. h.c. Jürgen Zierep
Universität Karlsruhe, Institut für Strömungslehre
und Strömungsmaschinen, 76128 Karlsruhe

Kassenprüfer

Prof. Margareta Heilmann
Bergische Universität Wuppertal
Fachbereich 7 - Mathematik

Prof. Bernd Tibken
Bergische Universität Wuppertal
Elektrotechnik und Informationstechnik

RUNDBRIEF READERS

Save 30% on these SIAM titles:

Partial Differential Equations: Analytical and Numerical Methods, Second Edition

Mark S. Gockenbach

Partial differential equations are essential for modeling many physical phenomena. This undergraduate textbook introduces students to the topic with a unique approach that emphasizes the modern finite element method alongside the classical method of Fourier analysis. Additional features of this new edition include broader coverage of PDE methods and applications, with new chapters on the method of characteristics, Sturm–Liouville problems, and Green’s functions.

2011 • xviii + 654 pages • Hardcover • ISBN 978-0-898719-35-2
List Price \$85.00 • RUNDBRIEF Reader Price \$59.50 • Order Code OT122

Shapes and Geometries: Metrics, Analysis, Differential Calculus, and Optimization, Second Edition

Michel C. Delfour and Jean-Paul Zolésio

This considerably enriched new edition provides a self-contained presentation of the mathematical foundations, constructions, and tools necessary for studying problems where the modeling, optimization, or control variable is the shape or the structure of a geometric object. This book presents the latest ground-breaking theoretical foundation to shape optimization in a form that can be used by the engineering and scientific communities.

2011 • Approx. xxiv + 622 pages • Hardcover • ISBN 978-0-898719-36-9
List Price \$119.00 • RUNDBRIEF Reader Price \$83.30 • Order Code DC22

The Linear Sampling Method in Inverse Electromagnetic Scattering

Fioralba Cakoni, David Colton, and Peter Monk

The linear sampling method is the oldest and most developed of the qualitative methods in inverse scattering theory. It is based on solving a linear integral equation and then using the equation’s solution as an indicator function for the determination of the support of the scattering object. This book describes the linear sampling method for a variety of electromagnetic scattering problems.

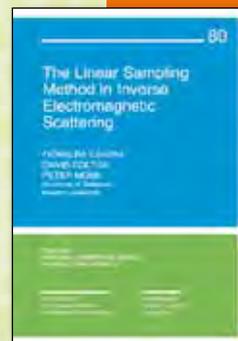
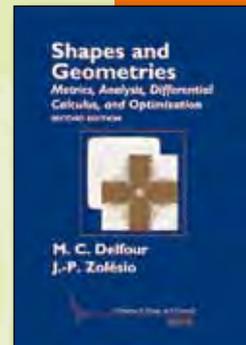
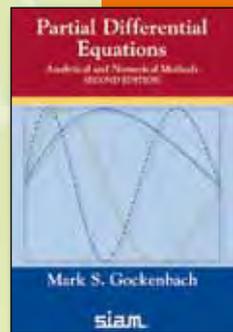
2011 • x + 142 pages • Softcover • ISBN 978-0-898719-39-0
List Price \$55.00 • RUNDBRIEF Reader Price \$38.50 • Order Code CB80

Generalized Concavity

Mordecai Avriel, Walter E. Diewert, Siegfried Schaible, and Israel Zang

Originally published in 1988, this enduring text remains the most comprehensive book on generalized convexity and concavity. The authors present generalized concave functions in a unified framework, exploring them primarily from the domains of optimization and economics. Specific topics covered in this book include a review of concavity and the basics of generalized concavity; applications of generalized concavity to economics; and special function forms.

2010 • xvi + 332 pages • Softcover • ISBN 978-0-898718-96-6
List price \$75.00 • RUNDBRIEF Reader Price \$52.50 • Order Code CL63



siam SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS

Be sure to enter code "BKGMI1" to get special discount price.

TO ORDER, SHOP ONLINE AT 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. Or send check or money order in US dollars to: SIAM, Dept. BKGMI1, 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.

1/11_1

**ORDER ONLINE:
WWW.SIAM.ORG/CATALOG**

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

BILDGEBUNG MIT DER WELLENGLEICHUNG

VON FRANK NATTERER

Einleitung

Die Bildgebung hat in den letzten vier Jahrzehnten ungeheure Fortschritte gemacht. Man denke nur an die verschiedenen tomographischen Techniken wie die Röntgen-Tomographie, die Emissionstomographie, die Kernspintomographie in der Medizin. Neu ist hier, dass raffinierte mathematische Methoden zum Einsatz kommen, die weit über die relativ einfachen mathematischen Hilfsmittel früherer Bildgebung hinaus gehen.

Die genannten Methoden bedienen sich alle des Paradigmas der geradlinigen Ausbreitung der zur Bildgebung benutzten Signale. In den letzten Jahren gewannen Ultraschall-basierte Verfahren großes Interesse. Dabei wird der Körper mit Ultraschall-Signalen im Mega-Hertz-Bereich abgetastet und die reflektierte und/oder transmittierte Strahlung gemessen. Aus diesen Messungen soll das Körperinnere rekonstruiert werden. Entsprechende Geräte zur Mammographie sind von der Industrie bereits entwickelt worden. In Abbildung 1 zeigen wir das von TechniScan in Salt Lake City [2], [1], [28] gebaute Gerät.

Auf den ersten Blick erscheint dieses Problem unlösbar. Die Strahlen laufen jetzt ja - anders als im Röntgenfall - keineswegs geradlinig. Noch viel schlimmer ist, dass die Ausbreitung des Ultraschalls im Gewebe ja von den zu bestimmenden Gewebeeigenschaften abhängt und daher unbekannt ist. Trotz dieser Schwierigkeiten ist es in den letzten Jahren gelungen, zuverlässige und effiziente numerische Algorithmen zur Lösung dieses Problems zu entwickeln. Die Wellengleichung spielt dabei eine zentrale Rolle. Dies ist der Gegenstand dieser kurzen Note.

Wir wollen das Problem an Hand eines einfachen mathematischen Modells erläutern. Wir beschränken uns auf den Fall, dass nur die Schallgeschwindigkeit $c(x)$ innerhalb des Körpers bestimmt werden soll. Sei der zu untersuchende Körper in einem Gebiet $D \subset \mathbb{R}^3$ enthalten, und sei S der Rand von D . Dann genügt die Druckverteilung $u(x,t)$ der Differentialgleichung

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}(x, t) = c^2(x)(\Delta u(x, t) + q(t)\delta(x - s))$$

wobei s eine Schallquelle auf dem Rande S und q der Zeitpuls ist, mit dem die Schallquellen angeregt werden. u soll für $t < 0$ verschwinden. Gemessen wird für viele Schallquellen s der Druck $g_s(x,t) = u(x,t)$ für $x \in S$ und $0 < t < T$. Aus all diesen Messungen ist c zu bestimmen. Dies ist ein inverses Problem der Wellengleichung. Inverse Probleme partieller Differentialgleichungen sind gegenwärtig ein aktuelles mathematisches Forschungsgebiet mit vielerlei Beziehungen zu den Ingenieurwissenschaften [15].

Das linearisierte Problem

Zwar ist die Wellengleichung eine lineare Gleichung in u , aber offenbar hängt c von den Meßwerten $u(x,t)$, $x \in S$, $0 < t < T$, nichtlinear ab. Das Rekonstruktionsproblem ist also nichtlinear, obwohl die zugrunde liegende Differentialgleichung linear ist.

In einem ersten Schritt linearisieren wir das Problem. Das gibt uns nicht nur eine erste Einsicht in die Natur des Problems, sondern stellt auch die Grundlage für viele Anwendungen in der Seismischen Exploration [25] und dem Zerstörungsfreien Prüfen [9] dar. Die Technik ist wohl bekannt [14]: Wir setzen mit einer bekannten konstanten Hintergrundgeschwindigkeit $c_0 \sqrt{c^2} = (1+f)/c_0^2$ und nehmen an dass f klein ist. Dann setzen wir $u = u_0 + v$ wo u_0 die Lösung der Wellengleichung für $c = c_0$ ist. Die Wellengleichung schreibt sich nun als

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = c_0^2 \Delta v - f \frac{\partial^2 u_0}{\partial t^2}.$$

Dies ist nun eine lineare Beziehung zwischen den gemessenen Größen $v = u - u_0$ auf $S \times (0, T)$ und der gesuchten Größe f . Sie kann mit Hilfe der Kirchhoff'schen Formel in der Form

$$v(x, t) = -\frac{1}{4\pi c_0^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \int f(y) \frac{u_0(y, t - |x - y|/c_0)}{|x - y|} dy$$

geschrieben werden. Benutzt man dabei

$$u_0(x, t) = \frac{1}{4\pi c_0^2} \frac{q(t - |x - s|/c_0)}{|x - s|}$$

so wird daraus für $q = \delta$

$$v(x, t) = -\frac{1}{16\pi^2 c_0} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \int_{I(x,s,t)} \frac{f(y) d\sigma(y)}{||x - y|(s - y) + |s - y|(x - y)|}$$

wo $I(x,s,t)$ das Ellipsoid $|x-y| + |y-s| = c_0 t$ und δ das Oberflächenmaß ist. Damit ist das Problem auf eine Integralgleichung reduziert, und wir sind bei einem Problem der Integralgeometrie angelangt [20]: Wir müssen die Funktion f aus ihren Mittelwerten über Ellipsoide mit Quellen s und Empfängern x als Brennpunkten berechnen. In einigen Fällen (z. B. wenn $x = s$ und S eine Sphäre ist [7]) sind explizite Inversionsformeln verfügbar. In jedem Fall können Methoden vom Typ Algebraic Reconstruction Technique (ART) [8] benutzt werden.

Unglücklicherweise ist Linearisierung für viele praktische Zwecke nicht genau genug. Man kann zeigen dass sie nur dann genaue Resultate liefert, wenn $|\int f ds|$ sehr klein ist. Dies ist z. B. in der Mammographie nicht der Fall. Weitgehend mit der linearen Näherung kommt man dagegen bei Radar [3]



Abbildung 1: Das Mammographie-System von TechniScan. Die Patientin liegt bäuchlings auf einem Bett, so dass die Brust in einen mit Wasser gefüllten Behälter zu liegen kommt. In diesem Wasserbad tasten Schallwandler die Brust in tomographischer Weise ab. Rechts unten Bilder der Geschwindigkeits- und Dämpfungsverteilung innerhalb der Brust, die auf Krebs hindeuten.

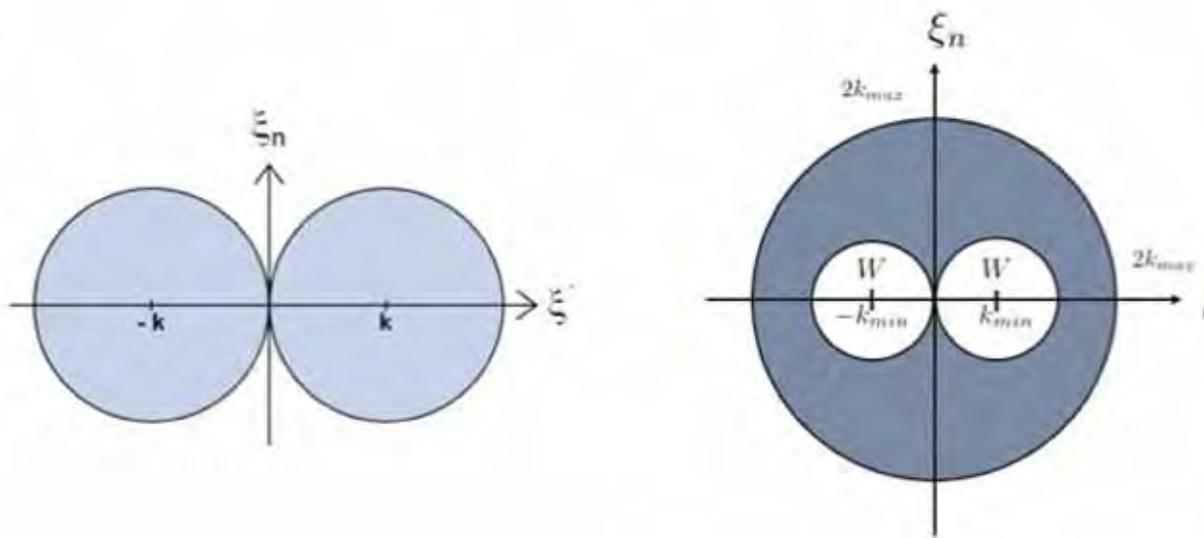


Abbildung 2: Gebiete im Fourier-Raum, in welchen \hat{f} durch die Daten bestimmt ist. Links: Transmissions-Daten mit der Wellenzahl k . Rechts: Reflexionsdaten mit Wellenzahlen zwischen k_{min} und k_{max} . Die Figuren sind für den ebenen Fall $n = 2$. In dem im Text behandelten räumlichen Fall ($n = 3$) muss man die Figuren um die vertikale Achse drehen.

aus, wobei dann allerdings Fourier-Methoden zum Einsatz kommen. In der Seismischen Exploration [25] ist heute Linearisierung der Standard; man arbeitet sich aber an nichtlineare Methoden heran.

Fourier-Analyse des linearisierten Problems

Für einfache Gebiete D kann man das linearisierte Problem explizit lösen und bekommt dann wertvolle Einsicht in verschiedene Aspekte des Problems. Sei D die Platte $-D \leq x_3 \leq D$, die Quellen sitzen auf $x_3 = D$ und die Empfänger entweder ebenfalls auf $x_3 = D$ (Reflexionsfall) oder auf $x_3 = -D$ (Transmissionsfall). Sei

$$\hat{f}(\xi) = (2\pi)^{-n/2} \int_{R^n} e^{-ix \cdot \xi} dx$$

die n -dimensionale Fourier-Transformation von f . Der Puls q enthalte die Wellenzahl k , d. h. die 1-dimensionale Fourier-Transformation \hat{q} sei für $\omega = c_0 k$ von Null verschieden. In [16] wurde gezeigt, dass für $\rho, \sigma \in R^2, |\rho|, |\sigma| \leq k, a(\rho) = \sqrt{k^2 - |\rho|^2}$

$$\hat{f}(\rho + \sigma, a(\rho) \pm a(\sigma)) \quad (1)$$

durch die Daten eindeutig bestimmt ist, und zwar durch eine einfache, stabile und explizite Formel. Dabei steht das Plus-

zeichen für den Reflexionsfall, das Minuszeichen für den Transmissionsfall.

Die Gebiete im Fourier-Raum, die dadurch abgedeckt sind, sind in Abbildung 2 dargestellt. Der Unterschied zwischen Transmissions- und Reflexionsfall ist gravierend: Während im Transmissionsfall der Ursprung bis auf eine kleine Ausnahmemenge abgedeckt ist, ist er im Reflexionsfall beinahe ganz frei. Die Ausnahmemenge W ist hier sehr groß und enthält große Teile jeder Umgebung des Ursprungs.

Für die seismische Bildgebung stellt die Ausnahmemenge W die wesentliche Schwierigkeit dar. Um W klein zu halten muss man sehr kleine Wellenzahlen verwenden. Da die kleinste verfügbare Frequenz gegenwärtig bei 5 Hz liegt, ist dies nicht möglich. Gegenwärtig versucht man durch Low Frequency Seismics [6] kleinere Frequenzen zu erzeugen. Rechnerisch könnte man im Prinzip die linearisierte Rekonstruktion durch inverse Fourier-Transformation der in (1) gegebenen Werte durchführen. Da man dies diskret durchführen muss hat man es mit einer schnellen Fourier-Transformation auf nicht-äquidistanten Daten [23] zu tun. In Abbildung 3 sind die Punkte (1) für den Fall aufgezeichnet, dass die Detektoren und Quellen äquidistant angeordnet sind.

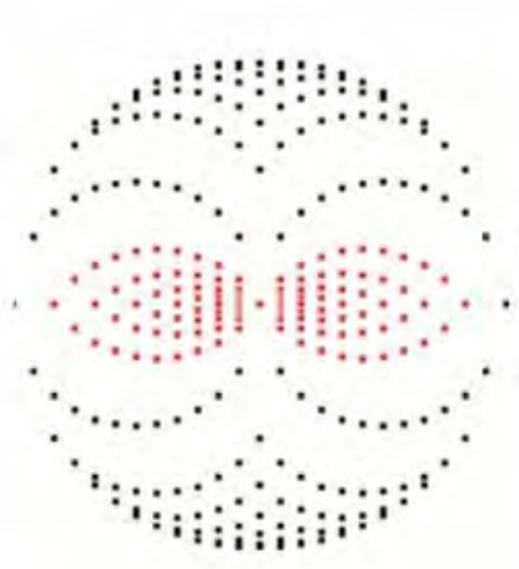


Abbildung 3: Diskrete Punkte (1) im ebenen Fall. Rot entspricht Transmissionsmessungen, blau Reflexionsmessungen.

Zeitumkehr für das nichtlineare Problem

Für praktische Probleme müssen andere Rekonstruktionsverfahren entwickelt werden. Diese Verfahren sind iterativer Natur und beruhen auf einem einfachen physikalischen Prinzip, nämlich der Zeitumkehr [24]. Zu ihrer Beschreibung formulieren wir unser Problem als ein System nichtlinearer Gleichungen mit einer sehr einfachen Struktur. Für jede Quelle s sei $R_s(f) = u|_{S \times \{0, T\}}$ der Messwert g_s . Dann haben wir das Gleichungssystem $R_s(f) = g_s$ für alle s zu lösen. Wir tun das durch das naheliegende Iterationsverfahren

$$f \leftarrow f + \alpha (R'_s(f))^* (g_s - R_s(f))$$

wobei $(R'_s(f))^*$ der Adjungierte der Fréchet-Ableitung von R_s an der Stelle f und α ein Relaxationsparameter ist. Dies tun wir für alle Quellen und fangen von vorne an wenn wir alle Quellen verarbeitet haben. Dies entspricht weitgehend dem ART-Verfahren, jedoch ist jetzt die Auswertung von $(R'_s(f))^*$ ganz anders: Dazu müssen wir die Aufgabe

$$\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = c^2 (\Delta z + r_s)$$

lösen, wobei nun z für $t > T$ verschwindet und r_s die Distribution mit

$$\int_0^T \int_{\mathbb{R}^2} r_s \phi dx dt = \int_0^T \int_S r \phi dx dt$$

für alle Testfunktionen ϕ ist. Dann haben wir für Funktionen r auf $S \times (0, T)$

$$(R'_s(f))^* r = -\frac{1}{c_0^2} \int_0^T z \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} dt.$$

Man betrachtet also den Defekt $r = g_s - R_s(f)$ auf S als Wellenfront im Huyghenschen Sinne, propagiert diese in das Rekonstruktionsgebiet zurück, korreliert das rückpropagierte Feld mit dem aktuellen Feld (genauer mit dessen zweiter Ableitung nach der Zeit) und korrigiert damit die aktuelle Approximation f . Dieser intuitive Charakter der Zeitumkehr ist sicher einer der Gründe für ihre Popularität.

