

Modellierung einer Minimalfläche (blau) mit freier Randbedingung entlang einer Grenzfläche (gelb).
Modelling a minimal surface (blue) under a free boundary condition along a two-dimensional boundary (yellow).

© First published in *Interfaces and Free Boundaries*, Volume 20, Issue 4, 2018,
published by the European Mathematical Society

Fakultät für Mathematik Faculty of Mathematics

Die Mathematik entwickelt sich durch ihre besondere Mischung aus durch Neugier geleiteter Grundlagenforschung und der Vielzahl von Anwendungen in anderen Disziplinen und den daraus entstehenden Problemstellungen rasch weiter. Die Forschung unserer Fakultät, die mit ihren 29 Arbeitsgruppen zu den größten mathematischen Fakultäten in Deutschland zählt, bildet eine große Breite dieser Entwicklungen ab und lebt von den immer wieder überraschenden Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Forschungsgebieten, die durch die Vielseitigkeit mathematischer Werkzeuge und Methoden ermöglicht wird. Auch die Fragen der Möglichkeiten und Herausforderungen dieser Entwicklungen in Hinblick auf Bildungsaufgaben und Bildungsgerechtigkeit sind Teil unserer Forschung.

Mathematical research is developing rapidly due to its special mixture of curiosity-driven basic research and a multitude of applications in other disciplines that are also continuously raising new questions and problems. The Faculty of Mathematics, its 29 research groups making it one of the largest in Germany, covers a wide range of these developments and thrives on the ever-surprising interactions sparked by the exchange of mathematical methods and tools between different fields. Questions on the opportunities and challenges that these developments offer regarding mathematics education and educational justice are also part of our research.

Die Schwerpunkte der Fakultät gliedern sich grob in vier Teilbereiche: die Algebraische Geometrie und Arithmetik, die Analysis/Numerik und Optimierung, die Stochastik sowie die Didaktik der Mathematik. Die Bedeutung der verschiedenen Forschungsschwerpunkte wurde in allen Bereichen durch die Förderung einer sehr großen Zahl von Forschungsprojekten im Rahmen von Drittmittelprojekten der DFG, der Humboldt-Stiftung, des BMBF und der Telekom-Stiftung ausgezeichnet. Nachdem die Fakultät vor einigen Jahren einen personellen Umbruch gestaltet hat, zeigt sich hier nun der Erfolg dieser Erneuerung.

Die genannten Projekte ermöglichten uns sowohl eine hohe nationale und internationale Vernetzung unserer Forschung als auch die Organisation einer Vielzahl von internationalen Konferenzen, Workshops und Sommerschulen an unserem Standort zu organisieren. Die Themen „System Modelling and Optimization“, „Arithmetic Geometry“, „Evolutionary forces and genealogical trees“, oder „MINT-Unterricht der Zukunft“ geben einen ersten Eindruck über das breite Spektrum der Forschungsprojekte.

Wir sind besonders froh, dass wir auch in diesem Jahr wieder hervorragende Nachwuchswissenschaftler*innen gewinnen und fördern konnten. Der Postdoc-Preis der Fakultät wurde 2018 an Dr. Livia Betz für ihr Projekt „Second-order Sufficient Optimality Conditions for Optimal Control of Non-smooth Semilinear Parabolic Equations“ und an Dr. Marcel Klinger für sein Projekt „Computer-Algebra-Apps und Mathematikunterricht: Nutzungshäufigkeit und Auswirkungen in Schule und Universität“ verliehen.

Analysis/Numerik/Optimierung

Die Forschung in den zur Analysis, Numerik und Optimierung gehörigen Bereichen weisen in ihrer Ausprägung an der UDE eine enge Verzahnung untereinander auf. Die Schwerpunkte der Arbeitsgruppen bilden einen fließenden Übergang von eher „reinen“ Problemstellungen, beispielsweise bezüglich geometrisch motivierter partieller Differentialgleichungen über Aspekte der mathematischen Modellierung und numerischen Behandlung konkreter Anwendungen, etwa in der nichtlinearen Festkörpermechanik

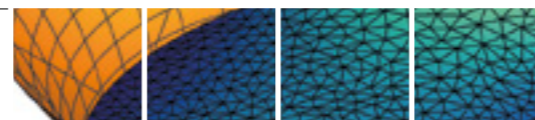
The key areas of our research can roughly be divided into four thematic subsections: Algebraic Geometry and Arithmetic, Analysis/Numerical Mathematics and Optimization, