



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

**MATH**

FAKULTÄT FÜR  
MATHEMATIK

# Forschungsbericht 2020

Institut für Analysis und Numerik

# INSTITUT FÜR ANALYSIS UND NUMERIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58649 / 58586, Fax 49 (0)391 67 48073  
ian@uni-magdeburg.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr. Peter Benner (MPI Magdeburg)  
Prof. Dr. Klaus Deckelnick  
Prof. Dr. Hans-Christoph Grunau  
Jun. Prof. Dr. Jan Heiland  
Prof. Dr. Thomas Richter (Geschäftsführender Leiter)  
Prof. Dr. Miles Simon  
Prof. Dr. Gerald Warnecke  
Priv.-Doz. Dr. Bernd Rummler

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr. Peter Benner (MPI Magdeburg)  
Prof. Dr. Klaus Deckelnick  
Prof. Dr. Hans-Christoph Grunau  
Jun. Prof. Dr. Jan Heiland  
apl. Prof. Dr. Matthias Kunik  
Prof. Dr. Thomas Richter  
Priv.-Doz. Dr. Bernd Rummler  
apl. Prof. Dr. Friedhelm Schieweck  
Prof. Dr. Miles Simon  
Prof. Dr. Gerald Warnecke  
Prof. Dr. Alexander Zujev (MPI)  
im Ruhestand:  
Prof. em. Dr. Herbert Goering  
Prof. Dr. Lutz Tobiska

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

**AG Nichtlineare partielle Differentialgleichungen und geometrische Analysis: (Deckelnick, Grunau, Rummler, Simon)**

Elliptische Randwertprobleme höherer Ordnung (Grunau)

- Fast-Positivität und Abschätzungen für Greensche Funktionen
- Semilineare Gleichungen mit (super-) kritischem Wachstum, Bezüge zur Differentialgeometrie

Hydrodynamik (Rummler)

- Eigenfunktionen des Stokes-Operators
- Laminar-turbulentes Umschlagsverhalten, Bifurkationen

- Regularität von Zerlegungsfeldern

#### Nichtlineare Evolutionsgleichungen

- Existenz, qualitative Eigenschaften & numerische Approximation für geometrische Evolutionsgleichungen (Deckelnick)
- Stabilität und Abschätzungen, Fastpositivität (Grunau / Simon)
- Existenz & Regularität bei nichtglatten Anfangsdaten (Simon)

#### Optimalsteuerungsprobleme mit partiellen Differentialgleichungen (Deckelnick)

- Entwicklung & Analyse numerischer Näherungsverfahren
- Parameteridentifikationsprobleme

#### Randwertprobleme für Willmoreflächen

- Abschätzungen, qualitative Eigenschaften & Existenz (Deckelnick, Grunau)
- Entwicklung und Analyse numerischer Näherungsverfahren (Deckelnick)

#### Ricci-Fluss (Simon)

- Verhalten von Singularitäten
- Existenz und Regularität im Falle nichtglatter Anfangsdaten

#### **AG Numerische Mathematik in Anwendungen (Richter)**

- Analyse von Fluid-Struktur-Interaktionsproblemen mit Anwendung in der Medizin auf Höchstleistungsrechnern zur schnellen Simulation
- Einsatz adaptiver Finite Elemente Methoden zur Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen. Analyse dualitätsbasierter Fehlerschätzer in Ort und Zeit
- Entwurf und Analyse von effizienten numerischen Methoden zur Simulation von Multiphysik-Problemen

#### **AG Numerische Analysis: (Tobiska, Schieweck)**

- A posteriori Fehlerschätzung und adaptive FEM
- Eigenschaften der Lösung singular gestörter Probleme
- Entwicklung effektiver Algorithmen zur Lösung hochdimensionaler Gleichungssysteme auf modernen Rechnerarchitekturen
- Finite Elemente Methoden zur Lösung der Navier-Stokes-Gleichungen in Gebieten mit freiem Rand und Entwicklung geeigneter Mehrgitterlöser
- Galerkin Methoden zur Lösung instationärer partieller Differentialgleichungen
- Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit von Finite Elemente Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungssysteme, insbesondere in der numerischen Strömungssimulation
- Numerische Behandlung mathematischer Modelle zur Strömungssimulation in porösen Medien

#### **AG Numerische Mathematik (Warnecke, Kunik)**

- Analytische Zahlentheorie
- Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit von Diskretisierungsverfahren (FEM, FVM, FDM, kinetische Verfahren) für partielle Differentialgleichungssysteme, Entwicklung numerischer Verfahren
- Riemann-Probleme für Systeme hyperbolischer Erhaltungsgleichungen, resonante Wellen, Phasenübergänge
- Theoretische und numerische Untersuchung von Systemen von Erhaltungsgleichungen, insbesondere in der Gasdynamik, Mehrphasengemische

#### **AG Numerische Methoden in der System- und Regelungstheorie (Benner, Heiland)**

- Modellierung und Simulationen dynamischer Systeme mit Ein- und Ausgängen
- Modellordnungsreduktion

- Wissenschaftliches Maschinelles Lernen
- robuste Regelung komplexer Systeme; insbesondere Strömungen

#### 4. KOOPERATIONEN

- PD Dr. Martin Falcke (MDC, Berlin)
- Prof. Dr. A. Deruelle, Sorbonne (Paris, Frankreich) mit Prof. Simon
- Prof. Dr. Charles M. Elliott, University of Warwick mit Prof. Deckelnick
- Prof. Dr. Eleuterio Toro, Italien mit Prof. Warnecke
- Prof. Dr. F. Schulze, UCL London (London, Vereinigtes Königreich) mit Prof. Simon
- Prof. Dr. Guido Sweers, Universität zu Köln mit Prof. Grunau
- Prof. Dr. Hailiang Liu (Ames, Iowa, USA) mit Prof. Kunik, Prof. Warnecke
- Prof. Dr. Shinya Okabe, Tohoku University Japan mit Prof. Grunau
- Prof. Dr. T. Lamm, KIT Universität (Karlsruhe) mit Prof. Simon
- Prof. Dr. V. Polevikov (Minsk, Belarus) mit Prof. Tobiska

#### 5. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr. Sebastian Sager, Prof. Dr. Peter Benner  
**Projektbearbeitung:** Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen, Prof. Dr. Thomas Kahle, Prof. Dr. Rainer Schwabe, Prof. Dr. Claudia Kirch, Prof. Dr. Alexander Pott, Prof. Dr. Benjamin Nill, Doz. Dr. Gennadiy Averkov, Prof. Dr. Volker Kaibel  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2017 - 30.09.2021

##### **Mathematisches Komplexitätsreduktion (GRK 2297/1)**

Das Projekt wird von den genannten Principal Investigators getragen. Diese sind den Instituten für Mathematische Optimierung (Averkov, Kaibel, Sager), für Algebra und Geometrie (Kahle, Nill, Pott), für Mathematische Stochastik (Kirch, Schwabe) und für Analysis und Numerik (Benner) der Fakultät zugeordnet. Benner ist zudem Direktor des Max-Planck Institutes für Dynamik komplexer technischer Systeme. Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik ist über Findeisen beteiligt.

