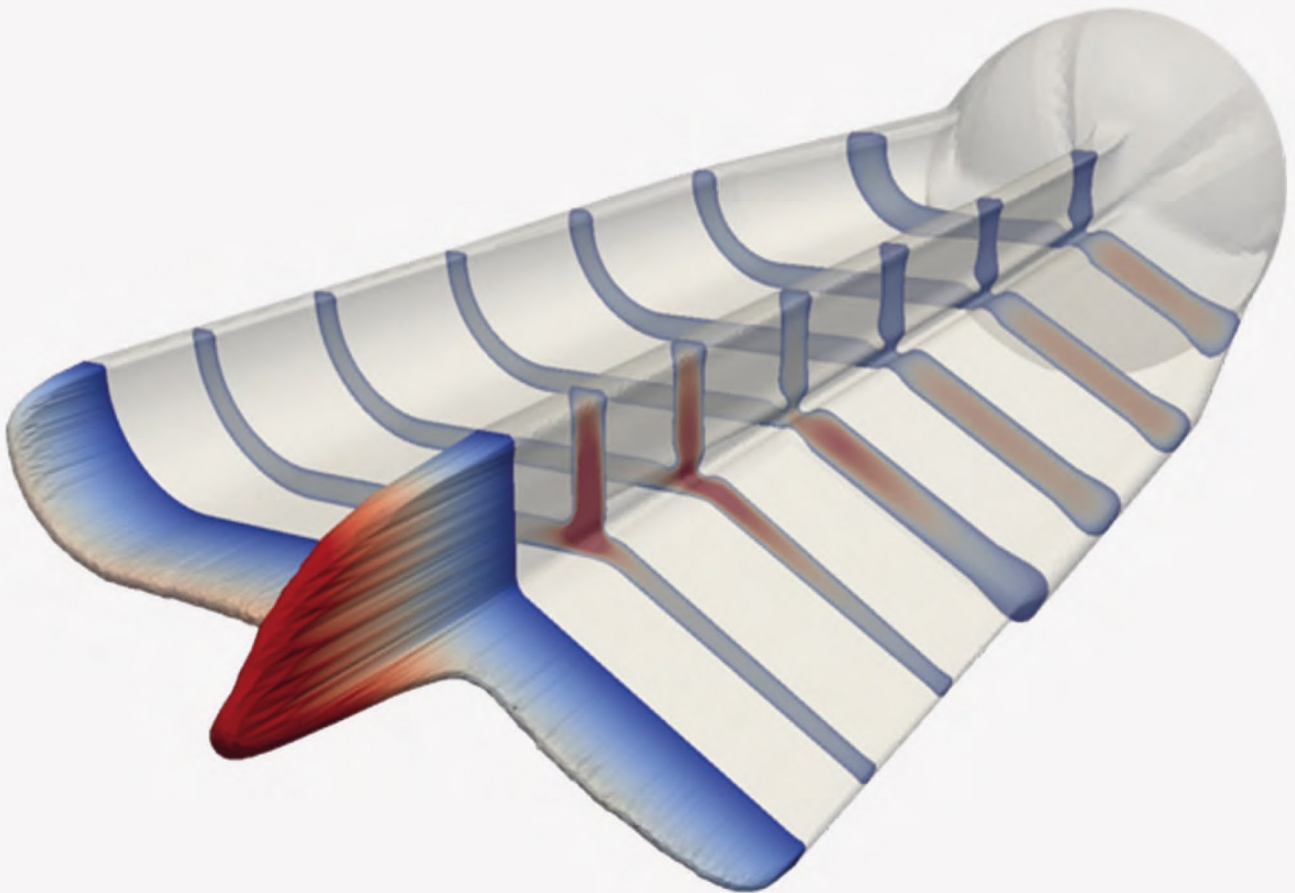


# RUNDBRIEF

*GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK*



AUS DEM INHALT:

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

**FLÄCHEN- UND KANTENBASIERTE FINITE-  
ELEMENT-APPROXIMATIONEN IN DER  
FESTKÖRPERMECHANIK**  
**GERHARD STARKE UND BENJAMIN MÜLLER**

**STRÖMUNGSSIMULATIONEN IN DER  
PRODUKTIONSTECHNIK**  
**STEFANIE ELGETI UND MAREK BEHR**

**1/2016**

**JUNGE WISSENSCHAFTLER:**  
**PATRICK HENNING UND CHRISTIAN HESCH**

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

**JAHRESBERICHTE DER GAMM-FACHAUSSCHÜSSE**

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

Schriftleitung:  
 Prof. Dr.-Ing. Jörg Schröder  
 Universität Duisburg-Essen  
 Institut für Mechanik  
 Universitätsstraße 15  
 45117 Essen

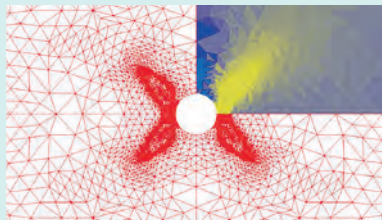
Tel.: ++49 (0)201 / 183-2708  
 Fax: ++49 (0)201 / 183-2708  
 E-Mail: j.schroeder@uni-due.de

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

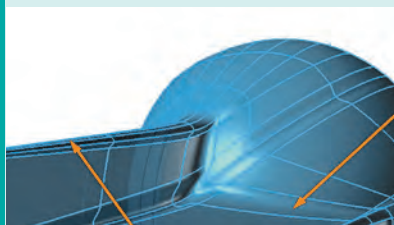
Gestaltung:  
 Dr. Hein Werbeagentur GmbH, Köln  
 www.heinagentur.de  
 Peter Liffers  
 Unternehmenskommunikation  
 Dortmund  
 www.liffers.de

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

- 4 Flächen- und kantenbasierte Finite-Element-Approximationen in der Festkörpermechanik**  
 von Gerhard Starke und Benjamin Müller



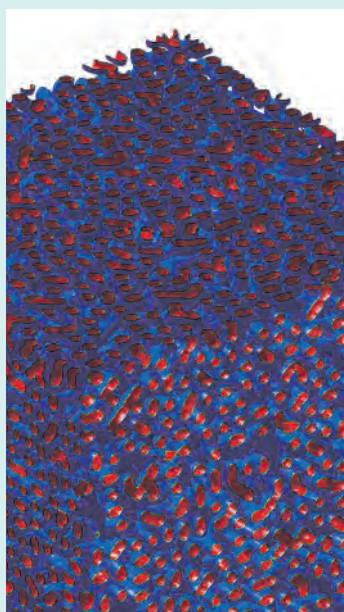
- 10 Strömungssimulationen in der Produktionstechnik**  
 Von Stefanie Elgeti und Marek Behr



- 16 Steckbrief**  
 Patrick Henning



- 18 Steckbrief**  
 Christian Hesch



**Berichte aus den Fachausschüssen:**

- 23 Analysis partieller Differentialgleichungen**
- 24 Uncertainty Quantification**
- 24 Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen**
- 25 Dynamik und Regelungstheorie**
- 26 Analysis von Mikrostrukturen**
- 27 Angewandte Operatortheorie**
- 27 Angewandte und Numerische Lineare Algebra (ANLA)**
- 28 Mathematische Signal- und Bildverarbeitung (MSIP)**
- 29 Phasensfeldmodellierung**
- 29 Multiscale Material Modeling**
- 30 Computational Science and Engineering (CSE)**
- 30 Numerische Methoden für Partielle Differentialgleichungen**
- 31 Stochastische Optimierung in der Technik**
- 32 GAMM Juniors - SAMM 2015**
- 33 Verleihung der Ehrendoktorwürde (Dr.-Ing. E.h.) der Technischen Universität Darmstadt an Professor Peter Wriggers**  
 von Friedrich Gruttmann
- 34 Georg Forster Forschungspreis (AvH) an Prof. Paulo de Mattos Pimenta, Brasilien**  
 von Dominik Brands und Jörg Schröder
- 35 SAMM 2016**
- 36 Wissenschaftliche Veranstaltungen**
- 37 Ausschreibung des Richard-von-Mises-Preises der GAMM 2017**
- 38 Vorstand der GAMM**
- 39 Ehrenmitglieder der GAMM**



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

Strömungs- und Festkörpermechanik haben schon immer eine zentrale Rolle in der GAMM gespielt. Die beiden Fachartikel in der vorliegenden Ausgabe des GAMM-Rundbriefs beleuchten diese zwei Themenkomplexe von verschiedenen Seiten. Zum einen stellen Gerhard Starke und Benjamin Müller von der Universität Duisburg-Essen in ihrem Beitrag flächen- und kantenbasierte Finite Elemente mit Anwendungen in der Festkörpermechanik vor. Zum anderen behandeln Stefanie Elgeti und Marek Behr von der RWTH Aachen in ihrem Beitrag „Strömungssimulationen in der Produktionstechnik“ inverse Probleme aus den Bereichen Kunststoffextrusion und Aluminium-Druckguss.



In unseren Nachwuchswissenschaftlerporträts stellen sich dieses Mal Patrick Henning von der KTH Stockholm und Christian Hesch vom KIT in Karlsruhe vor.

Die GAMM-Juniors haben im September 2015 eine Sommerschule zum Thema „Materials with Discontinuities“ veranstaltet und konnten die Kollegin Knees sowie die Kollegen Abels, Bartels und Miehe als Referenten gewinnen. Jan Giesselmann und Marita Thomas berichten in diesem Heft davon.

Im Juni letzten Jahres wurde unserem Alt-Präsidenten Professor Peter Wriggers die Ehrendoktorwürde der TU Darmstadt verliehen. Der Kollege Friedrich Gruttmann würdigt die Verdienste in seinem Beitrag.

Der Georg-Forster-Forschungspreis wird von der Alexander-von-Humboldt-Stiftung (AvH) verliehen an „Forscherpersönlichkeiten aus Schwellen- und Entwicklungsländern, die durch ihre Forschung international sichtbar geworden sind und mit ihrer Arbeit helfen, entwicklungsrelevante Fragestellungen zu lösen“, so zitieren Dominik Brands und Jörg Schröder die AvH in ihrer Laudatio auf Professor Paulo De Mattos Pimenta aus Brasilien, der im Jahr 2015 einen der acht Georg Forster-Forschungspreise der AvH verliehen bekam.

Traditionell berichten in der Frühjahrsausgabe des GAMM-Rundbriefes die 13 derzeit existierenden GAMM-Fachausschüsse über ihre Aktivitäten des vergangenen Jahres. Besonders hinweisen möchten wir auch wieder auf die Ausschreibung des Richard-von-Mises-Preises.

Als Herausgeber des Rundbriefes bedanken wir uns herzlich bei Gerhard Starke, Benjamin Müller, Stefanie Elgeti und Marek Behr für die beiden Fachartikel, bei Patrick Henning und Christian Hesch für die Nachwuchswissenschaftlerportraits und bei den Fachausschussvorsitzenden für Ihre Berichte. Für weitere Anregungen zur Gestaltung des GAMM-Rundbriefes und die Einsendung von Beiträgen schicken Sie bitte eine Email an [j.schroeder@uni-due.de](mailto:j.schroeder@uni-due.de) (Mechanik) oder [axel.klawonn@uni-koeln.de](mailto:axel.klawonn@uni-koeln.de) (Mathematik).

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

Köln und Essen im Januar 2016

Axel Klawonn und Jörg Schröder

# FLÄCHEN- UND KANTENBASIERTE FINITE-ELEMENT-APPROXIMATIONEN IN DER FESTKÖRPERMECHANIK

VON GERHARD STARKE UND BENJAMIN MÜLLER

Seit über 50 Jahren hält die Erfolgsgeschichte der Finite-Element-Methode zur Simulation praxisrelevanter mechanischer Prozesse in den Ingenieurwissenschaften bzw. zur näherungsweise Lösung von Variationsproblemen in der Mathematik nun an. Von Anfang an wurde diese Entwicklung durch die Anwendung in der Festkörpermechanik angetrieben und durch eine enge Zusammenarbeit von Ingenieuren und Mathematikern gekennzeichnet. Die klassische Finite-Element-Methode basiert dabei auf der Minimierung der elastischen Energie bezüglich der Verschiebungen, die durch stetige, stückweise polynomiale Funktionen auf einer Zerlegung des Rechengebietes, beispielsweise in Dreiecke oder Tetraeder, approximiert werden. Ein Vorteil dieser Methode liegt offenbar in ihrer Einfachheit, die insbesondere dadurch gegeben ist, dass die stückweise polynomiellen Ansatzfunktionen durch ihre Werte an den Knoten (Eckpunkte der Triangulierung und, bei Erhöhung des Polynomgrads, zusätzlich äquidistante Punkte auf den Kanten, Flächen bzw. Volumina) gegeben sind. Oftmals ist man in Anwendungsproblemen aber vorrangig an der genauen Wiedergabe von Spannungen bzw. dadurch verursachten Kräften interessiert. Große Spannungskomponenten können zu plastischem Materialverhalten oder gar zu Versagen des Materials führen oder auch auf eine mögliche Rissausbreitung in einem geschädigten Material hinweisen. Prinzipiell kann man die Spannungen als abgeleitete Größen aus den gewonnenen Verschiebungen mittels Post-Processing berechnen, jedoch geht dies mit einer schwächeren Approximation einher und kann zu störenden Oszillationen führen. Vom Standpunkt der Festkörpermechanik aus ist die adäquate Beschreibung der Spannungskomponenten (in einem dreidimensionalen Körper) durch die auf eine Fläche wirkenden Kräfte gegeben. Diese sind durch die Normalkomponenten der Spannungen gegeben, deren Darstellung zu unkonventionellen Finite-Element-Ansätzen führt, bei denen nicht Funktionsauswertungen an Knoten sondern (gemittelte) Normalkomponenten auf den Grenzflächen zwischen jeweils zwei Elementen als Freiheitsgrade auftreten.

Aus mathematischer Sicht „leben“ die Spannungen in einem Funktionenraum, der lediglich die Auswertung des Divergenzoperators in einem integralen Sinn (der Impulsbilanz) ermöglichen muss und mit  $H(\text{div})$  bezeichnet wird. Auch auf dem Wege der mathematischen Untersuchung der Eigenschaften von  $H(\text{div})$  landet man wieder bei den oben beschriebenen Finite-Element-Ansätzen, deren Freiheitsgrade durch Normalkomponenten auf Flächen gegeben sind. Die bekanntesten Vertreter dieser flächen- (und entsprechender kanten-) basierten Finite-Element-Räume sind die Raviart-Thomas-Elemente, die auch bereits seit über 30 Jahren in mathematischen Modellen der Festkörpermechanik zum Einsatz kommen. Für den Fall niedrigster Ordnung bestehen diese einfach aus (vektorwertigen) stückweise linearen Funktionen, die auf den Dreiecksflächen zwischen zwei Tetraedern jeweils konstante Normalkomponente besitzen. Man kann sich leicht überlegen, dass diese dann durch die Vorgabe dieser vier konstanten Normalkomponenten auch im Innern der Tetraeder eindeutig festgelegt sind. Da dies für jede Zeile des Spannungstensors nötig ist, haben wir also (mindestens) drei Freiheitsgrade pro Fläche einer Tetraeder-Zerlegung eines dreidimensionalen Körpers. Der Ansatzraum von nächsthöherem Grad ist links in Abbildung 1 skizziert:

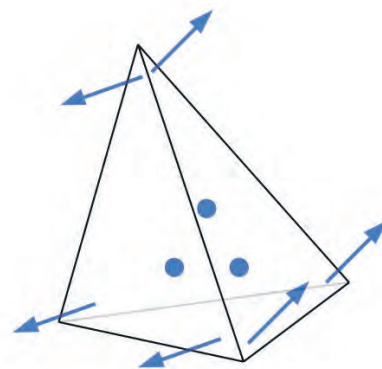


Abbildung 1: Dreidimensionales Raviart-Thomas-Element zweitniedrigsten Grades.



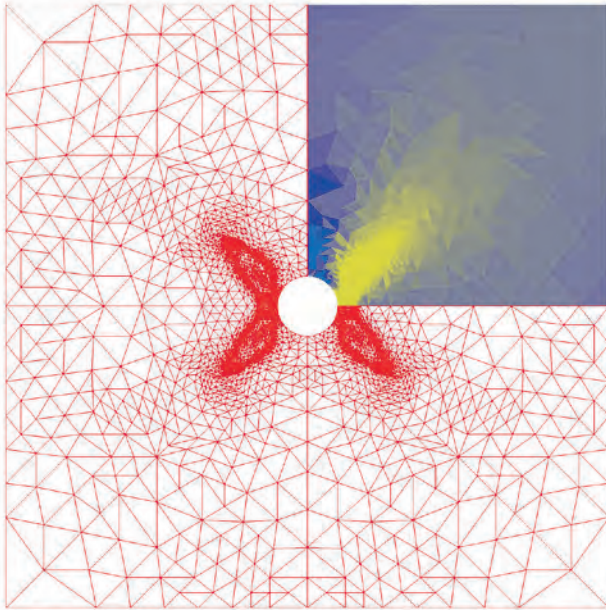


Abbildung 2: Deviatorische Spannung und Adaptivität in der elastoplastisch verformten Lochplatte.

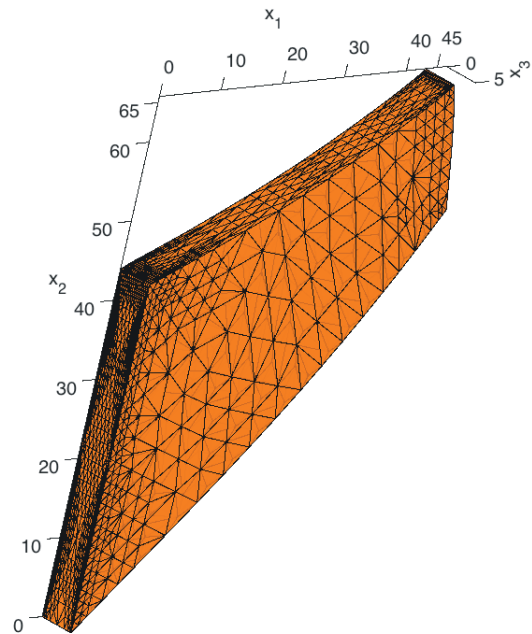


Abbildung 3: Adaptiv verfeinerte Triangulierung eines dreidimensionalen elastisch verformten Körpers.

Jede Zeile des Spannungstensors ist durch eine vektorwertige stückweise quadratische Funktion gegeben, die zusätzlich dadurch eingeschränkt ist, dass die Normalkomponente auf den Dreiecksflächen zwischen zwei Tetraederelementen sich jeweils auf ein Polynom vom Grad 1 reduziert. Diese kann durch jeweils drei Freiheitsgrade (für die Normalkomponenten) auf jeder Fläche und jeweils drei Freiheitsgrade pro Element repräsentiert werden. Zur Spannungsdarstellung auf einer Tetraederzerlegung ergeben sich hier also insgesamt neun Werte pro Fläche und neun Werte pro Element.

Als Variationsprinzip dient die zur Energieminimierung bezüglich der Verschiebungen duale Formulierung, bei der die Minimierung bezüglich der Spannungen vorgenommen wird, wobei die Impulsbilanz und die Symmetrie des Spannungstensors als Nebenbedingungen eingehen. Für diese, auch als Hellinger-Reissner-Prinzip bezeichnete, Variationsformulierung wurden in den vergangenen 30 Jahren zahlreiche Finite-Element-Kombinationen gefunden, welche die für die Stabilität eines solchen Sattelpunktproblems essentielle inf-sup-Bedingung erfüllen (eine Übersicht über die gebräuchlichsten ist in Kapitel 9 in [6] zu finden). Dazu muss die weiter oben erwähnte Verwendung der Raviart-Thomas-Elemente niedrigster Ordnung jedoch noch mit speziellen divergenzfreien "Bubble-Funktionen" angereichert werden, was (im zweidimensionalen Fall) auf [2] zurückgeht. Die auf diese Weise gewonnene direkte Approximation des Spannungstensors besitzt unter anderem die folgenden vorteilhaften Eigenschaften: Bei passender Wahl der Finite-Element-Kombinationen ist die Impulsbilanz elementweise exakt erfüllt und die Approximationsqualität bleibt auch für inkompressible Materialien erhalten. Ob dies die erhöhte Anzahl von

Freiheitsgraden und den damit verbundenen größeren Bedarf an Rechenzeit und Speicher, insbesondere bei der Lösung der resultierenden Gleichungssysteme, rechtfertigt, muss im Einzelfall entschieden werden. Eine weitere Hürde beim Einsatz von flächen- und kantenbasierten Finite-Element-Ansätzen ist die Tatsache, dass nicht auf die üblichen, auf knotenbasierten Freiheitsgraden aufgebauten, Software-Komponenten zurückgegriffen werden kann. Zumindest in den mathematiknahen Programmpaketen für Finite-Element-Methoden sind flächen- und kantenbasierte Elemente aber in zunehmendem Maße bereits enthalten (siehe [10] für FEniCS).