Wir wollen diesen Prozess an einem ganz einfachen Beispiel veranschaulichen. Das zu rekonstruierende Objekt ist eine kleine Kreisscheibe im Zentrum, umgeben von 8 Quellen auf einem Kreis vom Radius 8 cm; siehe Abbildung 4. Der Datensatz g_s für die am weitesten rechts gelegene Quelle s ist in Abbildung 5 zu sehen. Die Abszisse bedeutet die Detektorposition. Sie durchläuft den Detektorring ausgehend von der Quelle und zu dieser zurück. Die Ordinate bedeutet Zeit. Da das Objekt sehr klein ist, ist es in diesem Datensatz nicht erkennbar. Daher ist auch noch der Defekt $r_s = g_s - R_s(f)$, $f_0 = 0$ abgebildet, in dem das Objekt deutlich sichtbar ist. Die Hintergrundgeschwindigkeit ist $c_0 = 1500$ m/sec, die Beobachtungszeit T ist 0.18 msec. Für die Schallquelle benutzen wir einen Zeit-Puls mit einer Zentralfrequenz von 100 kHz und einer Bandbreite von 100%. Dies entspricht einer Wellenlänge von 1.5 cm und damit einer Auflösung von 0.75 cm.

Wir wollen uns nun den Prozess der Zeitumkehr, d. h. die Funktion z und ihre Korrelation mit dem aktuellen Feld u genau ansehen. In Abb. 6 haben wir z für die Zeiten 0.13, 0.11, 0.09, 0.07 und 0.05 msec dargestellt. Bei Beginn des Prozesses, also bei Zeit 0.13 msec, ist die Welle nahe dem Detektorring konzentriert. Später löst sie sich in zwei Wellenfronten auf, von denen die eine nach außen läuft, die andere nach innen. Die nach außen laufende Wellenfront ist für die Rekonstruktion ohne Bedeutung, und die nach innen laufende konzentriert sich immer mehr bei dem Objekt. Diese Konzentration ist aber keineswegs vollkommen und geht später sogar in eine Ausdehnung über. In jedem Fall ist die Konzentration für eine zuverlässige Rekonstruktion des Objekts keineswegs ausreichend. An dieser Stelle kommt die Korrelation mit dem aktuellen Feld ins Spiel. Nach Ausführung dieser Korrelation entsteht das Bild in Abbildung 4 Mitte. Dies ist natürlich noch lange keine zufrieden stellende Rekonstruktion des Objekts. Wir haben bisher ja auch nur die Daten einer einzigen Quelle benutzt. Benutzen wir die Daten von allen acht Quellen, dann entsteht die zufrieden stellende Rekonstruktion in Abbildung 4 Rechts.

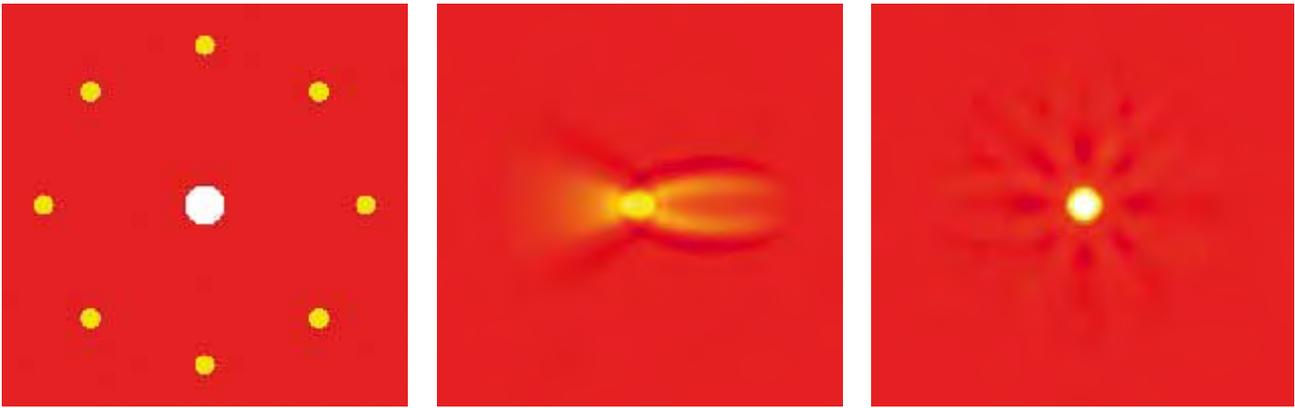


Abbildung 4: Links: Einfaches Objekt mit Quellen. Mitte: Rekonstruktion durch Zeitumkehr für eine einzige Quelle, nämlich die am weitesten rechts gelegene. Rechts: Rekonstruktion durch Zeitumkehr für alle acht Quellen.

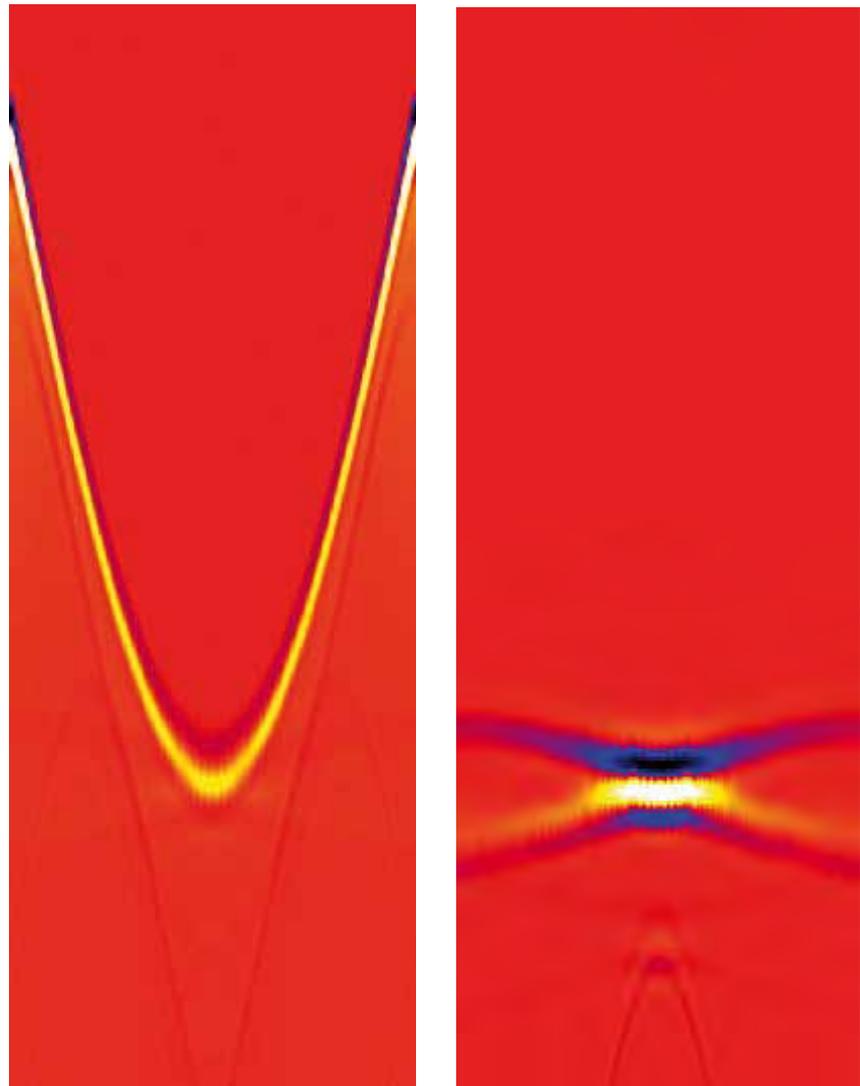


Abbildung 5: Links: Datensatz für die am weitesten rechts gelegene Quelle. Rechts: Defekt r_s für diesen Datensatz.

Wir möchten darauf hinweisen, dass diese Struktur der Zeitumkehr für viele Probleme der Bildgebung charakteristisch ist. Für andere Methoden der Bildgebung, etwa Impedanz-Tomographie und Optische Tomographie sehen die Algorithmen ganz ähnlich aus. Nur die zugrunde liegenden Differential-

gleichungen sind verschieden und bedingen unterschiedliche Qualitäten der rekonstruierten Bilder. Andere Bereiche, in denen ähnliche Bildungen auftreten, sind die Methoden der adjungierten Differentiation in der Theorie der Optimalen Steuerung [26].

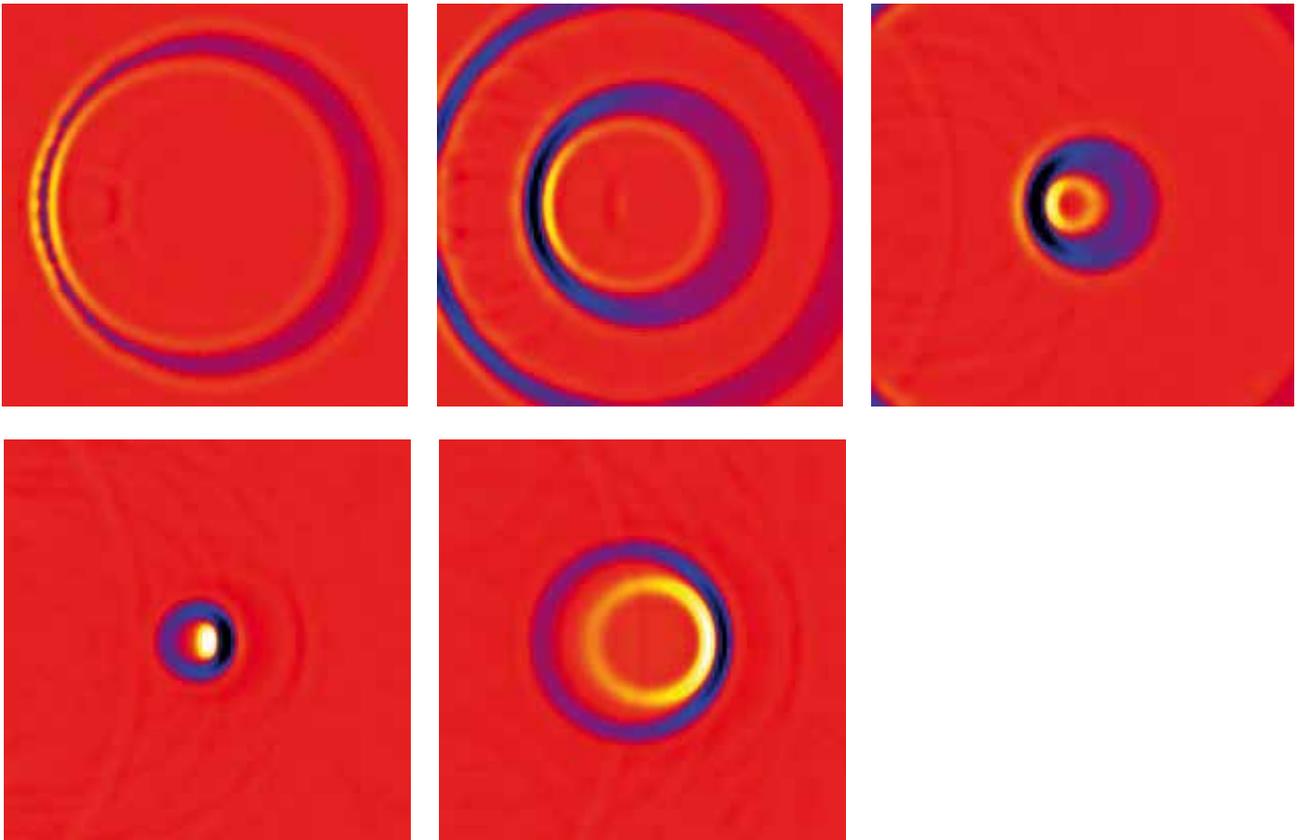


Abbildung 6: Das rückpropagierte Feld z für die Zeiten 0.13, 0.11, 0.09, 0.07 und 0.05 msec.

Zeitumkehr ist erstaunlich robust. Umstände, die bei anderen Rekonstruktionstechniken Schwierigkeiten bereiten, wie etwa das Auftreten von Kaustiken, spielen für die Zeitumkehr gar keine Rolle. Betrachten wir etwa die Luneberg-Linse [11] in Abbildung 7, die bei parallel einfallenden Strahlen auf ihrem Rande Brennpunkte erzeugt. Die Funktion f ist durch $f(x) = 1 - |x|^2/a^2$ für $|x| \leq a$ und 0 für $|x| > a$ gegeben. Wir wählen $a=5$ cm und fügen einige Tumoren hinzu. Dann rekonstruieren wir wie oben beschrieben. Die Rekonstruktion ist von den Brennpunkten nicht merklich verfälscht.

Ähnlich ist es beim Auftreten von 'trapped rays'. Auch diese verursachen der Zeitumkehr keinerlei Schwierigkeiten. In Abbildung 8 haben wir ein Beispiel. Hier ist $c(x) = c_0|x|/r_2$ für $r_1 \leq |x| \leq r_2$ und konstant und stetig außerhalb dieses Intervalls. Die Hintergrundgeschwindigkeit c_0 ist 1500 m/sec, r_1 ist 3.5 cm und r_2 ist 7 cm.

Die größte Schwierigkeit bei der Zeitumkehr liegt im Finden einer Startnäherung für die Iteration. In [18] wurde auf heuristische Weise die Bedingung

$$|\int (f - f_0) ds| \leq \lambda$$

für die Konvergenz des Verfahrens hergeleitet. Die Integration ist dabei entlang der Geodätischen der Hintergrund-Geschwindigkeit. Auch diese Bedingung war im Kreise der Seismik schon lange bekannt [12].

Zeitumkehr ist auch im Frequenzbereich möglich [14]. Dazu ist es allerdings notwendig, eine Methode zur Lösung der Helmholtz'schen Randwertaufgabe bei hohen Frequenzen zu haben. Dies ist immer noch eine Herausforderung für den Numeriker. In der Mammographie bedeutet das, die Helmholtzgleichung auf einem Gebiet des Durchmessers von 200 Wellenlängen zu lösen. Einen Ausweg bieten Anfangswert-Methoden, d. h. man löst die Helmholtz-Gleichung als wäre sie vom Typ der Wellengleichung. Das klingt natürlich nach Häresie, da das Anfangswertproblem für die Helmholtz-Gleichung hochgradig instabil ist. Man kann aber zeigen [17], dass diese Instabilität ausschliesslich durch hohe Frequenzen verursacht wird. Durch Filterung können diese hohen Frequenzen beseitigt und ein stabiler und hocheffizienter Algorithmus erzeugt werden. Entsprechende Techniken gibt es auch für die Maxwell-Gleichungen [27]. Sie wurden in der seismischen Bildgebung schon früh verwendet [10]. Auch parabolische Approximationen der Helmholtzgleichung werden verwendet [28].

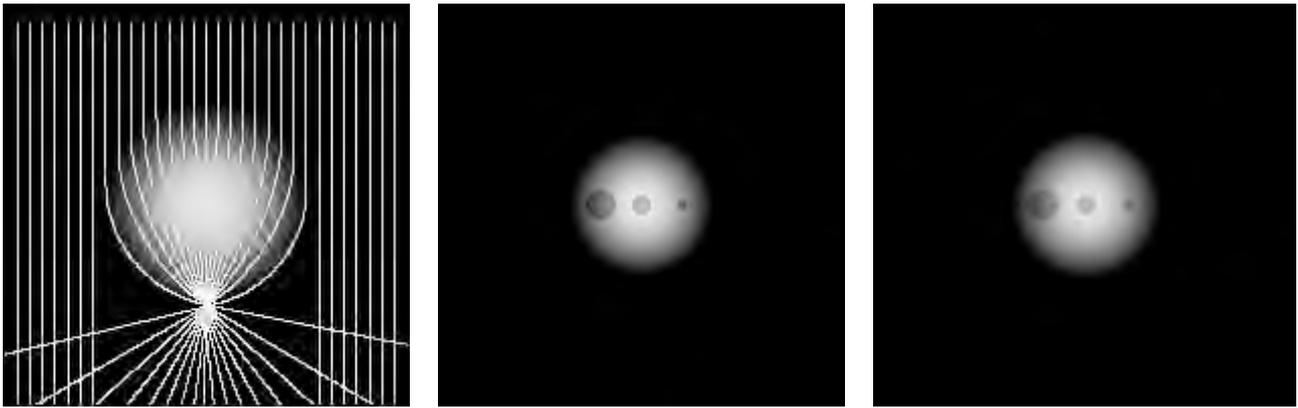


Abbildung 7: Links: Luneberg-Linse mit parallel einfallendem Strahlenbündel, das in einem Brennpunkt auf dem Rande der Linse zusammenläuft. Mitte: Luneberg-Linse mit Tumoren. Rechts: Rekonstruktion durch Zeitumkehr.



Abbildung 8: Links: Objekt mit 'Trapped Rays'. Durch numerische Unzulänglichkeiten sind die Strahlen nicht wirklich 'trapped', verbleiben aber lange in dem kritischen Gebiet. Mitte: 'Trapped Rays' Objekt mit Tumoren. Rechts: Rekonstruktion durch Zeitumkehr.