Im Kontext des vorgeschlagenen Graduiertenkollegs (GK) verstehen wir Komplexität als eine intrinsische Eigenschaft, die einen mathematischen Zugang zu einem Problem auf drei Ebenen erschwert. Diese Ebenen sind eine angemessene mathematische Darstellung eines realen Problems, die Erkenntnis fundamentaler Eigenschaften und Strukturen mathematischer Objekte und das algorithmische Lösen einer mathematischen Problemstellung. Wir bezeichnen alle Ansätze, die systematisch auf einer dieser drei Ebenen zu einer zumindest partiellen Verbesserung führen, als mathematische Komplexitätsreduktion.

Für viele mathematische Fragestellungen sind Approximation und Dimensionsreduktion die wichtigsten Werkzeuge auf dem Weg zu einer vereinfachten Darstellung und Rechenzeitgewinnen. Wir sehen die Komplexitätsreduktion in einem allgemeineren Sinne und werden zusätzlich auch Liftings in höherdimensionale Räume und den Einfluss der Kosten von Datenerhebungen systematisch untersuchen. Unsere Forschungsziele sind die Entwicklung von mathematischer Theorie und Algorithmen sowie die Identifikation relevanter Problemklassen und möglicher Strukturausnutzung im Fokus der oben beschriebenen Komplexitätsreduktion.

Unsere Vision ist ein umfassendes Lehr- und Forschungsprogramm, das auf geometrischen, algebraischen, stochastischen und analytischen Ansätzen beruht und durch effiziente numerische Implementierungen komplementiert wird. Die Doktorandinnen und Doktoranden werden an einem maßgeschneiderten Ausbildungsprogramm teilnehmen. Dieses enthält unter anderem Kompaktkurse, ein wöchentliches Seminar und ermutigt zu einer frühzeitigen Integration in die wissenschaftliche Community. Wir erwarten, dass das GK als ein Katalysator zur Etablierung dieser erfolgreichen DFG-Ausbildungskonzepte an der Fakultät für Mathematik dienen und zudem helfen wird, die Gleichstellungssituation zu verbessern.

Die Komplexitätsreduktion ist ein elementarer Aspekt der wissenschaftlichen Hintergründe der beteiligten Wissenschaftler. Die Kombination von Expertisen unterschiedlicher mathematischer Bereiche gibt dem GK ein

Alleinstellungsmerkmal mit großen Chancen für wissenschaftliche Durchbrüche. Das GK wird Anknüpfungspunkte an zwei Fakultäten der OVGU, an ein Max Planck Institut und mehrere nationale und internationale Forschungsaktivitäten in verschiedenen wissenschaftlichen Communities haben. Die Studierenden im GK werden in einer Fülle von mathematischen Methoden und Konzepten ausgebildet und erlangen dadurch die Fähigkeit, herausfordernde Aufgaben zu lösen. Wir erwarten Erfolge in der Forschung und in der Ausbildung der nächsten Generation führender Wissenschaftler in Akademia und Industrie.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Richter, Prof. Dr. Peter Benner, Prof. Dr. Sebastian Sager  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.01.2019 - 31.12.2022

### **Peruvian Competence Center of Scientific Computing Stärkung des wissenschaftlichen Rechnens in der Lehre in Peru**

Die Angewandte Mathematik und das Wissenschaftliche Rechnen mit dem Fokus Modellbildung, Simulation und Optimierung nimmt weltweit einen zentralen und größer werdenden Stellenwert ein. Die numerische Simulation und Optimierung sind - neben dem Experiment - in vielen wissenschaftlichen Anwendungen zunehmend etabliert. Diese Entwicklung wurde in den letzten Jahrzehnten durch die Verfügbarkeit leistungsfähiger Computer und die damit verbundene mathematische Grundlagenforschung beschleunigt. Obwohl die technischen Voraussetzungen auch in Ländern wie Peru gegeben sind, ist die Disziplin Wissenschaftliches Rechnen hier noch nicht vertreten. Dies liegt an einem streng theoretischem Fokus der Mathematik in Peru, der fehlenden Ausbildung von DozentInnen in Bereichen der Angewandten Mathematik und einem resultierenden Mangel an entsprechenden Studienprogrammen.

In diesem Projekt verfolgen wir mehrere, eng verwandte Ziele: an der Universidad Nacional Agraria La Molina unterstützen wir die derzeit geplante Einrichtung eines Studiengangs Angewandte Mathematik, an der Universidad Nacional de Trujillo und der Pontificia Universidad Católica del Perú unterstützen wir die Weiterentwicklung der vorhandenen Studiengänge und die Entwicklung neuer Forschungslinien zur Stärkung des wissenschaftlichen Rechnens und etablieren Austauschprogramme mit deutschen Hochschulen. Begleitend initiieren wir mit diesen und weiteren Partnern die Einrichtung eines transregionalen Kompetenzzentrums Scientific Computing mit dem Arbeitstitel Peruvian Competence Center of Scientific Computing (PeC3), um eine Vernetzung der Player zum Schaffen von Synergien und eine nachhaltige Verstetigung der Maßnahmen zu erreichen.

Die Einrichtung und Weiterentwicklung von Studiengängen erfordert eine Schulung der DozentInnen in modernen Methoden des wissenschaftlichen Rechnens. Wesentliches Instrument hierzu sind Kurse und Workshops in Peru. Eine besondere Bedeutung kommt dem Einzug von praktischen Elementen in Lehr- und Lernformen zu. Weiter erarbeiten wir Kataloge aktueller und bewährter Literatur für die Lehre, aber werden auch geeignete Skripten, Übungsmaterialien und insbesondere gut dokumentierte wissenschaftliche Software bereitstellen. Schließlich ist die Co-Betreuung peruanischer Abschlussarbeiten von deutscher Seite vorgesehen, um eine Internationalisierung und einen gegenseitigen Erfahrungsaustausch zu erreichen. Darüber hinaus planen wir ein Austauschprogramm, um ein gegenseitiges Begleiten und Kennenlernen von Lehrveranstaltungen sowie Verwaltungs- und Forschungsstrukturen zu ermöglichen.

