



Forschungsbericht 2015

Institut für Analysis und Numerik

INSTITUT FÜR ANALYSIS UND NUMERIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. +49 (0)391 67 18649 / 18586 / 18700, Fax +49 (0)391 67 18073
ian@uni-magdeburg.de

1. Leitung

Prof. Dr. Klaus Deckelnick
Prof. Dr. Hans-Christoph Grunau
Prof. Dr. Miles Simon
Prof. Dr. Lutz Tobiska (Geschäftsführender Leiter)
Prof. Dr. Gerald Warnecke
Priv.-Doz. Dr. Bernd Rummeler

2. Hochschullehrer

Prof. Dr. Klaus Deckelnick
Prof. em. Dr. Herbert Goering
Prof. Dr. Hans-Christoph Grunau
apl Prof. Dr. Matthias Kunik
Priv.-Doz. Dr. Bernd Rummeler
apl. Prof. Dr. Friedhelm Schieweck
Prof. Dr. Miles Simon
Prof. Dr. Lutz Tobiska
Prof. Dr. Gerald Warnecke

3. Forschungsprofil

AG Numerische Analysis: (Tobiska, Schieweck)

- Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit von Finite Elemente Methoden für nichtlineare partielle Differentialgleichungssysteme, insbesondere in der numerischen Strömungssimulation
- Eigenschaften der Lösung singular gestörter Probleme
- A posteriori Fehlerschätzung und adaptive FEM
- 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
- Numerische Behandlung mathematischer Modelle zur Strömungssimulation in porösen Medien

AG Analysis (Nichtlineare partielle Differentialgleichungen: Deckelnick, Grunau, Rummeler, Simon)

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

Elliptische Randwertprobleme höherer Ordnung (Grunau)

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

Optimalsteuerungsprobleme mit partiellen Differentialgleichungen (Deckelnick)

- Entwicklung & Analyse numerischer Näherungsverfahren
- Bezüge zu Parameteridentifikationsproblemen

Nichtlineare Evolutionsgleichungen

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

Hydrodynamik (Rummler)

- Eigenfunktionen des Stokes-Operators
- Laminar-turbulentes Umschlagsverhalten, Bifurkationen
- Regularität von Zerlegungsfeldern

AG Numerische Mathematik (Warnecke, Kunik)

- Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit von Diskretisierungsverfahren (FEM, FVM, FDM, kinetische Verfahren) für partielle Differentialgleichungssysteme, Entwicklung numerischer Verfahren
- Theoretische und numerische Untersuchung von Systemen von Erhaltungsgleichungen, insbesondere in der Gasdynamik, Mehrphasengemische, laserinduzierte Gasblasen
- Riemann-Probleme für Systeme hyperbolischer Erhaltungsgleichungen, resonante Wellen, Phasenübergänge
- Analytische und Numerische Methoden für Populationsbilanzgleichungen in der Verfahrenstechnik und der Bioverfahrenstechnik, Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen

4. Kooperationen

- Prof. Dr. V. Polevikov (Minsk, Belarus)
- Prof. Dr. Filippo Gazzola, Politecnico di Milano
- Prof. Dr. Guido Sweers, Universität zu Köln

5. Forschungsprojekte

Projektleiter: Prof. Dr. Lutz Tobiska

Projektbearbeiter: A. Hahn

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.11.2011 - 30.11.2015

ALE-FEM für Zweiphasenströmungen mit Surfactants

Numerische Berechnungen von Zweiphasenströmungen mit oberflächenaktiven Substanzen (Surfactants) sind sehr gefragt in verschiedenen wissenschaftlichen und technischen Anwendungen. Die Anwesenheit der Surfactants erhöht die Komplexität, der ohnehin schon herausfordernden Berechnung der Zweiphasenströmung. Surfactants verändern die Strömungsdynamik deutlich durch eine Senkung der Oberflächenspannung an der Grenzfläche. Darüber hinaus ist die Konzentration von Surfactants an der Grenzschicht oft nicht homogen wodurch Marangoni Kräfte induziert werden. Zusätzlich finden, im Falle von löslichen Surfactants, Adsorption und Desorption an der Grenzschicht und zwischen den Bulkphasen statt. Das Ziel dieses Projektes ist die Analyse und Implementierung von ALE-Finite-Elemente basierte Diskretisierung für die robuste und akurate Simulation von Zweiphasenströmungen mit löslichen und unlöslichen Surfactants im dreidimensionalen Fall.

Projektleiter: Prof. Dr. Lutz Tobiska

Projektbearbeiter: Kristin Held

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.03.2012 - 28.02.2015

GRK 1554 Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien- und Partikelsystemen "Discretization of coupled pdes for surfactant influenced interfaces"

Das Projekt befasst sich mit der Konzentrationsverteilung von Surfactants in den Kernphasen und auf der Oberfläche. Es sind FEM -basierte Lösungsverfahren für die gekoppelten Systeme partieller Differentialgleichungen zu entwickeln und zu analysieren.

Projektleiter: Prof. Dr. Gerald Warnecke

Projektbearbeiter: Dipl.-Math. Robin Gröpler

Förderer: Weitere Stiftungen; 01.06.2013 - 31.05.2016

Numerical simulation of population balance equations and lime shaft kilns

The numerical simulation of a one-dimensional mathematical model is developed describing the lime calcination process in different types of shaft kilns. The model comprises a system of ordinary differential equations derived from mass and energy balances. A particle model for the chemical reaction is used and is connected to the energy balance equations for the gas and the solid inside the kiln taking into account the size distribution of solid particles.

This mixed initial value problem leads to a very unstable behavior of the existing numerical methods for boundary value problems. A stable numerical scheme for the solution of the equations is developed and analyzed. With this the influence of several parameters on the lime calcination process can be investigated. The results of this study can be transferred directly to the praxis for design, operation, regulation and optimization of normal shaft kilns.

Projektleiter: Prof. Dr. Gerald Warnecke

Projektbearbeiter: Dr. Carlos Cueto Camejo

Kooperationen: PD Dr. Martin Falcke (MDC, Berlin)

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2013 - 30.09.2016

Simulation von "excitation contraction coupling" in ventrikulären Kardiomyozyten

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.

Projektleiter: Prof. Dr. Gerald Warnecke

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.05.2014 - 30.04.2017

Two phase mixture conservation laws for flows with chemical reactions

We want to use the system of two mixture conservation laws to model chemical reactions in bubble column reactors. These partial differential equations are complemented by mass balances and reaction kinetics for the chemical reactions. The aim is to develop efficient numerical methods to compute examples which come from specific experiments that are being made by cooperation partners.

Projektleiter: Dr. Maren Hantke

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.11.2012 - 31.10.2016

Eulergleichungen mit Phasenübergängen

Untersucht werden Riemann-Probleme für die Eulergleichungen unter Berücksichtigung von Phasenübergängen, d.h. Kondensation und Verdampfung, sowohl für Mischungen als auch für Reinstoffe. Ziel des beantragten Projektes ist es, sämtliche mögliche Lösungsklassen zu beschreiben und in allen diesen Klassen Existenz und Eindeutigkeit der Lösung zu beweisen und die exakte Lösung zu konstruieren. Insbesondere werden auch die Fälle von Kavitation und Nukleation untersucht. Weiterhin erfolgt die Entwicklung numerischer Verfahren in allen Lösungs- und Problemklassen.

6. Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Camejo, Carlos Cueto; Gröpler, Robin; Warnecke, Gerald

Regular solutions to the coagulation equations with singular kernels

In: Mathematical methods in the applied sciences. - Chichester, West Sussex: Wiley, Bd. 38.2015, 11, S. 2171-2184; [Imp.fact.: 0,918]

Camejo, Carlos Cueto; Warnecke, Gerald

The singular kernel coagulation equation with multifragmentation

In: Mathematical methods in the applied sciences. - Chichester, West Sussex: Wiley, Bd. 38.2015, 14, S. 2953-2973; [Imp.fact.: 0,918]

Dávila, Juan; Pino, Manuel del; Dipierro, Serena; Valdinoci, Enrica

Concentration phenomena for the nonlocal Schrödinger equation with Dirichlet datum

In: Analysis & PDE. - Berkeley Calif: Mathematical Sciences Publishers, Bd. 8.2015, 5, S. 1165-1235; [Imp.fact.: 1,414]

Deckelnick, Klaus; Katz, Jakob; Schieweck, Friedhelm

A C 1-finite element method for the Willmore flow of two-dimensional graphs

In: Mathematics of computation. - Providence, RI: Soc, Bd. 84.2015, S. 2617-2643;

Dipierro, Serena; Palatucci, Giampiero; Valdinoci, Enrico

Dislocation dynamics in crystals - a macroscopic theory in a fractional Laplace setting

In: Communications in mathematical physics. - Berlin: Springer, Bd. 333.2015, 2, S. 1061-1105; [Imp.fact.: 2,086]

Dipierro, Serena; Pinamonti, Andrea

Symmetry results for stable and monotone solutions to fibered systems of PDEs

In: Communications in contemporary mathematics: CCM. - Singapore [u.a.]: World Scientific; Vol. 17.2015, 4, Art. 1450035, insgesamt 22 S.;

Dipierro, Serena; Savin, Ovidiu; Valdinoci, Enrico

A nonlocal free boundary problem

In: SIAM journal on mathematical analysis. - Philadelphia, Pa: SIAM, Bd. 47.2015, 6, S. 4559-4605; [Imp.fact.: 1,265]