Beispiele aus der Mammographie mit Ultraschall

Wir wollen an einem Beispiel aus der Ultraschall-Mammographie zeigen, was die Methode leistet. Wir betrachten das Brust-Phantom in Abbildung 9. Es besteht aus Fett (weiß), Drüsengewebe (grau) und hat 5 Tumoren mit Durchmesser 2, 4, 6, 8 und 10 mm. Die Schallgeschwindigkeiten sind [2] entnommen. Die 64 Quellen s sitzen auf einem Kreis mit Durchmesser 16 cm. Sie haben eine Zentralfrequenz von 500kHz, was einer Wellenlänge von 3 mm entspricht. Wir erwarten daher eine Ortsauflösung von 1.5 mm. In der Tat ist der kleinste Tumor in der Rekonstruktion in Abbildung 9 sauber aufgelöst. Allerdings müssen wir zunächst eine Näherungslösung für eine Zentralfrequenz von 250 kHz berechnen, weil das Verfahren für 500 kHz eine bessere Startnäherung benötigt als $f_0 = 0$. Dies sieht man daran, dass die Bedingung

(2) für $f_0 = 0$ bei einer Wellenlänge von 3 mm nicht erfüllt ist, wohl aber für die Wellenlänge 6 mm.

Wir haben eben einen typischen Fall der Transmissions-Tomographie beschrieben. In der gegenwärtigen klinischen Praxis wird ausschließlich mit Reflexions-Daten gearbeitet. Aus der Theorie in Abschnitt 3 wissen wir, dass man bei reinen Reflexions-Daten nur auf gute Bilder hoffen kann, wenn die Schallquellen neben den für eine gute Auflösung notwendigen hohen Frequenzen auch niedrige Frequenzen aussenden. Dies ist in der seismischen Exploration eines der größten Probleme; es ist dort schwierig, Frequenzen unterhalb 5 Hz zu erzeugen. Sind niedere Frequenzen verfügbar, dann produziert das Zeitumkehr-Verfahren ebenfalls gute Bilder. Dies wollen wir wieder an Hand der Ultraschall-Mammographie demonstrieren. Die Messanordnung ist jetzt etwas anders:

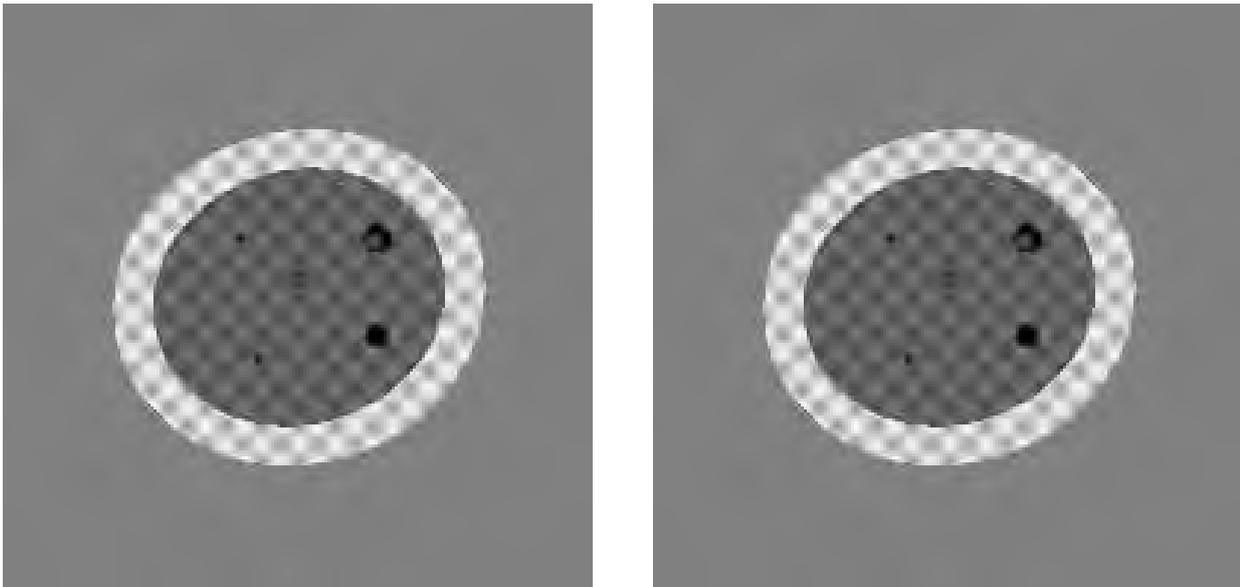


Abbildung 9: Links: Brust-Phantom. Rechts: Rekonstruktion mit 500 kHz nach 5 Schritten.

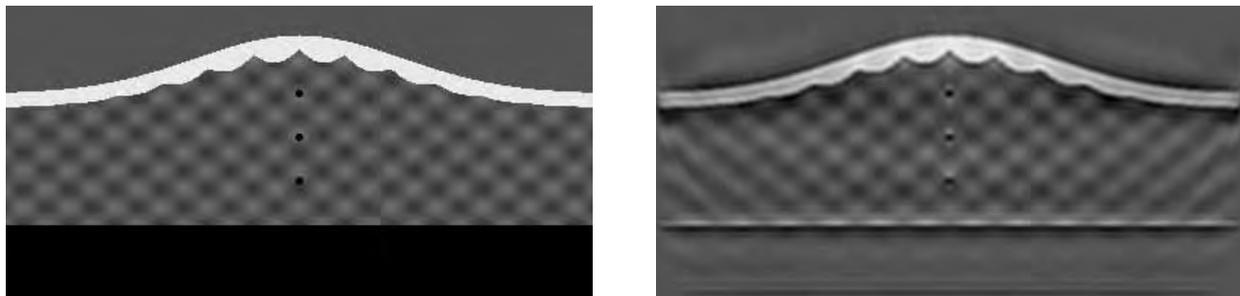


Abbildung 10: Links: Brust-Phantom. Rechts: Rekonstruktion von 50-300 kHz Daten.

Die Patientin liegt jetzt auf dem Rücken und die Schallquellen sitzen auf einer horizontalen Platte über der Brust. Ein entsprechendes Brust-Phantom ist in Abbildung 10 zu sehen. Die drei Tumoren haben einen Durchmesser von 2.5 mm, und der Frequenzbereich von 50 bis 300 kHz lässt eine Auflösung von 2.5 mm erwarten. In der Tat erscheinen die Tumoren in der Rekonstruktion am richtigen Platz und mit (beinahe) der richtigen Geschwindigkeit. Der Frequenzbereich muss hier so groß gewählt werden, weil anders das Fehlen der Daten in der Menge W in Abbildung 2 nicht auszugleichen ist.

Abschließende Bemerkungen

Zeitumkehr hat sich für inverse Probleme der Wellengleichung als einfaches und praktikables Rekonstruktionsverfahren erwiesen. Dies gilt auch für schwierige Probleme, wie etwa Ultraschall-Reflexions-Tomographie. In nächster Zukunft wird man sich vor allem um die Beschaffung geeigneter Startnäherungen und die effiziente Implementierung in R^3 kümmern müssen.

Den Einfluss von Messfehlern haben wir in dieser Arbeit nicht betrachtet. Natürlich haben wir entsprechende Simulationen durchgeführt. Im Transmissionsfalle entsprechen die Resultate

ungefähr dem, was man von der Röntgen-Tomographie her gewohnt ist. Das ist nicht überraschend, denn in [21] wurde gezeigt, dass die Stabilität des voll nichtlinearen Ultraschall-Problems genau der Stabilität der inversen Radon-Transformation entspricht.

Als alternative Techniken kommen vor allem Boundary Control Methods [22] in Betracht. Aufgrund des hohen numerischen Aufwands sind aber bisher noch keine Resultate bekannt geworden, die eine klinische Verwendung möglich erscheinen lassen. Das gleiche gilt für die exakten Inversionsmethoden im Frequenzbereich [19], [13]. Denkbar wäre die Verwendung dieser Methoden zur Berechnung von Ausgangsnäherungen für iterative Zeitumkehr-Verfahren. Daneben gibt es noch eine umfangreiche Literatur über die Rekonstruktion homogener Objekte durch hocheffiziente Methoden [5], die jedoch für Anwendungen in Medizin oder Seismik kaum in Frage kommen dürften, da die hier auftretenden Objekte hochstrukturiert sind.

Was gegenwärtig durch Bildgebung mit der Wellengleichung in der klinischen Praxis erreicht werden kann entnimmt man am besten [4] und [1].

Literatur

- [1] Andre, M. P., Barker, C., Sekhon N., Wiskin, J., Borup D., and Callahan, K.: Pre-clinical experience with full-wave inverse scattering for breast imaging: Sound speed sensitivity, *Acoustical Imaging* 29,73-80, Springer 2008.
- [2] Borup, D.T. , Johnson, S.A. , Kim, W.W., and Berggren, M.J.: Nonperturbative diffraction tomography via Gauss-Newton iteration applied to the scattering integral equation, *Ultrasonic Imaging* 14, 69-85 (1992).
- [3] Cheney, M., and Borden, B.: *Fundamentals of Radar Imaging*. SIAM (2009).
- [4] Duric, N. et al.: Development of ultrasound tomography for breast imaging: Technical assessment, *Medical Physics* 32, 1375-1386 (2005).
- [5] Colton, D., Kirsch, A., and Monk, P.: The linear sampling method in inverse scattering theory. *Surveys on solution methods for inverse problems*, 107-118, Springer, Vienna, 2000.
- [6] Dragoset, B. and Gabitsch, J.: Introduction to this special section: Low-frequency seismic, *The Leading Edge* 26, 34-36 (2007).
- [7] Fawcett, J. A.: Inversion of n-dimensional spherical averages, *SIAM J. Appl. Math* 45, 336-341 (1985).
- [8] Herman, G. T.: *Image Reconstruction From Projections*. Academic Press 1980.
- [9] Kak, A. C., and Slaney, M.: *Principles of Computerized Tomography Imaging*. IEEE PRESS (1988).
- [10] Kosloff, D., and Baysal, E.: Migration with the full acoustic equation, *Geophysics* 48, 677-687 (1983).
- [11] Morgan, S. P.: General solution of the Luneberg lens problem, *J. Appl. Phys.* 29, 1358-1368 (1958).
- [12] Mora, P.: Inversion = migration + tomography, *Geophysics* 54, 1575-1586 (1989).
- [13] Nachman, A. I. Reconstructions from boundary measurements. *Ann. of Math.* 128, 531-576 (1988).
- [14] Natterer, F., and Wübbeling, F.: *Mathematical Methods in Image Reconstruction*. SIAM (2001).
- [15] Natterer, F. *Imaging and inverse problems of partial differential equations*. *Jahresber. Deutsch. Math.-Verein.* 109, 31-48 (2007).
- [16] Natterer, F.: *Ultrasound tomography with fixed linear arrays of transducers*, *Proceedings of the Interdisciplinary Workshop on Mathematical Methods in Biomedical Imaging and Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT)*, Pisa, Italy, October 2007.
- [17] Natterer, F., und Wübbeling, F.: Marching schemes for inverse acoustic scattering problems. *Numer. Math.* 100 697-710 (2005).
- [18] Natterer, F.: Reflectors in wave equation imaging. *Wave Motion* 45, 776-784 (2008).
- [19] Novikov, R. G.: The δ^- -approach to approximate inverse scattering at fixed energy in three dimensions. *Int. Math. Res. Pap.* , 287-349 (2005).
- [20] Palamodov, V.: *Reconstructive integral geometry*. Birkhäuser (2004).
- [21] Palamodov, V. P.: Stability of diffraction tomography and a nonlinear 'basic theorem', *J. Anal. Math* 91, 247-286 (2003).
- [22] Pestov L., Bolgova V., and Kazarina, O.: Numerical recovering of a density by the BC-method, *Inverse Problems and Imaging* 2, 703-712 (2008).
- [23] Potts, D., Steidl, G., und Tasche, M.: *Fast Fourier transforms for nonequispaced data: a tutorial*. *Modern sampling theory*, 247-270, *Appl. Numer. Harmon. Anal.*, Birkhäuser Boston, Boston, MA, 2001.
- [24] Prada, C., Kerbrat, E., Cassereau, D., and Fink, M.: Time reversal techniques in ultrasonic nondestructive testing of scattering media. *Special section on electromagnetic and ultrasonic nondestructive evaluation*, *Inverse Problems* 18 1761-1773 (2002).
- [25] Symes, W. W.: The seismic reflection inverse problem, *Inverse Problems* 25, 123008, 39 pp. (2009).
- [26] Tröltzsch, F.: *Optimale Steuerung partieller Differentialgleichungen*. Vieweg+Teubner, 2. Auflage 2009.
- [27] Vögeler, M.: Reconstruction of the three-dimensional refractive index in electromagnetic scattering by using a propagation-backpropagation method. *Inverse Problems* 19, 739-753(2003).
- [28] Wiskin, J., Borup, D., and Johnson, S.: *Inverse Scattering*. In: Joie P. Jones and Hua Lee (eds.): *Acoustical Imaging* 30, Springer 2011.



Frank Natterer studierte Mathematik und Physik in Freiburg von 1960 bis 1963 und in Hamburg von 1963 bis 1966. 1968 promovierte er in Mathematik bei Ludwig Collatz. Von 1971 bis 1972 lehrte er Mathematik an der Indiana-University in Bloomington, Indiana, USA. 1973 wurde er Professor für Angewandte Mathematik an der Universität Saarbrücken, wo er von 1973 bis 1975 auch das Rechenzentrums leitete. 1978 war er Visiting Professor an der University of Oregon in Corvallis, Oregon, USA. 1981 übernahm er einen Lehrstuhl für Angewandte Mathematik, insbesondere Numerik, an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster.

Frank Natterer beschäftigt sich mit der Mathematik und der Numerik von bildgebenden Verfahren. Er hat zahlreiche Artikel in Fachzeitschriften und zwei Bücher geschrieben. Er besitzt verschiedene Patente. Die Universität Saarbrücken hat ihm die Würde eines Ehrendoktors verliehen.

RUNDBRIEF READERS

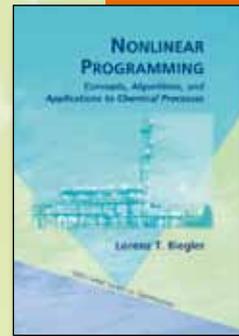
Save 30% on these SIAM titles:

Nonlinear Programming: Concepts, Algorithms, and Applications to Chemical Processes

Lorenz T. Biegler

This book addresses modern nonlinear programming (NLP) concepts and algorithms, especially as they apply to challenging applications in chemical process engineering. The author provides a firm grounding in fundamental NLP properties and algorithms, and relates them to real-world problem classes in process optimization, thus making the material understandable and useful to chemical engineers and experts in mathematical optimization.

2010 • xvi + 399 pages • Hardcover • ISBN 978-0-898717-02-0
List Price \$85.00 • MOS/RUNDBRIEF Reader Price \$59.50 • Order Code MO10

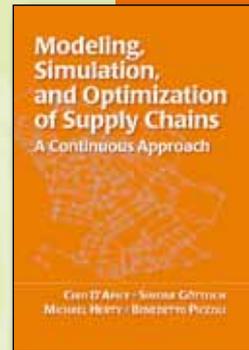


Modeling, Simulation, and Optimization of Supply Chains: A Continuous Approach

Ciro D'Apice, Simone Göttlich, Michael Herty, and Benedetto Piccoli

This book offers a state-of-the-art introduction to the mathematical theory of supply chain networks, focusing on supply chain networks described by partial differential equations (PDEs). The authors discuss modeling of complex supply networks as well as their mathematical theory; explore modeling, simulation, and optimization of some of the discussed models; and present analytical and numerical results on optimization problems. Real-world examples are given to demonstrate the applicability of the presented approaches.

2010 • x + 206 pages • Softcover • ISBN 978-0-898717-00-6
List Price \$69.00 • RUNDBRIEF Reader Price \$48.30 • Order Code OT121

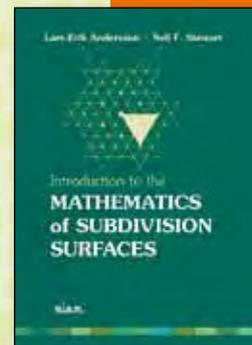


Introduction to the Mathematics of Subdivision Surfaces

Lars-Erik Andersson and Neil F. Stewart

This book provides a careful and rigorous presentation of the mathematics underlying subdivision surfaces as used in computer graphics and animation, explaining the concepts necessary to easily read the subdivision literature. It also organizes subdivision methods in a unique and unambiguous hierarchy in order to provide insight and understanding. The material is not restricted to questions related to regularity of subdivision surfaces at so-called extraordinary points but instead gives a broad discussion of the various methods.

2010 • xxiv + 356 pages • Hardcover • ISBN 978-0-898716-97-9
List Price \$75.00 • RUNDBRIEF Reader Price \$52.50 • Order Code OT120

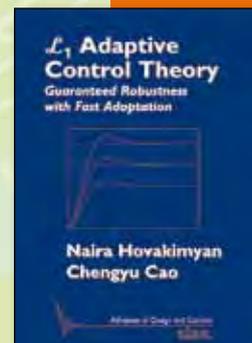


L_1 Adaptive Control Theory: Guaranteed Robustness with Fast Adaptation

Naira Hovakimyan and Chengyu Cao

This book presents a comprehensive overview of the recently developed L_1 adaptive control theory, including detailed proofs of the main results. The key feature of the L_1 adaptive control theory is the decoupling of adaptation from robustness. The architectures of L_1 adaptive control theory have guaranteed transient performance and robustness in the presence of fast adaptation, without enforcing persistent excitation, applying gain-scheduling, or resorting to high-gain feedback. The book contains results not yet published in technical journals and conference proceedings.

2010 • xx + 320 pages • Softcover • ISBN 978-0-898717-04-4
List Price \$85.00 • RUNDBRIEF Reader Price \$59.50 • Order Code DC21



siam SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS

Be sure to enter code "BKGMI1" to get special discount price.