Idealerweise liefert ein solcher Finite-Element-Ansatzraum approximative Spannungstensenoren, welche die Impulserhaltung elementweise erfüllen und darüber hinaus auch noch symmetrisch sind. Auf Dreieckszerlegungen in zwei Raumdimensionen wurde ein solcher Ansatz erstmals in [3] beschrieben, dieser ist stückweise durch kubische Polynome gegeben und enthält alleine für die Spannungen 24 Freiheitsgrade pro Element, hinzu kommen noch 6 für die stückweise linearen Verschiebungen. Der entsprechende Ansatz auf Tetraederzerlegungen in drei Dimensionen besteht dann stückweise aus Polynomen vom Grad 4 und benötigt 162 Freiheitsgrade für den Spannungstensor plus 12 für die (wiederum stückweise linearen) Verschiebungen (siehe [1]). Für den Einsatz in der Finite-Element-Praxis sind diese Ansätze schon aufgrund des immensen Aufwandes bei der Assemblierung (ganz zu schweigen von der Implementierung) eher ungeeignet. Im Nachgang wurde aber ein ganzer Zoo neuer Elemente zur Spannungsapproximation von verschiedenen Autoren entwickelt, bei denen die Bedingungen zur Impulser-

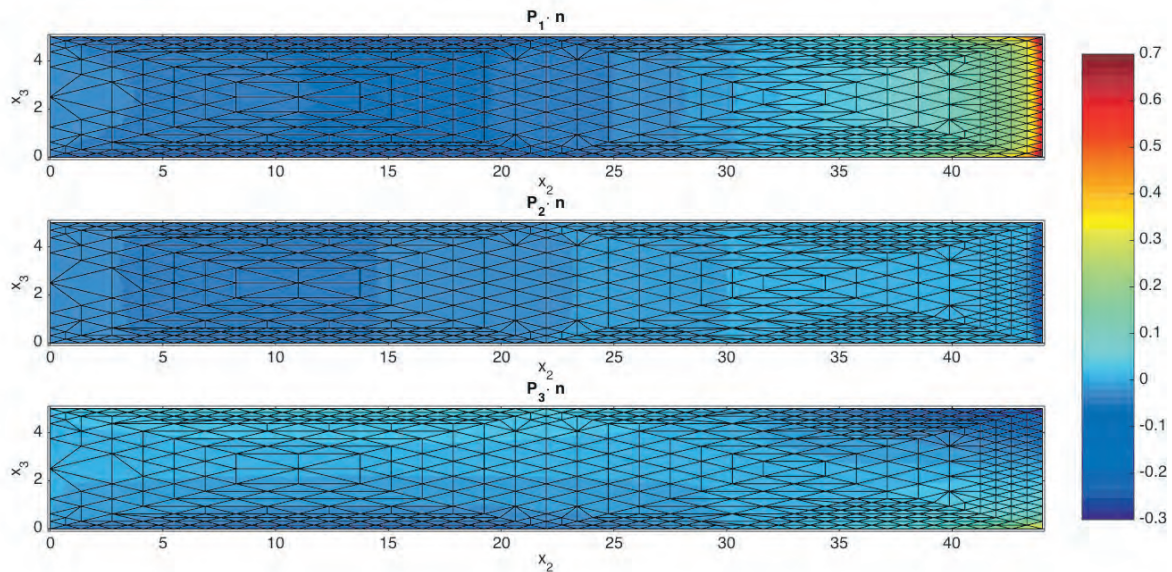


Abbildung 4: Oberflächenkräfte an einem dreidimensionalen elastisch verformten Körper.

haltung und/oder Symmetrie abgeschwächt werden und deren Aufwand vertretbar erscheint. Einige dieser Ansätze sind (für den zweidimensionalen Fall) in dem ausführlichen Vergleich in [8] enthalten.

Als Alternative zur näherungsweise Lösung des dualen Problems mittels Finite-Element-Räumen in  $H(\text{div})$  für die Spannungen lassen sich diese auch aus den berechneten Verschiebungen, bzw. im inkompressiblen Regime dem zusätzlich eingeführten Druck, rekonstruieren. Auch diesbezüglich wurden in den letzten zehn Jahren wesentliche Fortschritte erzielt und effiziente Algorithmen entwickelt, die auf lokalen Operationen beruhen. Solche Methoden zur Spannungsrekonstruktion sind inzwischen aus mathematischer Sicht recht gut verstanden (siehe [9] und die darin enthaltenen Literaturstellen). Diese Vorgehensweise bietet sich vor allem an bei mathematischen Modellen, die sich in einfacher Weise bezüglich der Verschiebungsvariablen ausdrücken lassen. Bei anderen Problemstellungen kann es vorteilhaft sein, die Spannungen von vornherein in die Diskretisierung miteinzubeziehen, weil sie einen zentralen Bestandteil des modellierten physikalischen Prozesses darstellen. Elastoplastische Verformungsvorgänge werden beispielsweise wesentlich von den Spannungszuständen beeinflusst. Eine weiterer Anwendungsbereich in dieser Richtung ist durch reibungsbehaftete Kontaktprozesse gegeben, bei denen die Oberflächenkräfte in Normal- und Tangentialrichtung bzw. das Verhältnis dieser beiden, an der Kontaktfläche ausschlaggebend sind.

Eine Herangehensweise, die gewissermaßen zwischen der primalen und der dualen Variationsformulierung angesiedelt ist, besteht in der Methode der „First-order system least squares“, die wir in Ermangelung eines passenderen deutschen Begriffs als Finite-Element-

Ausgleichsformulierung bezeichnen möchten. Hierbei werden die beiden zugrundeliegenden Differentialgleichungen erster Ordnung, welche die Impulserhaltung bzw. das Materialgesetz beschreiben, gleichberechtigt nebeneinander geschrieben und im Quadratmittel über dem betrachteten Gebiet minimiert. Die Approximationsordnung ist (bei Verwendung der gleichen Ansatzräume) für die Verschiebungen identisch mit derjenigen der primalen Formulierung und für die Spannungen in  $H(\text{div})$  stimmt diese mit der bei der dualen Formulierung erreichbaren überein (siehe [5] bzw. speziell für das lineare Elastizitätsmodell [7]). Auch ist man bei dieser Methode nicht durch eine zu erfüllende Kompatibilitätsbedingung (inf-sup-Stabilität) eingeschränkt. Allerdings muss man bei der Gewichtung der beiden Komponenten des Systems erster Ordnung Vorsicht walten lassen, damit diese aus vergleichbaren physikalischen Größen bestehen. Dies lässt sich durch eine Dimensionsanalyse oder entsprechende Entdimensionalisierung der Gleichungen erreichen, birgt aber natürlich die Gefahr, dass man bei unsachgemäßer Handhabung der Methode „Äpfel mit Birnen“ vergleicht. Diese Problematik wird bei der primalen und dualen Formulierung prinzipiell vermieden, da dort jeweils eine der beiden Gleichungen erster Ordnung als Optimalitätsbedingung auftritt und die andere als Nebenbedingung (nahezu) exakt erfüllt wird.

Die Auswertung des Ausgleichsfunktionals, auf der Grundlage eines adäquat gewichteten Systems erster Ordnung, liefert einem darüberhinaus ohne weiteres Hinzutun einen a posteriori Fehlerschätzer. Dies bedeutet, dass das Ausgleichsfunktional global den Approximationsfehler kontrolliert (Zuverlässigkeit) und lokal durch diesen nach oben abgeschätzt werden kann (Effizienz). Auf der lokalen Auswertung des Ausgleichs-

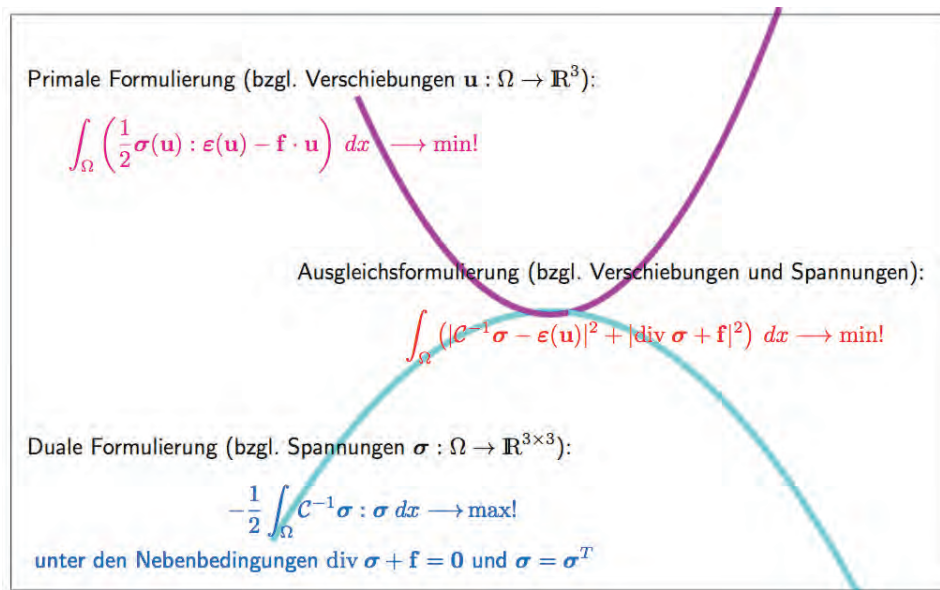


Abbildung 5: Beziehung zwischen primaler, dualer und Ausgleichsformulierung.

funktional basierende adaptive Verfeinerungsstrategien führen dann zu sehr genauen Finite-Element-Approximationen bei relativ moderater Anzahl von Freiheitsgraden (siehe [7]). Dies gilt vor allem auch bei anspruchsvollen nichtlinearen Problemen der Festkörpermechanik wie elastoplastischen Deformationen (siehe [14]). In Abbildung 2 ist für das Benchmark-Testproblem der elastoplastischen Lochplatte aus [15] das Ergebnis einer numerischen Testrechnung auf der Basis der Finite-Element-Ausgleichsformulierung gezeigt. Oben und unten werden dabei Kräfte angelegt und schrittweise erhöht, welche die Platte in dieser Richtung auseinanderziehen, bis schliesslich plastische Verformungen einsetzen. Der gelbe Bereich (im oberen rechten Viertel dargestellt) kennzeichnet den Bereich, in dem die deviatorischen Spannungen die zulässige Obergrenze erreichen und die Verformung plastisch wird. Die durch die lokale Auswertung des Ausgleichsfunktional generierte adaptiv verfeinerte Triangulierung (in den restlichen drei Vierteln dargestellt) ist offenbar vor allem am Rand der plastischen Zone sehr fein.

Die Eigenschaft des Ausgleichsfunktional als lokaler a posteriori Fehlerschätzer ist dabei allerdings unabhängig von der zugrundeliegenden Variationsformulierung. Wie bereits in [4] festgestellt und ausgenutzt wurde, lässt sich dazu jede beliebige konforme Finite-Element-Approximation für Verschiebungen und Spannungen in das Ausgleichsfunktional einsetzen und auswerten. Insbesondere lassen sich hierfür auch die oben angesprochenen Spannungs-Rekonstruktionen verwenden. Auf diesem Prinzip werden bereits seit mehreren Jahrzehnten a posteriori Fehlerschätzer hergeleitet (siehe wiederum [9] für eine Übersicht). Die Grundidee lässt sich sogar bis ins Jahr 1947 zurückverfolgen, wo es in [12] heisst:

„The theory developed in the present paper applies to any elastic body (in general anisotropic) possessing a positive-definite strain-energy function, quadratic in the components of stress. This function provides us with a metric in a function space in which the point or vector represents a state of stress. The geometry of the function space follows Euclidean analogies closely, and is powerful in suggesting methods of approximation. The aim is to obtain approximate solutions of elastic boundary value problems with errors which are calculable, the error being measured in terms of distance in function space, or, equivalently, in terms of strain-energy.“

Interessanterweise war also diese Idee der Fehlerschätzung bereits von Beginn an durch die Festkörpermechanik motiviert.

Von Anfang an war die Verwendung der Finite-Element-Ausgleichsformulierung auch maßgeblich dadurch motiviert, dass für die bei der Diskretisierung entstehenden Gleichungssysteme Standard-Methoden eingesetzt werden können. Im Gegensatz zu den bei der Diskretisierung der dualen Formulierung entstehenden Sattelpunktprobleme sind die aus der Finite-Element-Ausgleichsformulierung herrührenden Matrizen nämlich positiv definit. Diese positive Definitheit ist darüberhinaus gleichmäßig bezüglich der zugrundeliegenden Normen ( $H(\operatorname{div})$  für die Spannungs- und  $H^1$  für die Verschiebungskomponenten). Für die iterative Lösung mit dem Verfahren der konjugierten Gradienten bedeutet dies, dass sich eine von der Gitterfeinheit unabhängige Anzahl von Schritten erreichen lässt, wenn man Vorkonditionierer einsetzt, welche die durch diese Normen gegebene Struktur adäquat berücksichtigen.

Auch hinsichtlich der numerischen Behandlung der aus der Diskretisierung resultierenden algebraischen Ausgleichsprobleme, die im Falle nichtlinearer Differential-



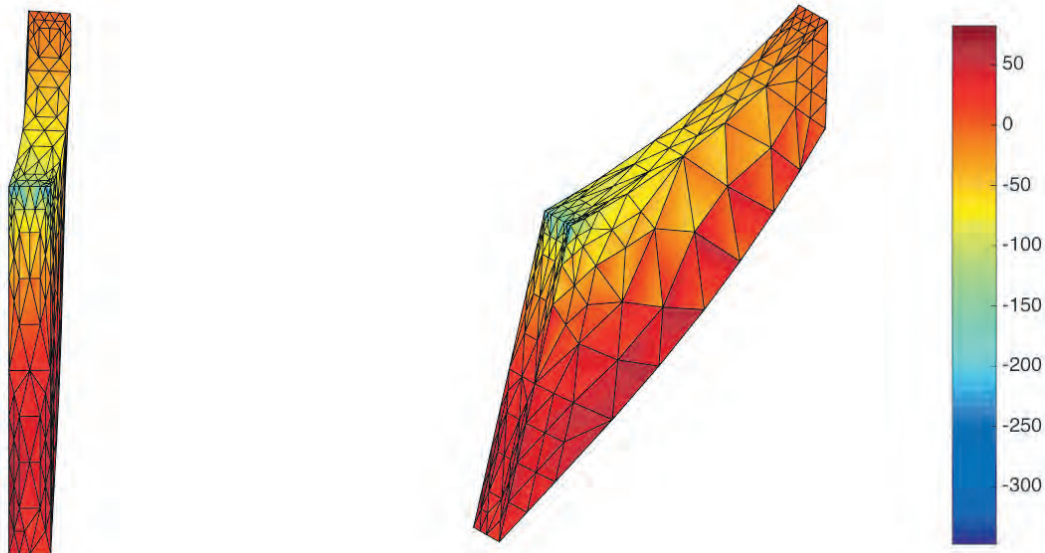


Abbildung 6: Normalspannungskomponente in  $x_1$ -Richtung für ein transversal-isotropes Material.

gleichungen ebenfalls nichtlinear sind, ergeben sich algorithmische Vereinfachungen. Durch die Linearisierung des zugrundeliegenden nichtlinearen Systems erster Ordnung um eine aktuelle Näherung ergibt sich ein lineares Ausgleichsproblem, welches sich mit den oben beschriebenen Methoden lösen lässt. Diese als Gauß-Newton-Verfahren bezeichnete Vorgehensweise ist konzeptionell wesentlich einfacher als die Behandlung der Optimalitätsbedingung mit dem herkömmlichen Newton-Verfahren. Ausserdem hat man während des Iterationsprozesses ständig Zugriff auf die drei verschiedenen Fehleranteile, die die Genauigkeit bezüglich der linearen Ausgleichsprobleme in jedem Gauß-Newton-Schritt, des algebraischen nichtlinearen Ausgleichsproblems sowie des kontinuierlichen Systems erster Ordnung beschreiben. Dadurch kann man die entsprechenden Abbruchkriterien aufeinander anpassen und vermeidet die unnötige Lösung des nichtlinearen Ausgleichsproblems auf einer Diskretisierungsstufe mit einer Genauigkeit, welche diejenige des Diskretisierungsfehlers deutlich unterschreitet. Dabei ist wieder die in [4] festgestellte Eigenschaft des Ausgleichsfunktional, den Approximationsfehler einer beliebigen Näherung zuverlässig und effizient zu schätzen, von zentraler Bedeutung. Die lokale Auswertung des Ausgleichsfunktional der aktuellen Näherung enthält somit alle drei oben beschriebenen Fehlerkomponenten. Die nichtlinearen und linearen algebraischen Fehleranteile kann man auf der Basis der nichtlinearen bzw. linearen Residuen der jeweiligen Gleichungssysteme schätzen.

Schließlich hat die Struktur der nichtlinearen Ausgleichsformulierung als Minimierungsaufgabe auch Vorteile hinsichtlich der Globalisierung des Iterationsprozesses. Auf der Basis der erzielten Reduktion des Funktional lassen sich „back-tracking“ oder „trust-region“ Varianten der Gauß-Newton-Iteration umsetzen. Auch auf Problemstellungen mit nichtglatten Bereichen wie bei den Plastizitätsmodellen in [14] lässt sich diese Methodik problemlos anwenden.

Die Finite-Element-Ausgleichsformulierung wurde in [11]

auf den Fall finiter elastischer Deformationen mit einem isotropen Neo-Hooke Materialgesetz erweitert. Dies erfordert die Invertierung der Spannungs-Verzerrungs-Abhängigkeit und liefert dann wiederum robuste Approximationseigenschaften für inkompressible Materialien. Auch bei großen Deformationen sind gute Spannungsapproximationen von Interesse, beispielsweise wenn man daraus Oberflächenkräfte gewinnen möchte. Dazu betrachte man den in Abbildung 3 dargestellten dreidimensionalen Körper, der am linken Rand ( $x_2$ - $x_3$ -Koordinatenebene) fest angeklebt ist. Eine am rechten Rand aufgebrachte, nach oben (positive  $x_2$ -Richtung) wirkende Kraft hat die in Abbildung 4 dargestellte Verteilung der Oberflächenkräfte (Normalkomponenten der Spannung) in den einzelnen Koordinatenrichtungen zur Folge. Die adaptiv verfeinerte Triangulierung, die wiederum aus der lokalen Auswertung des Ausgleichsfunktional gewonnen wurde, passt sich wieder automatisch den erhöhten Anforderungen, etwa in der Nähe von Kantensingularitäten, an.

Die  $x_1$ -Komponente der Normalspannung ist auch in Abbildung 5 zu sehen, diesmal für ein transversal-isotropes Materialgesetz mit einer ausgezeichneten Richtung, welche hier quer durch den Körper führt. Mit solchen Modellen lassen sich Werkstoffe und auch biologisches Gewebe beschreiben, bei denen Fasern auf eine anisotrope Struktur führen. Der Körper krümmt sich daher auch bei Belastung durch eine Kraft, die parallel zur  $x_3$ -Richtung führt, aus der  $x_3$ -Ebene heraus. Auch hier führt die Verwendung des Ausgleichsfunktional zu adaptiv verfeinerten Triangulierungen, die sich den auftretenden Kantensingularitäten automatisch anpassen. Gerade für die Simulation von Prozessen mit finiten Deformationen mit ihren hohen Anforderungen wurden in den zurückliegenden Jahrzehnten immer wieder neue Finite-Element-Ansätze entwickelt, die teilweise auch Einzug in die Ingenieurs-Praxis gehalten haben. Wichtig ist hierbei die Überprüfung der Eigenschaften des jeweiligen Ansatzes anhand möglichst einfacher Testbeispiele, welche den zu erwartenden Schwierigkeiten

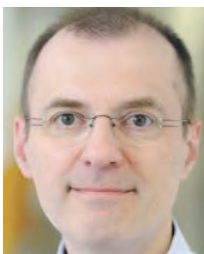


der Simulation gerecht werden. In diesem Zusammenhang ist es angebracht, auch neue unkonventionelle Herangehensweisen zu analysieren und zu erproben. Als Beispiel sei hier die Approximation der Minoren des Deformationstensors in Form einer gemischten Finite-Element-Methode in [13] genannt, die sich im Rahmen hyperelastischer Modelle anbietet und vielversprechende Eigenschaften besitzt. Unter anderem solche neuartigen Ansätze werden im Rahmen des zu Beginn diesen Jahres angelaufenen Schwerpunktprogramms 1748 der DFG unter dem Thema „Zuverlässige Simulationstechniken in der Festkörpermechanik“ (<https://www.uni-due.de/spp1748/>) entwickelt und untersucht. Dabei soll durch die Zusammenarbeit von Ingenieuren und Mathematikern das Verständnis verschiedener Diskretisierungsverfahren in der Festkörpermechanik erweitert werden und neue Ansätze analysiert und erprobt werden.

In den weiteren Projekte dieser ersten bis Ende 2017 laufenden Phase des Schwerpunktprogramms werden unter anderem anisotrope Elastizitätsmodelle, Plastizität sowie Schädigungsprozesse von Werkstoffen untersucht. Weitere betrachtete Anwendungsbereiche liegen im Bereich der Simulation der Evolution von Diskontinuitäten bei der Rissausbreitung, Kontaktproblemen sowie additiver Herstellungsprozesse. Die zu diesem Zweck (weiter-)entwickelten Methoden beinhalten hybride diskontinuierliche Galerkin-Verfahren, Approximationstechniken für Funktionen mit beschränkter Variation, isogeometrische Diskretisierungen und Phasenfeld-Ansätze. In den meisten dieser Forschungsvorhaben werden diese Methoden mit adaptiven Gitterverfeinerungsstrategien kombiniert. Eines der Ziele dieses Schwerpunktprogramms ist der umfassende Vergleich all dieser Simulationstechniken anhand aussagekräftiger Benchmark-Testprobleme in ähnlicher Weise, wie dies seinerzeit in [15] für Plastizitätsmodelle erfolgte. Dabei ist die enge Kooperation von Wissenschaftlern aus den Bereichen Mechanik und Mathematik, die in den meisten Fällen bereits innerhalb der geförderten Projekte gegeben ist, entscheidend.

## Literatur

- [1] D.N. Arnold, G. Awanou, R. Winther, Finite elements for symmetric tensors in three dimensions, *Math. Comp.*, 77, 1229–1251 (2008).
- [2] D.N. Arnold, F. Brezzi, J. Douglas, PEERS: A new mixed finite element for plane elasticity, *Japan J. Appl. Math.*, 1, 347–367 (1984).
- [3] D.N. Arnold, R. Winther, Mixed finite elements for elasticity, *Numer. Math.*, 92, 401–419 (2002).
- [4] M. Berndt, T.A. Manteuffel, S.F. McCormick, Local error estimates and adaptive refinement for first-order system least squares, *Electr. Trans. Numer. Anal.*, 6, 35–43 (1997).
- [5] P. Bochev, M. Gunzburger, *Least-Squares Finite Element Methods*, Springer-Verlag, New York, 2009.
- [6] D. Boffi, F. Brezzi, M. Fortin, *Mixed Finite Element Methods and Applications*, Springer-Verlag, Heidelberg, 2013.
- [7] Z. Cai, G. Starke, Least squares methods for linear elasticity, *SIAM J. Numer. Anal.*, 42, 826–842 (2004).
- [8] C. Carstensen, M. Eigel, J. Gedicke, Computational competition of symmetric mixed FEM in linear elasticity, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, 200, 2903–2915 (2011).
- [9] A. Hannukainen, R. Stenberg, M. Vohralik, A unified framework for a posteriori error estimation for the Stokes equation, *Numer. Math.*, 122, 725–769 (2012).
- [10] A. Logg, K.-A. Mardal, G. N. Wells, *Automated Solution of Differential Equations by the Finite Element Method*, Springer-Verlag, Heidelberg, 2012.
- [11] B. Müller, G. Starke, A. Schwarz, J. Schröder, A first-order system least squares method for hyperelasticity, *SIAM J. Sci. Comput.*, 36, B795–B816 (2014).
- [12] W. Prager, J.L. Synge, Approximations in elasticity based on the concept of function space, *Quart. Appl. Math.*, 5, 241–269 (1947).
- [13] J. Schröder, P. Wriggers, D. Balzani, A new mixed finite element based on different approximations of the minors of deformation tensors, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, 200, 3583–3600 (2011).
- [14] G. Starke, An adaptive least-squares mixed finite element method for elasto-plasticity, *SIAM J. Numer. Anal.*, 45, 371–388 (2007).
- [15] E. Stein, P. Wriggers, A. Rieger, M. Schmidt, Benchmarks, in *Error-controlled Adaptive Finite Elements in Solid Mechanics*, E.–Stein, ed., John Wiley and Sons, 2002, Kapitel 11, pp. 385–404.