Die Maßnahmen werden unter die Schirmherrschaft eines neu zu gründenden Kompetenzverbunds PeC3 gestellt, um so eine Institutionalisierung und eine Identifikation mit den Maßnahmen zu erzeugen. Dabei denken wir an einen ideellen Verbund im Sinne des WIR - Wissenschaftlichen Rechnen in Baden-Württemberg oder des NoKo - Northern German Colloquium on Applied Analysis and Numerical Mathematics, welches identitätsstiftend für das gesamte Projekt wirkt. Dieser Verbund wird weiteren interessierten Partnern in Südamerika, aber auch kooperierenden Partnern in Europa und Nordamerika offen stehen und soll langfristig als Plattform die Aktivitäten im Bereich Wissenschaftliches Rechnen bündeln und vertreten.

Durch bisher vier vom DAAD finanzierte Sommerschulen sowie der Mitarbeit bei der Etablierung von Promotionsprogrammen sind wir in Südamerika, insbesondere in Peru, bestens vernetzt und kennen die Stärken und Schwächen im Universitätssystem. Von diesem Projekt erhoffen wir uns eine strukturelle Stärkung der Lehre auf dem Gebiet des wissenschaftlichen Rechnens in Peru, die langfristig auch auf die Forschung wirkt. Wir profitieren von einer Institutionalisierung des Kontakts, welche auch zu einer Internationalisierung unserer Hochschulen und zu Austauschmöglichkeiten mit entsprechenden Studiengängen in Deutschland führt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Richter  
**Kooperationen:** Ping Lin, University of Science and Technology Beijing  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2019 - 30.06.2022

### **Simulation und Analysis für zeitliche Mehrskalprobleme mit partiellen Differentialgleichungen**

In diesem Projekt untersuchen wir zeitliche Mehrskalprobleme mit partiellen Differentialgleichungen. Viele Anwendungen beschreiben Langzeiteffekte, etwa die Materialalterung, Materialschädigung durch Risse, biologische Musterbildungsprozess oder biologische Wachstumsprozesse. Diese Phänomene sind oft durch wichtige Kurzzeiteinflüsse bestimmt.

Eine detaillierte numerische Simulation solcher Vorgänge mit etablierten Verfahren ist nicht möglich. Als Beispiel betrachten wir das Wachstum von arteriosklerotischem Plaque, welches im Zeitraum von mehreren Monaten abspielt, jedoch erheblich durch die mechanische Belastung der pulsierenden Blutströmung bestimmt ist, welche eine Auflösung von weniger als einer Sekunde bedarf. Eine direkte Simulation über lange Zeiträume mit sehr feiner Auflösung ist jenseits der Möglichkeiten.

Wir werden zeitliche Mehrskalverfahren zur Approximation dieser Probleme entwickeln, untersuchen und implementieren. Diese Methoden basieren auf einer Mittelung der schnellen Prozesse, um so eine effektive Gleichung zur Beschreibung des Langzeitverhaltens zu gewinnen.

Ein Teil des Projekts widmet sich der mathematischen Analyse von zeitlichen Mehrskalproblemen mit partiellen Differentialgleichungen. Üblicherweise kann ein Skalenparameter eingeführt werden, der das Verhältnis zwischen langsamer und schneller Skala beschreibt. Wir werden die Konvergenz der Mehrskalösung gegen die gemittelte Lösung in Hinblick auf diesen Skalenparameter untersuchen.

Im zweiten Teil werden effiziente numerische Verfahren zur schnellen Approximieren von zeitlichen Mehrskalproblemen entwickelt und implementiert. Diese Verfahren basieren auf einer effizienten Approximation der gemittelten Langzeitprobleme. Zur örtlichen Diskretisierung verwenden wir die Finite Elemente Methode, zeitliche Diskretisierung erfolgt auf Basis von Galerkin-Verfahren. Zum Erlangen effizienter Algorithmen werden wir konsequent auf adaptive Verfahren in Ort und Zeit setzen.

Die mathematische Analyse von zeitlicher Mehrskaligkeit im Zusammenhang mit partiellen Differentialgleichungen ist ein herausforderndes Problem, welches bisher kaum systematisch untersucht wurde.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Richter  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2018 - 30.09.2021

### **Graduiertenkolleg "Mathematische Komplexitätsreduktion" (GRK 2297/1)**

MathCoRe stands for Mathematical Complexity Reduction – a Research Training Group (RTG) located at Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OvGU). The RTG is a Graduiertenkolleg (DFG-GRK 2297) funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). Headed by the Faculty of Mathematics (FMA) it is run as a cooperation with the Faculty of Electrical Engineering and Information Technology (FEIT) and the Max Planck Institute for the Dynamics of Complex Technical Systems(MPI)

The combination of expertise from different mathematical areas under the theme of Complexity Reduction provides the RTG with a unique profile that specifically shapes the scientific understanding of the young researchers graduating within the RTG. A fundamental goal of our Philosophy is to make the PhD students work on projects that connect several mathematical areas and to let them profit from supervision by two principal investigators with different mathematical backgrounds. In order to ensure the success of our doctoral students they participate in a tailored structured study program. It contains training units in form of compact courses and weekly seminars, encouraging early integration into the scientific community and networking.

The current funding (from April 1, 2017 until September 30, 2021) allows the RTG to support 15 PhD students and a PostDoc to work on their respective research projects. To further promote scientific exchange there are additional PhD students and PostDocs with external funding associated. For a list of current fellows, see here. For possibilities to apply as a regular fellow, see this page.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Richter  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.01.2019 - 31.12.2022

### **Peruvian Competence Center of Scientific Computing Stärkung des wissenschaftlichen Rechnens in der Lehre in Peru**

Die Angewandte Mathematik und das Wissenschaftliche Rechnen mit dem Fokus Modellbildung, Simulation und Optimierung nimmt weltweit einen zentralen und größer werdenden Stellenwert ein. Die numerische Simulation und Optimierung sind - neben dem Experiment - in vielen wissenschaftlichen Anwendungen zunehmend etabliert. Diese Entwicklung wurde in den letzten Jahrzehnten durch die Verfügbarkeit leistungsfähiger Computer und die damit verbundene mathematische Grundlagenforschung beschleunigt. Obwohl die technischen Voraussetzungen auch in Ländern wie Peru gegeben sind, ist die Disziplin Wissenschaftliches Rechnen hier noch nicht vertreten. Dies liegt an einem streng theoretischem Fokus der Mathematik in Peru, der fehlenden Ausbildung von DozentInnen in Bereichen der Angewandten Mathematik und einem resultierenden Mangel an entsprechenden Studienprogrammen.