TO ORDER, SHOP ONLINE AT 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. Or send check or money order in US dollars to: SIAM, Dept. BKGMI1, 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.

1/11_2

**ORDER ONLINE:
WWW.SIAM.ORG/CATALOG**

Dr. Nicole Marheineke verstärkt als frisch ernannte Professorin die Angewandte Mathematik an der FAU Erlangen-Nürnberg. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich Computational Fluid and Solid Mechanics. Neben der Mathematischen Modellierung gilt ihr Interesse der Asymptotik und Numerik partieller (stochastischer) Differentialgleichungen. Marheineke studierte Technomathematik an der TU Kaiserslautern (Auslandsstudien: Lund University, NTNU Trondheim, IIT Madras und Praktika: Bosch, DLR). Ihre Diplomarbeit wurde von ECMI (European Consortium for Mathematics in Industry) mit dem Hansjörg Wacker Memorial Price 2002 prämiert. Als Stipendiatin des Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern vertiefte sie sich in Faser-Turbulenz-Wechselwirkungen (Forschungsaufenthalte: OCIAM Oxford, M.I.T. Cambridge), worin sie 2005 mit Auszeichnung unter Prof. Dr. Helmut Neunzert promovierte. Im Anschluss arbeitete sie als DAAD-Dozentin an der Kathmandu University, Nepal. Es folgten 2008 die Juniorprofessur für Mathematische Modellierung an der TU Kaiserslautern und 2009 eine zweisemestrige Lehrstuhlvertretung für Numerik an der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz. 2010 erhielt sie drei parallele Rufe, von denen sie den Erlangener annahm.

“Faszination Mathematik” – Die Leidenschaft zur Mathematik hatte Nicole Marheineke schon als Schülerin, eine vage Vorstellung von der Schönheit, Anwendbarkeit und praktischen Relevanz bekam sie im Mai 1996, als sie am Tag der Mathematik an der TU Kaiserslautern ein Gespräch mit Prof. Dr. Helmut Neunzert, dem damaligen Lehrstuhlinhaber der Technomathematik und Gründer des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM), führte: Auslandsstudium, Industriepraktika, Interdisziplinäre Projekte ... Die Entscheidung für Studienfach und -ort war einfach. Die Studienstiftung des deutschen Volkes, ECMI und das Fraunhofer ITWM unterstützten und stimulierten das Studium. Und so kam eins zum anderen, und der Studieninitiator wurde zum Doktorvater. Mit der Erfahrung, dass man mit Mathematik Gegebenheiten und

Abläufe verändern und verbessern kann, ging Marheineke 2005 als DAAD-Dozentin an die Kathmandu University in Nepal und half bei der Etablierung eines Studiengangs für Angewandte Mathematik, indem sie die dortigen Dozenten in Mathematischer Modellierung und Wissenschaftlichem Rechnen schulte. Für die Entwicklungshilfe initiierte und betreute sie Projekte in Kooperation mit Ingenieuren und Umweltwissenschaftlern, wie z.B. die optimale Auslegung solarer Stromversorgungsnetze oder die Konstruktion energiesparender Öfen für abgelegene Dörfer im Himalaja. Politische Unruhen veranlassten sie zur Rückkehr nach Deutschland, wo sie ihre akademische Laufbahn in Kaiserslautern fortsetzte. Ihre Forschungsschwerpunkte in Computational Fluid and Solid Mechanics sind durch ihre Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ITWM, wo sie als wissenschaftliche Beraterin tätig ist, geprägt und werden durch konkrete Fragestellungen, beispielsweise aus der Textilindustrie, Filament- und Vliesherstellung, genährt. Ihre Forschung zielt auf die praktische Anwendbarkeit der mathematischen Ergebnisse. Daher gilt ihr Interesse neben

der Modellierung physikalischer Prozesse der Asymptotik und Numerik partieller und stochastischer Differentialgleichungen.

Den Ruf der Universität Hamburg auf eine W1-Professur (mit Nachwuchsgruppenleitung) im Excellence-Cluster Integrated Climate System Analysis and Prediction (CliSAP) lehnte sie 2008 zugunsten eines Kaiserslauterer Bleibeangebots ab. Im interdisziplinären Rheinlandpfälzischen Exzellenz-Center for Mathematical and Computational Modelling (CMCM) wirkt die Mathematik im Zusammenspiel mit der Informatik als Schlüsseltechnologie, die Entwicklungen in verschiedensten Anwendungsfeldern entscheidend vorantreibt. Im Rahmen von CMCM vertrat Marheineke als Juniorprofessorin am Fachbereich Mathematik der TU Kaiserslautern die Mathematische Modellierung in Forschung und Lehre und ko-

ordinierte als Sprecherin und Schatzmeisterin der CMCM-Nachwuchswissenschaftler die fächerübergreifende Aus- und Weiterbildung in Mathematik, Informatik, Maschinenbau/Verfahrenstechnik, Elektro-/Informationstechnik und Biologie. Sie organisierte gemeinsam mit Kollegen Projekte mit der Industrie, die Studierenden im Programm Theorie & Praxis, einer deutschlandweiten Initiative zur Förderung des Austausches von Universitäten und Industrie, bearbeiteten. Diese Erfahrungen bilden eine hervorragende Grundlage für ihre neue Aufgabe als ordentliche Universitätsprofessorin an der FAU Erlangen-Nürnberg, wo sie die Mathematische Modellierung als Brückenprofessur zwischen der Mathematik und der Technischen Fakultät etablieren möchte.

“Mathematiker spinnen?!“ – in Produktionsprozessen zur Herstellung von Vliesstoffen werden aus einer heißen Schmelze Tausende von viskosen/viskoelastischen, flüssigen Faserjets mittels turbulenter Luftströmungen gesponnen und verwirbelt. Abgekühlt und verfestigt formen sie

STECKBRIEF



bei ihrer Ablage ein dreidimensionales Gewebe. Die Homogenität der Masse- und Faserorientierungsverteilung bestimmt dabei maßgeblich die Qualität der Endprodukte. Die Vorhersage und Steuerung dieser Eigenschaften bedarf der Simulation der aus Schmelzen, Spinnen, Verwirbeln und Ablegen bestehenden Prozess-kette. Allerdings ist eine direkte numerische Simulation dieses hoch komplexen Multiskalen-Mehrphasenproblems unmöglich. Daher verfolgt Nicole Marheineke derzeit im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojektes ProFil im Programm "Mathematik für Innovationen in Industrie und Dienstleistungen" mit Kollegen die Philosophie, adäquate Modelle für alle Teilaspekte herzuleiten und zu koppeln. Dabei kommen u.a.

asymptotische Methoden, Homogenisierungsstrategien, stochastische Ersatzmodelle und Parameteridentifikationen zum Einsatz. Vor dem Hintergrund grundlegender Modellanalysen widmet sie sich insbesondere der Entwicklung eines numerischen Verfahrens, welches die Simulation der Faser-Turbulenz-Wechselwirkungen (Strömungsgleichungen mit multiplikativem Zeit-/Raumrauschen) möglich und das Problem Optimierungsfragestellungen zugänglich macht [12]. Ein weiteres interessantes Forschungsfeld Marheinekés, das im Mittelpunkt ihrer internationalen Kooperationen steht, sind asymptotische Cosserat-Modelle [5, 6, 8, 11].

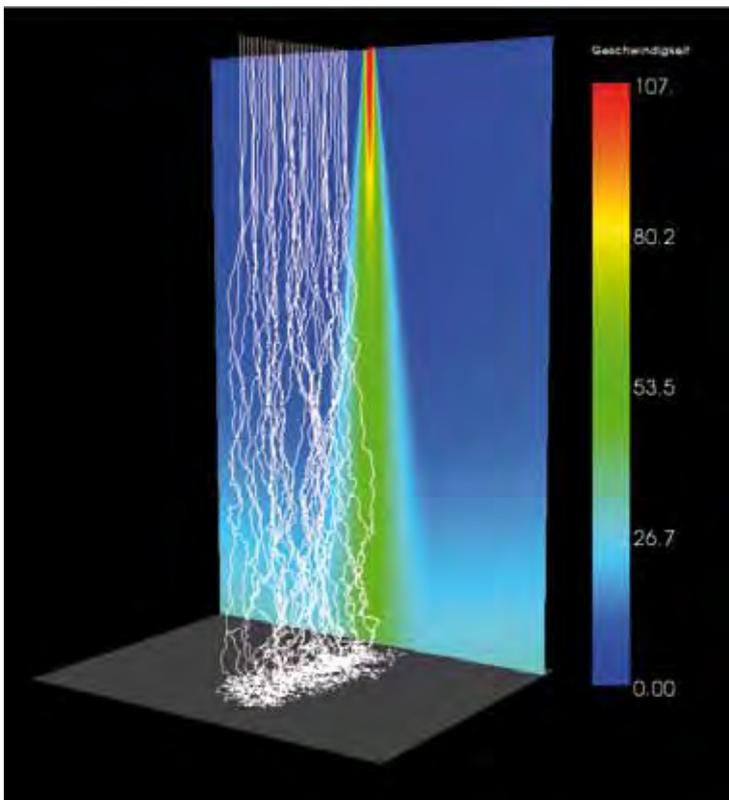


Abbildung 1: FIDYST-Simulation der Faserdynamik im turbulenten Ablagebereich [9]. Die Farblegende stellt die Amplitude der mittleren Geschwindigkeit einer zwei-dimensionalen Luftströmung dar, in der sich 25 Fasern, dargestellt als weiße Kurven, bewegen. FIDYST (Fiber Dynamics Simulation Tool) ist eine Softwareentwicklung des Fraunhofer ITWM, die erfolgreich bei Industrieprojekten zum Einsatz kommt.

Literatur

- [1] N. Marheineke, R. Wegener, Fiber dynamics in turbulent flows: General modeling framework, *SIAM J. Appl. Math.* 66(5):1703-1726 (2006)
- [2] T. Götz, A. Klar, N. Marheineke, R. Wegener, A stochastic model and associated Fokker-Planck equation for the fiber lay-down process in nonwoven production processes, *SIAM J. Appl. Math.* 67(6):1704-1717 (2007)
- [3] N. Marheineke, R. Wegener, Fiber dynamics in turbulent flows: Specific Taylor drag, *SIAM J. Appl. Math.* 68(1):1-23 (2007)
- [4] L. L. Bonilla, T. Götz, A. Klar, N. Marheineke, R. Wegener, Hydrodynamic limit for the Fokker-Planck equation describing fiber lay-down models, *SIAM J. Appl. Math.* 68(3):648-665 (2007)
- [5] S. Panda, N. Marheineke, R. Wegener, Systematic derivation of an asymptotic model for the dynamics of curved viscous fibers, *Math. Meth. Appl. Sci.* 31:1153-1173 (2008)
- [6] N. Marheineke, R. Wegener, Asymptotic model for the dynamics of curved viscous fibers with surface tension, *J. Fluid Mech.* 622:345-369 (2009)
- [7] A. Klar, N. Marheineke, R. Wegener, Hierarchy of mathematical models for production processes of technical textiles, *Z. Ang. Math. Mech.* 89(12):941-961 (2009)
- [8] W. Arne, N. Marheineke, A. Meister, R. Wegener, Numerical analysis of Cosserat rod and string models for viscous jets in rotational spinning processes, *Math. Mod. Meth. Appl. Sci.* 20(10):1941-1965 (2010)
- [9] N. Marheineke, R. Wegener, Modeling and application of a stochastic drag for fibers in turbulent flows, *Int. J. Multiphase Flow* 37:136-148 (2011)
- [10] J. Marburger, N. Marheineke, R. Pinnau, Adjoint-based optimal control using mesh-less discretizations, *J. Comp. Appl. Math.* (2011), DOI 10.1016/j.cam.2010.12.018
- [11] W. Arne, N. Marheineke, R. Wegener, Asymptotic transition of Cosserat rod to string models for curved viscous inertial jets, *Math. Mod. Meth. Appl. Sci.* 21(10) (2011)
- [12] W. Arne, N. Marheineke, J. Schnebele, R. Wegener, Fluid-fiber-interactions in rotational spinning process of glass wool manufacturing, submitted - Preprint: Berichte des Fraunhofer ITWM 197 (2010)

Kontakt

Prof. Dr. Nicole Marheineke
 Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
 Lehrstuhl für Angewandte Mathematik I
 Martensstr. 3
 91058 Erlangen
 Tel.: 09131 / 85 28455
 Email: nicole.marheineke@am.uni-erlangen.de

RUNDBRIEF READERS

Save 30% on these SIAM titles:

Primer on Optimal Control Theory

Jason L. Speyer and David H. Jacobson

The performance of a process—for example, how an aircraft consumes fuel—can be enhanced when the most effective controls and operating points for the process are determined. This holds true for many physical, economic, biomedical, manufacturing, and engineering processes whose behavior can often be influenced by altering certain parameters or controls to optimize some desired property or output. This book provides a rigorous introduction to analyzing these processes and finding the best modes of control and operation for them. It makes optimal control theory accessible to a large class of engineers and scientists who are not mathematicians but have a basic mathematical background.

2010 • xiv + 307 pages • Hardcover • ISBN 978-0-898716-94-8
List Price \$89.00 • RUNDBRIEF Reader Price \$62.30 • Order Code DC20

Discrete Inverse Problems: Insight and Algorithms

Per Christian Hansen

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. To solve inverse problems, the authors demonstrate that insight about them goes hand in hand with algorithms. Written for graduate students, researchers, and professionals in engineering and other areas that depend on solving inverse problems with noisy data, the book aims to provide readers with enough background that they can solve simple inverse problems and read more advanced literature on the subject.

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

Nonlinear Waves in Integrable and Nonintegrable Systems

Jianke Yang

This groundbreaking new book presents cutting-edge developments in the theory and experiments of nonlinear waves. Its comprehensive coverage of analytical and numerical methods for nonintegrable systems is the first of its kind. It is intended for researchers and graduate students working in applied mathematics and various physical subjects where nonlinear wave phenomena arise.

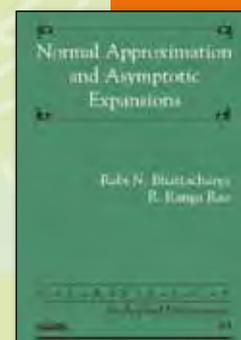
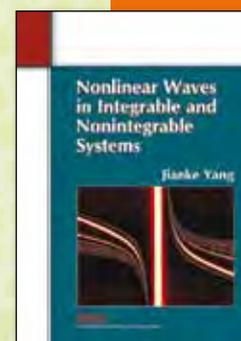
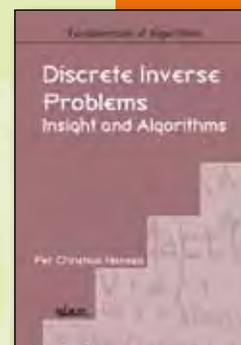
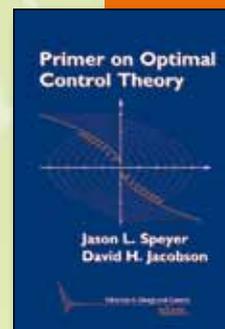
2010 • xxvi + 430 pages • Softcover • ISBN 978-0-898717-05-1
List Price \$85.00 • RUNDBRIEF Reader Price \$59.50 • Order Code MM16

Normal Approximation and Asymptotic Expansions

Rabi N. Bhattacharya and R. Ranga Rao

Although first published in 1976, this book has gained new significance and renewed interest among statisticians due to the developments of modern statistical techniques such as the bootstrap, the efficacy of which can be ascertained by asymptotic expansions. This also is the only book containing a detailed treatment of various refinements of the multivariate central limit theorem (CLT); this edition of the book includes a new chapter that provides an application of Stein's method of approximation to the multivariate CLT.

2010 • xxii + 316 pages • Softcover • ISBN 978-0-898718-97-3
List Price \$72.00 • RUNDBRIEF Reader Price \$50.40 • Order Code CL64



siam SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS

Be sure to enter code "BKGMI1" to get special discount price.

TO ORDER, SHOP ONLINE AT 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. Or send check or money order in US dollars to: SIAM, Dept. BKGMI1, 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.

1/11_3

ORDER ONLINE:
WWW.SIAM.ORG/CATALOG

DAE-INTERPRETATION BEI FE-BERECHNUNGEN

VON STEFAN HARTMANN

Zur Geschichte

Mit Beginn der Methode der finiten Elemente zur Berechnung von Strukturen in den 50er und 60er Jahren war die Einbeziehung von Materialmodellen in die damals neu entwickelten Simulationswerkzeuge von hohem Interesse. Parallel hierzu erfolgte eine Systematisierung der Materialmodelle, welche in den Werken von Truesdell und Noll [1] und Haupt [2] zusammengefasst wurden. Im Wesentlichen sind dies neben den Modellen der Elastizität, Modelle der geschwindigkeitsunabhängigen Plastizität, der Viskoelastizität und der Viskoplastizität. Diese Materialgleichungen waren neben den Integralgleichungsformulierungen im Falle der Viskoelastizität vorwiegend in Form von gewöhnlichen Differentialgleichungen erster Ordnung formuliert. Bei genauerer Betrachtung der Modellgleichungen haben die meisten Materialmodelle, die einen dreidimensionalen Spannungszustand eines Werkstoffes unter äußerer Belastung beschreiben, eine gewisse mathematische Grundstruktur. Die Spannungen sind gegeben als Funktion eines Verzerrungsmaßes, welches mit dem unbekanntem Verschiebungsfeld zusammenhängt, sowie weiterer Variablen, den sogenannten inneren Variablen. Diese geben das Verfestigungsverhalten des zugrundeliegenden Materials wieder und werden durch gewöhnliche Differentialgleichungen oder Algebra-Differentialgleichungen (im Falle der geschwindigkeitsunabhängigen Plastizität) beschrieben. Neuere Entwicklungen beziehen insbesondere die Mikrostruktur des Materials ein, um die auf dieser Skala entstehenden Phänomene einzubeziehen. Letztere Betrachtungen sollen in diesem Essay zunächst außer Acht gelassen werden. Aufgrund der Methodenorientiertheit lassen sich die entwickelten Konzepte jedoch auch hierfür übertragen.