**Gerhard Starke**, Prof. Dr. rer. nat., ist seit 2013 Professor für Numerische Mathematik an der Universität Duisburg-Essen. Zuvor war er von 2000–2013 auf einer C4-Professur für Wissenschaftliches Rechnen an der Universität Hannover und von 1997–2000 auf einer C3-Professur für Numerische Mathematik an der Universität Essen tätig. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Weiterentwicklung von Finite-Element-Methoden und deren mathematische Analyse im Hinblick auf Anwendungen in der Festkörpermechanik. Er ist Mitinitiator des Schwerpunktprogrammes 1748 „Zuverlässige Simulationstechniken in der Festkörpermechanik“ der DFG.



**Benjamin Müller**, Dr. rer. nat., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Fakultät für Mathematik der Universität Duisburg-Essen in der Arbeitsgruppe „Numerische Mathematik“. Nach absolviertem Diplom an der Leibniz Universität Hannover im Bereich Numerik partieller Differentialgleichungen hat er in Hannover und Essen an seiner Promotion gearbeitet und diese 2015 an der Universität Duisburg-Essen mit Auszeichnung abgeschlossen. Der Kern seiner wissenschaftlichen Arbeit liegt in der Entwicklung und Analyse von Least Squares Finite-Element-Methoden in der nichtlinearen Festkörpermechanik. Seit Beginn dieses Jahres bearbeitet er ein Projekt im Rahmen des Schwerpunktprogrammes 1748 „Zuverlässige Simulationstechniken in der Festkörpermechanik“ der DFG.

# STRÖMUNGSSIMULATIONEN IN DER PRODUKTIONSTECHNIK

VON STEFANIE ELGETI UND MAREK BEHR

Seit Jahrzehnten werden Computersimulationen als schnellere, kostengünstigere Alternative zu Experimenten verwendet. Eine perfekte Simulation kann bei der Konstruktion von Luftfahrzeugen präzise das Ergebnis eines kostspieligen kryogenen Windkanalexperiments oder einer potenziell schädlichen in-vivo Studie für biomedizinische Technik replizieren.

Eine solche Simulation löst ein „direktes“ Problem: Aus gewissen Eingabewerten berechnet das im Computerprogramm hinterlegte ingenieurtechnische System die entsprechenden Ergebniswerte. Diese Ergebnisse können mit experimentellen Messungen verglichen werden.

Jedoch bietet die computergestützte Herangehensweise an Naturwissenschaft und Technik noch eine weitere, für alle Herangehensweisen einzigartige Möglichkeit. Diese wird zum Beispiel verwendet um Eingangsgrößen, welche ein bestimmtes, gewünschtes Ergebnis erzeugen, zu ermitteln oder aber um eine Reihe möglicher Simulationsmodelle dahingehend zu untersuchen, welche eine realitätsgetreue Abbildung ermöglichen. In gewissem Sinne wird das Problem „invertiert“ und rückwärts gelöst. Am längsten bekannt ist dieser Ansatz wahrscheinlich im Flugzeugbau, in der Feinabstimmung der Form verschiedener Flugzeugkomponenten, um eine optimale, bestmögliche Leistung zu erzielen.

Obwohl es möglich ist, inverse Analysen mit einem „Black-Box“- Simulationsprogramm durchzuführen, wird ihr volles Potential erst realisiert, wenn die Simulationssoftware so modifiziert werden kann, dass sie zusätzliche, über diejenigen für direkte Probleme erforderlichen hinausgehende Informationen produziert.

## Inverse Probleme im weiteren Sinn

Inverse Probleme, wie sie hier sehr weitgefasst beschrieben wurden, sind konzeptionell verschieden von Direkt- oder Vorwärtsanalysen. Abbildung 1 illustriert diesen fundamentalen Unterschied. In Vorwärtscomputeranalysen (Abb. 1b) wird die Systemausgabe als Folge von angenommenen Systemeigenschaften und Eingabedaten bestimmt und, falls ein solches gegeben ist, in direkter Analogie zu einem Experiment (Abb. 1a). Im Gegensatz zum Experiment wird die innere Funktionsweise des Systems „sichtbar“, da Modellspezifikationen und Grundgleichungen eine Voraussetzung für Vorwärtsanalysen sind. Das dargestellte gekoppelte System beinhaltet zudem

Multiskalen- und Multiphysikaspekte. Auf der anderen Seite werden in inverser Analyse (Abb. 1c) Eingabedaten, Parameter oder andere interne Merkmale des Systems aus Beobachtungen und Messungen der tatsächlichen Ausgabedaten eines realen Systems oder gegebenen Spezifikationen eines konstruierten Systems mit gewünschten Eigenschaften gefolgert. Bei der Modellentwicklung (Abb. 1c, links) sind einige Merkmale eines oder mehrerer der Modelle (schattiert) noch zu bestimmen. Die Computeralyse wird systematisch wiederholt, während die Ergebnisse entweder mit experimentellen Daten oder Rechenresultaten eines genaueren, dann aber vermutlich mit mehr Rechenaufwand verbundenen Modells verglichen werden. Der iterative Prozess der Suche nach einer geeigneten Modellform wird hier über bidirektionale vertikale Pfeile symbolisiert. Von dieser Vorgehensweise abgeleitet ist die Suche nach einer geeigneten Beschreibung der Wechselwirkung zwischen den Skalen (horizontale Pfeile). Ziel der Systemauslegung (Abb. 1c, rechts) ist die Ermittlung weiterer Aspekte des Systems, wie Netzwerkstruktur, geometrische Formen oder zeitlich variierende Steuerungsprofile. Hier werden die Berechnungen iterativ wiederholt, während die Ergebnisse mit dem Ziel, also einem geeigneten Maß für die maximale Systemleistung, verglichen werden.

Generell sind zwei entscheidende Punkte zu beachten: (1) Während Vorwärtsprobleme per se keine numerischen Berechnungen erfordern sondern auch allein durch Experimente und Messungen ausgewertet werden können, sind Modelle und computergestützte Methoden für die inverse Analyse elementar. Diese Modelle und Methoden verbinden gemessene Ausgangsdaten mit Eingabedaten oder Systemeigenschaften in einer Weise, die nicht direkt im Verlauf der Experimente möglich ist. (2) Die numerische Lösung inverser Probleme erfordert typischerweise wiederholtes Lösen des zugrunde liegenden Vorwärtsproblems. Dadurch wird die Notwendigkeit für Methoden gegeben welche den Lösungsprozess beschleunigen, wie etwa Methoden der Modellreduktion oder Hochleistungsrechnen.

## Simulationsbasierte inverse Auslegung im Ingenieurwesen

In zahlreichen Bereichen des Ingenieurwesens wird das besondere Potential der Vorhersage mittels numerischer

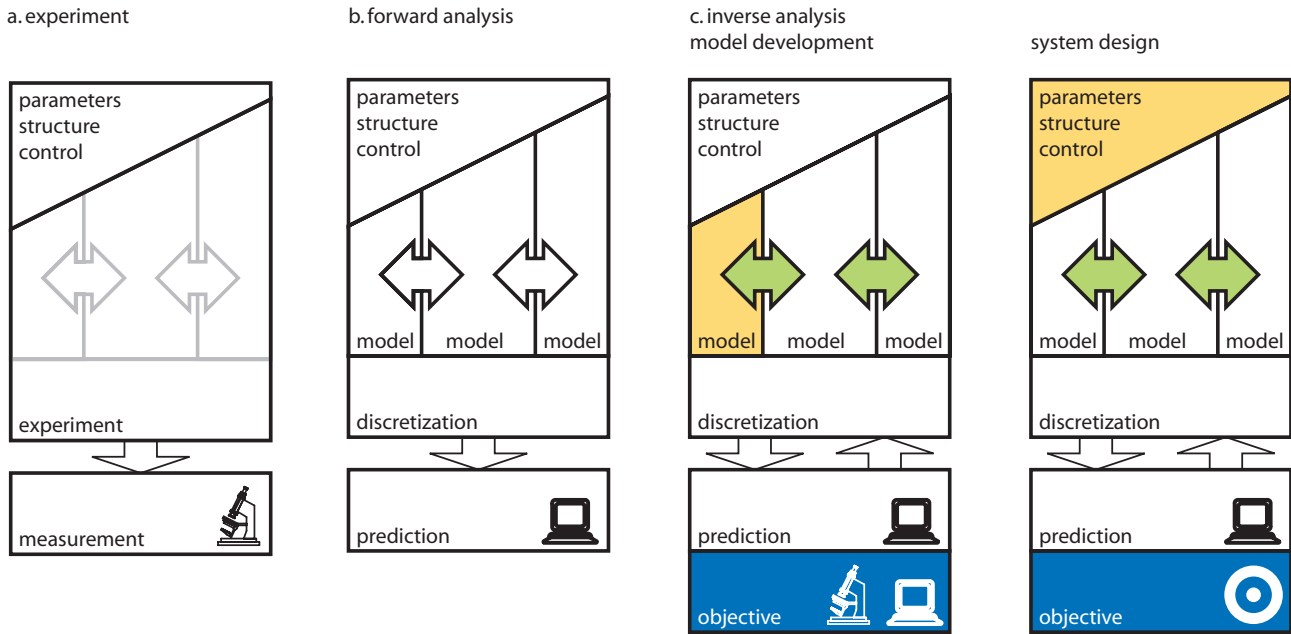


Abbildung 1: Experiment (a) und Vorwärtsanalyse (b) im Vergleich mit der inversen Analyse (c) von Multiskalen- und Multiphysikproblemen: Modellentwicklung, optimale Auslegung von Ingenieursystemen, sowie Interaktion zwischen den Skalen.

Ansätze bereits extensiv genutzt. In der Luftfahrttechnik, beispielsweise, ist Formoptimierung aerodynamischer und struktureller Komponenten während der Konzeptions- und Design-Phase moderner Flugzeuge ein wichtiger Teil des Gesamtprozesses. Aktuell steht die numerische Auslegung vor der Herausforderung die wachsende Anzahl an Flugzeugkomponenten und Betriebsbedingungen zu integrieren – Stichworte Mehrziel- und robuste Optimierung. Als weiteres Beispiel ist die chemische Verfahrenstechnik zu nennen. Hier basieren die vorherrschenden Modelle auf gewöhnlichen statt partiellen Differentialgleichungen und die Gestaltung und Steuerung von Prozesssystemen mittels Parameteroptimierung, oft in Echtzeit, ist bereits etabliert.

In anderen Bereichen wird das Potential des inversen Designs hingegen in einem viel geringeren Ausmaß ausgenutzt, und das obwohl diese Bereiche stark auf computergestützte Analyse angewiesen sind. Im Folgenden werden exemplarisch die Auswirkungen der Formoptimierung und der optimalen Steuerung auf urformende Fertigungsverfahren vorgestellt. Der Fokus liegt hierbei auf der Strömung des geschmolzenen Rohmaterials, sei es nun Kunststoff, Gummi oder Metall.

Um im globalen Wettbewerb der Konkurrenz aus Niedriglohnländern einen Schritt voraus zu sein, unterliegen Unternehmen in Hochlohnländern in diesem Bereich der Fertigungstechnik dauerhaft hohem Druck sich anzupassen und sogar ihre Planungs- und Betriebspraktiken von Grund auf umzugestalten. Neben der Aufnahme mehrerer Prozessschritte in einer einzigen Simulationskette ist die Anwendung automatischer Optimierungsverfahren ein Hauptansatz auf dem Weg zur Stückkostensenkung,

insbesondere in der Kleinserienfertigung, aber auch der Verbesserung der Produktqualität und -reproduzierbarkeit bei gleichbleibenden Kosten. Im Idealfall können unter variablen Bedingungen immer noch optimale Stückkosten bei optimaler Qualität eingehalten werden.

## Formoptimierung in Kunststoffprofilextrusion

Unser erstes Beispiel stammt aus dem Gebiet der Kunststoffextrusion, welches ein etabliertes Verfahren zur Massenproduktion von Formteilen, Dichtungen und anderen Kunststoffendlosprofilen darstellt. Das geschmolzene Material kommt aus dem Extruder und wird durch eine Metallform gepresst, wodurch die endgültige Form am Auslass erreicht wird. Nach einem sogenannten Kalibrierungsschritt, der sowohl das Material kühlt als auch einigen Effekten des Schwellens am Ausgang der Düse entgegenwirkt, wird das fertige Profil konfektioniert. Ein solches Verfahren wird als kontinuierlich bezeichnet, da der effizienteste Weg zum Betreiben der Extrusionsmaschine die Gewährleistung eines stetigen Materialflusses und der Produktion einer großen Stückzahl darstellt. Dies ist notwendig, um die Kosten des Anfahrprozesses auszugleichen und insbesondere um den anfänglichen Aufwand bei der Gestaltung der Düse zu amortisieren. In einer typischen Anlage wird ein erfahrener Werkzeugbauer die erste Version der Düse anfertigen, die dann innerhalb vieler Iterationen der sogenannten Einfahrversuche kontinuierlich verbessert wird. In jedem Iterationsschritt wird die Qualität des Materialflusses bewertet, um die Form



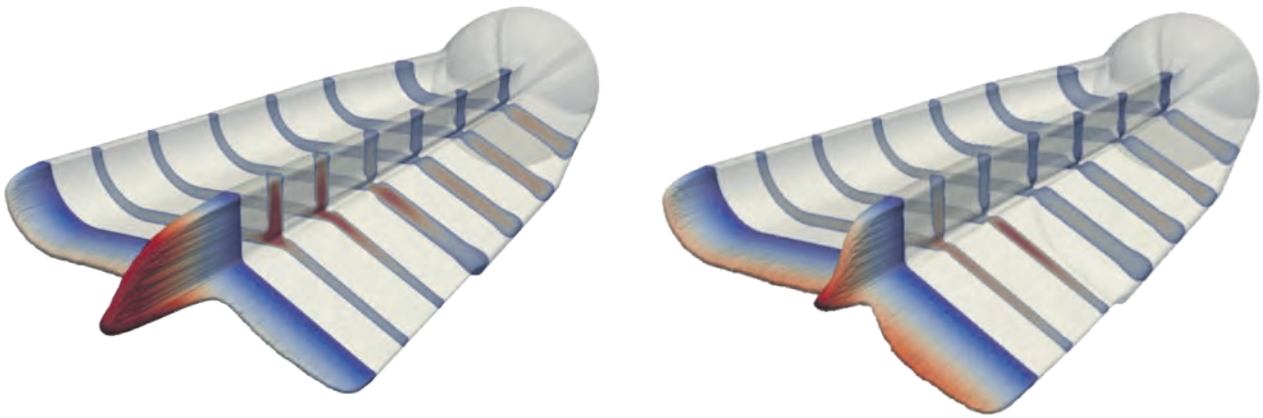


Abbildung 2: Automatisierte Formoptimierung eines Extrusionswerkzeugs zur Herstellung eines Fußleistenprofils. Links: Ursprüngliches Geschwindigkeitsprofil am Werkzeugaustritt mit starken Inhomogenitäten. Rechts: Optimiertes Profil mit deutlich homogenerer Geschwindigkeitsverteilung. Die Kunststoffschmelze fließt im Bild von rechts nach links. Angepasst aus [3].

anschließend manuell zu modifizieren. Ziel ist es, die Homogenität des austretenden Materialflusses zu verbessern und Druckverluste zu reduzieren.

Die numerische Werkzeugauslegung [1], als ein Beispiel für inverse Auslegung, berücksichtigt die gesamte Düse und möglicherweise einen Teil des Kalibrierungsabschnitts in einem Simulationsmodell [2]. Sie iteriert durch verschiedene Düsenformen, bis am Ende ein gewisses Optimum erreicht wird (Abb. 2). Merkmale des inversen Problems sind die Notwendigkeit für

- eine Zielfunktion, welche die Homogenität der Auströmgeschwindigkeit des Profils quantifiziert,
- eine geometrische Parametrisierung, die eine Formänderung in der Düse auf eine Weise erlaubt, welche flexibel und effizient sind aber zugleich eventuelle Fertigungsbeschränkungen berücksichtigen,
- eines Optimierers, der die Abfolge der Zielfunktionswerte aufnimmt und daraus Vorschläge für neue Werte der geometrischen Parameter für den nächsten Versuch generiert.

Im besten Fall stellt die Strömungssimulation dem Optimierer Informationen über Gradient und Sensitivität des Zielfunktional zur Verfügung, wodurch die optimalen Parameter schneller gefunden werden können. Im Kontext der Kunststoffextrusion wird die Strömung durch die Stokes-Gleichung beschrieben, wenn auch in Verbindung mit komplexen Materialgleichungen, was auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass die meisten Kunststoffschmelzen sowohl strukturviskose als auch viskoelastische Eigenschaften aufweisen. Anstelle eines ad hoc Ansatzes sollte sich die geometrische Parametrisierung auf diejenigen Merkmale der Düse fokussieren, die sehr wahrscheinlich die Austrittsgeschwindigkeit beeinflussen [3]. Dies führt zu dem sekundären Problem

der semi-automatischen Merkmalerkennung (Abb. 3). Bei der Betrachtung des viskoelastischen Schwellens als Teil des Optimierungsprozesses ist es elementar, exakte Diskretisierungsmethoden, wie zum Beispiel stabilisierte gemischte Finite-Elemente-Formulierungen oder Log-Conformation Ansätze zur Darstellung des Morphologietensors, zu entwickeln welche für Strömungsfälle, in denen viskoelastische Effekte dominant werden, geeignet sind. Solche Verfahren ermöglichen, dass die hochgradig nichtlinearen Gleichungssystemen auch für eine sogenannte hohe Weissenberg-Zahl [4] gelöst werden können.

## Form und Prozessoptimierung im Druckguss

Alu-Druckguss ist ein klassisches Fertigungsverfahren zur Massenproduktion von Metallerzeugnissen wie beispielsweise Motorblöcken. Geschmolzenes Metall fließt unter starkem Druck durch ein Angusssystem in eine wiederverwendbare Kavität. Nach dem Erstarren wird die Form geöffnet und das Produkt entnommen. Die Zuverlässigkeit, die hohe Qualität der Oberfläche und die Möglichkeit, dünnwandige Strukturen zu erzeugen, gehören zu den Vorteilen.

Wie im Fall der Kunststoffextrusion ist die Konstruktion des Formwerkzeugs und des zugehörigen Angusssystems der Hauptbestandteil der Prozesskosten. Auch hier kann Formoptimierung des Angusssystems (Abb. 4), unterstützt durch Schmelzflussimulationen, erhebliche Auswirkungen auf die Produktkosten für eine Produktion im Kleinmaßstab haben. Ebenfalls kann die Fließkammer angepasst werden, um die Rezirkulationsgebiete zu vermeiden, wel-

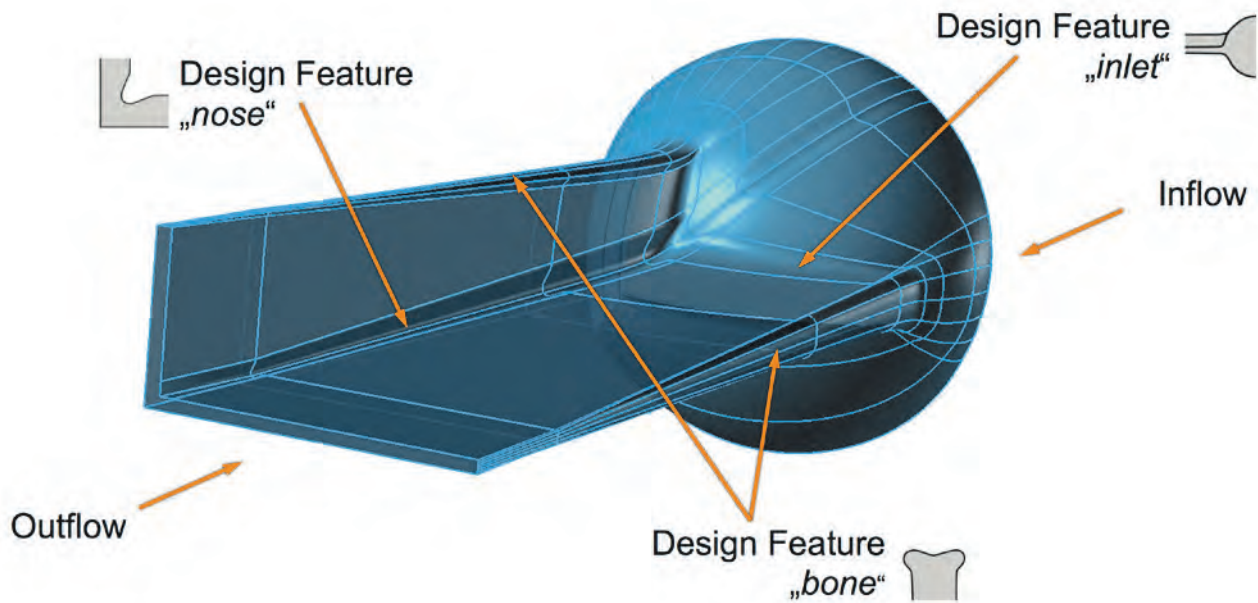


Abbildung 3: Ausgewählte Merkmale des L-Profilwerkzeugs, welche während der Formoptimierung verändert werden können. Folgende wesentlichen Bereiche wurden identifiziert: aufgeweitete Randbereiche („Knochen“), eine ins Profil gezogene Ecke („Nase“) und eine Änderung des Anstellwinkels der Wandbereiche („Einlauf“). Angepasst aus [3].

che zu einer höheren Produktporosität führen können. Mit einer ähnlichen Zielstellung wird die Anordnung der Kühlkanäle optimal ausgelegt, um zur Effizienzsteigerung durch gleichmäßige Kühlung der Form während des Erstarrungsprozesses beizutragen oder der Verlauf der Kolbengeschwindigkeit über der Zeit angepasst, um die formgebenden Eigenschaften zu verbessern [5].