In diesem Projekt verfolgen wir mehrere, eng verwandte Ziele: an der Universidad Nacional Agraria La Molina unterstützen wir die derzeit geplante Einrichtung eines Studiengangs Angewandte Mathematik, an der Universidad Nacional de Trujillo und der Pontificia Universidad Católica del Perú unterstützen wir die Weiterentwicklung der vorhandenen Studiengänge und die Entwicklung neuer Forschungslinien zur Stärkung des wissenschaftlichen Rechnens und etablieren Austauschprogramme mit deutschen Hochschulen. Begleitend initiieren wir mit diesen und weiteren Partnern die Einrichtung eines transregionalen Kompetenzzentrums Scientific Computing mit dem Arbeitstitel Peruvian Competence Center of Scientific Computing (PeC3), um eine Vernetzung der Player zum Schaffen von Synergien und eine nachhaltige Verstetigung der Maßnahmen zu erreichen.

Die Einrichtung und Weiterentwicklung von Studiengängen erfordert eine Schulung der DozentInnen in modernen Methoden des wissenschaftlichen Rechnens. Wesentliches Instrument hierzu sind Kurse und Workshops in Peru. Eine besondere Bedeutung kommt dem Einzug von praktischen Elementen in Lehr- und Lernformen zu. Weiter erarbeiten wir Kataloge aktueller und bewährter Literatur für die Lehre, aber werden auch geeignete Skripten, Übungsmaterialien und insbesondere gut-dokumentierte wissenschaftliche Software bereitstellen. Schließlich ist die Co-Betreuung peruanischer Abschlussarbeiten von deutscher Seite vorgesehen, um eine Internationalisierung und einen gegenseitigen Erfahrungsaustausch zu erreichen. Darüber hinaus planen wir ein Austauschprogramm, um ein gegenseitiges Begleiten und Kennenlernen von Lehrveranstaltungen sowie Verwaltungs- und Forschungsstrukturen zu ermöglichen.

Die Maßnahmen werden unter die Schirmherrschaft eines neu zu gründenden Kompetenzverbunds PeC3 gestellt, um so eine Institutionalisierung und eine Identifikation mit den Maßnahmen zu erzeugen. Dabei den-

ken wir an einen ideellen Verbund im Sinne des WIR - Wissenschaftlichen Rechnen in Baden-Württemberg oder des NoKo - Northern German Colloquium on Applied Analysis and Numerical Mathematics, welches identitätsstiftend für das gesamte Projekt wirkt. Dieser Verbund wird weiteren interessierten Partnern in Südamerika, aber auch kooperierenden Partnern in Europa und Nordamerika offen stehen und soll langfristig als Plattform die Aktivitäten im Bereich Wissenschaftliches Rechnen bündeln und vertreten.

Durch bisher vier vom DAAD finanzierte Sommerschulen sowie der Mitarbeit bei der Etablierung von Promotionsprogrammen sind wir in Südamerika, insbesondere in Peru, bestens vernetzt und kennen die Stärken und Schwächen im Universitätssystem. Von diesem Projekt erhoffen wir uns eine strukturelle Stärkung der Lehre auf dem Gebiet des wissenschaftlichen Rechnens in Peru, die langfristig auch auf die Forschung wirkt. Wir profitieren von einer Institutionalisierung des Kontakts, welche auch zu einer Internationalisierung unserer Hochschulen und zu Austauschmöglichkeiten mit entsprechenden Studiengängen in Deutschland führt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Thomas Richter  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Stefan Turek, TU Dortmund; Prof. Dr. Boris Vexler, TU München; Prof. Dr. Dr. h.c. Rolf Rannacher, Universität Heidelberg  
**Förderer:** Bund - 01.12.2016 - 31.10.2020

### **BlutSimOpt - Modellierung, schnelle Simulation und Optimierung von Blutströmungen mit Materialschädigung - Hämodialyse Shunts und Stenosen**

Es werden numerische Methoden zur Simulation und Optimierung komplexer Blutströmungen entwickelt und benutzerfreundliche, effiziente Tools implementiert. In Zusammenarbeit mit klinischen und industriellen Partnern untersuchen wir dabei Möglichkeiten der Strömungskontrolle zur Behandlung von Gefäßerkrankungen wie Stenosen oder Aneurysmen. Dabei betrachten wir insbesondere die extremen Strömungssituationen nach dem Anlegen von arteriovenösen Shunts zur Dialysevorbereitung. Fernziel des Projekts ist es, die gewonnenen Resultate in Zusammenarbeit mit den Partnern sowohl in patientenspezifische Diagnose- und Therapieverfahren als auch in diversifizierte medizinische Produkte einfließen lassen. Zur effizienten Simulation der mechano-chemisch gekoppelten Effekte in Blutgefäßen müssen neue reduzierte Modelle entwickelt werden. Zur Abbildung der patientenspezifischen Situation werden ableitungsbasierte Verfahren zur Parameterschätzung entwickelt.

---

**Projektleitung:** Dr. Liu Jiawei, Prof. Dr. Miles Simon  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2017 - 31.12.2021

### **Lösungen des Ricci-Flusses mit Skalarkrümmung beschränkt in $L^p$**

Das Ziel dieses Projektes ist es, Singularitäten des Ricci-Flusses in vier Dimensionen zu verstehen, wenn die Topologie bzw. die Geometrie eingeschränkt ist. Für vier-dimensionale Lösungen mit beschränkter Skalarkrümmung wurde folgendes in Arbeiten von R. Bamler, Q. Zhang und (unabhängig davon) dem Antragsteller gezeigt: Falls die Lösung in endlicher Zeit singularär wird, dann sind die Singularitäten vom Orbifold-Typ. Weiterhin wurde in einer Arbeit des Antragstellers gezeigt, dass die Lösung mit dem Orbifold Ricci-Fluss fortgesetzt werden kann. In diesem Projekt möchten wir die Situation untersuchen, dass die Skalarkrümmung in  $L^p$  gleichmäßig in der Zeit, oder durch  $(T-t)$ -dafür ein kleines  $a > 0$  zu jeder Zeit  $t < T$  beschränkt ist. Wir werden zeigen, dass diese Bedingungen die Struktur von möglichen Singularitäten einschränken.

---



**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Förderer:** Sonstige - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Advanced Numerical Methods for Nonlinear Hyperbolic Balance Laws and Their Applications**

Our intention is to intensify cooperation in the mathematical field of "Advanced Numerical Methods for Nonlinear Hyperbolic Balance Laws and Their Applications" between 11 research institutions: On the Chinese side five top universities, i.e. Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Peking University, Tsinghua University, and Xiamen University, as well as the Institute of Applied Physics and Computational Mathematics, Beijing; on the German side RWTH Aachen University, as well as the universities of Freiburg, Mainz, Magdeburg, Stuttgart and Würzburg. During the past decade individual cooperation and joint publications by specialists involved in our project showed parallel interests and activities that should be coordinated. The main sources of such occasional contacts were international conferences, research visits, and longer exchanges of young scientists.