Parallel zur Materialmodellentwicklung entstand ein natürliches Interesse, beliebig berandete Strukturen möglichst realitätsnah zu berechnen. Aufbauend auf den entwickelten linearen Finite-Elemente Programmen wurden zunächst inkrementelle Formen der Raumdiskretisierung gewählt, um die bis dahin entwickelten „linearen“ Finite-Elemente Programme zu nutzen. Erst mit der Anwendung des Prinzips der virtuellen Verschiebungen, das die schwache Form der lokalen Gleichgewichtsbedingungen darstellt, änderte sich die Vorge-

hensweise zur Einbindung von Materialmodellen vom Evolutionsgleichungstyp essentiell. Diese Gleichung erfordert die Berechnung des „Gleichgewichts“ zum Zeitpunkt t_{n+1} für gegebene Größen (Verschiebungen und innere Variablen) zum Zeitpunkt t_n . Zunächst führte dies auf nichtlineare Gleichungssysteme, da die meisten Materialmodelle einen nichtlinearen Charakter haben. Simo und Taylor [3] forderten erstmals, dass man den Spannungsalgorithmus (Integrationsschritt der gewöhnlichen Differentialgleichungen für die inneren Variablen an den räumlichen Quadraturpunkten zur Berechnung der Spannungen) innerhalb des von ihnen angenommenen Newton-Verfahrens zu linearisieren hat. D.h., es sollte der sogenannte „konsistente Tangentenoperator“ anstatt des bis dahin benutzten inkrementellen Elastoplastizitätstensors (Operator zwischen Verzerrungs- und Spannungsgeschwindigkeiten) verwendet werden, um ein quadratisch konvergentes Verfahren zu erhalten. Diese Konvergenz wurde dabei numerisch untersucht. Leider wurde durch die analytische Reduktion der auftretenden Gleichungen des Integrationsschrittes auf eine Gleichung mit einer Unbekannten, sowie der Anwendung des Satzes über implizite Funktionen die globale FEM-Vorgehensweise im Unklaren gelassen und darüber hinaus eine Fehlinterpretation der Anwendung des Newton-Verfahrens gegeben, die sich bis heute durchgesetzt hat.

Mit den Promotionsschriften von Wittekindt [4] und Fritzen [5] im FB Mathematik der TU Darmstadt sowie Ellsiepen [6] aus Stuttgart entstand eine neue Interpretation der Einbindung von Materialmodellen vom Evolutionsgleichungstyp in FE-Programme bei quasistatischen Fragestellungen. Die Vorgehensweise derzeitiger FE-Implementation wird als Lösung von Algebra-Differentialgleichungssystemen (DAE-Systeme) interpretiert. Die Anwendung der vertikalen Linienmethode auf das Anfangsrandwertproblem führt zunächst bei der Raumdiskretisierung (Einführung von Ansatzfunktionen, Raumintegration, etc.) auf ein großes DAE-System.

Der algebraische Anteil resultiert aus der Raumdiskretisierung der schwachen Formulierung mit finiten Elementen (Prinzip der virtuellen Verschiebungen oder andere gemischte Elementformulierungen), welche die Kenntnis der inneren Variablen an den räumlichen

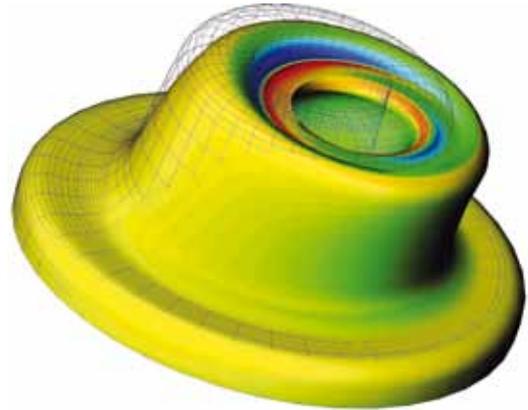
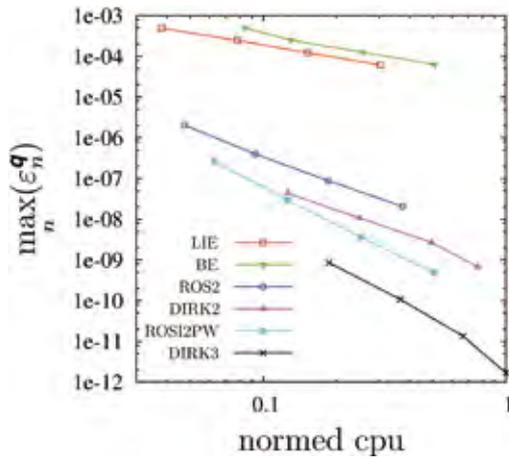


Abbildung 1: Berechnung eines viskoelastischen Abstandshalter und zugehöriges Zeit-Genauigkeitsdiagramm bei unterschiedlichen DIRK- und Rosenbrock-Verfahren. Die unterschiedlichen Punkte beschreiben verschieden gewählte Zeitschrittweiten.

Quadraturpunkten (z.B. Gauß-Punkten) erfordert. Die rein formale Assemblierung aller inneren Variablen und aller Evolutionsgleichungen (gewöhnliche Differentialgleichungen 1-ter Ordnung), die an den räumlichen Quadraturpunkten auftreten, liefert den differentiellen Anteil des DAE-Systems. In Ellsiepen und Hartmann [7] wurde gezeigt, dass das Zusammenspiel aus der Lösung des gesamten DAE-Systems mit einem impliziten Euler-Verfahren in Verbindung dem Multilevel-Newton Algorithmus (MLNA) zur Lösung des bei der Zeitdiskretisierung auftretenden gekoppelten nichtlinearen Gleichungssystems (Zeitdiskretisierungsschritt der vertikalen Linienmethode) genau auf die klassische, in Simo und Taylor [3] propagierte, Vorgehensweise führt. Wichtigste Ingredienz ist hierbei der MLNA, der auf dem Satz über implizite Funktionen aufbaut und die klassische Struktur der globalen Gleichgewichtsiteration, der lokalen Iteration zur Berechnung der inneren Variablen (und damit auch der Spannungen) sowie dem konsistenten Tangentenoperator führt. Damit ist ein durchgängiger Zusammenhang der sich historisch entwickelnden Methode der finiten Elemente zur Numerischen Mathematik gefunden worden.

Untersuchung von Integratoren

Aufbauend auf diesen Kenntnissen wurden zunächst in [7] steif-genaue diagonal-implizite Runge-Kutta Verfahren höherer Ordnung (DIRK-Verfahren) herangezogen, da diese Zeitintegrationsverfahren höherer Ordnung in Verbindung mit dem MLNA die Struktur impliziter FE-Programme nahezu erhalten lässt. Ein erheblich interessanterer Aspekt ist die Möglichkeit einer effizienten Schrittweitensteuerung durch eingebettete Verfahren, die die Schrittweite (Laststeuerung im Sprachgebrauch der Ingenieure) auf der Basis lokaler Integrationsfehler abschätzt. Für den Nutzer entfällt somit die Wahl einer geeigneten Schrittweite, was insbesondere bei unterschiedlichen Zeitskalen (z.B. Kriech- oder Relaxationsprozesse) von erheblichem Vorteil ist. Ein erster Ansatz der Schrittweitensteuerung entstand durch Diebels et al.

[8]. DIRK-Verfahren sind dann auf erheblich komplexere Materialmodelle bei großen Deformationen adaptiert worden, siehe [9-10]. Hierbei stellt sich heraus, dass bei fließflächenbehafteten (Visko)Plastizitätsproblemen DIRK-Verfahren zu Ordnungsreduktionsphänomenen neigen, d.h. eine höhere Zeitintegrationsordnung als 2 konnte mit den bisher verwendeten Verfahren nicht erreicht werden. Im Gesamtkontext ist dies wegen der zeitadaptiven Vorgehensweise ausreichend. Für glatte Problemstellungen sind Ordnungsreduktionen nicht zu erkennen. Natürlich stellt sich die Frage, welcher Zeitintegrator zur Lösung von den zugrundeliegenden DAE-Systemen eine hohe Effizienz und ein stabiles Verhalten aufweist. Zunächst sind in Scherf [11] bzw. Eckert et al. [12] BDF-Verfahren eingesetzt worden. Der Nachteil dieser Mehrschrittverfahren liegt darin, dass der Startphase eine besondere Beachtung zu schenken ist und eine andere Implementation erfordert. In [13] und [14] sind sogenannte Verfahren vom Rosenbrock-Typ bei viskoelastischen Strukturberechnungen erfolgt. Hierbei konnten zwischen 60-80% Rechenzeiterparnisse zu klassischen Finite-Elemente Berechnungen erreicht werden, siehe Abb. 1. Dieser Effizienzvorteil wird leider auch mit einem kleinen Nachteil erkaufte. Währenddessen sich bei DIRK-Verfahren falsch implementierte Funktionalmatrizen (konsistente Tangenten) bei der Lösung der dort auftretenden nichtlinearen Gleichungssysteme lediglich auf die Konvergenzgeschwindigkeit des nichtlinearen Lösers auswirkt, die Lösung des DAE-Systems jedoch richtig ist, führt dies bei den Verfahren vom Rosenbrock-Typ (außer bei sogenannten W-Methoden) auf eventuell divergierende Lösungen. Der Code-Verifikationsaspekt ist daher als extrem wichtig anzusehen.

Weitere Fragestellungen

Mehrere spezielle Subprobleme sind zu betrachten, die zunächst im Rahmen von DIRK-Verfahren behandelt wurden. Mit der Erkenntnis der Anwendung des MLNA

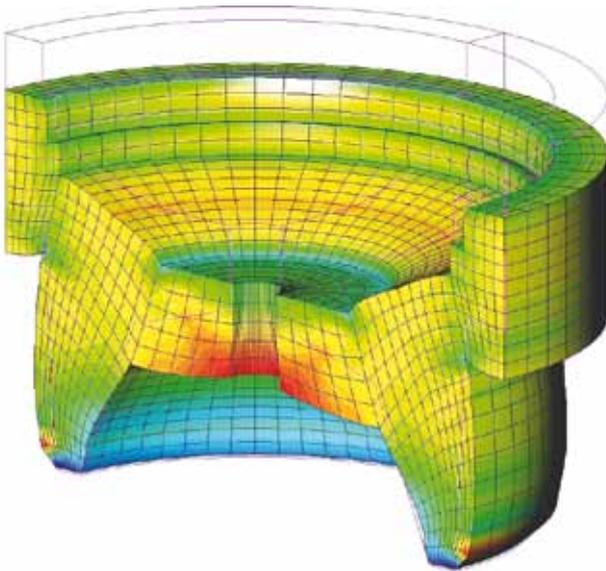


Abbildung 2: Temperaturentwicklung eines zyklisch belasteten Elastomerlagers unter großer Vordeformation.

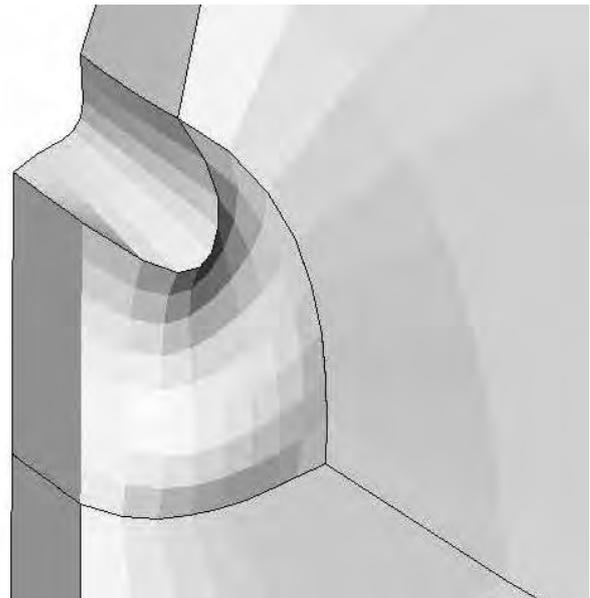


Abbildung 3: Stark verzerrte p -Elemente bei finiter viskoelastischer Berechnung (Facettierung durch Darstellungsnetz).

auf das nach der Zeitdiskretisierung auftretende gekoppelte nichtlineare Gleichungssystem folgt die Frage, was die Anwendung des richtigen Newton-Raphson Verfahrens liefern würde, [15]. Dieses stellt sich nämlich als effizienter heraus, wenn am Gauß-Punkt kein optimierter Spannungsalgorithmus verwendet werden kann (d.h. z.B. die Reduktion auf eine Gleichung wie bei [3], falls dies möglich ist). Eine weitere Fragestellung behandelt die Berechnung der Lagerreaktionen an denjenigen Knoten, bei denen Verschiebungsrandbedingungen vorgegeben sind, was nur mit der Methode der Lagrange-Multiplikatoren möglich ist, [16]. Damit verbunden ist jedoch die Änderung des DAE-Systems, da damit zusätzliche Gleichungen und zusätzliche Unbekannte folgen. Darüber hinaus müssen bei zeitadaptiven Berechnungen die Lagrange-Multiplikatoren (Lagerreaktionen) mit in die lokale Fehlerschätzung einbezogen werden. Zudem ist eine genaue Kenntnis der Struktur der Gleichung vor dem Hintergrund anderer DAE-Löser unbedingt erforderlich.

Einen weiteren Aspekt behandelt die bei vielen Materialmodellen existierende Annahme der plastischen (bzw. inelastischen) InkompRESSibilität bei großen Deformationen. Runge-Kutta basierte Verfahren verletzen diese Bedingung bei der Zeitintegration. Hierzu müssten sogenannte geometrienerhaltende Verfahren, siehe [17], herangezogen werden. In [18] ist ein Projektionsverfahren verwendet worden, was zu einem Zusatzaufwand führt. Es stellt sich jedoch dabei heraus, dass sich bei schrittweitengesteuerten Verfahren höherer Ordnung der Aufwand der Projektion nicht lohnt, da sowohl der Gesamtfehler als auch der Fehler der Verletzung der inelastischen InkompRESSibilität vernachlässigbar ist.

Gekoppelte Feldprobleme

Bei Feldproblemen, die nicht nur die Deformation als Unbekannte haben, sondern bei denen auch weitere Variablen, wie zum Beispiel die Temperatur (thermomechanisch gekoppelte Fragestellung, siehe Abb. 2), auftreten, kommen neben den Gleichgewichtsbedingungen weitere partielle Differentialgleichungen vor (oberflächen- oder volumengekoppelt). Bei thermomechanischer Kopplung folgt schon bei dem einfachsten Fall der Thermoelastizität aus der Diskretisierung der schwachen Formulierung ein DAE-System. Der algebraische Anteil stellt erneut die diskretisierte Gleichgewichtsbedingung dar, jedoch repräsentiert hier der differentielle Anteil die diskretisierte Wärmeleitungsgleichung. Auch hier zeigen sich enorme Rechenzeitgewinne bei Verwendung von Rosenbrock-Verfahren. Die Erweiterung auf inelastische Materialmodelle führt lediglich auf größere DAE-Systeme und eine größere Möglichkeit, unterschiedliche algorithmische Strategien zu behandeln. Sie erfordern jedoch spezielle Untersuchungen, da einerseits die reine Wärmeleitungsgleichung eine Kopplung zwischen Raum- und Zeitdiskretisierung impliziert und andererseits Ordnungsreduktionen bei speziellen thermischen Randbedingungen auftreten können.

Die Behandlung von DAE- oder ODE-Systemen von Fluid-Struktur Interaktionsproblemen eröffnen ein interessantes Gebiet von schrittweitengesteuerten Verfahren hoher Ordnung. Die Schrittweitensteuerung hat den Vorteil, dass der Nutzer sich keine Gedanken über eine optimale Schrittweite machen muss. Sie wird durch die gewünschten Toleranzen von dem Fehlerschätzer an die zugrunde liegende Problematik angepasst. Erste Untersuchungen bei thermischen FSI-Problemen

(Abkühlen einer heißen Platte) zeigen, dass dies sogar zu erheblich effizienteren Berechnungen führen kann, siehe [19]. Ein besonders interessanter Aspekt von DIRK-Verfahren höherer Ordnung ist die Tatsache, dass in jeder Stufenberechnung die Struktur eines impliziten Euler-Verfahrens (BE-Verfahren) vorliegt, so dass Programme, die auf dem BE-Verfahren basieren, leicht auf Verfahren höherer Ordnung sowie Schrittweitensteuerung erweitert werden können (d.h. auch kommerzielle oder nicht-kommerzielle Inhouse-Codes). Darüber hinaus ist Zeitadaptivität bei den zunehmend komplexer werdenden Fragestellungen äußerst sinnvoll, da zum großen Teil nicht bekannt ist, wie die optimale Schrittweite, insbesondere bei gekoppelten Fragestellungen, zu wählen ist.

Hohe Ordnung in Raum und Zeit

Die Verwendung von Zeitintegrationsverfahren höherer Ordnung liefert derzeit eine robuste Möglichkeit adaptiv zu rechnen. Der Raumdiskretisierungsfehler ist jedoch zum Teil viel größer. Eine Möglichkeit zur Reduktion des Fehlers ist die Erhöhung der Elementanzahl (h -Verfeinerung), was jedoch nicht die Ordnung im Raum hebt. Alternativ hierzu kann der Polynomgrad der Finite-Elemente Approximation (p -Version der Methode der finiten Elemente) erhöht werden, siehe [20–22]. Erste Untersuchungen unterschiedlicher Zeitintegratoren höherer Ordnung und p -Elemente auf Basis von Legendre-Polynomen deuten auf eine hohe Effizienz auch bei hohen Genauigkeitsordnungen im Vergleich zu klassischen linearen Approximationen sowohl in der Raum- als auch der Zeitdiskretisierung hin, siehe Abb. 3. Insbesondere stellt sich hierbei auch heraus, dass Legendre-Elemente hoher Ordnung auch große Netzdeformationen zulassen.