Dipierro, Serena; Valdinoci, Enrico

A density property for fractional weighted Sobolev spaces

In: Rendiconti lincei / Matematica e applicazioni. - Roma: Accad, Bd. 26.2015, 4, S. 397-422;

Dipierro, Serena; Valdinoci, Enrico

On a fractional harmonic replacement

In: Discrete and continuous dynamical systems / A. - Springfield, Mo: American Institute of Mathematical Sciences, Bd. 35.2015, 8, S. 3377-3392;

Eichmann, Sascha

Nonuniqueness for Willmore surfaces of revolution satisfying Dirichlet boundary data

In: The journal of geometric analysis. - New York, NY: Springer, 2015; <http://dx.doi.org/10.1007/s12220-015-9639-x>;

Ferrero, Alberto; Gazzola, Filippo; Grunau, Hans-Christoph

Decay and eventual local positivity for biharmonic parabolic equations

In: Discrete and continuous dynamical systems / A. - Springfield, Mo: American Institute of Mathematical Sciences, Bd. 21.2015, 4, S. 1129-1157;

[Imp.fact.: 0,972]

Gille, M.; Gorbacheva, Yu; Hahn, Andreas; Polevikov, Viktor; Tobiska, Lutz

Simulation of a pending drop at a capillary tip

In: Communications in nonlinear science and numerical simulation. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 26.2015, 1/3, S. 137-151;

[Imp.fact.: 2,866]

Hallak, Bassem; Herz, Fabian; Specht, Eckehard; Gröpler, Robin; Warnecke, Gerald

Simulation of limestone calcination in normal shaft kilns - Part 1: mathematical model

In: Cement, lime, gypsum. - Gütersloh: Bauverl. BV, 9, S. 66-71, 2015;

[Imp.fact.: 0,071]

Hallak, Bassem; Herz, Fabian; Specht, Eckehard; Gröpler, Robin; Warnecke, Gerald

Simulation of limestone calcination in normal shaft kilns - Part 2: influence of process parameters

In: Cement, lime, gypsum. - Gütersloh: Bauverl. BV, 10, S. 46-50, 2015;

[Imp.fact.: 0,071]

Hantke, Maren; Thein, Ferdinand

Why condensation by compression in pure water vapor cannot occur in an approach based on Euler equations

In: Quarterly of applied mathematics. - Providence, RI: Brown Univ, Bd. 73.2015, 3, S. 575-591;

[Imp.fact.: 0,654]

Linke, Alexander; Matthies, Gunar; Tobiska, Lutz

Robust arbitrary order mixed finite element methods for the incompressible Stokes equations with pressure independent velocity errors

In: Mathematical modelling and numerical analysis: an international journal on applied mathematics. - Les Ulis: EDP Sciences, 2015; <http://dx.doi.org/10.1051/m2an/2015044>;

[Imp.fact.: 1,642]

Mangold, Michael; Feng, Lihong; Khlopov, Dmytro; Palis, Stefan; Benner, Peter; Binev, Daniel; Seidel-Morgenstern, Andreas

Nonlinear model reduction of a continuous fluidized bed crystallizer

In: Journal of computational and applied mathematics. - Amsterdam [u.a.]: North-Holland, Bd. 289.2015, S. 253-266;

[Imp.fact.: 1,266]

Matthies, Gunnar; Tobiska, Lutz

Local projection type stabilization applied to inf-sup stable discretizations of the Oseen problem

In: IMA journal of numerical analysis. - Oxford: Oxford Univ. Press, Bd. 35.2015, 1, S. 239-269;

[Imp.fact.: 1,326]

Müller, S.; Hantke, Maren; Richter, P.

Closure conditions for non-equilibrium multi-component models

In: Continuum mechanics and thermodynamics: analysis of complex materials and judicious evaluation of the environment. - Berlin: Springer, 2015; <http://dx.doi.org/10.1007/s00161-015-0468-8>;

[Imp.fact.: 1,779]

Simon, Miles; Wheeler, Glen

Some local estimates and a uniqueness result for the entire biharmonic heat equation

In: Advances in calculus of variations. - Berlin: de Gruyter, 2015; <http://dx.doi.org/10.1515/acv-2014-0027>;

[Imp.fact.: 1,133]

Tobiska, Lutz; Verfürth, R.