Fundamental mathematical research in our field has a strategic importance for many challenges in other fields of research and development, e.g. in engineering, physics and ecology. Central topics are advanced numerical methods for nonlinear hyperbolic balance laws that are particularly important for incompressible fluid flows and related systems of equations. The numerical methods we are focused on are finite volume/finite difference, discontinuous Galerkin methods, and kinetic-type schemes. There are still very basic and challenging open mathematical research problems in this field, such as multidimensional shock waves, interfaces with different phases or efficient, problem suited adaptive algorithms. Consequently, our main objective is to derive and analyze novel high-order accurate schemes that will reliably approximate underlying physical models and preserve important physically relevant properties. This combination remains an open and challenging problem and will be addressed in our project proposal.

Within this project we will establish a long-term cooperation between our groups, particularly among young scientists, in order to achieve a significant development in this field and to meet future demands from numerous practical applications. We will also take this project as basis to support each other to proceed research on higher level cooperation such as the framework of 973 in China, SFB in Germany and even the European framework.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Taj Munir  
**Kooperationen:** PD Dr. Martin Falcke (MDC, Berlin)  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.04.2016 - 31.12.2020

### **Simulation von "excitation contraction coupling" in ventrikulären Kardiomyozyten**

Weitere Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): 1.10.2013 - 15.02.2017

Arrhythmia und Fibrillation sind führende Ursachen für Herztod. Sie können durch Alternas und arrhythmogene Prozesse auf Zellebene verursacht werden.  $Ca^{2+}$ -Dynamik ist involviert bei einigen von ihnen. Das Projekt wird zelluläre arrhythmogene Prozesse untersuchen, die zum Teil bekannt aber in ihrer Wechselwirkung wenig verstanden sind, durch die Simulation von excitation contraction coupling (ECC) in ventrikulären Kardiomyozyten. Membrandepolarisation wird in tausenden diadischen Spalten in ein Kalziumsignal übertragen. Der große Bereich von Raum- und Zeitskalen des Problems verlangt eine Multiskalentechnik, die die Konzentration in den Spalten durch quasistatische Greensche Funktionen beschreibt, und die Reaktions-Diffusions-Prozesse im Volumen mit Finite-Element-Methoden (FEM) simuliert. Die Dynamiken der Ionenkanäle in den Spalten werden wir stochastisch simulieren. Das Membranpotentialmodell wird zelltyp- und speziesspezifisch sein. Wir werden problemspezifisches hybrid stochastisch-deterministisches Zeitschritt-Management entwickeln. Der Bereich von Raum- und Zeitskalen im Volumen erfordert räumliche und zeitliche Adaptivität der FEM. Wir werden Algorithmen für ihre gleichzeitige Nutzung erarbeiten, und lineare implizite Runge-Kutta-Methoden höherer Ordnung einsetzen, um den Anforderungen an das Zeitschritt-Management gerecht zu werden. Für die Nutzung von Hochleistungsrechnern werden wir angepasste "load balancing"-Methoden entwickeln.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Adnan Hayat  
**Förderer:** Sonstige - 01.11.2017 - 31.10.2021

### **Forced Periodic Non-isothermal Operation of Chromatographic Columns**

Chromatography is a powerful and very selective separation and purification process exploiting specific interactions of the compounds to be separated with dedicated adsorbents. A high purity and a high yield at reasonable production rate are the main demands of scientists working in this area. Typically isothermal conditions are applied, although potential was seen already in non-isothermal operation. The temperature fluctuations were found to be partly helpful in the case of gas phase separations. However, such effects have been neglected in the liquid phase chromatography. This project focuses on optimizing the separation of two components of a liquid mixture whose concentrations are effected by the interaction and reaction with the solid phase packed inside the column. We impose a non-isothermal condition by controlling temperature variations in the column in such a way that a preceding component of the mixture is warmed up to leave the column more quickly as compared to the succeeding component which is cooled down and, thus, migrates slower. The basic model, which we will consider in the beginning, is called as equilibrium dispersive model (EDM). It incorporates the well-known mass balance equation of a column coupled with the energy balance and specific initial and boundary conditions. The aim of this project is to provide theoretical understanding of the said setup, to resolve sharp discontinuities in the absence of axial dispersion by using Riemann Problems approach, to analyze the effects of temperature fluctuations on the process, and to approximate the full nonlinear model by using a high resolution finite volume scheme. Experimental tests will be done later on in collaboration with scientists in MPI Magdeburg, who are working on experimental chromatographic processes.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Projektbearbeitung:** Dr. rer. nat. Ferdinand Thein  
**Kooperationen:** Dr. Maren Hantke (Universität Halle); Prof. Dr. Claus-Dieter Munz (U Stuttgart)  
**Förderer:** Stiftungen - Sonstige - 01.01.2019 - 31.12.2022

### **Two-Phase Flows with Phase Transition - Modelling, Analysis and Numerics**

Starting from existing work in this research group on this topic, our aim is to discuss several open questions in this context. Concerning the modelling it seems in the literature that there is a need to further investigate the derivation and formulation of balance laws in the presence of singularities, e.g. shocks and phase boundaries. Due to the general character of the underlying theory this will be also helpful for other models and problems. In the preceding work general analytical results for isothermal two-phase flows were obtained. A further objective is to discuss general flows where heat conduction is taken into account. In particular we want to use the hyperbolic formulation introduced by Romenski. For this work we will also collaborate with the group of Prof. Munz in Stuttgart. As in the isothermal case we first want to investigate the corresponding Riemann problem. The numerics of two-phase flows are still a major problem. In particular when multidimensional problems are considered. Effects like surface tension and phase creation have to be considered. In the context of sharp interface models we suggest to investigate algorithms used for combustion problems since we expect some analogies in the numerical treatment of these topics. Parallel to these questions we further seek to compare the obtained results to other diffuse interface models used in the group (Warnecke/Matern) and the literature. Thus this project is also strongly linked to the previous one.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Projektbearbeitung:** Dr. Maren Hantke, M.Sc. Hazem Yaghi  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.08.2017 - 31.03.2020

### **Graduiertenkolleg 1554, Micro-Macro-Interactions in structured Media and Particle Systems "Mehrkomponenten-Phasenfeld-Gemischmodelle mit chemischen Reaktionen"**

Im Fokus dieser Arbeit steht ein von Dreyer, Giesselmann und Kraus hergeleitetes Phasenfeld-Gemischmodell zur Beschreibung reaktiver Mehrphasen-Strömungen. Obwohl die Untersuchung von Phasengrenzen z.B. zwischen Gasen und Flüssigkeiten schon seit langem Gegenstand der Forschung ist, sind die Ergebnisse in diesem Gebiet noch unzureichend und es gibt viele offene Fragen.