## Zusammenfassung

Forschung an inversen Problemen in der Produktionstechnik ist ein integraler Bestandteil der Forschungsverbünde, welche von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) an der RWTH Aachen gegründet wurden. Die Graduiertenschule GSC 111 Aachen Institute for

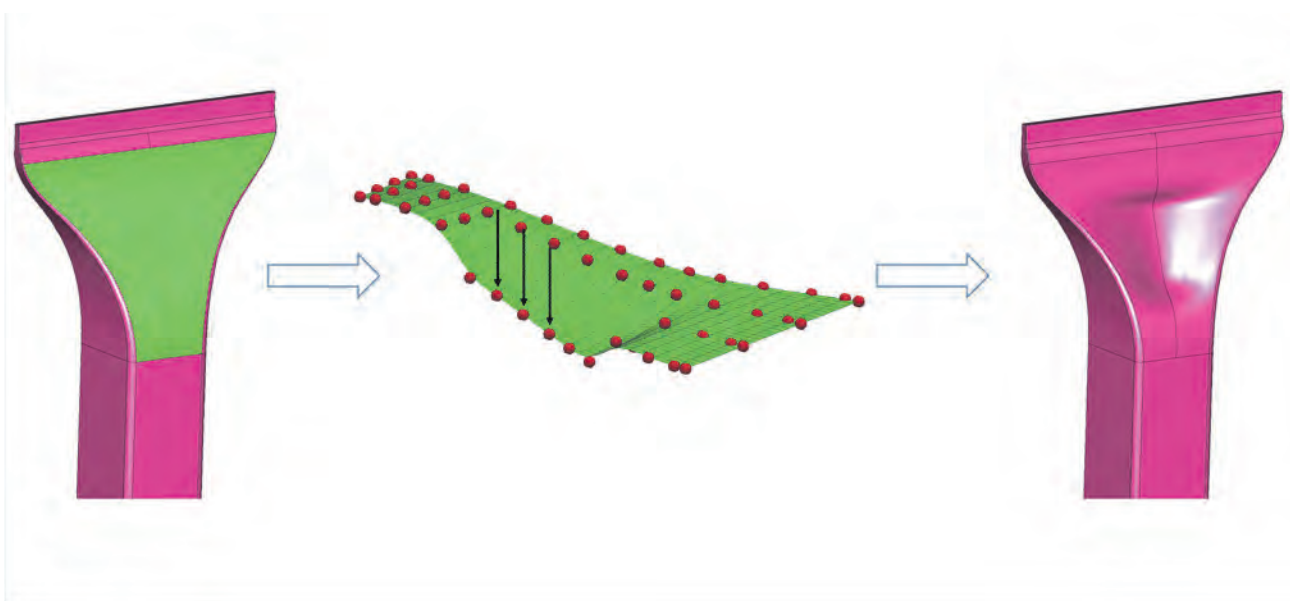


Abbildung 4: Automatisierte Formoptimierung des Angussystems eines Alu-Druckgusswerkzeugs. Links: Ausgangskonfiguration mit dem veränderlichen Bereich in grün. Mitte: Kontrollpunkte der Parameterdarstellung. Rechts: Optimierte Angussform.

Advanced Study in Computational Engineering Science (AICES) konzentriert sich seit 2006 auf die methodischen Grundlagen der in den ersten Absätzen dieses Artikels beschriebenen inversen Probleme. Gleichzeitig beheimatet der Exzellenzcluster EXC 128 Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer Forschergruppen, die an verschiedenen Aspekten der werkzeugbehafteten und werkzeugfreien Fertigungstechniken arbeiten. Ein kürzlich eingerichteter Sonderforschungsbereich SFB 1120 Bauteilpräzision durch Beherrschung von Schmelze beinhaltet Simulations- und experimentelle Projekte zum Thema Schmelzefluss und Schmelzesteuerung mit dem Ziel erhöhter Präzision.

Diese und andere Großprojekte, die vor kurzem gegründet oder ausgebaut worden sind, weisen auf den Wert und das Interesse an der numerischen Auslegung und Steuerung auf dem Gebiet der Produktionstechnik hin.

## Literatur

- [1] S. Elgeti, M. Probst, C. Windeck, M. Behr, W. Michaeli und C. Hopmann, Numerical Shape Optimization as an Approach to Extrusion Die Design, *Finite Elements in Analysis and Design*, 61 (2012) 35–43.
- [2] L. Pauli, M. Behr und S. Elgeti, Towards Shape Optimization of Profile Extrusion Dies with Respect to Homogeneous Die Swell, *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 200 (2013) 79–87.
- [3] R. Siegbert, S. Elgeti, M. Behr, K. Kurth, C. Windeck und Ch. Hopmann, Design Criteria in the Numerical Design of Profile Extrusion Dies, *Key Engineering Materials*, 554–557 (2013) 794–800.
- [4] P. Knechtges, M. Behr und S. Elgeti, Fully-Implicit Log-Conformation Formulation of Constitutive Laws, *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 214 (2014) 78–87, arXiv:1406.6988.
- [5] R. Siegbert, N. Yesildag, M. Frings, F. Schmidt, S. Elgeti, H. Sauerland, M. Behr, C. Windeck, C. Hopmann, Y. Queudeville, U. Vroomen und A. Bührig-Polaczek, Individualized Production in Die-Based Manufacturing Processes Using Numerical Optimization, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 80 (2015) 851–858.



**Stefanie Elgeti** ist Oberingenieurin am Lehrstuhl für computergestützte Analyse technischer Systeme (CATS) der RWTH Aachen. Ihr Weg zur Simulationstechnik führte über ein Studium des Maschinenbaus mit der Vertiefung „Produktionstechnik für Mikrosysteme“. Seit ihrer Promotion im Jahr 2011 im Bereich der numerischen Auslegung von Formwerkzeugen leitet sie eine Arbeitsgruppe zum Thema Produktionstechnik am CATS. In ihre Arbeitsgruppe ist auch ein Doktorand der Graduiertenschule AICES (Aachen Institute for Advanced Study in Computational Engineering Science) eingebunden, wo sie als Nachwuchsgruppenleiterin fungiert. Die Hauptforschungsthemen der Gruppe sind Modellierung, Simulation und Optimierung im Bereich der urformenden Fertigungsverfahren, mit besonderem Fokus auf Spline-basierten Finite-Elemente-Methoden. Stefanie Elgeti ist Mitglied der Gruppe der GAMM Junioren, sowie der Kerngruppe der ECCOMAS Young Investigators.



**Marek Behr** erlangte seinen Doktorabschluss im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik und Mechanik an der University of Minnesota in Minneapolis. Nach Lehrtätigkeiten an der University of Minnesota und der Rice University in Houston wurde er im Jahr 2004 zum Professor an der Fakultät für Maschinenwesen der RWTH berufen und Inhaber des Lehrstuhls für computergestützte Analyse technischer Systeme. Seit 2006 ist er der wissenschaftliche Leiter der Graduiertenschule AICES, die sich auf inverse Probleme in den Ingenieurwissenschaften konzentriert und im Rahmen der Exzellenzinitiative gegründet wurde. Behr ist einer der Hauptentwickler der stabilisierten Raum-Zeit Finite Elemente Methode bezogen auf Strömungslösungen in verformbaren Rechengebieten. Er ist ein langjähriger Experte auf dem Gebiet des parallelen Rechnens und der numerischen Methoden für nicht-Newtonsche Flüssigkeiten. Er ist Mitglied in mehreren Beiräten internationaler Fachzeitschriften und Mitglied des Vorstands der GACM (German Association for Computational Mechanics).



# RUNDBRIEF READERS

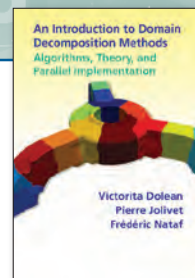
Save 30% on these SIAM titles:

## An Introduction to Domain Decomposition Methods: Algorithms, Theory, and Parallel Implementation

Victorita Dolean, Pierre Jolivet, and Frédéric Nataf

An overview of the most popular domain decomposition methods for partial differential equations. These methods are widely used for numerical simulations in solid mechanics, electromagnetism, flow in porous media, etc., on parallel machines from tens to hundreds of thousands of cores. The appealing feature of domain decomposition methods is that, contrary to direct methods, they are naturally parallel. The authors focus on parallel linear solvers.

2015 • Approx.  $x + 238$  pages • Softcover • 978-1-611974-05-8 • List \$79.00 • Rundbrief Reader \$55.30 • OT144

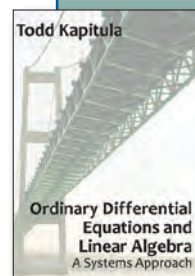


## Ordinary Differential Equations and Linear Algebra: A Systems Approach

Todd Kapitula

Ordinary differential equations (ODEs) and linear algebra are foundational postcalculus mathematics courses in the sciences. The goal of this text is to help students master both subject areas in a one-semester course. Linear algebra is developed first, with an eye toward solving linear systems of ODEs. A computer algebra system is used for intermediate calculations (e.g., Gaussian elimination, complicated integrals); however, the text is not tailored toward a particular system.

2015 • xii + 300 pages • Softcover • 978-1-611974-08-9 • List \$79.00 • Rundbrief Reader \$55.30 • OT145

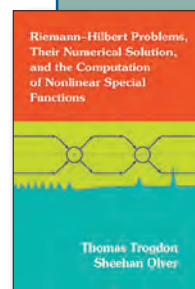


## Riemann–Hilbert Problems, Their Numerical Solution, and the Computation of Nonlinear Special Functions

Thomas Trogdon and Sheehan Olver

This book, the most comprehensive one to date on the applied and computational theory of Riemann–Hilbert problems, includes an introduction to computational complex analysis, an introduction to the applied theory of Riemann–Hilbert problems from an analytical and numerical perspective, and a discussion of applications to integrable systems, differential equations, and special function theory. It also includes six fundamental examples and five more sophisticated examples of the analytical and numerical Riemann–Hilbert method, each of mathematical or physical significance or both.

2016 • Approx. xii + 387 pages • Softcover • 978-1-611974-19-5 • List \$91.00 • Rundbrief Reader \$63.70 • OT146



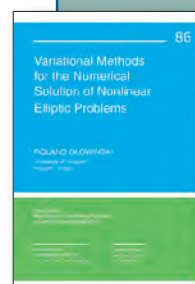
## Variational Methods for the Numerical Solution of Nonlinear Elliptic Problems

Roland Glowinski

CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics 86

This book addresses computational methods that have proven efficient for the solution of a large variety of nonlinear elliptic problems. These methods can be applied to many problems from science and engineering, but this book focuses on their application to problems from continuum mechanics and physics. Unlike other books on the topic, this one presents examples of the power and versatility of operator-splitting methods and provides a detailed introduction to alternating direction methods of multipliers and their applicability to the solution of nonlinear problems.

2015 • xx + 462 pages • Softcover • 978-1-611973-77-8 • List \$79.00 • Rundbrief Reader \$55.30 • CB86



**siam** SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS

Be sure to enter code "BKGM16" to get special discount price.

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

Use your credit card (AMEX, MasterCard, and VISA) by phone: +1-215-382-9800 (worldwide) or fax: +1-215-386-7999.

Or send check or money order in US dollars to: SIAM, Dept. BKGM16, 3600 Market Street, 6th Floor, Philadelphia, PA 19104-2688 USA.

Members and customers outside North America can order SIAM books through Cambridge University Press at [www.cambridge.org/siam](http://www.cambridge.org/siam).

ORDER ONLINE:  
**BOOKSTORE.SIAM.ORG**

1/16\_2

# RUNDBRIEF READERS

Save 30% on these SIAM titles:

## Adaptive Treatment Strategies in Practice: Planning Trials and Analyzing Data for Personalized Medicine

Michael R. Kosorok and Erica E. M. Moodie, Editors

ASA-SIAM Series on Statistics and Applied Probability 21

Personalized medicine is a medical paradigm that emphasizes systematic use of individual patient information to optimize that patient's health care, particularly in managing chronic conditions and treating cancer. In the statistical literature, sequential decision making is known as an adaptive treatment strategy (ATS) or a dynamic treatment regime (DTR). The field of DTRs emerges at the interface of statistics, machine learning, and biomedical science to provide a data-driven framework for precision medicine. The authors give a learning-by-seeing approach to the development of ATSs.

2016 • Approx. xvi + 348 pages • Softcover • 978-1-611974-17-1 • List \$74.00 • Rundbrief Readers \$51.80 • SA21

## Stochastic Systems: Estimation, Identification, and Adaptive Control

P. R. Kumar and Pravin Varaiya

Classics in Applied Mathematics 75

Since its origins in the 1940s, the subject of decision making under uncertainty has grown into a diversified area with application in several branches of engineering and in those areas of the social sciences concerned with policy analysis and prescription. This book provides succinct and rigorous treatment of the foundations of stochastic control; a unified approach to filtering, estimation, prediction, and stochastic and adaptive control; and the conceptual framework necessary to understand current trends in stochastic control, data mining, learning, and robotics.

2016 • Approx. xviii + 358 pages • Softcover • 978-1-611974-25-6 • List \$74.00 • Rundbrief Readers \$51.80 • CL75

## AIMD Dynamics and Distributed Resource Allocation

M. Corless, C. King, R. Shorten, and F. Wirth

Advances in Design and Control 29

The AIMD algorithm is the most widely used method for allocating a limited resource among competing agents without centralized control. The authors offer a new approach that is based on positive switched linear systems. It is used to develop most of the main results found in the book, and fundamental results on stochastic switched nonnegative and consensus systems are derived to obtain these results. The original and best known application of the algorithm is in the context of congestion control and resource allocation on the Internet, and readers will find details of several variants of the algorithm.

2016 • Approx. xiv + 236 pages • Softcover • 978-1-611974-21-8 • List \$84.00 • Rundbrief Readers \$58.80 • DC29

## A Primer on Radial Basis Functions with Applications to the Geosciences

Bengt Fornberg and Natasha Flyer

This monograph focuses on radial basis functions (RBFs), a powerful numerical methodology for solving PDEs to high accuracy in any number of dimensions. This method applies to problems across a wide range of PDEs arising in fluid mechanics, wave motions, astro- and geosciences, mathematical biology, and other areas, and has lately been shown to compete successfully against the very best previous approaches on some large benchmark problems. Using examples and heuristic explanations, the authors address how, when, and why RBF-based methods work.

2015 • x + 221 pages • Softcover • 978-1-611974-02-7 • List \$79.00 • Rundbrief Readers \$55.30 • CB87

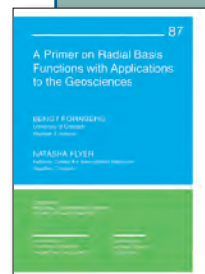
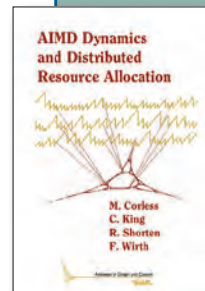
**siam** SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS

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

Use your credit card (AMEX, MasterCard, and VISA) by phone: +1-215-382-9800 (worldwide) or fax: +1-215-386-7999.

Or send check or money order in US dollars to: SIAM, Dept. BKGM16, 3600 Market Street, 6th Floor, Philadelphia, PA 19104-2688 USA.

Members and customers outside North America can order SIAM books through Cambridge University Press at [www.cambridge.org/siam](http://www.cambridge.org/siam).



Be sure to enter code "BKGM16" to get special discount price.

ORDER ONLINE:  
**BOOKSTORE.SIAM.ORG**

1/16\_2

# Dr. Patrick Henning

befasst sich in seiner Forschung mit Numerischen Verfahren für mehrskalige partielle Differentialgleichungen. Er studierte Mathematik an der Universität Freiburg und promovierte von 2007 bis 2011 bei Prof. Dr. Mario Ohlberger an der Universität Münster. Es folgten PostDoc Aufenthalte an der Universität Uppsala und der École polytechnique fédérale de Lausanne. Nach einer 15-monatigen Rückkehr an die Universität Münster als Akademischer Rat, ist Patrick Henning seit November 2015 als Assistant Professor in Numerischer Analysis an der KTH Stockholm tätig.

In vielen physikalischen, ingenieurwissenschaftlichen oder hydrogeologischen Forschungsbereichen begegnet man partiellen Differentialgleichungen mit einem sogenannten „mehrskaligen Charakter“. Ein klassisches Beispiel ist die Beschreibung von Strömungen in porösen Medien, wie sie z.B. bei Grundwasserprozessen auftreten können. Typischerweise ist man lediglich an einer Quantifizierung der Strömung auf einer makroskopischen Skala interessiert, um beispielsweise Überschwemmungsgebiete in einem Landschaftsausschnitt vorhersagen zu können. Um jedoch eine verlässliche Prognose abgeben zu können, genügt es nicht den Rechenausschnitt als gemittelt quasi-homogenes Medium anzusehen (und dieses auf der groben Skala zu approximieren), sondern es ist notwendig die feinskaligen Variationen im Erdreich (wie unterschiedliche Bodentypen etc.) komplett aufzulösen, auch wenn man eigentlich nicht an einer Beschreibung der Strömung auf einer so feinen Skala interessiert ist. Das Auflösen dieser Mikroskala durch ein entsprechend feines Rechengitter führt oftmals zu erheblichen Anforderungen an die verfügbaren Rechen- und Speicherkapazitäten. Um die natürlichen Restriktionen klassischer Lösungsverfahren zu überwinden ist die Entwicklung neuer problemorientierter Ansätze notwendig, welche üblicherweise als Mehrskalmethoden bezeichnet werden. Patrick Henning befasst sich in seiner Forschung mit der Formulierung derartiger Mehrskalmethoden, ihren Eigenschaften, ihrer effizienten Implementierung und vor allem mit ihrer numerischen Analysis, welche den Schwerpunkt seiner Arbeit bildet. Dabei stehen vor allem Fragestellungen zur Wohlgestelltheit der Verfahren, ihrer Konvergenzeigenschaften, sowie der Herleitung von berechenbaren lokalisierten Fehlerschranken (a-posteriori Fehlerschätzer und Adaptivität) im Vordergrund. Bereits in seinem Studium an der Universität Freiburg kam Patrick Henning durch seine 2007 verfasste Diplomarbeit erstmals mit dem Thema in Kontakt [6]. Später vertiefte er sich im Rahmen seiner Doktorarbeit unter der Betreuung von Prof. Dr. Mario Ohlberger an der Universität Münster. In seinen beiden Abschlussarbeiten entwickelte er auf dem Framework der „Heterogeneous Multiscale Method“ (HMM) basierende Gitter-adaptive Verfahren, bei welchen durch das Lösen von repräsentativen lokalen mikroskopischen Hilfsproblemen die makroskopischen Eigenschaften eines zu untersuchenden Prozesses ermittelt werden können. Die

Anwendungen umfassten Diffusionsgleichungen in perforierten Gebieten [6], advektions-dominante parabolische Probleme [7] (zur Beschreibung des Transports von Schadstoffen im Grundwasser) und nicht-lineare monotone Probleme. In späteren Arbeiten wurde schließlich das vollständige System der degenerierten inkompressiblen Zwei-Phasen-Strömungen mit unterschiedlichen Techniken behandelt, bei denen neben der Mehrskaligkeit auch die Massenerhaltung im Vordergrund stand [3,8]. Die entwickelten Verfahren wurden in

der C++-Softwarebibliothek DUNE (Distributed and Unified Numerics Environment) umgesetzt.

Wesentliche Resultate leistete Patrick Henning zum sogenannten „Oversampling“ für Mehrskaligen Finite Elemente Methoden (MsFEM). Hierbei geht es darum verallgemeinerte Finite Elemente Basisfunktionen durch das Lösen lokaler Probleme zu berechnen, so dass die Approximationseigenschaften des diskreten Raumes verbessert werden (im Bezug auf das zu lösende Mehrskalproblem). Ziel beim „Oversampling“ ist es die optimale Größe und Struktur für die lokalen Probleme zu identifizieren. So arbeitete er sowohl am ersten Beweis für ein a-priori Konvergenzresultat einer Oversampling-Strategie für MsFEM [10], als auch an der ersten Größensteuerung mit Hilfe von a posteriori Fehlerschätzern [9].

Als PostDoc an der Universität Uppsala in der Gruppe von Prof. Dr. Axel Målqvist befasste sich Patrick Henning mit neuen Techniken zur Behandlung von mehrskaligen Differentialgleichungen mit stark heterogenen Strukturen, die klassisches „Sampling“ wie bei im HMM-Framework nicht mehr erlauben. Die Idee der als LOD (Localized Orthogonal Decomposition) bezeichneten Methodik beruht darauf einen hochdimensionalen Finite Elemente Lösungsraum mit Hilfe eines Quasi-Interpolationsoperators orthogonal in einen niedrig-dimensionalen „Mehrskalenraum“ und einen hochdimensionalen „Detailraum“ zu zerlegen. Die Informationen im Detailraum leisten nur einen vernachlässigbaren Beitrag zur Lösung, während der Mehrskalenraum ausgezeichnete Approximationseigenschaften im Bezug auf die betrachtete Differentialgleichung besitzt. Zentral bei diesem Ansatz ist es, zu untersuchen, wie der Mehrskalenraum effizient berechnet werden kann und wie man dessen Basisfunktionen adäquat lokalisiert. Anschließend lässt sich das Ausgangsproblem günstig im Mehrskalenraum lösen. Abbildung 1 zeigt den Vergleich zwischen einer standard nodalen „Hütchen“-Basis-

## STECKBRIEF





funktion und einer LOD Basisfunktion und Abbildung 2 zeigt den Fluss eines Fluids in einem realen Permeabilitätsfeld, berechnet mit einer Raviart-Thomas-basierten LOD. Patrick Henning war maßgeblich in verschiedenster Form an der Analysis und Erweiterung dieser LOD-Techniken beteiligt [4,10] und setzte diese Arbeit auch als PostDoc in der Gruppe von Prof. Dr. Assyr Abdulle an der École polytechnique fédérale de Lausanne fort [1,2]. Unter anderem beleuchtet er die Frage, wie sich für Parameter-abhängige Differentialgleichungen mit Hilfe eines „Reduced Basis“-Ansatzes die Einträge der Steifigkeitsmatrix (im Mehrskalerraum) schnell und kostengünstig berechnen lassen.

In seiner derzeitigen Forschungsausrichtung widmet sich Patrick Henning vermehrt Anwendungen aus der Quantenmechanik. Einerseits widmet er sich dem Phänomen der negativen Brechung in Photonischen Kristallen durch die Entwicklung von neuen problemspezifischen Lösungsansätzen für die Maxwell-Gleichungen und andererseits untersucht er im Rahmen des DFG-Projekts „Finite Elemente Diskretisierungen für rotierende Bose-Einstein Kondensate“ die Grundzustände und Dynamiken von ultrakalten Gasen bei Temperaturen nah am absoluten Nullpunkt (siehe Abbildung 3). Bei letzterem liegt der Fokus auf der Entwicklung und Analysis von Verfahren zum Lösen von nichtlinearen Schrödinger-Gleichungen [5].