Literatur

- [1] Truesdell, C., Noll, W.: The Non-linear field theories of Mechanics, Springer, Berlin, 1965.
- [2] Haupt, P.: Continuum Mechanics and Theory of Materials, Springer, Berlin, 2002.
- [3] Simo, J. C., Taylor, R.: Consistent tangent operators for rate-independent elastoplasticity. *Comp. Meth. Appl. Mech. Eng.*, 48:101–118, 1985.
- [4] Wittekindt, J.: Die numerische Lösung von Anfangs-Randwertproblemen zur Beschreibung inelastischen Werkstoffverhaltens. Diss., FB Mathematik, TU Darmstadt, 1991.
- [5] Fritzen, P.: Numerische Behandlung nichtlinearer Probleme der Elastizitäts- und Plastizitätstheorie. Diss., FB Mathematik, TU Darmstadt, 1997.
- [6] Ellsiepen, P.: Zeit- und ortsadaptive Verfahren angewandt auf Mehrphasenprobleme poröser Medien. Diss., Universität Stuttgart, 1999.
- [7] Ellsiepen, P., Hartmann, S.: Remarks on the interpretation of current non-linear finite-element-analyses as differential-algebraic equations. *Int. J. Num. Meth. Eng.*, 51:679–707, 2001.
- [8] Diebels, S., Ellsiepen, P., Ehlers, W.: Error-controlled Runge-Kutta time integration of a viscoplastic hybrid two-phases model. *Technische Mechanik*, 19:19–27, 1999.
- [9] Hartmann, S.: Computation in finite strain viscoelasticity: finite elements based on the interpretation as differential-algebraic equations. *Comp. Meth. Appl. Mech. Eng.*, 191(13–14):1439–1470, 2002.
- [10] Hartmann, S. and Bier, W.: High-order time integration applied to metal powder plasticity. *Int. J. Plasticity*, 24(1):17–54, 2008.
- [11] Scherf, O.: Numerische Simulation inelastischer Körper. *Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 20 Nr. 321*. VDI-Verlag, Düsseldorf, 2000.
- [12] Eckert, S., Baaser, H., Gross, D., Scherf, O.: A BDF2 integration method with step-size control for elastoplasticity. *Computational Mechanics*, 34(5):377–386, 2004.
- [13] Hartmann, S., Wensch, J.: Finite element analysis of viscoelastic structures using Rosenbrock-type methods. *Computational Mechanics*, 40:383–398, 2007.
- [14] Hartmann, S., Hamkar, A.-W.: Rosenbrock-type methods applied to finite element computations within finite strain viscoelasticity. *Comp. Meth. Appl. Mech. Eng.*, 199(23–24):1455–1470, 2010.
- [15] Hartmann, S.: A remark on the application of the Newton-Raphson method in non-linear finite element analysis. *Computational Mechanics*, 36(2):100–116, 2005.
- [16] Hartmann, S., Quint, K. J., Hamkar, A.-W.: Displacement control in time-adaptive non-linear finite-element analysis. *ZAMM*, 88(5):342–364, 2008.
- [17] Hairer, E., Lubich, C., Wanner, G.: *Geometric Numerical Integration*. Springer, Berlin, 2002.
- [18] Hartmann, S., Quint, K.J., Arnold, M.: On plastic incompressibility within time-adaptive finite elements combined with projection techniques. *Comp. Meth. Appl. Mech. Eng.*, 198: 178–193, 2008.
- [19] Birken, P., Quint, K.J., Hartmann, S., Meister, A.: A time-adaptive fluid-structure interaction method for thermal coupling, accepted for publication, *Comp. and Visual. in Science*, 2010.
- [20] Szabo, B., Babuska, I.: *Finite Element Analysis*. Wiley, New York, 1991.
- [21] Düster, A.: *High order finite elements for three-dimensional, thin-walled non-linear continua*. Shaker Verlag, Aachen, 2002.
- [22] Hughes, T. J. R., Cottrell, J. A., Bazilevs, Y.: Isogeometric analysis: CAD, finite elements, NURBS, exact geometry and mesh refinement. *Comp. Meth. Appl. Mech. Eng.*, 194:4135–4195, 2005.



Stefan Hartmann studierte von 1982 – 1989 Bauingenieurwesen an der Universität Kassel. Der Schwerpunkt lag in den beiden Diplomarbeiten auf der Anwendung von numerischen Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen sowie auf der Modellierung von Beton. 1993 promovierte er im Fachgebiet Kontinuumsmechanik des FB Maschinenbaus der Universität Kassel auf einem Themengebiet zur Berücksichtigung von Modellen der geschwindigkeitsunabhängigen Plastizität mit kinematischer Verfestigung bei großen Verzerrungen. 2003 folgte ebenfalls dort die Habilitation über die DAE-Interpretation der Methode der finiten Elemente. Stefan Hartmann arbeitet auf den Gebieten der experimentellen Untersuchungen von Festkörpermateriale, der Materialmodellierung, der Parameteridentifikation, sowie im Bereich der Anwendung von Lösungsverfahren für große Algebro-Differentialgleichungssysteme. Nach mehreren Aufenthalten an der Ben-Gurion University of the Negev in Israel erhielt er einen Ruf auf die Professur für Festkörpermechanik der TU Clausthal, die er seit 2008 inne hat.

Forschen und Lehren in guter Gesellschaft



Foto: Peter Ulrich Heim

AM MITGLIED WERDEN!

Dr.-Ing. Thomas-Peter Fries studierte Bauingenieurwesen und Computational Sciences in Engineering an der Technischen Universität Braunschweig. Seine Masterarbeit im Bereich der Strömungsmechanik schrieb er während eines sechsmonatigen Auslandssemesters an der Chuo University in Tokio. In seiner Promotion im Graduiertenkolleg für Wechselwirkung von Struktur und Fluid in Braunschweig beschäftigte sich Herr Fries mit der Kopplung netzfreier Verfahren und der klassischen Finite Element Methode. Daraufhin war er als Post-doctoral fellow an der Northwestern University in Chicago auf dem Gebiet der Erweiterten Finite Element Methode tätig. Seit Oktober 2006 leitet Herr Fries eine Forschungsgruppe im Rahmen des Emmy-Noether-Programms der DFG. Der Titel des Projekts lautet „Numerische Verfahren für Diskontinuitäten in der Kontinuumsmechanik“ und ist an der RWTH Aachen angesiedelt. Das Habilitationsverfahren für Herrn Fries wird im Januar 2011 eröffnet.

Zahlreiche physikalische Phänomene sind durch schlagartige Veränderungen von Zustandsgrößen charakterisiert. Diese ereignen sich lokal über Längenskalen, die oft vernachlässigbar klein im Vergleich zum beobachteten Gebiet sind. Risse, Scherbänder, Materialübergänge und Schockfronten sind nur einige ingenieursrelevante Beispiele. Die Simulation und damit das Verständnis dieser komplexen Vorgänge sind der Antrieb für die Forschungsaktivitäten von Herrn Fries.

Für die Simulation dieser Phänomene sind numerische Verfahren erforderlich, die Lösungen mit Sprüngen, Knicken und steilen Gradienten, also „nicht-glatte“ Lösungen, ohne Genauigkeitsverlust approximieren können. Dies kann von numerischen Standardverfahren wie der Finite Element Methode (FEM) allerdings nur dann geleistet werden, wenn geeignete Netze konstruiert und während der Simulation aufrechterhalten werden. Allerdings kann dies zum Beispiel bei sich bewegenden Grenzflächen, an denen Diskontinuitäten erwartet werden, oft nicht mit vertretbarem Aufwand realisiert werden. Deshalb ist ein Ziel der Emmy-Noether-Forschungsgruppe von Herrn Fries, numerische Methoden zu entwickeln, die „nicht-glatte“ Lösungen ohne Genauigkeitsverlust unabhängig vom Netz approximieren können. Hierbei hat sich die Erweiterte Finite Element Methode (engl. eXtended Finite Element Method: XFEM) als hervorragend geeignetes Verfahren herausgestellt.

In der XFEM wird die klassische FEM-Approximation um zusätzliche Terme erweitert, die speziell für das Erfassen der „nicht-glatte“ Lösungsanteile konstruiert sind [1]. Dabei wird Wissen in den Approximationsraum eingearbeitet, das vorab durch die Kenntnis des zugrunde liegenden Modells bekannt ist. Zahlreiche Forschungsaktivitäten der Gruppe um Herrn Fries beziehen sich auf diese innovative Methode. So wurden verschiedene Varianten der XFEM vorgeschlagen [2,3], bei denen typische Probleme der Standard-XFEM gelöst werden und die Genauigkeit

weiter verbessert wird. Eine Erweiterung der XFEM auf höhere Ordnung (p-XFEM) ist dabei ebenso gelungen [4] wie die Erweiterung auf Netzverfeinerungen im Kontext hängender Knoten (h-XFEM) [5]. Letzteres kann vor allem dann sinnvoll sein, wenn die XFEM dazu verwendet wird, um Diskontinuitäten abzubilden und die Verfeinerung, um

zusätzlich auftretende steile Gradienten (etwa an einer Rissfront) zu erfassen. Weitere Aspekte der XFEM, die in Publikationen von Herrn Fries diskutiert werden, behandeln die Zeitintegration bei sich bewegenden Grenzflächen, das Erzwingen von Übergangsbedingungen an Grenzflächen und die Entwicklung von Anreicherungs-funktionen.

In der XFEM-Community hat die Forschungsgruppe von Herrn Fries große internationale Sichtbarkeit erzielt. Dies ist auch an der Tatsache abzulesen, dass Herr Fries als Conference Chairman die ECCOMAS-Themenkonferenz XFEM 2009 ausrichten durfte und derzeit zusammen mit Prof. Zilian und Prof. Moës Editor einer Sonderausgabe zur XFEM im renommierten International Journal for Numerical Methods in Engineering ist. Sowohl im Bereich der XFEM als auch neu-

erdings im Bereich der isogeometrischen Analyse bietet Herr Fries zusammen mit Prof. Zilian mehrtägige Seminare an, die jährlich für Teilnehmer aus Forschung und Industrie stattfinden. Zuletzt kamen dabei zwei Drittel der 25 Teilnehmer aus dem Ausland.

Im Ingenieurbereich stehen zu Recht üblicherweise Anwendungen im Vordergrund und nicht numerische Verfahren. Trotzdem erschien es Herrn Fries zunächst unerlässlich, sich mit grundlegenden, methodisch orientierten Fragestellungen rund um Probleme mit „nicht-glatte“ Lösungen zu beschäftigen. Inkonsistenzen in den Verfahren können bei diesen Anwendungen häufig zu einem Genauigkeits- und sogar Stabilitätsverlust führen. Nach den methodischen Vorarbeiten wird der Fokus in den letzten Jahren nun aber verstärkt auf praxisrelevante Anwendungen gelegt.

STECKBRIEF



Im Bereich der Strukturmechanik ist vor allem die Simulation von Brüchen, insbesondere die Ausbreitung von Rissen, untersucht worden. Dabei wurde eine einheitliche XFEM-Formulierung für verschiedene Rissmodelle (spröde und kohäsive Brüche) vorgeschlagen und untersucht. Ziel ist es, modellunabhängige Ansätze zu verwenden, die keine anwendungsspezifische Modifikation benötigen. Derzeit wird der Fokus auf dreidimensionale Bruchvorgänge gelegt. Herr Fries hat auf diesem Gebiet zwei weitere Forschungsvorhaben mit Anwendungen in der Biomechanik und Geomechanik eingeworben. In einem dritten beantragten Vorhaben geht es um die Bruchfestigkeit von Mauerwerk.

In der Fluidmechanik beschäftigt sich Herr Fries vor allem mit Zwei-Phasen-Strömungen, bei denen Zustandsgrößen

diskontinuierlich am Interface sind. Der Löser, in dem Anreicherung, Adaptivität und Parallelisierung umgesetzt sind, ist hier in zwei und drei Dimensionen auf einem sehr fortgeschrittenen Stand. Das Verfahren ist auch für die Simulation freier Oberflächen geeignet, wenn ein virtuelles Fluid mit vernachlässigbarer Dichte und Viskosität einem physikalischen Fluid hinzugefügt wird. Dies ermöglicht ferner eine vereinfachte Simulation von schwimmenden Körpern auf der freien Oberfläche eines Fluides, einem besonders anspruchsvollen Beispiel für Fluid-Struktur-Interaktion.

Sowohl über die Forschungsaktivitäten von Herrn Fries als auch über die XFEM lassen sich weitere Informationen im Internet unter www.xfem.rwth-aachen.de finden.

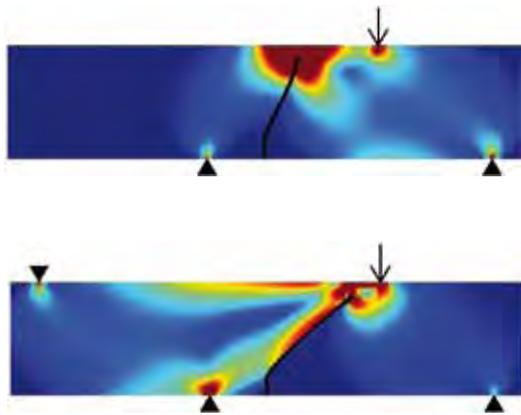


Abbildung 1: Rissausbreitung in zwei Dimensionen. Sowohl der Sprung des Verschiebungsfeldes am Riss als auch die hohen Gradienten des Spannungsfeldes werden über Anreicherungen in der XFEM-Approximation erfasst.

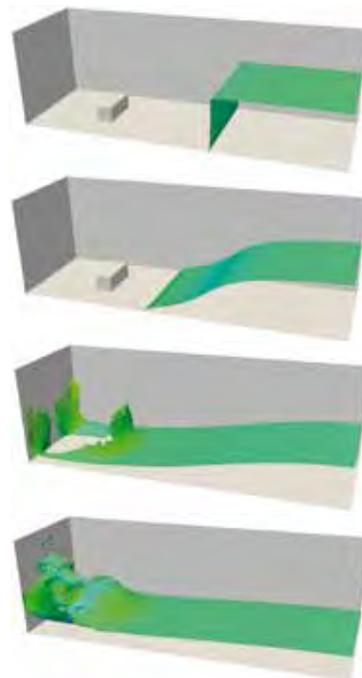


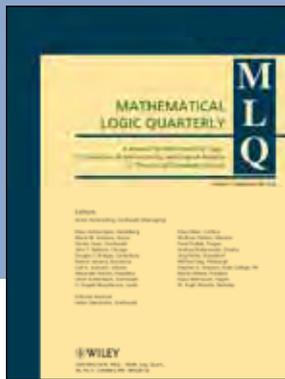
Abbildung 2: Zwei-Phasen-Strömung mit Oberflächenspannung. Die Approximation wird angereichert, um den Sprung des Druckfeldes und den Knick des Geschwindigkeitsfeldes an der Grenzfläche abbilden zu können.

Literatur

- [1] T.P. Fries, T. Belytschko: The extended/generalized finite element method: An overview of the method and its applications, Internat. J. Numer. Methods Engrg., 84, 253-304, 2010.
- [2] T.P. Fries, T. Belytschko: The intrinsic partition of unity method, Comput. Mech., 40, 803-814, 2007.
- [3] T.P. Fries: A corrected XFEM approximation without problems in blending elements, Internat. J. Numer. Methods Engrg., 75, 503-532, 2007.
- [4] K.W. Cheng, T.P. Fries: Higher-order XFEM for curved strong and weak discontinuities, Internat. J. Numer. Methods Engrg., 82, 564-590, 2010.
- [5] T.P. Fries, A. Byfut, A. Alizada, K.W. Cheng, A. Schröder: XFEM and hanging nodes, Internat. J. Numer. Methods Engrg., DOI: 10.1002/nme.3024 (early view).

Kontakt

Dr.-Ing. Thomas-Peter Fries
 Emmy-Noether-Nachwuchsgruppenleiter
 Lehrstuhl für Computergestützte Analyse Technischer Systeme
 RWTH Aachen
 Schinkelstr. 2
 D-52062 Aachen
 Tel.: +49 (0)241 80 99930
 Fax: +49 (0)241 80 92910
 Email: fries@cats.rwth-aachen.de
 Web: www.xfem.rwth-aachen.de



Mathematical Logic Quarterly

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

2011. Volume 57, 6 issues.
Print ISSN 0942-5616
Online ISSN 1521-3870

Managing Editors

B. Löwe, Amsterdam,
NL & Hamburg, GER
K. Meer, Cottbus, GER
P. Pudlak, Prague, CZ

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

Hot Papers

- On coding uncountable sets by reals (2010, 56, 409)
- The quantifier complexity of polynomial-size iterated definitions in first-order logic (2010, 56, 573)
- On the computational content of the Bolzano-Weierstraß Principle (2010, 56, 508)
- Proof interpretations with truth (2010, 56, 591)

www.mlq-journal.org



Mathematische Nachrichten

Mathematical News

2011. Volume 284, 18 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.

Hot Papers

- Erhard Schmidt and his contributions to functional analysis (2010, 283, 6)
- Sheaves of C^* -algebras (2010, 283, 21)
- Weighted Markov-type inequalities, norms of Volterra operators, and zeros of Bessel functions (2010, 283, 40)
- The Dirichlet problem for second order parabolic operators in non-cylindrical domains (2010, 283, 522)

www.mn-journal.org



ZAMM

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

2011. Volume 91, 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. Wieners, 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 Chemical Vapor Infiltrated C/C Composites
Guest-Editors: Thomas Böhlke and Igor Tsukrov
- Mathematical Elasticity In Memory of Prof. Iosif Vorovich's 90th Birthday
Guest-Editors: Victor A. Eremeyev and Leonid P. Lebedev

www.zamm-journal.org



PAMM

Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics

2011. Volume 11 (online only).
Online ISSN 1617-7061



GAMM – Mitteilungen

GAMM – Reports

2011. Volume 34, 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

- Mathematical Problems in Solid Mechanics
Guest-Editors: H. D. Alber, P. Neff and A. Visintin
- Reflections on the History of Mechanics
Guest-Editor: E. Stein

Hot Papers

- Solving geometrically exact micromorphic elasticity with a staggered algorithm (2010, 33, 57)
- Semismooth Newton methods for variational problems with inequality constraints (2010, 33, 8)

www.gamm-mitteilungen.org

PAMM publishes the proceedings of the annual GAMM conferences.