Die Einführung eines Phasenfeldes erlaubt eine einfachere Behandlung der Probleme, die durch scharfe Phasengrenzen auftreten. Daher kann die angestrebte Arbeit einen wichtigen Beitrag zur Forschung im Bereich der Simulation und Modellierung kompressibler Mehrphasenströmungen leisten.

Das hier betrachtete Modell und geeignete Untermodelle sollen analytisch diskutiert und numerisch berechnet werden. Sofern möglich, sind exakte Lösungen zu konstruieren. Von besonderem Interesse sind die Quellterme des Modelles, die chemische Reaktionen und Phasenübergänge beschreiben. Umfangreiche Vergleiche mit anderen Modellen in der Literatur und experimentellen Daten werden durchgeführt. Hierzu soll eine Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Thévenin (OvGU Verfahrenstechnik) im Rahmen des Kollegs erfolgen.

---

**Projektleitung:** apl. Prof. Dr. habil. Matthias Kunik, Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Projektbearbeitung:** Dr. rer. nat. Ferdinand Thein  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Hailiang Liu (Ames, Iowa, USA) mit Prof. Kunik, Prof. Warnecke  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2020 - 30.09.2022

### **Radialsymmetrische Lösungen der ultrarelativistischen Euler-Gleichungen als Benchmark-Tests zu numerischen Verfahren für hyperbolische Erhaltungsgleichungen in höheren Raumdimensionen**

Mit Hilfe von Systemen hyperbolischer Erhaltungsgleichungen lassen sich Wellenausbreitungen von strömenden Flüssigkeiten und Gasen unter Vernachlässigung von Reibungseffekten beschreiben. Solche nichtlinearen Systeme ermöglichen insbesondere die Vorhersage von Stosswellen, die sich im allgemeinen selbst für glatte Anfangsvorgaben der Felder (z.B. für die Massendichte, die Strömungsgeschwindigkeit und den Druck) zu späteren Zeitpunkten ausbilden können. Dabei treten dann sprunghafte Änderungen der Felder beim Durchqueren der Stossfronten auf. Im Preprint 02/2020 "Radially symmetric solutions of the ultra-relativistic Euler equations" (erscheint in "Methods and Applications of Analysis") haben wir für die ultrarelativistischen Euler-Gleichungen in drei Raumdimensionen ein spezielles numerisches Verfahren zur Berechnung der radialsymmetrischen Lösungen entwickelt, das sich mit Hilfe von bestimmten koordinatenabhängigen Kurvenintegralen auf nur eine Raumdimension (für den Radius) reduzieren lässt. Dieses System hyperbolischer Erhaltungsgleichungen zeigt viele Ähnlichkeiten mit den klassischen Euler-Gleichungen, ist aber mathematisch einfacher, da eine Gleichung für die Teilchenzahldichte vom Rest des Systems entkoppelt. Mit Hilfe dieses Verfahrens konnten wir erstmals die Entwicklung und den Kollaps einer implodierenden Stosswelle für geeignete Anfangsdaten (Start mit einer Überdruckblase symmetrisch zum Nullpunkt) numerisch simulieren. Die voll dreidimensionalen numerischen Methoden waren bisher nicht in Lage den dabei resultierenden Blow-up der Felder zu approximieren, da dieser in einem sehr kleinen Bereich der Raum-Zeit stattfindet. Deshalb haben wir nun das Verfahren auch für den zylindersymmetrischen Fall entwickelt, um es direkt mit den numerischen Lösungen zweidimensionaler Anfangswertprobleme vergleichen zu können. Da es bisher vergleichsweise wenig Literatur zu der numerischen Simulation dieses Systems gibt, wird so aus zwei Gründen ein wichtiger Beitrag geleistet. Zum einen werden so erstmals echt mehrdimensionale Probleme numerisch gelöst und mit verfügbaren Lösungen verglichen, welche qualitativ nahezu exakten Lösungen entsprechen. Zum anderen können dann mit den so verifizierten Methoden komplexere Probleme simuliert werden, welche dann auch als Vergleich für weitere Verfahren dienen. Es ist auch davon auszugehen, dass für Verfahren höherer Ordnung geeignete Limiter konstruiert werden müssen um die Stabilität der Verfahren zu gewährleisten.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Projektbearbeitung:** MSc Christoph Matern, Dr. Maren Hantke  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2016 - 31.03.2021

### **Graduiertenkolleg 1554, Micro-Macro-Interactions in structured Media and Particle Systems**

Disperse Zwei-Phasen-Strömungen mit Phasenübergängen

Sowohl in der Natur als auch in industriellen Anwendungen treten mehrkomponentige Mehrphasenströmungen auf. Die Modellierung und Simulation kompressibler Mehrphasenströmungen stellt eine interdisziplinäre Herausforderung sowohl für Mathematiker, als auch für Physiker und Ingenieure oder Chemiker dar. Die Schwierigkeiten resultieren hauptsächlich aus den Prozessen an den Phasengrenzen, insbesondere aus dem Massenübergang zwischen den einzelnen Phasen. Massentransfer erfolgt dabei sowohl durch den Phasenübergang, als auch durch chemische Reaktionen.

Obwohl die Untersuchung von Phasengrenzen z. B. zwischen Gasen und Flüssigkeiten schon seit langem Gegenstand der Forschung ist, sind die Ergebnisse in diesem Gebiet noch unzureichend und es gibt viele offene Fragen.

Im Projekt werden schwach hyperbolisch Mehrphasen-Gemischgleichungssysteme bestehend aus partiellen Differentialgleichungen analytisch diskutiert und numerisch berechnet. In den Euler-Euler-Beschreibungen werden sowohl Massen-, als auch Impuls- und Energiebilanzen einzelner Komponenten oder Phasen sowie Bilanzen für Blasenanzahldichte, Blasengröße oder das Volumen der Komponenten bzw. Phasen berücksichtigt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Gerald Warnecke  
**Projektbearbeitung:** Dr. rer. nat. Ferdinand Thein, Prof. Dr. Evgeniy Romenski  
**Kooperationen:** Prof. Michael Dumbser (U (Trento))  
**Förderer:** Stiftungen - Sonstige - 01.01.2019 - 31.12.2022

### **The SHTC-Model and Multiphase Flows**

The modeling, analysis and numerical treatment of multiphase fluid dynamics provide several challenging problems treated in the past as well as in very recent literature. Recently interest in the works by Godunov, Müller, Ruggeri, Romenski and their co-authors is growing. In particular Godunov and Romenski suggest an approach which leads to symmetric hyperbolic systems which are derived from physical principles, i.e. symmetric hyperbolic and thermodynamic consistent models (SHTC). These hyperbolic models are capable of describing multiphase fluid dynamics including heat conduction and viscosity which are typically second order effects. In this project we want to combine the expertise on these models provided by Prof. Romenski and Prof. Dumbser with our expertise on sharp interface models. This project includes different goals related to the diverse aspects of the topic. One main problem is to discuss the Riemann problem for a barotropic submodel of the main model provided by Romenski. With this we obtain further analytical insight and additionally can verify numerical methods.