**Literatur**

[1] A. Abdulle and P. Henning. A reduced basis localized orthogonal decomposition. *J. Comput. Phys.*, 295, pp. 379-401, 2015.  
 [2] A. Abdulle and P. Henning. Local orthogonal decomposition method for the wave equation with a continuum of scales, arXiv preprint 1406.6325, 2014, to appear in *Math. Comp.*

[3] D. Elfervson, V. Ginting, and P. Henning. On multiscale methods in Petrov-Galerkin formulation. *Numer. Math.* (online first), 2015.  
 [4] P. Henning and A. Målqvist. Localized Orthogonal Decomposition Techniques for Boundary Value Problems. *SIAM J. Sci. Comput.*, 36(4), pp. A1609-A1634, 2014.  
 [5] P. Henning, A. Målqvist, and D. Peterseim. Two-Level Discretization Techniques for Ground State Computations of Bose-Einstein Condensates. *SIAM J. Numer. Anal.*, 52(4), pp. 1525-1550, 2014.  
 [6] P. Henning and M. Ohlberger. The heterogeneous multiscale finite element method for elliptic homogenization problems in perforated domains. *Numer. Math.*, 113(4), pp. 601-629, 2009.  
 [7] P. Henning and M. Ohlberger. The heterogeneous multiscale finite element method for advection-diffusion problems with rapidly oscillating coefficients and large expected drift. *Netw. Heterog. Media*, 5(4), pp. 711-744, 2010.  
 [8] P. Henning, M. Ohlberger, and B. Schweizer. Adaptive Heterogeneous Multiscale Methods for immiscible two-phase flow in porous media. *Comput. Geosci.*, 19(1), pp. 99-114, 2015.  
 [9] P. Henning, M. Ohlberger, and B. Schweizer. An adaptive multiscale finite element method. *SIAM Multiscale Model. Simul.*, 12(3), pp. 1078-1107, 2014.  
 [10] P. Henning and D. Peterseim. Oversampling for the multiscale finite element method. *SIAM Multiscale Model. Simul.*, 11(4), pp. 1149-1175, 2013.

**Kontakt:**

Patrick Henning  
 KTH Royal Institute of Technology  
 SCI Numerical Analysis  
 100 44 Stockholm, Schweden  
 HYPERLINK „mailto:pathe@kth.se“ pathe@kth.se

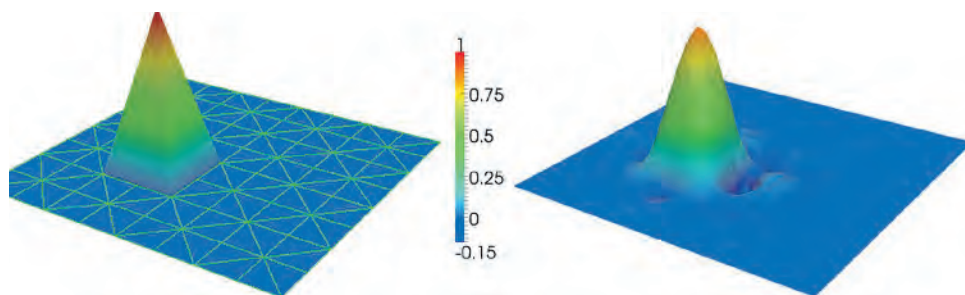


Abbildung 1: Links eine nodale Lagrange-Basisfunktion 1. Ordnung und rechts eine mehrskalige LOD-Basisfunktion, die strukturelle Informationen enthält (siehe [1]).

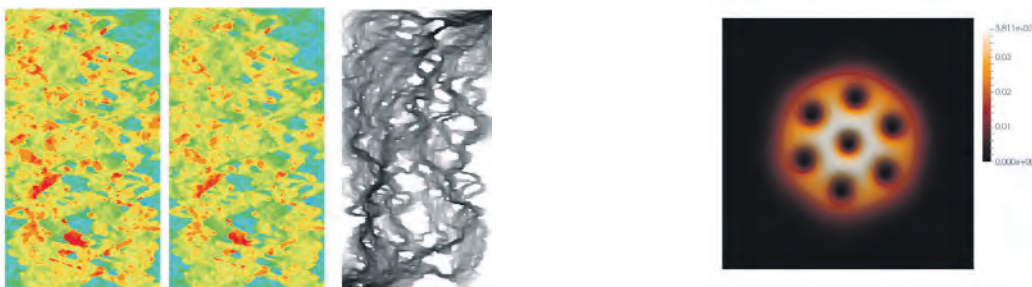


Abbildung 2: Die farbigen Bilder zeigen die anisotrope 85. Schicht des SPE10 Permeabilitätsfelds (Society of Petroleum Engineers). Rechts ist das zugehörige Flussfeld zu sehen, welches mit einer Raviart-Thomas LOD berechnet wurde (siehe <http://arxiv.org/abs/1501.05526>; Hellman, Henning, Målqvist).

Abbildung 3: Simulation eines Grundzustands eines rotierenden Bose-Einstein-Kondensats, welches sieben Dichtesingularitäten (Vortices) ausbildet.

**Christian Hesch** studierte an der Universität Kaiserslautern den Studiengang Maschinenbau und Verfahrenstechnik in der Vertiefungsrichtung Energietechnik und erwarb sein Diplom 2003 als Jahrgangsbester. Die Diplomarbeit befasste sich mit der Monte-Carlo Simulationen ionischer Fluide, angefertigt am Lehrstuhl für Technische Thermodynamik unter der Leitung von Professor Maurer. Von 2003 bis 2007 promovierte er am neu gegründeten Lehrstuhl für Numerische Mechanik der Universität Siegen bei Professor Betsch über strukturerhaltende Integriertoren für transiente Kontaktprobleme. Die Habilitationsschrift folgte nach einem Forschungsaufenthalt in der Arbeitsgruppe von Professor Bonet an der Swansea University/Wales über allgemeine Interfaceprobleme. Die Venia Legendi im Fach Mechanik wurde ihm im Jahr 2013 erteilt. Aktuell arbeitet Christian Hesch am Institut für Mechanik des KIT. Der von ihm verantwortete Aufbau einer eigenen Arbeitsgruppe wird wesentlich von mehreren DFG Projekten getragen. Gegenwärtig stehen hier Forschungsvorhaben aus den Bereichen Materialsimulation, Bruchmechanik, Fluid-Struktur Interaktionen sowie an strukturemechanischen Systemen im Vordergrund.

In seinen Forschungsarbeiten befasst sich Herr Hesch mit der numerischen Simulation multiphysikalischer Systeme. Er betrachtet die gesamte Prozesskette von der Modellierung im Kontinuum über die Diskretisierung bis hin zur Implementierung in einer eigenen Programmierumgebung. Es fasziniert ihn außerordentlich, neue Probleme, beginnend mit ihren physikalischen Grundlagen, aufzugreifen und bis zur endgültigen Simulation verfolgen zu können. Im Rahmen seiner Diplomarbeit hat er Monte-Carlo Simulationen für ionische Fluide -sie besitzen eine hohe Bedeutung in der chemischen Verfahrenstechnik- durchgeführt und konnte dabei erhebliche Erfahrung für die Programmierung auf Höchstleistungsrechnern sammeln. Unter Hilfestellung des Lehrstuhles für Technische Thermodynamik an der Universität Kaiserslautern konnten die erhaltenen Daten von ihm validiert werden. Die Ergebnisse der folgenden Simulationen bewegten sich innerhalb der Messtoleranzen der Laboraten. Bemerkenswert war, dass einzig die Strukturdaten der sehr komplexen Moleküle in die Simulation eingeflossen sind.

Nach dem Wechsel an die Universität Siegen begleitete Herr Hesch zunächst den dortigen Aufbau eines neuen Lehrstuhles inklusive der Gestaltung neuer Lehrveranstaltungen. In seiner Dissertation befasste er sich mit neuartigen Zeitintegrationsverfahren für Kontaktprobleme. Von zentralem Interesse waren variationell konsistente Mortar-Kontaktverfahren, die über sehr gute räumliche Konvergenzeigenschaften verfügen. Im Rahmen seiner Dissertation konnte er sowohl für Gebietszerlegungsverfahren wie auch für Kontaktprobleme unter Berücksichtigung großer Deformationen Impuls-, Drehimpuls- als auch Energieerhaltende Zeitintegratoren entwickeln [1,2]. Dabei war es notwendig, die Aktive-Mengen Steuerung der zu modellierenden Ungleichgewichts- Zwangsbedingungen in die neu entwickelten Algorithmen zu integrie-

ren, da diese einen erheblichen Einfluss auf die Stabilität impliziter Zeitintegratoren haben.

Während seiner Post-Doc Phase forschte Herr Hesch in enger Zusammenarbeit mit Professor Bonet und Professor Gil, Swansea University/Wales, an Fluid-Struktur Interaktionen. Es standen hier Untersuchungen von großen Bewegungen und Deformationen eines im Fluid-Gitter eingebetteten Körpers im Vordergrund. Erstmals gelang es, kompressible Festkörper in ein inkompressibles Fluid einzubetten [3]. Des Weiteren konnten gängige Formulierungen unter Zuhilfenahme einer diskreten Null-Raum Projektion der volumetrischen Zwangsbedingungen zwischen Fluid und Solid neu konstruiert und erweitert werden. Damit wurde es möglich, beliebige strukturemechanische Körper systematisch in das Fluid-Gitter einzubetten [4]. Aktuell arbeitet Herr Hesch zusammen mit der Arbeitsgruppe in Swansea an nichtlinearen, poly-konvexen Materialformulierungen für Balken [5]. Der Anstoß für dieses Projekt geht auf eine Kooperation mit Professor Glocker und Dr. Eugster, ETH

Zürich, zurück; es wurden hier Direktor-basierte Balkenelemente grundlegend neu entwickelt und die räumliche Konvergenz erheblich verbessert [6].

Zeitgleich begann er mit großem Interesse aktuelle Arbeiten über isogeometrische Analyse (IGA) zu verfolgen und in den von ihm entwickelten hauseigenen Code zu integrieren. Die Verwendung von rationalen B-Splines (NURBS) als Basisfunktionen der finiten Elemente ermöglicht eine sehr präzise Darstellung von Interfacestrukturen [7,8]. Aufgrund der definierbaren Kontinuität gelang es in einem weiteren Projekt, gemeinsam mit Professor'in Weinberg und Dr. Anders, die spinodale Entmischung eines metallischen Lotes in realen, dreidimensionalen Strukturen zu simulieren [9]. Die zugrundeliegende Cahn-Hilliard Gleichung stellt eine PDE vierter Ordnung in der starken Form dar, die bisher nur schwer innerhalb

## STECKBRIEF



komplexer Geometrien zu berechnen war und spezielle Randbedingungen erfordert. Diesen Ansatz erweitert er derzeit zur Simulation thermisch induzierter Diffusion in ternären Legierungen. Ein weiteres großes und aktuelles Arbeitsfeld sind Phasen-Feld Methoden zur Simulation von Rissen [10]. Die Arbeiten finden im Rahmen eines

Gemeinschaftsprojektes innerhalb des Schwerpunktsprogramms 1748 gemeinsam mit Professor Krause, Università della Svizzera Italiana, Lugano statt, bei der hierarchische Verfeinerungen der NURBS Formfunktionen eingesetzt werden. Dies wird es ermöglichen, Risse in komplexen, dreidimensionalen Strukturen zu berechnen.

### Literatur

- [1] C. Hesch and P. Betsch, A mortar method for energy-momentum conserving schemes in frictionless dynamic contact problems, *Int. J. Numer. Methods Engng.*, 77:1468-1500, 2008.
- [2] C. Hesch and P. Betsch, Transient 3d domain decomposition problems: Frame-indifferent mortar constraints and conserving integration, *Int. J. Numer. Methods Engng.*, 82:329-358, 2009.
- [3] C. Hesch, A.J. Gil, A. Arranz Carreño and J. Bonet, On continuum immersed strategies for fluid-structure interaction, *Comput. Methods Appl. Mech. Engng.*, 247-248:51-64, 2012.
- [4] C. Hesch, A.J. Gil, A. Arranz Carreño, J. Bonet and P. Betsch, A Mortar approach for Fluid-Structure Interaction problems: Immersed strategies for deformable and rigid bodies, *Comput. Methods Appl. Mech. Engng.*, 278:853-882, 2014.
- [5] R. Ortigosa, A.J. Gil, J. Bonet and C. Hesch, A computational framework for polyconvex large strain elasticity for geometrically exact beam theory, *Computational Mechanics*, DOI: 10.1007/s00466-015-1201-y, 2015.
- [6] S.R. Eugster, C. Hesch, P. Betsch and Ch. Glocker, Director based beam finite elements relying on the geometrically exact beam theory formulated in skew coordinates, *Int. J. Numer. Methods Engng.*, 97:111-129, 2014.
- [7] C. Hesch and P. Betsch, Isogeometric analysis and domain decomposition methods, *Comput. Methods Appl. Mech. Engng.*, 213:104-112, 2012.
- [8] M. Dittmann, M. Franke, I. Temizer and C. Hesch, Isogeometric analysis and thermomechanical Mortar contact problems, *Comput. Methods Appl. Mech. Engng.*, 274:192-212, 2014.
- [9] D. Anders, C. Hesch and K. Weinberg, Computational modeling of phase separation and coarsening in solder alloys, *Int. J. Solids Struct.*, 49:1557-1572, 2012.
- [10] C. Hesch and K. Weinberg, Thermodynamically consistent algorithms for dynamic phase-field models of fracture and finite deformations, *Int. J. Numer. Methods Engng.*, 99:906-924, 2014.

### Kontakt:

PD Dr.-Ing. habil. Christian Hesch  
 Institut für Mechanik  
 Karlsruher Institut für Technologie  
 Otto-Ammann-Platz 9  
 76131 Karlsruhe, Germany  
 christian.hesch@kit.edu

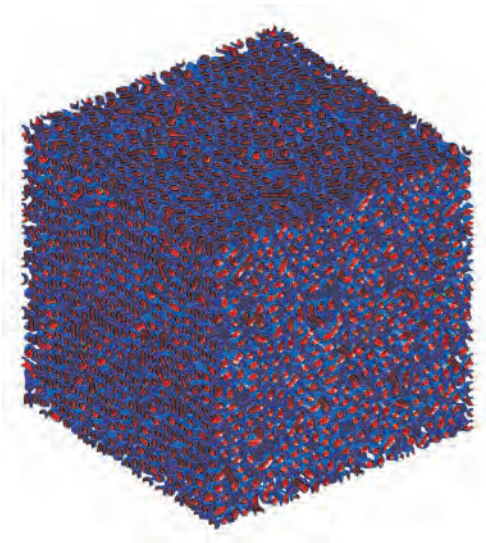


Abbildung 1: Spinodale Entmischung eines binären Zink-Blei Lotes.

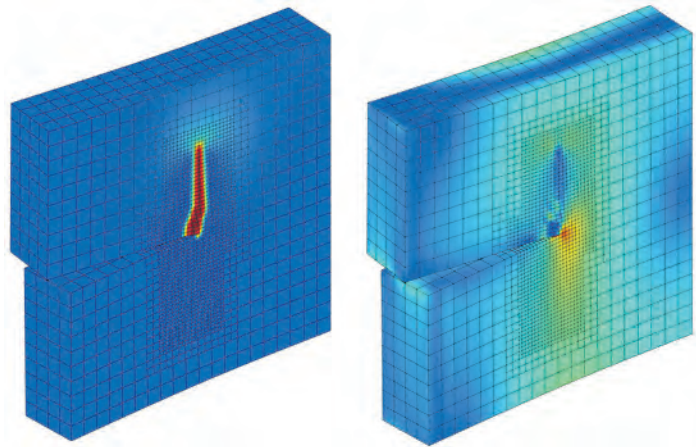


Abbildung 2: Dreidimensionale Phasen-Feld Simulation eines Risses: Phasen-Feld, von Mises Spannungen.

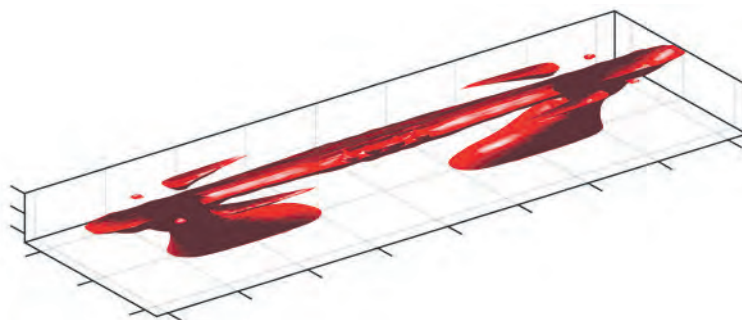


Abbildung 3: Riss-Strukturen im inneren einer dünnen Platte aufgrund eines Einschlags einer Schneide.



# RUNDBRIEF READERS

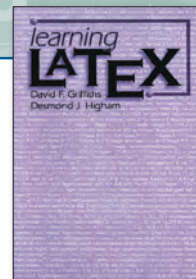
Save 30% on these SIAM titles:

## Learning LATEX

David F. Griffiths and Desmond J. Higham

Here is a short, well-written book that covers the material essential for learning LATEX without any unnecessary detail. It includes incisive examples that teach LATEX in a powerful yet abbreviated fashion. This is the handbook to have if you don't want to wade through extraneous material. It includes numerous examples of widely used mathematical expressions, complete documents illustrating the creation of articles, reports, and overhead projector slides, and troubleshooting tips to help you pinpoint an error.

1997 • x + 84 pages • Softcover • 978-0-898713-83-1 • List \$37.00 • Rundbrief Readers \$25.90 • OT55

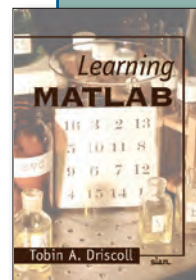


## Learning MATLAB

Tobin A. Driscoll

This engaging book is a very compact introduction to the essentials of the MATLAB programming language and is ideal for readers seeking a focused and brief approach to the software. Learning MATLAB contains numerous examples and exercises involving the software's most useful and sophisticated features along with an overview of the most common scientific computing tasks. The presentation is designed to guide new users through the basics of interacting with and programming in the MATLAB software, while also presenting some of its more important and advanced techniques.

2009 • xiv + 97 pages • Softcover • 978-0-898716-83-2 • List \$32.00 • Rundbrief Readers \$22.40 • OT115



## Programming Projects in C for Students of Engineering, Science, and Mathematics

Rouben Rostamian

*Computational Science and Engineering 13*

Written as a tutorial on how to think about, organize, and implement programs in scientific computing, this book achieves its goal of "learning by doing" through an eclectic and wide-ranging collection of projects. The reader is guided through implementing the algorithm in C and compiling and testing the results. It is not necessary to carry out the projects in sequential order. The projects contain only a partially completed problem and an algorithm for solving it to enable the reader to exercise and develop skills in scientific computing.

2014 • xvi + 393 pages • Softcover • 978-1-611973-49-5 • List \$69.00 • Rundbrief Readers \$48.30 • CS13

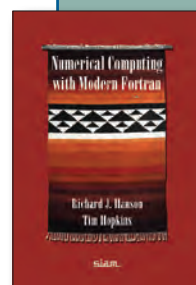


## Numerical Computing with Modern Fortran

Richard J. Hanson and Tim Hopkins

The Fortran language standard has undergone significant upgrades in recent years (1990, 1995, 2003, and 2008). The authors illustrate many of these improvements through practical solutions to a number of scientific and engineering problems. Readers will discover techniques for modernizing algorithms written in Fortran; examples of Fortran interoperating with C or C++ programs, plus using the IEEE floating-point standard for efficiency; illustrations of parallel Fortran programming using coarrays, MPI, and OpenMP; and a supplementary Web site with downloadable source codes.

2013 • xvi + 244 pages • Softcover • 978-1-611973-11-2 • List \$89.00 • Rundbrief Readers \$62.30 • OT134



**siam** SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS

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

Use your credit card (AMEX, MasterCard, and VISA) by phone: +1-215-382-9800 (worldwide) or fax: +1-215-386-7999.

Or send check or money order in US dollars to: SIAM, Dept. BKGM16, 3600 Market Street, 6th Floor, Philadelphia, PA 19104-2688 USA.

Members and customers outside North America can order SIAM books through Cambridge University Press at [www.cambridge.org/siam](http://www.cambridge.org/siam).

Be sure to enter code "BKGM16" to get special discount price.