Coming in Volume 11:

The Proceedings of the 82nd Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics (GAMM 2011), at Graz University of Technology, Austria, April 18 - 21, 2011.

www.gamm-proceedings.org



wileyonlinelibrary.com/subject/mathematics

For subscription details please contact
Wiley Customer Service:

WILEY-BLACKWELL

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

service@wiley-vch.de (Germany/Austria/Switzerland)

cs-japan@wiley.com (Japan)

JAHRESBERICHT 2010 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 2010 wurde die DFG-Forschergruppe FOR 797 (Microplast) erfolgreich zwischenbegutachtet.

Außerdem wurden durch Mitglieder des Fachausschusses mehrere Tagungen mit einschlägigem, thematischem Bezug organisiert.

Insbesondere werden hier folgende Aktivitäten erwähnt:

- Ninth GAMM Seminar on Microstructures, 22.-23.01.2010, Stuttgart, organizers: C. Miehe, F. Hildebrand, D. Rosato.
- Mathematical Models for Crystal Plasticity, Minisymposium, GAMM-Jahrestagung 2010, organizers: M. Ortiz, S. Müller.
- Oberwolfach Workshop on Microstructures in Solids: From Quantum Models to Continua, 14.-20.03.2010, organizers: A. Mielke, M. Ortiz.

JAHRESBERICHT 2010 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

ANGEWANDTE UND NUMERISCHE LINEARE ALGEBRA (ANLA)



Peter Benner



Daniel Kressner

Der Fachausschuss ANLA, der 2010 positiv evaluiert wurde, hat z. Zt. 79 Mitglieder aus 17 Ländern, was einem Mitgliederzuwachs von etwa 30% gegenüber 2009 entspricht. Der diesjährige Workshop fand vom 26.-27.05.2010 in Novi Sad (Serbien) gekoppelt an die Tagung „Applied Linear Algebra“ mit ca. 110 Teilnehmern statt, der Schwerpunkt war „Positivity“. Eingeladene Sprecher waren Juan Manuel Peña (Saragossa), Michael Tsatsameros (WSU, Pullman), Peter Butkovi (Birmingham). In 2011 findet der ANLA Workshop 22.-23.9. in Bremen zum Thema „Modellreduktion“ statt.

Schwerpunkt der Aktivitäten in 2010 war der Ausbau der Beziehungen zu anderen wissenschaftlichen Gesellschaften. So hat die International Linear Algebra Society (ILAS) die Finanzierung eines ILAS Sprechers bei zukünftigen GAMM ANLA Workshops zugesagt. Im Gegenzug wird es bei der ILAS Konferenz 2011 in Braunschweig erstmals einen GAMM Sprecher, Melina Freitag (Bath), geben. Mit der SIAM Activity Group on Linear Algebra (SIAG/LA) wurden eine Reihe von gemeinsamen Aktivitäten geplant.

So wird bei der ICIAM 2011 ein Minisymposium „Numerical Linear Algebra beyond Linear Systems and Eigenvalues“ gemeinsam von den beiden Vorsitzenden (Michele Benzi für SIAG/LA, Peter Benner für ANLA) organisiert. Darüber hinaus wird P. Benner als GAMM Repräsentant im Programmkomitee der SIAM Conference on Applied Linear Algebra 2012 in Valencia vertreten sein. Ebenso wurde eine Zusammenarbeit bei der Planung der nächsten Sommerschulen ISSNLA vereinbart. Mit dem spanischen Netzwerk ALAMA zur Linearen Algebra, Matrixanalysis und ihren Anwendungen soll es einen gemeinsamen Workshop in 2013 oder 2014 geben.

JAHRESBERICHT 2010 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. Das FA Treffen 2010 fand im Rahmen des FA Workshops Recent trends in mathematics related to pde constrained optimization in Paderborn statt (Organisation Hinze/Schulz/Walther).

Viele Mitglieder stehen im Rahmen des SPP 1253 Optimization with PDE constraints 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 (Elliott/Giga/Hinze/Styles), ein AD Workshop (Walther), ein Ski Seminar (Herzog) und das SPP Kolloquium in Freising (Leugering). Ferner werden Aktivitäten in Richtung Modellreduktion und Optimierung mit PDEs forciert. Zu nennen sind hier Workshops in Ulm (Urban) und in Berlin (Benner, Hinze). Erschienen ist zudem ein Themenheft des FA mit dem Titel PDE constrained optimization in den GAMM Mitteilungen 33. Weitere Aktivitäten finden Sie unter www.math.uni-hamburg.de/spag/gamm/

JAHRESBERICHT 2010 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 16./17. 04. 2010 an der TU Berlin, das freundlicher Weise von Herrn Prof. Timo Reis mit organisiert wurde. Das wissenschaftliche Programm umfasste 16 Vorträge. Das zweite Treffen fand am 22.09.2010 gemeinsam mit den GMA-Fachausschüssen 1.30 und 1.40 im Sporthotel Anif statt, welches dankenswerterweise von den Kollegen Prof. Andreas Kugi und Prof. Boris Lohmann mit organisiert wurde. Im Rahmen des Treffens wurden 14 wissenschaftliche Vorträge, so wie eine Aussprache des FA abgehalten. Die Erweiterung des Ausschusses durch neue Mitglieder, insbesondere neu berufene KollegInnen, gehört zu den wichtigsten Aktivitäten. Im vergangenen Jahr konnten fünf neue Mitglieder aufgenommen werden, die vorher einen Vortrag bei unseren Workshops hielten.

Wie jedes Jahr wirkte auch diesmal der FA bei der Gestaltung des Programms der Jahrestagung durch Vorschläge für Minisymposia 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://www.regpro.jku.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 2010 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

BIOMECHANIK



Wolfgang Ehlers



Bernd Markert

Die Biomechanik wie auch die Mechanobiologie sind innovative und zukunftsweisende Forschungsfelder, deren Ziel die theoretische Modellierung und die numerische Simulation biologischer Systeme darstellt. Hierbei sind makroskopische Untersuchungen des Bewegungsapparats und die kontinuumsmechanische Beschreibung weicher und harter Gewebe ebenso im Fokus wie Modelle auf der Mikro- und Nanoskala, die sich mit Fragen der Mechanotransduktion und Mechanosensation auseinandersetzen, wie z. B. der Simulation mechanisch induzierter Zellreaktionen unter Einbeziehung systembiologischer Methoden.

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 21 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 wurde 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

Interessierte GAMM- Mitglieder sind herzlich zur Mitarbeit eingeladen

JAHRESBERICHT 2010 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

ANGEWANDTE OPERATORTHEORIE



Birgit Jacob

Der Fachausschuss Angewandte Operatortheorie fördert die Kommunikation und Zusammenarbeit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, deren Arbeitsgebiet in der Anwendung und Theorie von operatortheoretischen Methode 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 2010:

- Ausrichtung der Sektion „Angewandte Operatortheorie“, Jahrestagung der GAMM 2010. Organisation: B. Jacob (Wuppertal) und A. Ran (VU Amsterdam).
- Ausrichtung der IWOTA 2010 an der TU Berlin mit über 350 Teilnehmern aus 50 Nationen vom 12.-16. Juli 2010. Organisatoren: J. Behrndt (TU Berlin), K.-Rahmen der Konferenz wurde auch das Jahrestreffen des Fachausschusses abgehalten. Einstimmig wurde B. Jacob (Wuppertal) als Vorsitzende des Fachausschusses gewählt. Als ihre Stellvertreterin und Stell-

vertreter wurden J. Behrndt (Berlin), Chr. Tretter (Bern) und C. Trunk (Ilmenau) bestimmt.

Geplante Aktivitäten des Fachausschusses 2011:

- Ausrichtung der Sektion „Angewandte Operatortheorie“, Jahrestagung der GAMM 2011. Organisation: M. Lindner (Chemnitz), St. Roch (Darmstadt).
- Ausrichtung der CDPS 2011 (Control of Distributed Parameter Systems) an der Bergischen Universität Wuppertal im Juli 2011. Organisation: B. Jacob (Wuppertal) und R. Schnaubelt (Karlsruhe).



JAHRESBERICHT 2010 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

MULTISCALE MATERIAL MODELING

Thomas Böhlke

Der Ausschuss verfolgt das Ziel, als Diskussions- und Interaktionsforum für Mechaniker, Mathematiker, Materialwissenschaftler und Ingenieure zu dienen, deren Forschungsthemen schwerpunktmäßig in den Bereichen Homogenisierung, Mikromechanik und Mehrskalmethoden liegen. Besondere Aufmerksamkeit widmet der Fachausschuss der Vermittlung von Fachkenntnissen aus den Bereichen mikro-mechanischer und mehrskaliger Simulationsmethoden an junge Nachwuchswissenschaftler.

Das jährliche Treffen des Fachausschusses fand vom 09.-10. Juli 2010 an der Ruhr-Universität Bochum statt und wurde mit einem wissenschaftlichen Seminar verbunden. Gastgeber war Prof. Dr.-Ing. Holger Steeb, Institut für Mechanik der Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften. Das nächste Seminar wird vom 30.06. bis

01.07.2011 an der Technischen Universität Kaiserslautern von Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller organisiert.

Mitglieder des Fachausschusses waren an der Organisation diverser Tagungen und Workshops beteiligt, zum Teil federführend. Beispielhaft sei der 23rd International Workshop Research in the Mechanics of Composites genannt, der vom 29.11. bis zum 01.12.2010 in Bad Herrenalb stattfand. Für das Jahr 2012 ist die Veranstaltung einer Sommerschule geplant, bei der theoretische und numerische Aspekte von Mehrskalmethoden sowie die in diesem Zusammenhang relevanten experimentellen Methoden kompakt dargestellt werden sollen.

JAHRESBERICHT 2010 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

NUMERISCHE METHODEN FÜR PARTIELLE DIFFERENTIALGLEICHUNGEN



Christian Wieners



Stefan A. Sauter

Im Jahr 2010 hat Christian Wieners (Karlsruher Institut für Technologie) den Vorsitz und Stefan A. Sauter (Universität Zürich) den stellvertretenden Vorsitz des GAMM-Fach-ausschusses „Numerische Methoden für Partielle Differentialgleichungen“ übernommen.

Ausgewählte Aktivitäten von Ausschussmitgliedern:

- 26. GAMM-Seminar Leipzig „Tensor Approximations and High-Dimensional Problems“ - Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften. 22.-24. Februar 2010 - Organisation: Lars Grasedyck (RWTH Aachen), Wolfgang Hackbusch (MPI Leipzig), Bo-ris Khoromskij (MPI Leipzig) <http://www.mis.mpg.de/scicomp/gamm26>
- 81. GAMM-Jahrestagung Karlsruher Institut für Technologie - 22.-26. März 2010 - Organisation: Christian Wieners, Karl Schweizerhof, Michael Plum, Wolfgang Seemann, Willy Dörfler, Thomas Böhlke <http://www.gamm2010.uni-karlsruhe.de>
- CiHPC: Competence in High Performance Computing - HPC Status Konferenz der Gau-Allianz e.V., Schloss Schwetzingen - 22.-24. Juni 2010 - Organisation: Gabriel Wittum <http://www.techsim.org/CiHPC/Programme.pdf>
- Minisymposium „Computational Wave Propagation“ GAMM-Jahrestagung - Organisation: Ralf Hiptmair (ETH Zürich) <http://www.gamm2010.uni-karlsruhe.de>
- Zürich Summerschool 2010, „Sparse Tensor Discretizations of High-Dimensional Problems“ ETH Zürich, 23. - 27. August 2010, Organisation: Ralf Hiptmair (ETH Zürich), Stefan A. Sauter (Universität Zürich), Christoph Schwab (ETH Zürich) <http://www.sam.math.ethz.ch/zss20>
- 8. Söllerhaus-Workshop, „Fast Boundary Element Methods in Industrial Applications“, 30. September - 3. Oktober 2010, Organisation: Olaf Steinbach

Die Zielsetzungen des Ausschusses und die aktuelle Liste der Mitglieder finden Sie auf der Webseite des Fachausschusses <http://gamm-sc.mathematik.uni-karlsruhe.de>

JAHRESBERICHT 2010 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES COMPUTERUNTERSTÜTZTE BEWEISE UND SYMBOLISCHES RECHNEN



Michael Plum



Walter Krämer

Das wichtigste Ereignis aus Sicht unseres Fachausschusses in 2010 war sicherlich die SCAN-Tagung (14th GAMM-IMACS International Symposium on Scientific Computing, Computer Arithmetic and Validated Numerics), die vom 27. September bis zum 3. Oktober in Lyon stattfand. Die gut besuchte und sehr interessante Tagung war hervorragend organisiert (von dieser Stelle hier nochmals einen ganz besonderen Dank an Nathalie Revol und ihr Organisationsteam). Für Interessenten steht das vielfältige Tagungsprogramm weiterhin online zur Verfügung. Auf der im Rahmen der SCAN-Tagung abgehaltenen Fachausschusssitzung wurde insbesondere als Tagungsort der übernächsten SCAN-Tagung in 2014 Würzburg beschlossen.

Die Tagungsleitung wird dabei unserem Kollegen Jürgen Wolff von Gudenberg obliegen. Wie bereits früher angekündigt, wird zuvor die nächste SCAN-Tagung im Herbst 2012 in Novosibirsk (Tagungsleitung Sergey Shary) stattfinden.

Einige weitere Veranstaltungen, die 2010 unter Mitwirkung unseres Fachausschusses stattgefunden haben, seien hier noch kurz erwähnt:

Hauptvortrag von M. Plum: Computer-Assisted Existence and Multiplicity Proofs for Elliptic Boundary Value Problems, SIAM/MSRI Workshop on Hybrid Methodologies for Symbolic-Numeric Computation, November 17-19, 2010, Berkeley, California. Hauptvortrag von W. Krämer: High Performance

Verified Computing, CNMAC 2010, XXXIII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, September 20-23, 2010, Águas de Lindóia/SP, Brazil. Session Computer Algebra and Reliable Computing (J. v. d. Hoeven, N. Revol), ICMS 2010, September 13-17, 2010, Kobe, Japan. Hauptvortrag von S. M. Rump: Verification Methods: Rigorous Results Using Floating-point Arithmetic, ISSAC 2010, 35th International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation, general chair W. Koepf, July 25-28, 2010, München. Session Interaction Between Computer Algebra and Interval Computations (W. Krämer, M. Neher, E. Popova) at 16th International Conference on Applications of Computer Algebra, June 24-27, 2010, Vlora, Albania. PARA2010, Minisymposium High Performance Computing Interval Methods (B. Kubica), June 6-9, 2010, Reykjavik, Iceland. Summer School Computer Assisted Proofs for Semilinear Elliptic Partial Differential Equations (M. Plum fünfstündiger "lecture course"), May 17-21, 2010, Brüssel.

Wie üblich findet sich auf der Homepage unseres Fachausschusses

<http://www2.math.uni-wuppertal.de/wrswt/gamm>

zu jeder der genannten Veranstaltungen ein entsprechender Link.

JAHRESBERICHT 2010 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

MAGNETISCH KONTROLLIERTE STRÖMUNGEN



Stefan Odenbach

Das Hauptanliegen des Fachausschusses ist die Erforschung magnetisch kontrollierter Strömungen wobei die magnetische Kontrolle sowohl über Lorentz-Kräfte in elektrisch leitfähigen Flüssigkeiten wie auch über die Kelvin-Kraft in magnetisierbaren Fluiden erfolgen kann.

Beide Bereiche sind in hohem Maße anwendungsrelevant und haben viele methodische Gemeinsamkeiten hinsichtlich beispielsweise der Messtechnik oder bezüglich des Designs und der Optimierung der benötigten Magnetfelder.

Bei den elektrisch leitfähigen Systemen muss man zudem zwischen stark leitfähigen Systemen, also z.B. flüssigen Metallen, und schwachleitfähigen Fluiden unterscheiden. Bei den erstgenannten liegen Anwendungen der magnetischen Strömungskontrolle z.B. im Bereich des Stahlgusses zur Beruhigung von Strömungen.

Bei den schwachleitfähigen Fluiden ist das in den letzten Jahren immens gewachsene Feld der Magneto-Elektrochemie als wichtigstes Interessenfeld des Fachausschusses zu nennen.

Im Jahr 2010 sind von den Aktivitäten der Mitglieder des Fachausschusses neben der Ausrichtung der Sektion „Flow Control“ auf der GAMM Jahrestagung in Karlsruhe (Organisatoren J. Fröhlich, F. Stefani) die Session „Magnetohydrodynamics: Mathematical Problems and Astrophysical Applications“ auf der AIMS 2010 in Dresden (F. Stefani et al.), die Workshops „Recent trends in mathematics related to pde constrained optimization“, Paderborn und „Model Reduction for Complex Dynamical Systems“, Berlin (M. Hinze, A. Walther et al.) sowie die 13. MHD-days am FZD, Dresden (F. Stefani, A. Giesecke, G. Gerbeth) zu nennen.

AUFRUF · CALL

**Für die Jahrestagung 2012
in Darmstadt, 26. - 30. März,
veranstaltet die GAMM wieder einen
Wettbewerb**

NACHWUCHS- MINISYMPOSIEN

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 sollten sie höchstens 35 Jahre alt und noch nicht zum/zur („tenured“) Professor/in ernannt sein. Die Vortragenden sollen ebenfalls aus verschiedenen Institutionen kommen.

Das Programmkomitee wird aus den eingegangenen Bewerbungen die Nachwuchs-Minisymposien auswählen. Eine finanzielle Förderung der Teilnehmer ist nicht möglich.

Zeitplan:

bis 15. Mai 2011

Einreichung von Vorschlägen per e-mail (plain ASCII) an den Beauftragten für Nachwuchs-Minisymposien 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 2011

Entscheidung über die Auswahl und Benachrichtigung aller Bewerber.

26.-30. März 2012

Durchführung der ausgewählten Minisymposien.

**For its Annual Meeting 2012
in Darmstadt, Germany
March 26 - 30,
GAMM is arranging a Competition**

YOUNG RESEARCHERS' MINISYMPOSIA

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 apply for a young researchers' minisymposium. As all other speakers they should be at most 35 years old and not yet hold a tenured professor position. The speakers should also come from different institutions.