A further aim is to reveal the connection between the diffuse and the sharp interface two-phase flows considered in this context.

---

**Projektleitung:** Prof. Alexander Zuyev  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2020 - 30.06.2023

### **Hierarchischer Reglerentwurf für nichtlineare Trajektorienplanung und Stabilisierung**

Das Projekt konzentriert sich auf die Entwicklung hierarchischer Methoden für im Wesentlichen nichtlineare Kontrollsysteme, deren Trajektorien wichtige Merkmale für die Analyse auf mehreren Zeitskalen besitzen. Als eine wichtige Unterklasse solcher Systeme werden wir dynamische und kinematische Modelle nichtholonome mechanischer Systeme unter Kontrollierbarkeitsbedingungen mit iterierten Lie-Klammern untersuchen. Dreischichtige hierarchische Regelungsalgorithmen werden für den Fall entwickelt, dass die Dynamik der oberen Schicht durch den Gradientenfluss einer potenziellen Funktion erzeugt wird. Bei diesen Algorithmen wird die

Zwischenschicht durch ein zeitdiskretes dynamisches System geregelt, und die Dynamik der unteren Schicht (physikalische Ebene) wird von einem nichtlinearen Kontrollsystem mit oszillierenden Eingangsfunktionen gesteuert. Der Allgemeinheit halber betrachten wir diskontinuierliche Regelungsfunktionen und folgen dem Konzept von Carathéodory-Lösungen. Diese Ideen werden auch für die Stabilisierung von Referenztrajektorien für nicht autonome Kontrollsysteme erweitert, indem die Trennung von schneller und langsamer Dynamik unter einer geeigneten Auswahl von Frequenzparametern verwendet wird. Es wird erwartet, dass neue Stabilitätsergebnisse generiert werden, indem Mittelungsverfahren für Teilsysteme mit schnellen Variablen verfeinert und Lyapunov-Funktionen für langsame Teilsysteme mit Störungen konstruiert werden. Diese theoretischen Ergebnisse werden auf nichtlineare mathematische Modelle in der Fluidodynamik und in der chemischen Verfahrenstechnik angewendet, wie beispielsweise endlich-dimensionale Approximationen der Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen, bevorzugte Kristallisation von Enantiomeren und periodische nichtisotherme Reaktionen.

## 6. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Ali, Ahmad Ahmad; Deckelnick, Klaus; Hinze, Michael**

Global minima for optimal control of the obstacle problem

Control, optimisation and calculus of variations: COCV - Les Ulis: EDP Sciences, Volume 26 (2020), article 64, 22 Seiten;

[Imp.fact.: 1.181]

**Bause, Markus; Köcher, Uwe; Radu, F. A.; Schieweck, Friedhelm.**

Post-processed Galerkin approximation of improved order for wave equations

Mathematics of computation - Providence, RI: Soc., Bd. 89 (2020), 322, S. 595-627;

[Imp.fact.: 2.07]

**Benner, Peter; Du, Xin; Yang, Gianghong; Ye, Dan**

Balanced truncation of linear time-invariant systems over finite-frequency ranges

Advances in computational mathematics - Bussum: Baltzer Science Publ., Volume 46(2020), article number: 82;

[Imp.fact.: 1.748]

**Benner, Peter; Heinkenschloss, Matthias; Saak, Jens; Weichelt, Heiko K.**

Efficient solution of large-scale algebraic Riccati equations associated with index-2 DAEs via the inexact low-rank Newton-ADI method

Applied numerical mathematics: transactions of IMACS - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 152.2020, S. 338-354;

[Imp.fact.: 1.678]

**Benner, Peter; Werner, Steffen W. R.**

Frequency- and time-limited balanced truncation for large-scale second-order systems

Linear algebra and its applications: LAA - New York, NY: American Elsevier Publ. . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 0.988]

**Benner, Peter; Werner, Steffen W. R.**

Hankel-norm approximation of large-scale descriptor systems

Advances in computational mathematics - Bussum: Baltzer Science Publ., Volume 46 (2020), article number 40, 31 Seiten;

[Imp.fact.: 1.638]

**Daddi-Moussa-Ider, Abdallah; Sprenger, Alexander R.; Amarouchene, Yacine; Salez, Thomas; Schönecker, Clarissa; Richter, Thomas; Löwen, Hartmut; Menzel, Andreas M.**

Axisymmetric Stokes flow due to a point-force singularity acting between two coaxially positioned rigid no-slip disks

Journal of fluid mechanics - Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press, Volume 904 (2020), article A34, 26 Seiten;

[Imp.fact.: 3.137]

**Failer, L.; Richter, Thomas**

A Newton multigrid framework for optimal control of fluidstructure interactions

Optimization and engineering: international multidisciplinary journal to promote optimizational theory & applications in engineering science - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V. . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.824]

**Failer, L.; Richter, Thomas**

A parallel Newton multigrid framework for monolithic fluid-structure interactions

Journal of scientific computing - New York, NY [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., Volume 82(2020), article 28;

[Imp.fact.: 2.228]

**Frei, Stefan; Richter, Thomas**

Efficient approximation of flow problems with multiple scales in time  
Multiscale modeling & simulation - Philadelphia, Pa.: SIAM, Bd. 18.2020, 2, S. 942-969, insges. 28 S.;  
[Gesehen am 04.08.2020]

**Grunau, Hans-Christoph; Miyake, Nobuhito; Okabe, Shinya**

Positivity of solutions to the Cauchy problem for linear and semilinear biharmonic heat equations  
Advances in nonlinear analysis - Berlin: de Gruyter, Bd. 10.2020, 1, S. 353-370;  
[Imp.fact.: 2.667]

**Grunau, Hans-Christoph; Romani, Giulio; Sweers, Guido**

Differences between fundamental solutions of general higher order elliptic operators and of products of second order operators  
Mathematische Annalen - Berlin: Springer . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 1.356]

**Kemm, Friedemann; Gaburro, Elena; Thein, Ferdinand; Dumbser, Michael**

A simple diffuse interface approach for compressible flows around moving solids of arbitrary shape based on a reduced Baer-Nunziato model  
Computers & fluids: an international journal - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 204 (2020), article 104536;  
[Imp.fact.: 2.223]

**Kunik, Matthias**

New insight into results of Ostrowski and Lang on sums of remainders using Farey sequences  
Online journal of analytic combinatorics: OJAC - Columbia, Miss.: Univ. of Missouri . - 2020, 15, insges. 11 S.;