ORDER ONLINE:  
**BOOKSTORE.SIAM.ORG**

1/16\_3

# siam Bestsellers

Order Direct: [Bookstore.siam.org](http://Bookstore.siam.org)

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

1. **Introduction to Linear Algebra, Fourth Edition**  
Gilbert Strang  
2009 • x + 574 pages • Hardcover • 978-0-980232-71-4  
List \$87.50 • Rundbrief Readers \$61.25 • WC09
2. **Numerical Linear Algebra**  
Lloyd N. Trefethen and David Bau III  
1997 • xii + 361 pages • Softcover • 978-0-898713-61-9  
List \$67.00 • Rundbrief Readers \$46.90 • OT50
3. **Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations: Steady-State and Time-Dependent Problems**  
Randall J. LeVeque  
2007 • xvi + 341 pages • Softcover • 978-0-898716-29-0  
List \$69.50 • Rundbrief Readers \$48.65 • OT98
4. **Insight Through Computing: A MATLAB Introduction to Computational Science and Engineering**  
Charles F. Van Loan and K.-Y. Daisy Fan  
2009 • xviii + 434 pages • Softcover • 978-0-898716-91-7  
List \$63.50 • Rundbrief Readers \$44.75 • OT117
5. **Matrix Analysis and Applied Linear Algebra**  
Carl D. Meyer  
2000 • xii + 718 pages • Hardcover • 978-0-898714-54-8  
List \$106.50 • Rundbrief Readers \$74.55 • OT71
6. **Differential Equations and Linear Algebra**  
Gilbert Strang  
2014 • 512 pages • Hardcover • 978-0-98023279-0  
List \$87.50 • Rundbrief Readers \$61.25 • WC13
7. **Uncertainty Quantification: Theory, Implementation, and Applications**  
Ralph C. Smith  
2013 • xviii + 382 pages • Hardcover • 978-1-611973-21-1  
List \$74.00 • Rundbrief Readers \$51.80 • CS12
8. **Mathematical Models in Biology**  
Leah Edelstein-Keshet  
2005 • xliii + 586 pages • Softcover • 978-0-898715-54-5  
List \$64.50 • Rundbrief Readers \$45.15 • CL46
9. **A First Course in Numerical Methods**  
Uri Ascher and Chen Greif  
2011 • xxii + 552 pages • Softcover • 978-0-898711-97-0  
List \$98.00 • Rundbrief Readers \$68.60 • CS07
10. **Computational Science and Engineering**  
Gilbert Strang  
2007 • xii + 713 pages • Hardcover • 978-0-961408-81-7  
List \$90.00 • Rundbrief Readers \$63.00 • WC07
11. **Approximation Theory and Approximation Practice**  
Lloyd N. Trefethen  
2012 • viii + 305 pages • Softcover • 978-1-611972-39-9  
List \$51.00 • Rundbrief Readers \$35.70 • OT128
12. **Introduction to Nonlinear Optimization: Theory, Algorithms, and Applications with MATLAB**  
Amir Beck  
2014 • xii + 282 pages • Softcover • 978-1-611973-64-8  
List \$89.00 • Rundbrief Readers \$62.30 • MO19
13. **Mathematics and Climate**  
Hans Kaper and Hans Engler  
2013 • xx + 295 pages • Softcover • 978-1-611972-60-3  
List \$59.00 • Rundbrief Readers \$41.30 • OT131

**Rundbrief Readers  
Get 30% Off List Price  
Enter code BKGM16**

#1

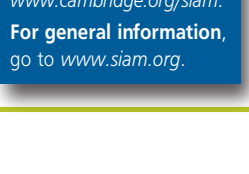
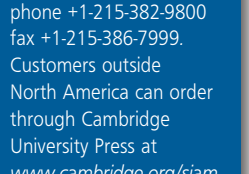
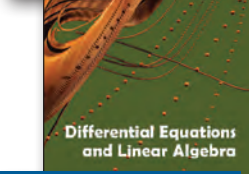
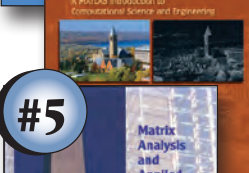
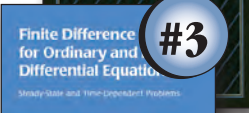
#2

#3

#4

#5

#6



14. **Handbook of Writing for the Mathematical Sciences, Second Edition**  
Nicholas J. Higham  
1998 • xvi + 302 pages • Softcover • 978-0-898714-20-3  
List \$62.50 • Rundbrief Readers \$43.75 • OT63
15. **MATLAB Guide, Second Edition**  
Desmond J. Higham and Nicholas J. Higham  
2005 • xxiv + 382 pages • Hardcover • 978-0-898715-78-1  
List \$57.00 • Rundbrief Readers \$39.90 • OT92
16. **Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications, Second Edition**  
Paolo Toth and Daniele Vigo  
2015 • xviii + 463 pages • Softcover • 978-1-611973-58-7  
List \$119.00 • Rundbrief Readers \$83.30 • MO18
17. **Linear and Nonlinear Functional Analysis with Applications**  
Philippe G. Ciarlet  
2013 • xiv + 832 pages • Hardcover • 978-1-611972-58-0  
List \$98.00 • Rundbrief Readers \$68.60 • OT130
18. **Applied Numerical Linear Algebra**  
James W. Demmel  
1997 • xii + 419 pages • Softcover • 978-0-898713-89-3  
List \$82.50 • Rundbrief Readers \$57.75 • OT56
19. **Matrix Analysis for Scientists and Engineers**  
Alan J. Laub  
2004 • xiii + 157 pages • Softcover • 978-0-898715-76-7  
List \$48.00 • Rundbrief Readers \$33.60 • OT91
20. **Numerical Computing with Modern Fortran**  
Richard J. Hanson and Tim Hopkins  
2013 • xvi + 244 pages • Softcover • 978-1-611973-11-2  
List \$89.00 • Rundbrief Readers \$62.30 • OT134
20. **Iterative Methods for Linear Systems: Theory and Applications**  
Maxim A. Olshanskii and Eugene E. Tyrtshnikov  
2014 • xvi + 247 pages • Softcover • 978-1-611973-45-7  
List \$85.00 • Rundbrief Readers \$59.50 • OT138
22. **Linear and Nonlinear Optimization, Second Edition**  
Igor Griva, Stephen G. Nash, and Ariela Sofer  
2008 • xxii + 742 pages • Hardcover • 978-0-898716-61-0  
List \$104.50 • Rundbrief Readers \$73.15 • OT108
23. **Climate Modeling for Scientists and Engineers**  
John B. Drake  
2014 • viii + 165 pages • Softcover • 978-1-611973-53-2  
List \$69.00 • Rundbrief Readers \$48.30 • MM19
24. **Iterative Methods for Sparse Linear Systems, Second Edition**  
Yousef Saad  
2003 • xviii + 528 pages • Softcover • 978-0-898715-34-7  
List \$117.00 • Rundbrief Readers \$81.90 • OT82
25. **Active Subspaces: Emerging Ideas for Dimension Reduction in Parameter Studies**  
Paul G. Constantine  
2015 • x + 100 pages • Softcover • 978-1-611973-85-3  
List \$39.00 • Rundbrief Readers \$27.30 • SL02

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

\*SIAM's bestselling titles for the 12 months ended October 31, 2015. Sales are from all sources, including SIAM, online retailers, and SIAM's distribution partners.

## JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

ANALYSIS PARTIELLER  
DIFFERENTIALGLEICHUNGEN

Helmut Abels

Der Fachausschuss „Analysis partieller Differentialgleichungen“ fördert den wissenschaftlichen Austausch von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die in unterschiedlichen Bereichen der Analysis partieller Differentialgleichungen arbeiten, verstärkt und koordiniert diesen. Insbesondere soll die Interaktion zwischen unterschiedlichen Forschungsgemeinschaften und Anwendungsgebieten intensiviert werden und damit ein wichtiger Wissenstransfer geschaffen werden. Der Vorstand besteht aus: Helmut Abels (Vorsitzender), Robert Denk, Joachim Escher, Harald Garcke, Dorothee Knees (stellvertretende Vorsitzende), Matthias Röger, Guido Schneider (stellvertretender Vorsitzender), Christian Schmeiser und Marita Thomas. Anträge auf Aufnahme in den Fachausschuss können jeder Zeit an den Vorsitzenden (Helmut Abels, e-mail: Analysis.PDG@ur.de) gestellt werden. Genauere Informationen findet man auf der WWW-Seite des Fachausschusses.

Im vergangenen Jahr waren unsere Mitglieder an der Organisation folgender Konferenzen, Workshops und Schulen beteiligt:

- Am 30. September bis 02. Oktober 2015 fand an der Universität Kassel das dritte Jahrestreffen des Fachausschusses mit 34 Teilnehmern statt. (Organisation: D. Knees und M. Specovius-Neugebauer). Die Vortragsthemen umfassten nichtlokale Fokker-Planck-Gleichungen, Gradientenflüsse, Gleichungen der mathematischen Biologie, verschiedener Bereiche der Strömungsmechanik und der Plastizitätstheorie.
- Des Weiteren organisierte Dorothee Knees zusammen mit Maurizio Grasselli und Elisabetta Rocca die Sektion „Applied Analysis“ auf der GAMM-Jahrestagung.
- Vom 7.-11. September fand an der Universität Stuttgart eine Sommerschule mit dem Thema „Materials with Discontinuities“ statt, die von Jan Gieselmann und Marita Thomas organisiert und u.a. von der Dr.-Klaus-Körper Stiftung gefördert wurde.
- Im Rahmen der DMV-Jahrestagung wurde von Helmut Abels und Harald Garcke ein Minisymposium über „Mathematics of Fluid Interfaces“ organisiert.
- Schließlich fand noch an der TU Darmstadt vom 05.-07. Oktober eine gemeinsame Konferenz des SPP 1506 „Transport Processes at Fluidic Interfaces“ und des Internationalen Graduiertenkollegs IRTG 1529 „Mathematical Fluid Mechanics“ statt (Organisation: D. Bothe, A. Reusken und R. Farwig).

Für das nächste Jahr sind folgende Aktivitäten geplant, an den Mitglieder unseres Fachausschusses beteiligt sind:

- Das vierte Jahrestreffen ist für den 26.- 28. September 2016 an der Technischen Universität Dortmund geplant (Organisation: M. Röger).
- Die Organisation der Sektion „Applied Analysis“ auf der GAMM-Jahrestagung 2016 hat unser Mitglied Guido Schneider zusammen mit Hannes Uecker übernommen.
- Vom 30. November bis 4. Dezember findet am WIAS in Berlin die Konferenz „PDE 2015 – Theory and Applications of Partial Differential Equations“ statt (Organisation: H.-C. Kaiser, D. Knees, A. Mielke, J. Rehberg, E. Rocca, M. Thomas, E. Valdinoci).
- In der Woche vom 14.-19. Februar 2016 wird es zwei Winterschulen zu den Themen „Calculus of Variations in Physics and Materials Science“ (Würzburg, Organisation A. Schlömerkemper, B. Benesova) und „Geometric Evolution Equations“ (Regensburg, Organisation. H. Abels, G. Dolzmann, H. Garcke) geben.
- Schließlich ist für den 22.-26. Februar ein ERC Workshop „Modeling materials and fluids using variational methods“ am WIAS Berlin geplant (Organisation: A. Mielke und E. Rocca).





JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

UNCERTAINTY QUANTIFICATION (UQ)



Oliver Ernst



Alexey Chernov

Der Fachausschuss UQ fördert den wissenschaftlichen Austausch zur Quantifizierung von Unsicherheiten in technisch-wissenschaftlichen Berechnungen und vertritt dieses Fachgebiet innerhalb der GAMM. Das Treffen des FA fand 2015 an der TU Chemnitz statt, mit Fachvorträgen von Hanno Gottschalk (Wuppertal), Elisabeth Ullmann (München), Claudia Schillings (Warwick), Aretha Teckentrup (Warwick) sowie Martin Eigel (Berlin). Turnusmäßig wurden nach dreijähriger Amtszeit ein neuer Sprecher (Oliver Ernst, TU Chemnitz) und Stellvertreter (Alexey Chernov, U Oldenburg) gewählt.

Mitglieder des Fachausschusses UQ nahmen 2015 aktiv teil, sowohl an den großen Tagungsreihen der angewandten Mathematik, darunter die ICIAM-Tagung in Beijing, die GAMM-Jahrestagung in Lecce, sowie an speziell auf UQ fokussierten Workshops wie dem UQAW an der King Abdullah University of Science and Technology und dem NASPDE Workshop am INRIA in Sophia-Antipolis.

Die dritte SIAM Conference on Uncertainty Quantification im April 2016 in Lausanne veranstaltet SIAM in Kooperation mit dem FA UQ, dessen Mitglieder als Co-Chair des Organisationskommittees und lokaler Organisator (Fabio Nobile), als Hauptvortragender (Michael Griebel) sowie durch die Organisation zahlreicher Minisymposien an entscheidenden Stellen mitwirken.

Im September 2016, (vom 12.-18.) wird am WIAS, Berlin, die Summer School on Uncertainty Quantification, organisiert vom GAMM AG UQ, stattfinden.

Unter Herausgeberschaft von Fabio Nobile und Alexey Chernov erschien 2015 eine Sonderausgabe des International Journal for Uncertainty Quantification (Volume 5, Issue 3) mit Beiträgen zu dem vom FA organisierten UQ-Workshop 2013 in Bonn.

Schließlich fand im November 2015 unter Beteiligung mehrerer Mitglieder des FA UQ der Workshop „Direct and Inverse Problems for PDEs with Random Coefficients“ am WIAS in Berlin statt.

JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

OPTIMIERUNG MIT PARTIELLEN DIFFERENTIALGLEICHUNGEN



Roland Herzog



Winnifried Wollner

Der Fachausschuss fördert die Kommunikation und Zusammenarbeit aller Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Industrievertretern, die an der Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen interessiert sind. Er vertritt außerdem das Fachgebiet innerhalb der GAMM. Das Treffen des FA fand 2015 im Rahmen der Jahrestagung der Deutschen Mathematikervereinigung im September an der Universität Hamburg statt. Mitglieder des FA haben an zahlreichen Konferenzen und Workshops teilgenommen und ebensolche Veranstaltungen mit organisiert. Zu nennen sind hier insbesondere

- der Workshop Optimal Control and Inverse Problems (OCIP) an der TU München,
- die Organisation von Minisymposien und Sektionen auf der Jahrestagung der GAMM in Lecce sowie
- auf der IFIP TC7 Conference in Sophia-Antipolis,
- auf der SIAM Conference on Control and Optimization in Paris,
- auf dem International Symposium on Mathematical Programming (ISMP) in Pittsburgh,
- auf dem International Congress of Industrial and Applied Mathematics (ICIAM) in Beijing,
- auf der European Conference on Numerical Mathematics and Advanced Applications (ENUMATH) in Ankara und
- auf der Jahrestagung der DMV in Hamburg.

Eine erweiterte Liste von Veranstaltungen sowie bevorstehende Tagungsaktivitäten für 2016 werden über die Homepage des Fachausschusses bekanntgegeben: <http://www.gamm.optpde.net>



JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

# DYNAMIK UND REGELUNGSTHEORIE



Rolf Findeisen



Stephan Trenn

Dynamik und Regelungstheorie ist ein interdisziplinäres Gebiet. Kollegen verschiedener Disziplinen, unter anderem der Mathematischen Systemtheorie, der Regelungstechnik, der Nichtlinearen Dynamik und Schwingungen, der Mehrkörperdynamik und verschiedenster Anwendungsfelder sind auf diesem Gebiet aktiv. Im Vordergrund steht das mathematische Verständnis der Dynamik bei Steuerungen und Regelungen, die in der Praxis zur Anwendung kommen.

Das Hauptanliegen des Ausschusses ist es, die Kommunikation und Zusammenarbeit von WissenschaftlerInnen aus der Mathematik und den Ingenieurwissenschaften zu fördern. Dieses Ziel wird unter anderem durch halbjährlich stattfindenden Workshops, an denen typischerweise 25 Kollegen der Ingenieurwissenschaften und der Mathematik, von Doktoranden bis hin zu emeritierten Kollegen teilnehmen und aktuellen Forschungsergebnisse und Ergebnisse, sowie auch Trends vorstellen und lebhaft diskutieren. Hierbei ist uns insbesondere die Einbindung und Integration jüngerer Kollegen und Wissenschaftler wichtig.

Weitere Informationen: <http://ifatwww.et.uni-magdeburg.de/syst/GAMMFA/gammfa.shtml>

## Aktivitäten des Fachausschusses

### Neuwahl der Vorsitzenden

Turnusgemäß trat Achim Ilchmann (TU Ilmenau) als Vorsitzender des Fachausschusses zurück. Als neuer Vorsitzender wurde der bisherige Vertreter Rolf Findeisen (OvGU Magdeburg) und als neuer Vertreter Stephan Trenn (TU Kaiserslautern) gewählt.

### Workshops des Fachausschusses

- 12.-13. März 2015 an der U Hamburg mit 13 Vorträgen und 23 Teilnehmern; Organisatoren: T. Reis und T. Berger (Hamburg), A. Ilchmann (Ilmenau), R. Findeisen (Magdeburg).
- 01.-02. Oktober 2015 an der U Duisburg-Essen mit 15 Vorträgen und 25 Teilnehmern; Organisatoren: D. Söffker (Duisburg), R. Findeisen (Magdeburg), S. Trenn (Kaiserslautern).

### GAMM-Jahrestagung 2015 in Lecce, Italien

- Sektion S1 „Multi-body dynamics“ Organisatoren: C. Bottasso (München), T. Buschmann (München), P. Ziegel (Stuttgart).
- Sektion S5 „Nonlinear oscillations“ Organisatoren: M. Hanss (Stuttgart), P. Maremonti (Napoli), U. von Wagner (Berlin).
- Sektion S20 „Dynamics and control“ Organisatoren: F. Ancona (Padova), T. Berger (Hamburg), M. Voigt (Berlin).
- Minisymposium „Optimal Control and Hybrid Systems“ Organisatoren: S. Ober-Blöbaum (Paderborn), S. Trenn (Kaiserslautern).

7th Elgersburg School Mathematical Systems Theory 02.-07. März 2015 in Elgersburg (Thüringen) mit 36 Teilnehmern aus 6 Ländern.

Vortragende: C. Scherer (Stuttgart), S. Weiland (Eindhoven): „Linear Matrix Inequalities and Robust Control“; L. Grüne (Bayreuth): „Model Predictive Control“; Organisatoren: A. Ilchmann (Ilmenau), T. Reis (Hamburg), F. Wirth (Passau).

### 1st GAMM Juniors Summer School 2014 (SAMM)

14.-20. September 2014 in Elgersburg (Thüringen), „Differential-Algebraic Equations: Modelling, Fundamentals and Control“.

Vortragende: T. Berger (Hamburg), S. Trenn (Kaiserslautern), Gastvortragende: V. Mehrmann (Berlin): „Optimal Control“; B. Simeon (Kaiserslautern): „Multibody Dynamics“; Organisatoren: S. Schöps (Darmstadt), K. Worthmann (Ilmenau).

### Zukünftige Aktivitäten

- 10. Elgersburg Workshop 2016, 07.-11. Februar 2016, Organisatoren: F. Colonius (Augsburg), A. Ilchmann (Ilmenau), E. Zerz (Aachen).
- 8th Elgersburg School, 28. Februar -05. März 2016; Themen: „Quantum Control“ (P. Rouchon) und „Control of PDEs“ (T. Meurer); Organisatoren: A. Ilchmann (Ilmenau), T. Reis (Hamburg), F. Wirth (Passau)

### Nächstes Treffen des Fachausschusses:

voraussichtlich 12./13. Mai 2016 TUB Freiberg, lokale Organisation: Alfons Ams

JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

# ANALYSIS VON MIKROSTRUKTUREN



C. Miehe



Georg Dolzmann

Der Fachausschuss „Analyse von Mikrostrukturen“ fördert die Modellierung, mathematische Analyse und numerische Simulation mikromechanischer Phänomene und ihrer makroskopischen Beschreibung in Mathematik, Physik, Ingenieur- und Materialwissenschaften. Viele Phänomene mit großem Anwendungspotential lassen sich nur durch ein vertieftes Verständnis der Interaktionen von Mechanismen auf unterschiedlichen Skalen erklären und vorhersagen. Dazu ist eine konsequente Zusammenarbeit von Ingenieuren und Mathematikern notwendig, um die vielseitigen Aspekte der Modellierung verstehen, moderne mathematische Methoden wie Gamma-Konvergenz, Relaxierung, Homogenisierung oder Phasenfeldmodelle anwenden und neuartige numerische Verfahren entwickeln zu können.

Im Jahr 2015 haben wir unsere Ziele durch zahlreiche Aktivitäten verfolgt, die von Mitgliedern des Fachausschusses, Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen organisiert wurden.

Mitglieder des Fachausschusses sind: Hans-Dieter Alber (TU Darmstadt), Carsten Carstensen (HU Berlin), Sergio Conti (U Bonn), Georg Dolzmann (U Regensburg), Marc Geers (TU Eindhoven), Klaus Hackl (U Bochum), Christian Miehe (U Stuttgart), Alexander Mielke (HU Berlin), Stefan Müller (U Bonn), Patrizio Neff (U Duisburg-Essen), Jörg Schröder (TU Duisburg-Essen), Ben Schweizer (TU Dortmund), Erwin Stein (U Hannover), Paul Steinmann (FAU Erlangen-Nürnberg), Martin Wagner (TU Chemnitz), Peter Wriggers (U Hannover), Kerstin Weinberg (U Siegen).

Prof. Pedro Ponte-Castaneda (U Pennsylvania) weilte in Stuttgart im Rahmen seines Humboldt Forschungspreises und wurde aktiv eingebettet in den Fachausschuss. Beispielhaft seien die folgenden Tagungsaktivitäten genannt:

- 14. GAMM Seminar „Mikrostrukturen“, Universität Regensburg, 16.-17.Januar 2015; Organisatoren: G. Dolzmann, C. Kreisbeck, C. Miehe.
- Euromech Colloquium 559 „Multiscale Computational Methods for Bridging Scales in Materials and Structures“, TU Eindhoven, 23.-25.Februar 2015; Organisatoren: V. Kouznetsova, J. Yvonnet, C. Miehe.
- Minisymposium „Topological Defects in Solids“, GAMM Jahrestagung, 23.-27.März 2015, Lecce; Organisatoren: S. Conti, G. Dolzmann.

- Minisymposium „Multi-Scale Modeling of Ferromagnetic Functional Materials“, GAMM Jahrestagung; Organisatoren: M.-A. Keip, B. Kiefer, J. Schröder, B. Svendsen.
- Internationale Tagung „Analysis and Computation of Microstructure in Finite Plasticity“, Universität Bonn, 04.-05.Mai 2015; Organisatoren: S. Conti, K. Hackl, S. Müller.
- Summer School on „Materials with Discontinuities“, Universität Stuttgart, 07.-11.September 2015; Organisatoren: M. Thomas, J. Giesselmann.

Der Fachausschuss wirkte aktiv bei der Auswahl der Plenary Speaker bei der GAMM Jahrestagung 2015 in Lecce mit. Die Plenarvorträge von Prof. Thomas Böhlke (Karlsruhe) zu „Micromechanics based Modelling of Applied Materials“, Prof. Stanislaw Stupkiewicz (Warschau) zu „Interfacial Energy and Size Effects in Evolving Martensitic Microstructures“ und Prof. Ferdinando Auricchio (Pavia) zu „Shape Memory Alloys: From Recent Modeling Proposals to Cardiovascular Device Simulations“ behandelten Themen des Fachausschusses.

Für das nächste Jahr sind vielfältige Aktivitäten im Zusammenhang mit Themen des Fachausschusses geplant, u.a. eine engere Verzahnung mit Aktivitäten französischer Forscher. Das GAMM Seminar Mikrostrukturen findet deshalb in Paris statt:

- 15. GAMM-Seminar on „Microstructures“, Institut Henri Poincaré, Paris, 22.-23.Januar 2016; Organisatoren: G. Francfort, C. Miehe.

Schließlich weisen wir noch auf die folgende Monographie hin:

- „Analysis and Computation of Microstructure in Finite Plasticity“ editiert von Sergio Conti und Klaus Hackl, Springer 2015.  
Sie dokumentiert den erfolgreichen Abschluss der DFG Forschergruppe FOR 797 und gibt einen Einblick in Arbeiten von Mitgliedern des Fachausschusses.

JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

ANGEWANDTE OPERATORTHEORIE



Birgit Jacob



Carsten Trunk

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

**Aktivitäten des Fachausschusses 2015:**

- Workshop „Spectral Theory and Weyl Functions“, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Januar 2015, Organisation: J. Behrndt (Graz), B.M. Brown (Cardiff), M. Plum (Karlsruhe), C. Tretter (Bern).
- Sektion „Angewandte Operatortheorie“, Jahrestagung der GAMM 2015. Organisation: P. Aiena (Palermo), F. Philipp (TU Berlin), M. Wojtylak (Cracow).
- WORKSHOP of the GAMM Activity Group Applied Operator Theory, 15.-17. Mai 2015, Budapest. Organisation: A. Batkai (Budapest), B. Farkas (Wuppertal), B. Jacob (Wuppertal).
- Summer School „Semigroups for Dynamical Systems: Perturbation, Positivity, Networks“, 19.-24. Juli 2015, Wuppertal. Organisation: A. Batkai (Budapest), B. Farkas (Wuppertal), B. Jacob (Wuppertal).
- 4th Najman Conference on Spectral Problems for Ope-

rators and Matrices, 20.-25. September 2015, Opatija, Kroatien. Organisation: J. Behrndt (Graz), L. Grubisic (Zagreb), I. Nakic (Zagreb), I. Veselic (Chemnitz).