Robust a posteriori error estimates for stabilized finite element methods

In: IMA journal of numerical analysis: IMAJNA. - Oxford: Oxford Univ. Press, S. 1652 - 1671, 2015;

[Imp.fact.: 1,326]

Wheeler, Glen

Gap phenomena for a class of fourth-order geometric differential operators on surfaces with boundary

In: Proceedings of the American Mathematical Society. - Providence, RI: Soc, Bd. 143.2015, 4, S. 1719-1737;

[Imp.fact.: 0,627]

Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Ali, Ahmad; Hinze, Michael; Deckelnick, Klaus

Global minima for semilinear optimal control problems

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2015; 21 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2015,8);

Deckelnick, Klaus; Röger, Matthias; Grunau, Hans-Christoph

Minimising a relaxed Willmore functional for graphs subject to boundary conditions

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2015; 29 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2015,6);

Elliot, Charles M.; Styles, Vanessa; Deckelnick, Klaus

Double obstacle phase field approach to an inverse problem for a discontinuous diffusion coefficient

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2015; 27 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2015,9);

Hallak, Bassem; Herz, Fabian; Specht, Eckehard; Gröpler, Robin; Warnecke, Gerald

Simulation of limestone calcination in normal shaft kilns - mathematical model

In: ZKG international: Bundesverband der Deutschen Zementindustrie; Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie; Bundesverband der Gips- und Gipsbauplattenindustrie. - Walluf: Bauverl, Bd. 68.2015, 9, S. 66-71;

Hinze, Michael; Jordan, Tobias; Deckelnick, Klaus

An optimal shape design problem for plates

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2015; 22 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2015,11);

Simon, Miles

Extending four dimensional Ricci flows with bounded scalar curvature

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2015; 70 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2015,22);

Simon, Miles

Some integral curvature estimates for the Ricci flow in four dimensions

In: Magdeburg: Univ., Fak. für Mathematik, 2015; 15 S. - (Preprint / Fakultät für Mathematik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; 2015,22);

Herausgeberschaften

Grunau, Hans-Christoph

Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung. - Wiesbaden, Vieweg + Teubner, ISSN: 0012-0456, 2189033, 2015;

Artikel in Kongressbänden

Bannasch, Sebastian; Frysch, Robert; Bismark, Richard; Warnecke, Gerald; Rose, Georg

An optimal relaxation of the algebraic reconstruction technique for CT imaging

In: Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine: proceedings. - Newport; 2015, Art. Th21, S. 622-625;

Herz, Fabian; Hallak, Bassem; Specht, Ekehard; Gröpler, Robin; Warnecke, Gerald

Simulation of the limestone calcination in normal shaft kilns

In: 10th European Conference on Industrial Furnaces and Boilers: INFUB; Gaia (Porto), Hotel Holiday Inn Gaia, Portugal, 7 - 10 April 2015. - Gaia (Porto), insges. 10 S.;

Rummler, Bernd

Approximation of eigenvalues and of eigenfunctions for the stokes operator on an open square

In: Proceedings of ACFD 10: the 10th Asian Computational Fluid Dynamics Conference: October 19 - 23, 2014, Jeju, Korea., - Jeju, Korea, S. 244-248, 2015;

Abstracts

Bannasch, Sebastian; Pfeiffer, Tim; Warnecke, Gerald; Rose, Georg

Acceleration of a regularized Algebraic Reconstruction Technique evaluated with a simulation of computed tomography

In: IMA Conference on Numerical Methods for Simulation: Tuesday 1 - Friday 4 September 2015, Mathematical Institute, University of Oxford; abstracts book and delegate list. - Oxford: Univ., S. 17;

Bannasch, Sebastian; Warnecke, Gerald; Rose, Georg

Koeffizientenbasierte Algebraische Rekonstruktions-Technik für modellbasierte Perfusionsbildgebung

In: IGIC 2015: 2. Image-Guided Interventions Conference, 2. - 3. November 2015, Mannheim; Abstractband - Vorträge. - Mannheim, S. 19[Beitrag auf USB-Stick];

Dissertationen

Baer, Stephan; Schmidt, Jürgen [Gutachter]; Specht, Ekehard [Gutachter]; Tobiska, Lutz [Gutachter]

Wärmeübergang bei der Sprühkühlung mit intermittierenden Sprays im Film- und Übergangssiedebereich.

- Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2015; 148 S.: graph. Darst.;

Bruns, Angelika Susanne; Benner, Peter [Gutachter]

Bilinear H2-optimal Model Order Reduction with applications to thermal parametric systems. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2015; XX, 191 S.: III., graph. Darst.;

Pulst, Ludwig; Grunau, Hans-Christoph [Gutachter]

Dominance of positivity of the Green's function associated to a perturbed polyharmonic dirichlet boundary value problem by pointwise estimates. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2015; 95 S.: graph. Darst.;

Uddin, Mohammad Monir; Benner, Peter [Gutachter]

Computational methods for model reduction of large-scale sparse structured descriptor systems. - Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2015; XXVI, 123 S.: graph. Darst.;

Voigt, Matthias; Benner, Peter [Gutachter]

On linear-quadratic optimal control and robustness of differential-algebraic systems. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Mathematik, Diss., 2015; Berlin: Logos Berlin; XVIII, 284 S.; 21 cm x 14.5 cm, ISBN 3832541187;