**Mehlmann, Carolin; Richter, Thomas**

A goal oriented error estimator and mesh adaptivity for sea ice simulations  
Ocean modelling online - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 154(2020), article 101684;  
[Imp.fact.: 3.215]

**Minakowski, Piotr; Mucha, Piotr B.; Peszek, Jan**

Density-induced consensus protocol  
Mathematical models and methods in applied sciences (M 3 AS) - Singapore [u.a.]: World Scientific, Bd. 30.2020, 12, S. 2389-2415;  
[Imp.fact.: 3.044]

**Minakowski, Piotr; Richter, Thomas**

Finite element error estimates on geometrically perturbed domains  
Journal of scientific computing - New York, NY [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., 84(2020,2)  
Artikel-Nummer 30, 19 Seiten;  
[Gesehen am 05.10.2020]  
[Imp.fact.: 2.228]

**Simon, Miles**

Some integral curvature estimates for the Ricci flow in four dimensions  
Communications in analysis and geometry - Somerville, Mass.: Internat. Press, Bd. 28.2020, 3, S. 707-727;  
[Imp.fact.: 0.694]

**Sonner, Florian; Richter, Thomas**

Second order pressure estimates for the Crank-Nicolson discretization of the incompressible Navier-Stokes Equations  
SIAM journal on numerical analysis/ Society for Industrial and Applied Mathematics - Philadelphia, Pa.: SIAM, Bd. 58.2020, 1, S. 375-409, insges. 35 S.;

[Gesehen am 05.08.2020]

**Warnecke, Gerald**

Ein Brief von C.F. Gauß an C.L. Gerling - kleinste Fehlerquadrate und das Gauß-Seidel-Verfahren  
Mathematische Semesterberichte - Berlin: Springer, Bd. 67.2020, S. 57-84;

**Weinhandl, Roman; Benner, Peter; Richter, Thomas**

Lowrank linear fluidstructure interaction discretizations  
ZAMM: journal of applied mathematics and mechanics - Berlin: Wiley-VCH . - 2020;  
[Imp.fact.: 1.103]

**Weinhandl, Roman; Benner, Peter; Richter, Thomas**

Lowrank linear fluidstructure interaction discretizations  
ZAMM: journal of applied mathematics and mechanics - Berlin: Wiley-VCH, Volume 100(2020),issue 1, Artikel e201900205;

**NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze**

**Barrett, John W.; Styles, Vanessa; Deckelnick, Klaus**

A practical phase field method for an elliptic surface PDE  
Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität, Fakultät für Mathematik, 2020, 24 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2020, Nr. 03)

**Benner, Peter; Richter, Thomas; Weinhandl, Roman**

A low-rank approach for nonlinear parameter-dependent fluid-structure interaction problems  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2020, article 1911.08193, 7 Seiten, 2019;

**Benner, Peter; Werner, Steffen W. R.**

MORLAB - the model order reduction LABORatory  
De.arxiv.org - [S.l.]: Arxiv.org, 2020, article 2002.12682, 17 Seiten;

**Deckelnick, Klaus; Doemeland, Marco; Grunau, Hans-Christoph**

Boundary value problems for the Helfrich functional for surfaces of revolution - existence and asymptotic behavior  
Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2020, 29 Seiten, Diagramme - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2020, Nr. 04)

**Deckelnick, Klaus; Nürnberg, Robert**

Error analysis for a finite difference scheme for axisymmetric mean curvature flow of genus-0 surfaces  
Magdeburg: Universität, Fakultät für Mathematik, 2020, 24 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2020, Nr. 06)

**Kunik, Matthias**

Further results and examples for formal mathematical systems with structural induction  
Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität, Fakultät für Mathematik, 2020, 37 Seiten - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2020, Nr. 05)

**Kunik, Matthias; Liu, Hailian; Warnecke, Gerald**

Radially symmetric solutions of the ultra-relativistic Euler equations  
Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität, Fakultät für Mathematik, 2020, 25 Seiten, Illustrationen - (Preprint; Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2020, Nr. 02)

**BEGUTACHTETE BUCHBEITRäge**

**Brenner, Peter; Werner, Steffen W. R.**

MORLAB - a model order reduction framework in MATLAB and octave  
Mathematical Software - ICMS 2020: 7th International Conference, Braunschweig, Germany, July 13-16, 2020, Proceedings/ International Congress on Mathematical Software - Cham: Springer International Publishing, 2020 . - 2020, S. 432-441 - (Lecture Notes in Computer Science; 12097);



**Gosea, Ion Victor; Duff, Igor Pontes; Benner, Peter; Antoulas, Athanasios C.**

Model order reduction of switched linear systems with constrained switching

IUTAM Symposium on Model Order Reduction of Coupled Systems, Stuttgart, Germany, May 22-25, 2018;

MORCOS 2018 - Cham: Springer, 2020; Fehr, Jörg . - 2020, S. 41-53;

[Symposium: IUTAM Symposium on Model Order Reduction of Coupled Systems, Stuttgart, Germany, May 22-25, 2018]

**Hantke, Maren; Matern, Christoph; Warnecke, Gerald**

Analytical results for the Riemann problem for a weakly hyperbolic two-phase flow model of a dispersed phase in a carrier fluid

Continuum mechanics, applied mathematics and scientific computing: Godunov's legacy: a liber amicorum to Professor Godunov - Chem: Springer, 2020; Demidenko, Gennadii V. . - 2020, S. 169-175;

**Hantke, Maren; Thein, Ferdinand**

A numerical method for two phase flows with phase transition including phase creation

Continuum mechanics, applied mathematics and scientific computing: Godunov's legacy: a liber amicorum to Professor Godunov - Chem: Springer, 2020; Demidenko, Gennadii V. . - 2020, S. 177-183;

## DISSERTATIONEN

**Mierswa, Alina; Deckelnick, Klaus [AkademischeR BetreuerIn]**

Error estimates for a finite difference approximation of mean curvature flow for surfaces of torus type

Magdeburg, 2020, 99 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 97-99]

**Mlinarić, Petar; Benner, Peter [AkademischeR BetreuerIn]**

Structure-preserving model order reduction for network systems

Magdeburg, 2020, xxiii, 153 Seiten, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 141-150]

**Munir, Taj; Warnecke, Gerald [AkademischeR BetreuerIn]**

Analysis of coupling interface problems for bi-domain diffusion equations

Magdeburg, 2020, x, 151 Seiten, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 149-151]

**Weinhandl, Roman; Benner, Peter [AkademischeR BetreuerIn]; Richter, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]**

Low-rank methods for parameter-dependent fluid-structure interaction problems

Magdeburg, 2020, xx, 129 Seiten, Diagramme, 30 cm