- Verleihung eines Ehrendoktorats der Universität Stockholm an Prof. Dr. Heinz Langer, TU Wien, am 25. September 2015.
- Aus diesem Anlass: Analysis Day, Stockholms Universität, 28. September 2015. Organisation: A. Luger und P. Kurasov (Stockholm).
- Young Researchers „Workshop on Spectral Theory“, Bern, 28.-30. Oktober 2015. Organisation: P. Siegl (Bern; GAMM Junior).
- Mini-Workshop: „Recent Developments on Approximation Methods for Controlled Evolution Equations“, 01.-07. November 2015, Oberwolfach. Organisation: B. Jacob (Wuppertal), E. Zuazua (Bilbao), H. Zwart (Enschede).

**Geplante Aktivitäten des Fachausschusses 2016:**

- Festkolloquium: „60 Jahre Achim Ilchmann“, Elgersburg, 11.-12. Februar 2016. <http://www.tu-ilmenau.de/de/analysis/team/karl-worthmann/symposia-workshops-etc/festkolloquium/> Organisation: S. Trenn (Kaiserslautern) und (lokal) C. Trunk, K. Worthmann (Ilmenau).
- Sektion „Angewandte Operatortheorie“, Joint Annual Meeting Jahrestagung of DMV and GAMM 2016. Organisation: B. Jacob (Wuppertal) und C. Trunk (Ilmenau).

JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

ANGEWANDTE UND NUMERISCHE LINEARE ALGEBRA (ANLA)



Andreas Frommer

Der jährliche Workshop des Fachausschusses fand dieses Jahr vom 09.-10. Juli am Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme in Magdeburg statt. Mit mehr als 50 Teilnehmern aus 12 Ländern wurde damit eine Tradition unseres Fachausschusses erfolgreich fortgesetzt. Eingeladene Vortragende zu dem Schwerpunkt „Large-scale network computations“ waren Michele Benzi (Emory University), Ernesto Estrada (University of Strathclyde) und Caren Tischendorf (Humbolt Universität Berlin).

Ein besonderes Ereignis war die dem Gründungssprecher des Fachausschusses Volker Mehrmann gewidmete Konferenz „VM60 - Numerical Algebra, Matrix Theory, Differential-Algebraic Equations, and Control Theory“. Sie fand vom 06.-09. Mai 2015 an der TU Berlin statt und wurde von zahlreichen Mitgliedern des Fachausschusses organisiert und besucht.

Ein weiteres von Fachausschussmitgliedern organisiertes Ereignis war der 6. Workshop zu Matrixgleichungen und Tensormethoden vom 21.-22. September in Bologna. Die lokale Organisatorin war Valeria Simoncini und Hauptsprecher waren Sergey Dolgov (MPI Magdeburg) sowie Bart Vandereycken (Universität de Genève).

Der nächste Workshop des Fachausschusses wird am 15.-16. September 2016, organisiert von Sabine Le Borne und ihren Kollegen an der TU Hamburg-Harburg, stattfinden. Auf der diesjährigen Versammlung des Fachausschusses in Magdeburg wurden Jörg Liesen (TU Berlin) und Stefan Güttel (University of Manchester) per 01. Januar 2016 zu den neuen Sprechern des Fachausschusses gewählt.



JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

# MATHEMATISCHE SIGNAL- UND BILDVERARBEITUNG (MSIP)



Gitta Kutyniok



Martin Burger

Der Fachausschuss MSIP wurde im April 2012 ins Leben gerufen und hat zur Zeit bereits fast 200 Mitglieder aus ca. 25 verschiedenen Ländern. Zur Förderung des Gebietes der “Mathematischen Signal- und Bildverarbeitung“, zur Unterstützung von Nachwuchswissenschaftlern/innen und zur Verbesserung von interdisziplinärer Forschung dient die Webseite [www.math.tu-berlin.de/GAMM-MSIP](http://www.math.tu-berlin.de/GAMM-MSIP) als zentrale Kommunikationsplattform, neben u.a. einem regelmäßigen Newsletter und einem Job-Forum.

Im Jahr 2015 wurden von den Mitgliedern des Fachausschusses folgende Veranstaltungen organisiert:

- Sektion “Mathematical Image Processing”, Jahrestagung der GAMM 2015. Organisation: B. Berkels (Aachen), S. Kunis (Osnabrück) und G. Vinti (Perugia, Italien).
- YR Minisymposium “Co-/Sparsity, Inverse Problems and Compressive Imaging“, Jahrestagung der GAMM 2015. Organisation: S. Petra (Heidelberg) und A. Weinmann (München).
- Annual GAMM-MSIP Workshop “Variational Methods for Dynamic Inverse Problems and Imaging“, Münster, 28.-30. September 2015. Organisation: M. Burger, J.-F. Pietschmann, M. Schlottbom, D. Tenbrinck und F. Wübeling (Münster).
- Summer School on Inverse Problems, Münster, 21.-25. September 2015. Organisation: M. Burger und J.-F. Pietschmann (Münster).
- 2. International MATHEON Conference on „Compressed Sensing and its Applications“, Berlin, 7.-11. Dezember 2015. Organisation: H. Boche (München), G. Caire (Berlin), R. Calderbank (Durham, USA), G. Kutyniok (Berlin) und R. Mathar (Aachen).
- Winter School on “Compressed Sensing“, Berlin, 03.-05. Dezember 2015. Organisation: G. Kutyniok (Berlin) und R. Mathar (Aachen).

Mitglieder des Fachausschusses waren zusätzlich an der Organisation diverser weiterer Tagungen, Workshops und Minisymposien - zum Teil federführend - beteiligt, u.a. bei der internationalen Konferenz zu Applied Inverse Problems (AIP).

Am 01. Januar 2015 hat der neue Vorstand des Fachausschusses bestehend aus G. Kutyniok (Berlin) als Vorsitzende und M. Burger (Münster) als Stellvertreter seinen Dienst angetreten. Desweiteren ist zu berichten, dass P. Petersen (Berlin) im Jahr 2015 durch den Titel eines GAMM Junior geehrt wurde.

Für das Jahr 2016 sind u.a. bereits folgende Aktivitäten geplant:

- MIA'16 - Mathematical Image Analysis Conference, Paris, 18.-20. Januar 2016. Organisatoren: J. Fadili (ENSICAen, Frankreich), G. Kutyniok (Berlin), G. Peyré (CNRS und Paris-Dauphine, Frankreich), G. Plonka-Hoch (Göttingen) und G. Steidl (Kaiserslautern).  
Webseite:  
<https://fadili.users.greyc.fr/mia/events/fgmia-16/>
- Sektion “Mathematical Signal and Image Processing“, Jahrestagung der GAMM 2016. Organisation: M. Ehler (Wien) und D. Lorenz (Braunschweig).
- YR Minisymposium “Dedicated regularization for variational image processing“, Jahrestagung der GAMM 2016. Organisation: M. Holler (Graz) und M. Möller (München).
- BMS Summer School “Mathematics and Computation in Imaging Science“, Berlin, 25. Juli - 05. August 2016. Organisation: M. Hintermüller und G. Kutyniok (Berlin).

Zusätzliche Informationen zu diesen und weiteren Aktivitäten des Fachausschusses sind auf der Seite [www.math.tu-berlin.de/GAMM-MSIP](http://www.math.tu-berlin.de/GAMM-MSIP) zu finden. Bei Interesse laden wir jeden herzlich dazu ein Mitglied zu werden.

## JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

## PHASENFELDMODELLIERUNG



Ralf Müller

Phasenfeldmodelle finden nicht nur im Bereich der Modellierung von diffusiven und diffusionslosen Phasenumwandlungen Anwendung, sondern kommen auch im Bereich der Bruchmechanik und der Topologieoptimierung zum Einsatz. Um die unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen und Gruppen, die sich mit Phasenfeldmodellen beschäftigen, zusammenzubringen, wurde 2013 auf der GAMM Jahrestagung der Fachausschuss "Phasenfeldmodellierung" ins Leben gerufen.

Das "2nd GAMM Seminar on Phase Field Models" fand vom 05.-6. Februar 2015 an der Universität Siegen statt. Das Seminar wurde von Frau Prof. Kerstin Weinberg organisiert und hatte einen regen Austausch von Ideen zur Folge. Ausgewählte Beiträge des ersten Seminars sind 2015 in der Zeitschrift „Continuum Mechanics and Thermodynamics“ erschienen.

Auf der GAMM Jahrestagung 2015 in Lecce wurde ein Young Researchers' Minisymposium „Phase Field Mode-

ling in Mechanics and Applied Mathematics“ von Herrn Jan Giesselmann (Stuttgart) und Frau Jun. Prof. Charlotte Kuhn (Kaiserslautern) organisiert.

Das „3rd GAMM Seminar on Phase Field Models“ ist für 04.-05. Februar 2016 in Braunschweig terminiert. Die lokale Organisation hat Frau Prof. Laura De Lorenzis übernommen. Der Fachausschuss konnte Frau Prof. Britta Nestler (KIT) für einen Hauptvortrag auf der Jahrestagung 2016 in Braunschweig gewinnen.

Weiterhin wurde auf der 9th European Solid Mechanics Conference (06.-10. Juli 2015) in Madrid von den Ausschussmitgliedern ein Minisymposium zum Thema „Phasenfeldmodelle“ veranstaltet.

2016 wird im Rahmen der 15th European Mechanics of Materials Conference (07.-09. September 2016) in Brüssel eine Session zum Thema „Phase Field Approaches“ organisiert. Aktuelle Informationen zu Aktivitäten des Fachausschusses sind unter [mv.uni-kl.de/lm/fa-pfm](http://mv.uni-kl.de/lm/fa-pfm) verfügbar.

## JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

## MULTISCALE MATERIAL MODELING



Holger Steeb



Stefan Diebels

Der Fachausschuss beschäftigt sich mit der theoretischen Modellentwicklung und algorithmischen Umsetzung von Mehrskalmethoden.

Der Ausschuss hat das Ziel, als Diskussions- und Interaktionsforum für Mechaniker, Mathematiker, Materialwissenschaftler und Ingenieure zu dienen, die sich mit aktuellen Forschungsthemen auf diesen Gebieten beschäftigen. Besondere Aufmerksamkeit widmet der Fachausschuss der Vermittlung von Kenntnissen in mikromechanischen und mehrskaligen Simulationsmethoden an junge Nachwuchswissenschaftler. Die aktive Beteiligung von Nachwuchswissenschaftlern an den jährlichen wissenschaftlichen Seminaren belegen dies erfolgreich.

Das diesjährige Treffen des Fachausschusses findet vom 10.-11. November 2015 am Fraunhofer-Institut für Tech-

no- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern statt und wird mit einem wissenschaftlichen Seminar zum Thema „Real-Data Based Numerical Methods“ verbunden. Organisiert wird das diesjährige Seminar von Herrn Kollegen PD Dr. H. Andrä (ITWM Kaiserslautern). Neben 14 Beiträgen, v.A. auch von Arbeitsgruppen der Mitglieder des Fachausschusses, sollen vier Keynotevorträge Impulse für zukünftige wissenschaftliche Fragestellungen auf diesem Gebiet geben. Die Keynotevorträge werden von den Kollegen C. Wieners (KIT, Karlsruhe), S. Berg (Shell, Rijswijk, NL), S. Staub (Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern), O. Stenzel (Zürich University of Applied Sciences, Switzerland) gehalten und decken neben Fragestellungen der mathematischen Modellierung auch verschiedene mögliche Anwendungsfelder thematisch umfangreich ab.

## JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES COMPUTATIONAL SCIENCE AND ENGINEERING (CSE)



Andrea Walther



Oliver Röhrle



Matthias Bolten

Der Fachausschuss „Computational Science and Engineering“ widmet sich der immer stärker werdenden Verknüpfung von Mathematik, Ingenieur- bzw. Naturwissenschaften und Informatik bei der Simulation von Problemen aus Technik und Naturwissenschaften. Die Aktivitäten des Ausschusses zielen daher vor allem auf gemeinsame Diskussion und Kooperation der beteiligten Fachdisziplinen ab.

Nachdem Ulrich Rüde und Barbara Wohlmuth Ihre Aufgaben innerhalb des Fachausschusses CSE auf andere Personen übertragen wollten, wurde im Rahmen der jährlichen Mitgliederversammlung des FA CSE auf der GAMM Jahrestagung in Lecce ein neues Leitungsgremium gewählt. Neu gewählt wurden Matthias Bolten (Universität Kassel) und Andrea Walther (Universität Paderborn). Um ein gewisses Maß an Kontinuität zu gewährleisten bleibt mit Oliver Röhrle (Universität Stuttgart) ein Mitglied des alten Leitungsgremiums im Amt. An dieser Stelle möchten wir Ulrich Rüde und Barbara Wohlmuth für die geleistete Arbeit danken.

Die starke internationale Sichtbarkeit der FA CSE Mitglieder zeigte sich auch durch die rege Teilnahme der GAMM FA CSE Mitglieder an der SIAM Conference on Computational Science and Engineering in Salt Lake City, Utah. Mit insgesamt 102 von ca. 1400 Teilnehmern war dort die deutsche Delegation die zweit stärkste Delegation nach den USA. Im Rahmen dieser Veranstaltung organisierte Ulrich Rüde ein Minisymposium zum Thema „Report on the Future of CSE Education and Research“. Ausserdem fand am Rande der SIAM CSE am 17. März 2015 ein inof-

fizielles Treffen der Mitglieder des GAMM FA CSE statt. Dies wurde mit ca. 20 Mitgliedern rege besucht.

Die Rolle und die Aufgabe des Computational Science and Engineering werden als inhärent interdisziplinäres Feld national und international noch immer stark diskutiert. Eine mögliche Diskussionsgrundlage stellt der gemeinsame Report der SIAM und der European Exascale Software Initiative (EESI-2) dar, an dem auch FA-Mitglieder beteiligt waren. Der Entwurf wurde in dem oben genannten Minisymposium diskutiert und die aktuellste Version ist unter <http://wiki.siam.org/siag-cse> zu finden. Mit dem DFG Schwerpunktprogramm 1648 „Software for ExaScale Computing“ (<http://www.sppexa.de>), das in diesem Jahr in die zweite Runde ging, gibt es in Deutschland schon ein größeres gefördertes Programm, an dem auch eine Reihe von Mitgliedern des Fachausschusses beteiligt sind.

Vom 30. November - 1. Dezember 2015 fand der 18th European Workshop on Automatic Differentiation statt. Dieser wurde von Andrea Walther organisiert und war eine gemeinsame Veranstaltung mit Inria, der University of Hertfordshire, der Cranfield University und der Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Für dieses Jahr planen wir momentan einen GAMM Workshop on Computational Science and Engineering, Informationen dazu werden in Kürze über den GAMM FA CSE Emailverteiler folgen. Weitere News und Informationen zu Aktivitäten aus dem Bereich CSE gibt es jederzeit auf der FA CSE Homepage unter <http://www.uni-stuttgart.de/gamm/fa-cse>.

## JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES NUMERISCHE METHODEN FÜR PARTIELLE DIFFERENTIALGLEICHUNGEN



Christian Wieners



Stefan A. Sauter

Der GAMM-Fachausschuss „Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen“ wurde 2008 eingerichtet und endet 2016.

In diesen Jahren haben die Mitglieder des Ausschusses eine Vielzahl von Workshops veranstaltet und dabei auch regelmäßig zu den GAMM-Jahrestagungen beigetragen. Details zu den Aktivitäten sind auf unserer Webseite <http://gamm-sc.math.kit.edu> zu finden.

Zum Abschluss unserer Tätigkeit werden wir auf der kommenden GAMM-Jahrestagung in Braunschweig ein Minisymposium zum Thema „Space-Time-Methods for Parabolic and Hyperbolic PDEs“ (Organisation S. Sauter und O. Steinbach) durchführen. Auf der jährlichen Mitgliederversammlung des Fachausschusses während der GAMM-Jahrestagung wird die Diskussion über die Neugründung eines GAMM-Ausschusses und dessen Ausrichtung innerhalb der Numerischen Mathematik im Mittelpunkt stehen.



## JAHRESBERICHT 2015 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

STOCHASTISCHE OPTIMIERUNG  
IN DER TECHNIK

Thomas Vietor

Der GAMM Fachausschuss hat im vergangenen Jahr seine Arbeit fortgesetzt. Nach dem Ausscheiden von Prof. Marti im vergangenen Jahr, wurde Prof. Schumacher von der Bergischen Universität Wuppertal stärker in die Arbeiten integriert. Mit ihm wird eine Konferenz im Jahr 2017 zum Themengebiet des Fachausschusses geplant. Der Antrag auf Durchführung der „12th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimisation WCSMO-12“ wurde beim Vorstand der ISSMO eingereicht und wird voraussichtlich Anfang 2016 entschieden. Der Antrag wurde gemeinsam von Prof. Vietor, Prof. Schumacher und Prof. Bletzinger (TU München) gestellt.

Die im vorherigen Jahr begonnenen Projekte im Rahmen der Open Hybrid Lab Factory wurden fortgeführt und ergänzt. Es wurde das BMBF geförderte Projekt MultiMak I durchgeführt und abgeschlossen, in dem Methoden für Multimaterialbauweisen erforscht werden. Ein wesentlicher Teil dieses Projekts ist die Erstellung von Vorgehensmodellen unter Berücksichtigung stochastischer Einflussgrößen. Dies wird weitergehend zur Weiterentwicklung stochastischer Optimierungsverfahren und deren Anwendung führen. Hier sind erste Lösungen erarbeitet und publiziert worden. Die Forschung in der OHLF ist auf 15 Jahre angelegt, im laufenden Jahr wurde die Beantragung der Hauptphase durchgeführt und bewilligt. Gleichzeitig wurde das Projekt MultiMak II beantragt und bewilligt und mittlerweile auch begonnen. Der Forschungsinhalt dieses Großprojektes wurde bereits im Jahresbericht 2014 erläutert.

In weiteren Forschungsprojekten wird außerdem die Weiterentwicklung von Werkzeugen zur Multi-Material-Topologieoptimierung vorangetrieben. Durch die Berücksichtigung der Fügetechnik und weiterer Fertigungsrestriktion im Optimierungsmodell soll die Bauteilqualität gesteigert und somit die Entwicklung von Hybridbauteilen erleichtert werden.



Topologieoptimierungs-Ergebnis eines Radträgers  
in Multi-Material-Bauweise.

Es wurden folgende Konferenzen organisiert und durchgeführt bzw. sind in Planung:

**In Planung für 2016:**

Advanced Vehicle Energy Concepts and Structures for China (AVECS), “4th Joint Symposium“ an der TU Braunschweig, 22.-23. September 2016, mit Beteiligung der Tongji Universität in Shanghai, China, der University of Ontario, Canada und Politecnico di Torino, Italy.

“Faszination Leichtbau“

24.-25. Mai 2016 Wolfsburg

<http://www.faszination-leichtbau.de/>

Organisation des Gebietes Konstruktion und Simulation.

**In 2015:**

Advanced Vehicle Energy Concepts and Structures for China (AVECS), “3rd Joint Symposium“ at Tongji University, 23.-24. September 2015, Shanghai, China mit Beteiligung der Tongji Universität, der University of Ontario, Canada und Politecnico di Torino, Italy. Publikation geplant für Q1/2016.

**Ausgewählte Publikationen im Jahr 2015:**

Vietor, Thomas; Zhang, Tong (eds.): Symposium Proceedings 2014, 2nd Joint-symposium, Advanced Vehicle Energy Concepts and Structures for China (AVECS). ISBN: 978-3-9816886-7-2. Publiziert in Q1/2015.

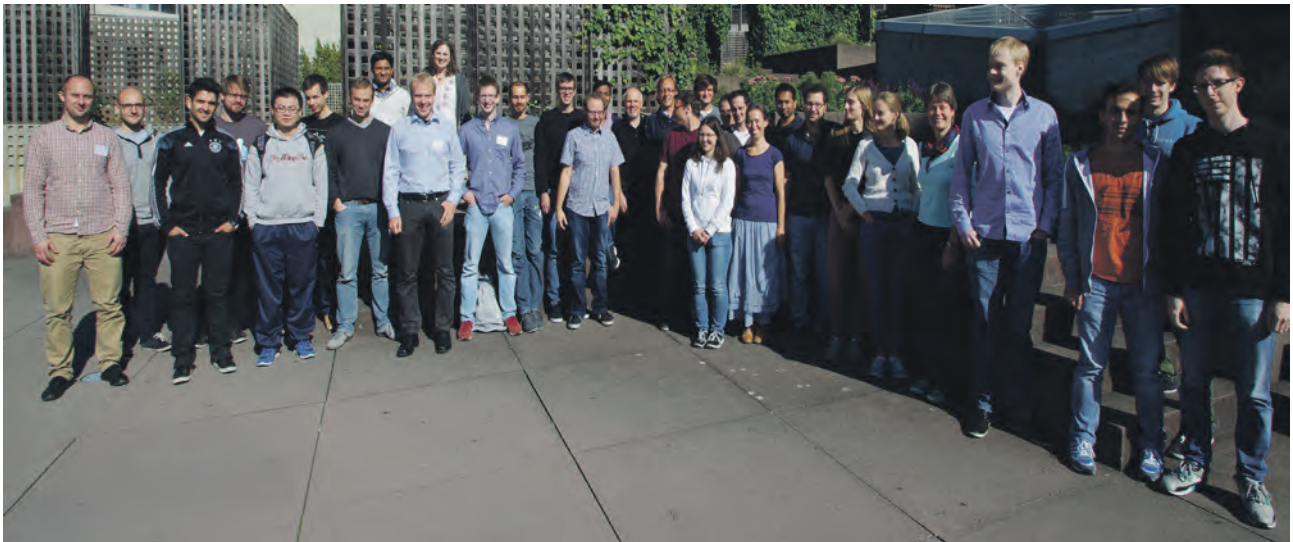
Vietor, Thomas; Zhang, Tong (eds.): Symposium Proceedings 2013, 1st Joint-symposium, Advanced Vehicle Structures and Infrastructures for China (AVSIC). ISBN: 978-3-9803363-4-5. Publiziert in Q1/2014.

Falkenberg, Paul; Franke, Thilo; Fiebig, Sierk; Vietor, Thomas (2015): Consideration of adhesive joints for a multi-material topology optimization approach. In: 20th International Conference on Composite Materials. Copenhagen.

Fiebig, Sierk; Sellschopp, Jürgen; Manz, Holger; Vietor, Thomas; Axmann, Joachim K.; Schumacher, Axel (2015): Future challenges for topology optimization for the usage in automotive lightweight design technologies. In: 11th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization.