From the applications received, the programme committee will select the young researchers' minisymposia. There is no financial support for the participants.

Schedule:

until May 15, 2011

Submission of proposals by e-mail (plain ASCII) to the officer for young researchers' Minisymposia 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, 2011

Decision about the selection and notification of all applicants.

March, 26-30, 2012

Carrying out of the nominated minisymposia

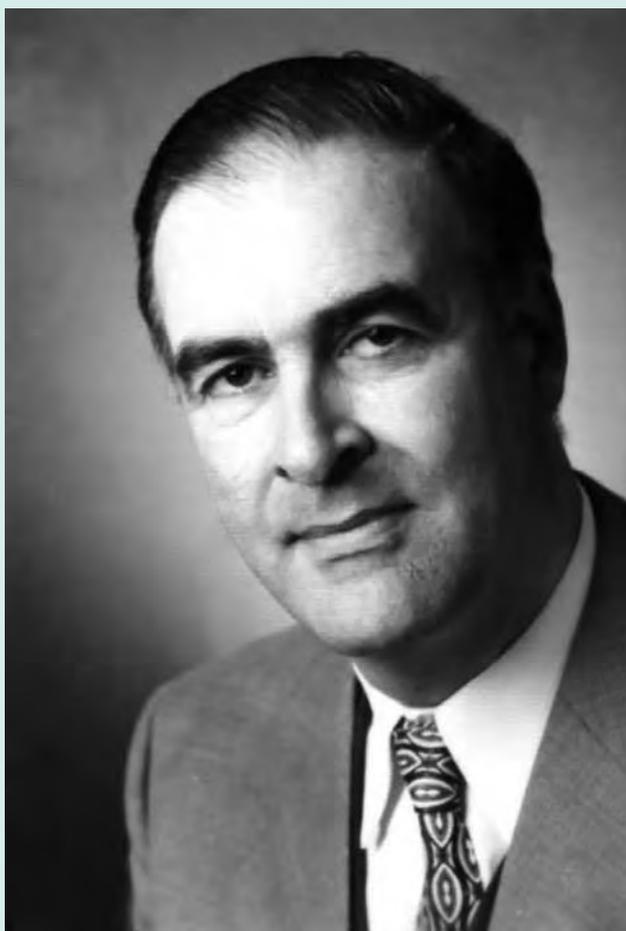
ELEKTRONISCHE WAHLEN

Für einen Verein wie die GAMM, der geographisch weit verteilte Mitglieder hat, ist die Durchführung der Wahl zu den Gremien auch auf elektronische Weise unabhängig von der Teilnahme an der Hauptversammlung wichtig und zeitgemäß. Auf diese Weise wird es allen Mitgliedern ermöglicht, an der Besetzung des Vorstandsrats und der zentralen Ämter mitzuwirken. Die Ausformulierung der hierfür erforderlichen Passagen in der Satzung ist ein Prozess im Dialog mit dem für die GAMM zuständigen Amtsgericht in Karlsruhe

und leider noch nicht abgeschlossen. Die technische Lösung für die Umsetzung der elektronischen Wahl ist bereits geschaffen und kann bei Vorliegen der formaljuristischen Voraussetzungen über die Internetseite der GAMM in Betrieb genommen werden. Wir werden rechtzeitig hierüber im Rundbrief und auf der Internetseite informieren. Die Urnenwahl im Rahmen der jährlichen Hauptversammlung bleibt auch zukünftig erhalten.

Michael Kaliske, Sekretär

INFORMATION DES GAMM VORSTANDES



Durch das Vermächtnis von Dr. Klaus Körper konnte im letzten Jahr die Dr. Klaus Körper Stiftung ins Leben gerufen werden. Dr. Klaus Körper war von 1966 bis zu seinem Tod Mitglied der GAMM. Er wurde am 6. 7. 1930 in Hannover geboren. Nach seinem Abitur in Rinteln in 1950 studierte er in Göttingen von 1951 bis 1956 Physik und promovierte in 1959 mit der Arbeit „Hochfrequenzheizung eines Plasmazylinders in einem axialen Magnetfeld“ am Max-Planck Institut für Astrophysik in München. Danach blieb er zunächst am Institut und hatte dann verschiedene Positionen bei der PreussAG und der Fa. Bölkow inne bevor er im Jahre 1975 in den Schuldienst ging. Dr. Körper verstarb am 7. 4. 2008.

Die Dr. Klaus-Körper-Stiftung dient der Förderung von Wissenschaft und Forschung in den Gebieten der Angewandten Mathematik und der Mechanik. Nach dem Willen des Stiftungsgebers sollen insbesondere junge Wissenschaftler durch die Bereitstellung von Mitteln gefördert werden. So wird seit dem Jahr 2010 der Richard von Mises Preis der GAMM durch die Stiftung vergeben. Weiterhin sollen Seminare und Workshops von Nachwuchswissenschaftlern unterstützt werden. In dem nächsten GAMM Rundbrief wird eine entsprechende Ausschreibung erfolgen.

Peter Wriggers, Vizepräsident

AUSSCHREIBUNG DES RICHARD-VON-MISES-PREISES DER GAMM 2012

CALL FOR NOMINATIONS FOR THE RICHARD VON MISES PRIZE OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF APPLIED MATHEMATICS AND MECHANICS (GAMM) 2012

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. Volker Mehrmann, vorzugsweise in elektronischer Form.

Der Einreichungstermin ist der 30. September 2011.

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

A. Bertram, Magdeburg	(2011-2016)
S. Müller, Bonn	(2011-2016)
U. Langer, Linz	(2009-2015)
A. Kluwick, Wien	(2006-2012)
Präsident der/President of GAMM	
V. Mehrmann, Berlin (Vorsitz/Chair)	(2011-2013)

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. Volker Mehrmann, preferably in electronic form.

The deadline is September 30th, 2011.

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

Prof. Volker Mehrmann
Technische Universität Berlin
Institut für Mathematik, MA 4-5
Straße des 17. Juni 136 • 10623 Berlin
Tel.: +49-(0)30-314-25736
Fax: +49-(0)30-314-79706
E-Mail: mehrmann@math.tu-berlin.de



IN MEMORIAM – PROFESSOR (EM.) DR.-ING. HABIL. DR.-ING. E. H. REINT DE BOER

Reint de Boer, von 1977 bis 2000 Professor für Mechanik im Fachgebiet Bauingenieurwesen an der heutigen Universität Duisburg-Essen, verstarb am 18. Oktober 2010 im Alter von 74 Jahren. Beigesetzt wurde er in seiner Heimat Ostfriesland auf dem ev. Friedhof zu Marienhafte.

Reint de Boer wurde am 19.12.1935 in Uppgant, Kreis Norden, geboren. Er studierte Bauingenieurwesen an der damaligen Technischen Hochschule Hannover, wurde 1966 promoviert und habilitierte sich 1970 für das Fach Mechanik an der TH Hannover.

Nach Forschungsaufenthalten an der TH Wien (Prof. H. Parkus) und an der University of California, Berkeley (Prof. K. Pister und Prof. P. Naghdi), wurde er 1977 als Professor für Technische Mechanik an den 1974 eingerichteten Fachbereich Bauwesen der Universität-GH Essen berufen. Neben seinen Verpflichtungen in Lehre und Forschung engagierte er sich beim Aufbau des Fachbereichs. Er nahm wesentlichen Anteil an der Gestaltung des Studiums und wirkte maßgeblich am Renommee des Studiengangs Bauingenieurwesen mit.

Das Fachgebiet Mechanik wurde von Reint de Boer Ende der siebziger Jahre mit großem persönlichen Einsatz aufgebaut und von ihm geprägt. Aus seiner Vorlesung „Tensorrechnung für Ingenieure“ und einer intensiven Beschäftigung mit dem Vektor- und Tensorkalkül ging unter anderem ein Lehrbuch hervor, in das viele neue Ideen zur Tensoralgebra und –analysis Eingang gefunden haben.

Seit Beginn der achtziger Jahre haben sich Reint de Boer und seine Gruppe fast ausschließlich mit der komplexen Theorie der leeren und saturierten porösen Medien beschäftigt. Ganz besonders hat sich Reint de Boer der Aufhellung der historischen Entwicklung der für das Ingenieurwesen so wichtigen „Theorie poröser Medien“ gewidmet. In arbeitsreichen Recherchen in Archiven und in persönlichen Gesprächen in Wien, Graz, Oslo, Boston und Ann Arbor hat er grundlegende Arbeiten aus den Anfängen gefunden und einige verschleierte Episoden aufklären können.

Nach seiner Emeritierung im Jahr 2000 war Reint de Boer am Institut bis zum Frühjahr 2008 forschungsmäßig aktiv. Aufgrund seines Weitblickes und seiner außerordentlichen Fachkompetenz wurde er national und international stets hoch geschätzt. In Würdigung seiner herausragenden Leistungen in Wissenschaft und Forschung, insbesondere auf dem Gebiet der „Theorie poröser Medien“, wurde ihm 2006 von der Universität Stuttgart die Ehrendoktorwürde verliehen. Aus seiner Überzeugung, dass das kreative wissenschaftliche Denken nur aus der eigenen Begeisterung erwächst und nicht verordnet werden kann, bevorzugte er die Teamarbeit und das offene und unverkrampfte Gespräch. Wir werden Reint de Boer vermissen.

Essen, im Januar 2011 Joachim Bluhm

PERSONALIA

Todesfälle

Wir gedenken:

Dr. Stefan Blenk, zuletzt in Berlin

Prof. Dr. Ing. Reint de Boer, zuletzt in Duisburg – Essen

Prof. Dr. Franz Ebersoldt, zuletzt in Duisburg – Essen

Prof. Dr. Hermann Witting, zuletzt in Freiburg

WISSENSCHAFTLICHE VERANSTALTUNGEN

GAMM

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

Tagungsjahr 2011 und 2012

April 18 – 21, 2011 in Graz, Austria
 GAMM Annual Meeting
<http://www.gamm2011.tugraz.at/>

August 22 – 26, 2011
 17th Conference of the International Linear Algebra Society (ILAS)
 „Pure and Applied Linear Algebra: The new Generation“
 Braunschweig, Deutschland
<http://www.ilas2011.de/>

September 22 – 23, 2011
 Workshop des GAMM Fachausschuss „Angewandte und Numerische Lineare Algebra“ zum Thema „Modellreduktion“
 Universität Bremen

Weitere Interessante Veranstaltungen können Sie auf den Seiten der Fachausschüsse der GAMM direkt einsehen.

Computerunterstützte Beweise und symbolisches Rechnen
<http://www.math.uni-wuppertal.de/wrswt/gamm/#conferences>

Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen
<http://gamm-sc.mathematik.uni-karlsruhe.de/index.html>

Dynamik und Regelungstheorie
<http://regpro.mechatronik.uni-linz.ac.at/gamm>
 Analysis von Mikrostrukturen
<http://www.app-ana2.uni-bonn.de/gamm-fa/>

Angewandte und Numerische Lineare Algebra
<http://www.sam.math.ethz.ch/GAMM-ANLA/>

Angewandte Operatortheorie
<http://www.math.uni-wuppertal.de/~fa/gamm/aktivitaeten.html>

Biomechanik
<http://www.mechbau.uni-stuttgart.de/ls2/gamm-FA-biomech/>

Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen
<http://www.math.uni-hamburg.de/spag/gamm/index.html.de>

Weitere Tagungen sind auf der GAMM-Homepage <http://www.gamm-ev.de> einzusehen.

IUTAM

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

August 19 – 24, 2012
 23rd ICTAM 2012
 Beijing, China
<http://www.ictam2012.org/>

ECCOMAS

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

September 10-14, 2012
 ECCOMAS 2012
 Vienna, Austria
<http://eccomas2012.conf.tuwien.ac.at/>

EUROMECH

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

September 2011
 12th European Mechanics of Materials Conference (EMMC12)
 Paris, France
<http://www.euomech.org/conferences/EMMC/EMMC12>

EMS

European Mathematical Society
<http://www.euro-math-soc.eu/>

MFO

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

CISM

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

Verschiedene Veranstaltungen 2011

4th GACM Colloquium on Computational Mechanics
 August 31 – September 2, 2011
 Technische Universität Dresden, Germany
<http://gacm2011.bau.tu-dresden.de>

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

ADVANCED CISM-COURSES, STATIONEN AUF DEM WEG ZUM DOKTORAT UND ZUR HABILITATION



Das CISM (International Centre for Mechanical Sciences) in Udine ist für eine Vielzahl von Nachwuchswissenschaftler/innen auf dem Gebiet der Mechanik (Festkörpermechanik, Strömungsmechanik, Werkstoffmechanik, Mikro- und Nanomechanik, Biomechanik, Umwelt-Mechanik, Mechatronik ...und angrenzende Fachgebiete) eine wesentliche Station auf ihrem Weg zum Doktorat, zur Habilitation oder zu anderen wissenschaftlichen Zielen geworden. Für eine beeindruckend große Zahl namhafter Wissenschaftler/innen war und ist das CISM seit über 40 Jahren Ort der Weitergabe des Wissens an hoch motivierte junge Leute und Ort des wissenschaftlichen Austausches der Gruppe von Fachkolleg/inn/en mit denen sie ihren CISM- Kurs (Summer School) gestalten. – Und das alles in einer diesen Zielen in besonderer Weise entgegenkommenden Atmosphäre: im Palazzo del Torso, in der historischen Altstadt von Udine gelegen (siehe <http://www.cism.it/about/seat/>). Teilnehmer an CISM-Kursen können davon ausgehen, dass ihnen durch international anerkannte Experten in den vom Scientific Council des CISM ausgewählten und qualitätsgeprüften Kursen aktuelles Wissen auf hohem wissenschaftlichem Niveau vermittelt wird. Das CISM-Programm für 2011 ist unter <http://www.cism.it/courses/> abrufbar.

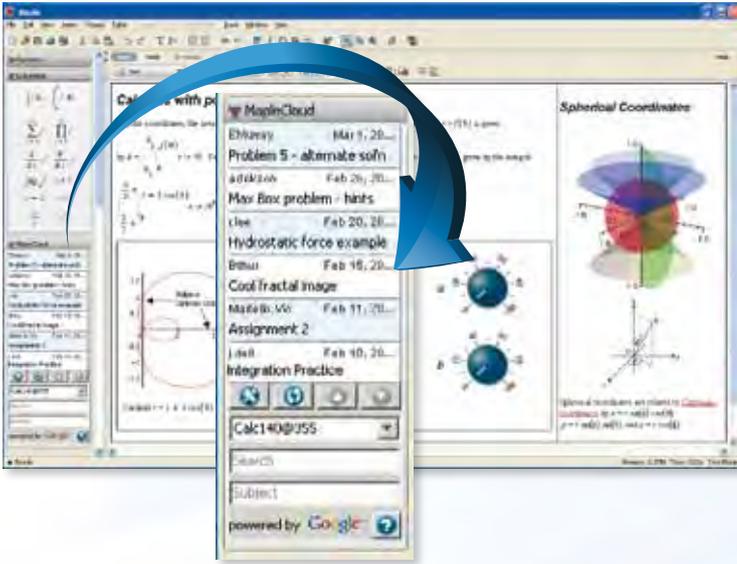
An einer immer größer werdenden Zahl bedeutender europäischer Universitäten werden die Advanced CISM-Courses als Bestandteil von Doktoratsstudien anerkannt, so zum Beispiel im Rahmen der „International Graduate School of Science and Engineering“ (IGSSE) an der TU München – siehe <https://www.igsse.tum.de/about-igsse/news-events/newsdetails/article/1/cism-2011-n.html> – oder in Frankreich: z.B.: (EDSP) Ecole doctorale sciences pratiques, Cachan, (PMSI) Physique, Modélisation et Sciences pour l'Ingénieur, Marseille, (P2MC) La Physique de la Particule à la Matière Condensée, Paris (Pierre et Marie Curie), in Italien an der Universität Padua und am Politecnico Milano sowie in den Niederlanden in den Research Schools Burgers-Centre (Fluid) und Engineering Mechanics School (Solid), um nur einige zu nennen. Diese Beispiele können auch als Anregung gesehen werden, an weiteren Universitäten CISM-Kurse im Rahmen von Doktoratsstudien anzuerkennen.

nähere Informationen bei:

Franz G. Rammerstorfer, TU Wien, Institut für Leichtbau und Strukturbiochemie, ra@ilsb.tuwien.ac.at

Maple™ 14

Das unerlässliche Werkzeug für Mathematik und Modellierung



Maple™ ist die grundlegende Berechnungssoftware für heutige Ingenieure, Mathematiker und Wissenschaftler. Die weltweit führende Berechnungstechnologie von Maple bietet eine größere Tiefe, Breite und Mächtigkeit der zugrundeliegenden mathematischen Methoden, um beliebige mathematische Probleme lösen zu können - unabhängig davon, ob Sie schnelle Kalkulationen durchführen, Arbeitsblätter erstellen, fundamentale Konzepte vermitteln oder komplizierte Simulationsmodelle mit hoher Genauigkeit erstellen möchten.

Neu in Maple 14:

- MapleCloud Dokumentenaustausch
- Erhöhte Leistungsfähigkeit
- Verbesserte Suchmöglichkeiten
- Erweiterte 2D-Grafiken
- Zusätzliche Task Templates



Um eine Testversion von Maple 14 anzufordern, besuchen Sie bitte:

www.maplesoft.com/GAMM_Maple



MapleSim™ 4.5

Hochleistungsumgebung zur Physikalischen Modellierung und Simulation

Jetzt erhältlich!

MapleSim ist ein einzigartiges Werkzeug zur physikalischen Modellierung. Seine Kerntechnologie besteht in symbolischen Berechnungsverfahren, die die gesamte mathematische Komplexität bei der Entwicklung technischer Systemmodelle, einschließlich Multidomänensysteme und regelungstechnischer Anlagenmodelle, effizient handhaben.

Um eine Testversion von MapleSim 4.5 anzufordern, besuchen Sie bitte: www.maplesoft.com/GAMM_MapleSim