# GAMM JUNIORS – SAMM (SCHOOL ON APPLIED MATHEMATICS AND MECHANICS) 2015

VON JAN GIESSELMANN, MARITA THOMAS



Die Summer School in Applied Mathematics and Mechanics (SAMM) 2015 zum Thema „Materials with Discontinuities“ wurde von den GAMM-Junioren Jan Giesselmann und Marita Thomas organisiert. Sie fand vom 07.-11. September 2015 an der Universität Stuttgart statt. Insgesamt nahmen rund 30 Nachwuchswissenschaftler/innen aus der Mathematik und den Ingenieurwissenschaften an der Veranstaltung teil.

In ihren Minikursen gaben die vier Sprecher/innen Abels, Bartels, Knees und Miehe einen Ein- und Überblick zu aktuellen Fragestellungen zur Analysis, Numerik, Modellierung und Mechanik von Prozessen, die zu Materialunstetigkeiten führen und mittels der Kontinuumsmechanik modelliert werden können.

Prof. Helmut Abels (U Regensburg) gab in seinem Minikurs „Analysis of Phase Field Models and Their Sharp Interface Limits“ einen Überblick zu analytischen Methoden und Resultaten für Phasenfeldmodelle und geometrische Evolutionsgleichungen. Ein besonderer Schwerpunkt der Vorlesung lag auf der Verknüpfung der Modelle durch Sharp Interface Limits mittels formaler Asymptotik und Gamma-Konvergenz.

Prof. Sören Bartels (U Freiburg) widmete seinen Minikurs „Approximation of Nonsmooth Problems“ der numerischen Behandlung zweier wesentlicher Anwendungen: Hindernisprobleme und Minimierungsprobleme im Raum der Funktionen von beschränkter Variation am Beispiel des Rudin-Osher-Fatemi Modells.

Prof. Dorothee Knees (U Kassel) diskutierte in ihrem Minikurs „Mathematical Analysis for Dissipative Processes in Solids“ verschiedene Lösungsbegriffe für ratenunabhängige Systeme in der Festkörpermechanik und deren Verbindung. Anhand eines Beispiels aus der Rissmodellierung zeigte sie, dass globale energetische Lösungen und Vanishing Viscosity Lösungen nicht äquivalent sind.

Prof. Christian Miehe (U Stuttgart) gab in seinem Minikurs „Modeling and Simulation of Dissipative Processes in Solids“ einen Überblick über die Modellierung von gradienten-erweiterten dissipativen Festkörpern mittels Variationsprinzipien und deren Nutzung bei der Entwicklung numerischer Simulationsverfahren. Dabei standen Modelle für Plastizität, Phasenfeldmodelle für Rissausbreitung und multifunktionale Materialien im Vordergrund.

Desweiteren hielten drei promovierte Nachwuchswissenschaftler/innen Vorträge über ihre aktuellen Forschungsergebnisse. Eine Postersession, auf der Doktorand/innen ihre Resultate präsentierten, gab weitere Anknüpfungspunkte zur regen Diskussion und Gelegenheit zum Networking.

An dieser Stelle möchten sich die Organisator/innen Jan Giesselmann und Marita Thomas beim Stuttgart Research Center Simulation Technology, dem Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik (WIAS Berlin) und insbesondere bei der Dr.-Klaus-Körper Stiftung für die finanzielle Unterstützung dieser erfolgreichen Veranstaltung bedanken.

# VERLEIHUNG DER EHRENDOKTORWÜRDE (DR.-ING. E.H.) DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT DARMSTADT AN PROFESSOR PETER WRIGGERS

VON FRIEDRICH GRUTTMANN

Auf Antrag des Fachbereichs Bau- und Umweltingenieurwissenschaften wurde am 26. Juni 2015 Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Peter Wriggers auf Grund seiner herausragenden wissenschaftlichen Leistungen und Verdienste die Würde eines Doktor-Ingenieurs Ehren halber (Dr.-Ing. E.h.) der Technischen Universität Darmstadt verliehen.

Peter Wriggers leitet seit 2008 das Institut für Kontinuumsmechanik an der Fakultät für Maschinenbau der Leibniz Universität Hannover. Von 1990 bis 1998 war er Professor für Mechanik an der TH Darmstadt. Anschließend nahm er einen Ruf auf die Professur am Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik in der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie der Universität Hannover an. Er ist seit 2011 Mitglied im Senatsausschuss für SFBs der DFG und seit 2006 Mitglied des Auswahlausschusses der Alexander von Humboldt-Stiftung für Forschungsstipendien für Postdoktoranden, seit 2012 auch Vorsitzender des Ausschusses.

Im Bereich der Numerischen Mechanik ist Professor Peter Wriggers weltweit einer der führenden Fachleute, seine äußerst hohe Kompetenz macht ihn zu einer unbestrittenen Autorität auf diesem Gebiet. Seine Forschungsthemen sind neben der Kontaktmechanik die Entwicklung von Finite-Element-Methoden für große Deformationen und neue Simulationstechniken in der Biomechanik. In den Bereichen diskrete Elementmethoden zur Analyse granularer Medien, Einbeziehung unterschiedlicher Skalen für gekoppelte Probleme sowie der Prozesssimulation im Chemieingenieurwesen sind von ihm wesentliche Neuentwicklungen geleistet worden. Darüber hinaus sind neue Beiträge zur Unterstützung von Entscheidungen bei Risikobetrachtungen zu nennen. In den genannten Gebieten hat Prof. Wriggers große internationale Anerkennung erfahren, wie Einladungen zu einer Vielzahl von „Plenary und Keynote“-Vorträgen zeigen. Zudem sind eine Reihe von bedeutenden Fachbüchern sowie eine beeindruckende Vielzahl von referierten und hoch zitierten Veröffentlichungen in angesehenen internationalen Fachzeitschriften zu nennen. Als Herausgeber der Buchreihe „Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics“ wirkte er bei zwölf Büchern zu unterschiedlichen Fragestellungen der numerischen Mechanik und deren Anwendungen in Wissenschaft und Technik mit. Prof. Wriggers ist außerdem Herausgeber von drei wissenschaftlichen Zeitschriften - „Computational Mechanics“ (Editor in Chief), „Computational Particle Mechanics“ (Editor) und „Bauingenieur“ (Mitherausgeber).



Prof. Peter Wriggers (li.) mit TU-Präsident Hans Jürgen Prömel (re.).  
Bild: Felipe Fernandes (TU Darmstadt)

Prof. Wriggers hat Leitungsfunktionen in nationalen und internationalen wissenschaftlichen Gesellschaften übernommen: Präsident der GAMM von 2008-2010, Präsident der GACM von 2009-2012, Vizepräsident der IACM mit der Verantwortung für Afrika und Europa seit 2010. Im Jahr 2011 wurde er als erstes ausländisches Mitglied in den Exekutivrat der Applied Mechanics Division der American Society of Mechanical Engineers (ASME) gewählt. Für seine herausragenden wissenschaftlichen Leistungen und sein Engagement hat Prof. Wriggers eine Reihe von Ehrungen erfahren. Diese reichen von verschiedenen Awards der IACM: Fellow, Computational Mechanics Award und IACM Award bis zur Euler-Medaille der European Community on Computational Methods in Applied Sciences (ECCOMAS), dem Großen Preis der Japanischen Gesellschaft für Computational Engineering and Science (JSCES), der Zienkiewicz-Medaille der Polnischen Gesellschaft für Computergestützte Mechanik (PACM). 2013 erhielt Prof. Wriggers sowohl den Ehrendoktor „Dr. h.c.“ der Polytechnischen Universität Poznan als auch den Ehrendoktor „Dr. h.c.“ der École Normale Supérieure de Cachan nahe Paris.

Professor Peter Wriggers ist ein internationaler Spitzenforscher mit außerordentlich breitem und tiefem Wissen, er hat hohe Ämter in wichtigen wissenschaftlichen Gesellschaften auf dem Gebiet der „Mechanik“ übernommen. Er ist eine Persönlichkeit, die sich durch innovative Ideen, wissenschaftliche Brillanz und persönliche Integrität hervorhebt.



# GEORG FORSTER FORSCHUNGSPREIS (AVH) AN PROF. PAULO DE MATTOS PIMENTA, BRASILIEN

VON DOMINIK BRANDS UND JÖRG SCHRÖDER



Die Alexander von Humboldt-Stiftung hat einen der acht Georg-Forster Forschungspreise in 2015 an Professor Dr. Paulo de Mattos Pimenta aus Brasilien verliehen. „Der Preis richtet sich an Forscherpersönlichkeiten aus Schwellen- und Entwicklungsländern, die durch ihre bisherige Forschung international sichtbar geworden sind und mit ihrer Arbeit helfen, entwicklungsrelevante Fragestellungen zu lösen“ (Quelle: AvH). Professor Pimenta ist ein anerkannter Wissenschaftler auf dem Gebiet der computergestützten Mechanik. Seine internationalen Beziehungen baute er schon früh auf. Direkt nach seinem Studium des Bauingenieurwesens an der Universität São Paulo im Jahr 1978 kam er mit der Unterstützung eines DAAD Stipendiums an die Universität Stuttgart. Dort promovierte er im Jahr 1982 über das Thema „Zur Eindeutigkeit der Bewegung nicht-viskoser Kontinua und deren Berechnung nach der Methode der finiten Elemente“. Sein Doktorvater war Prof. J.H. Argyris, welcher neben R.W. Clough und O.C. Zienkiewicz als wesentlicher Begründer der Finite-Elemente-Methode (FEM) in den 1950er Jahren gilt. Nach Pimentas Rückkehr in sein Heimatland wurde er Assistenzprofessor (Assistant Professor) an der Escola Politécnica da Universidade de São Paulo und habilitierte sich dort 1987 mit dem Thema „Análise de sólidos elasto-plásticos“ (Analyse elasto-plastischer Festkörper). Währenddessen hielt er durch einen Forschungsaufenthalt an der Universität Stuttgart (1983) und gemeinsamen Veröffentlichungen weiterhin den Kontakt nach Deutschland aufrecht. Bis 1989 arbeitete er dann als außerordentlicher Professor (Associate Professor) und wurde im Dezember 1989 als Professor an die Universidade de São Paulo berufen, wo er

bis heute tätig ist. Durch mehrere Forschungsaufenthalte in den USA, Portugal und Deutschland hat er ein internationales Netzwerk zu anderen Spitzenforschern aufgebaut, worunter auch zahlreiche aktive GAMM-Mitglieder zu finden sind. Dabei ist besonders der Aufenthalt im Jahr 2006 an der Leibniz Universität Hannover hervorzuheben, welchen er als Mercator Gastprofessor der DFG absolvierte. Der Erfolg der internationalen Zusammenarbeit spiegelt sich in der Vielzahl der gemeinsamen Veröffentlichungen mit renommierten Wissenschaftlern auf dem Gebiet der computergestützten Mechanik wieder. Sein internationales wissenschaftliches Wirken wurde u.a. mit der Nominierung der International Association of Computational Mechanics (IACM) als „Congress Chairman“ der 10th World Congress on Computational Mechanics (X WCCM) in São Paulo im Jahr 2012 gewürdigt. Sein internationales Netzwerk nutzt er zum Aufbau enger Verknüpfungen zwischen den Ingenieurwissenschaften seines Heimatlandes und führenden Wissenschaftlern aus Industrieländern, die nachhaltig die Entwicklung der brasilianischen Forschungslandschaft positiv beeinflussen.

Der Fokus der Forschung von Prof. Paulo Pimenta wurde schon in jungen wissenschaftlichen Jahren nicht zuletzt durch seinen Doktorvater J.H. Argyris auf die Methode der finiten Elemente gelenkt. So beschäftigt er sich bis heute mit der Entwicklung neuer finiter Elementformulierungen, wie z.B. Schalen- und Plattenelementen. Auf diesem Gebiet hat er viele grundlegende wie auch spezialisierte Entwicklungen vorangetrieben, die zu zahlreichen Publikationen wissenschaftlicher Artikel geführt haben. Die Entwicklung geeigneter Balken- und Stabelemente ist ein weiterer

Fokus seiner Forschung, welche u.a. eng mit der aktuellen wirtschaftlichen Entwicklung in Brasilien verknüpft ist. So untersucht er in einer aktuellen Veröffentlichung (Neto, Martins & Pimenta [2014]) die sogenannten „Drilling-Riser“ (ein Verbindungselement zwischen Bohrplattform und Meeresgrund bei der Bohrung nach Öl oder Gas) auf der Grundlage eines speziellen finiten Balkenelementes mit Kontaktformulierung. Diese „Drilling-Riser“ stellen hochbelastete Strukturelemente dar, deren Versagen verheerende Folgen nicht zuletzt für die Umwelt haben können. Vor dem Hintergrund, dass seit etwa 2010 verstärkt die Erdölvorkommen vor der brasilianischen Küste unter Verwendung von Offshore-Plattformen erforscht werden, zeigt dieses aktuelle Beispiel die Relevanz seiner Forschung für das Schwellenland Brasilien. Die Behandlung von elasto-plastischem Materialverhalten im Rahmen der numerischen Mechanik gehört ebenfalls zu seinen Forschungsthemen, welches er auch auf der Grundlage von internationalen Kooperationen (Leibniz Universität Hannover, UTL Lisboa) stetig ausbaut und bereits zentrales Thema seiner Habilitationsschrift aus dem Jahr 1987 war. Vor allem seine wissenschaftliche Expertise auf dem Gebiet der Schalenelemente steht im Vordergrund seiner Forschungsaufenthalte am Institut für

Mechanik an der Universität Duisburg-Essen. So wird die Entwicklung neuer Formulierungen für versteifungsfreie Schalenelemente unter Berücksichtigung anisotroper Materialeigenschaften verfolgt. Dabei wird Prof. Pimenta mit den Doktoranden und Post-Doktoranden am Institut für Mechanik zusammenarbeiten und so zu deren wissenschaftlichen Ausbildung beitragen. Die Kooperation mit Prof. Pimenta bietet darüber hinaus den Studenten des zum Institut für Mechanik assoziierten internationalen Studiengangs „Computational Mechanics“ an der Universität Duisburg-Essen die attraktive Möglichkeit, ihren verpflichtenden Auslandsaufenthalt unter der Leitung eines renommierten internationalen Wissenschaftlers in Brasilien durchzuführen. Mit seinen Arbeiten auf den zuvor genannten Forschungsthemen hat sich Prof. Pimenta ein nationales sowie internationales Renomee erarbeitet. In Brasilien gilt er als einer der ersten Ansprechpartner auf dem Gebiet der Analyse bautechnischer Strukturen, welches im Jahr 2013 durch die Auszeichnung zum „Pesquisador 1A“ (höchste Stufe für einen Forscher in Brasilien, erster Bauingenieur) gewürdigt wurde. Auch im internationalen Wissenschaftssektor wird seine hohe fachliche Kompetenz und Kooperationsbereitschaft sehr geschätzt.

# SAMM 2016



## Geometrische Methoden in der Mehrkörper- und Strukturodynamik – Modellierung, Simulation und Regelung –

**Termin: 05.-09. September 2016**

Ort: Wilhelm-Ostwald-Park bei Leipzig

Referenten:

**Martin Arnold** (Universität Halle-Wittenberg),

**Sina Ober-Blöbaum** (Universität Paderborn),

**Kathrin Flaßkamp** (Northwestern University),

**Dominik Kern** (TU Chemnitz)

Zielgruppe: Ingenieure und Mathematiker aus Industrie und Forschung, Doktoranden sowie Masterstudierende und Postdocs

Anmeldung: [www.samm2016.de](http://www.samm2016.de)

## WISSENSCHAFTLICHE VERANSTALTUNGEN

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

### Tagungsjahr 2016

Joint Annual Meeting of GAMM and DMV  
07.-11.03.2016  
<http://jahrestagung.gamm-ev.de/index.php/2016/joint-dmv-and-gamm-annual-meeting>

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>

Computational Science and Engineering (CSE)  
<http://www.uni-stuttgart.de/gamm/fa-cse>

Mathematische Signal- und Bildverarbeitung  
<http://www3.math.tu-berlin.de/numerik/GAMM-MSIP/>

Uncertainty Quantification  
<http://www.numhpc.org/AGUQ>

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>

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

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

**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>

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



Foto: Peter Ulrich Heim

**GAMM** MITGLIED WERDEN!



# AUSSCHREIBUNG DES RICHARD-VON-MISES-PREISES DER GAMM 2017

## CALL FOR NOMINATIONS FOR THE RICHARD VON MISES PRIZE OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF APPLIED MATHEMATICS AND MECHANICS (GAMM) 2017

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 dazu seine/ihre Forschungsergebnisse in einem Hauptvortrag präsentieren.

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

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

Vorschlagsberechtigt sind Hochschullehrer/-innen und Personen in entsprechenden Stellungen in der Forschung. Auch die Möglichkeit der eigenen Bewerbung ist gegeben. Vorschläge bzw. Bewerbungen sollten ein Begründungsschreiben und folgende Unterlagen des Kandidaten/ der Kandidatin enthalten:

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

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

Der Einreichungstermin ist der 30. September 2016.

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 (2010–2015)  
 H. C. Kuhlmann, Wien (2013–2018)

Präsident der GAMM  
 W. Ehlers, Stuttgart (Vorsitz) (2014–2016).

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 and the prize winner will present his research in a plenary talk.

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 a broken career.

Nominations can be made by university professors or academic persons in similar positions. Self nomination is accepted.

Nominations should contain a justification letter by the nominating persons and the following material concerning the nominee:

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

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

The deadline for nomination is September 30<sup>th</sup>, 2016.

The Richard-von-Mises Prize committee has the following members:

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Ehlers  
 Universität Stuttgart  
 Institut für Mechanik (Bauwesen)  
 Lehrstuhl für Kontinuumsmechanik  
 Pfaffenwaldring 7  
 70569 Stuttgart  
 Tel.: +49 711 685-66346  
 Fax: +49 711 685-6634  
 E-Mail: ehlers@mechbau.uni-stuttgart.de

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

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

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

**Vizesekretär:** **Prof. Ralf Müller**  
 Technische Universität Kaiserslautern,  
 Lehrstuhl für Technische Mechanik  
 Postfach 3049, 67653 Kaiserslautern

**Schatzmeister:** **Prof. Michael Günther**  
 Bergische Universität Wuppertal  
 Fachbereich C – Fachgruppe  
 Mathematik, Lehrstuhl für Angewandte  
 Mathematik/Numerik,  
 Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

### Weitere Mitglieder des Vorstandsrates

**Prof. Peter Benner**  
 Max Planck Institute for Dynamics of  
 Complex Technical Systems,  
 Sandtorstraße 1, 39106 Magdeburg

**Prof. Günter Brenn**  
 Technische Universität Graz  
 Institut für Strömungsdynamik und Wärmeübertragung  
 Inffeldgasse 25/F, A-8010 Graz

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

**Prof. Josef Eberhardsteiner**  
 Technische Universität Wien,  
 Institut für Mechanik der Werkstoffe und Strukturen,  
 Karlsplatz 13, 1040 Wien, Österreich

**Prof. Christoph Egbers**  
 Brandenburgische Technische Universität Cottbus  
 Fakultät Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen, Institut für Verkehrstechnik  
 Siemens-Halske-R.ing 14, 03046 Cottbus

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

**Prof. Gitta Kutyniok**  
 Technische Universität Berlin  
 Institut für Mathematik,  
 Straße des 17. Juni 136, 10623 Berlin

**Prof. Rolf Lammering**  
 Helmut-Schmidt-Universität der Bundeswehr Hamburg  
 Fachbereich Maschinenbau, Institut für Mechanik,  
 22039 Hamburg

**Prof. Sigrid Leyendecker**  
 Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg  
 Lehrstuhl für Technische Dynamik,  
 Haberstraße 1, 91058 Erlangen

**Prof. Udo Nackenhorst**  
 Leibniz Universität Hannover  
 Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik  
 Appelstraße 9a, 30167 Hannover

**Prof. Robert Seifried**  
 Technische Universität Hamburg-Harburg, Mechanik  
 und Meerestechnik, Eißendorfer Straße 42 (M),  
 21073 Hamburg

**Prof. Christian Wieners**  
 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Fakultät für  
 Mathematik, Institut für Angewandte und Numerische  
 Mathematik, Arbeitsgruppe 3: Wissenschaftliches Rechnen,  
 Kaiserstr. 89-93, 76133 Karlsruhe

### 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.-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. rer. nat. 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. Birgit Jacob**  
 Bergische Universität Wuppertal  
 Fachbereich Mathematik und Naturwissenschaften

## EHRENMITGLIEDER DER GAMM

**Ehrenvorsitzender**

Prof. Dr. Ludwig Prandtl (1950)  
† 15. August 1953

**Ehrenmitglieder**

Prof. Dr. Theodor von Kármán (1956)  
† 7. Mai 1963

Prof. Dr. Aurel Stodola  
† 25. Dezember 1942

Prof. Dr. Henry Görtler (1980)  
† 31. Dezember 1987

Prof. Dr. Felix Klein (1924)  
† 22. Juni 1925

Prof. Dr. Lothar Collatz (1980)  
† 26. September 1990

Prof. Dr. Eric Reissner (1992)  
† 1. November 1996

Prof. Dr. Klaus Kirchgässner (2011)  
† 09. Juli 2011

Prof. Dr. Wolfgang Haack (1992)  
† 28. November 1994

Prof. Dr.-Ing. Erwin Stein (2011)

Prof. Dr. Helmut Heinrich (1993)  
† 14. Januar 1997

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zierrep (1999)

Prof. Dr. Klaus Oswatitsch (1993)  
† 1. August 1993

Prof. Dr.-Ing. Oskar Mahrenholtz (1997)

Prof. Dr. Kurt Magnus (1993)  
† 15. Dezember 2003

**PERSONALIA**

Wir gedenken:  
Dr. Alex Ostermann, Linden  
Prof. Dr. Lothar Jentsch, Adorf



# Joint Annual Meeting of DMV and GAMM

March 7–11, 2016  
at TU Braunschweig

# 2016

## Plenary Speakers:

**Brian D.O. Anderson** (ANU Canberra)  
**Ragnar-Olaf Buchweitz** (U Toronto)  
**Omar Ghattas** (U of TX Austin)  
**John Huber** (U Oxford)  
**Britta Nestler** (HS Karlsruhe and KIT)  
**Ilaria Perugia** (U Wien)  
**Gerlind Plonka-Hoch** (U Göttingen)  
**Ben Schweizer** (U Dortmund)  
**Christoph Woernle** (U Rostock)



Technische  
Universität  
Braunschweig



Marek Kruszewski

[www.dmv-gamm-2016.de](http://www.dmv-gamm-2016.de)

## Local Organizers:

**Volker Bach, Heike Faßbender**

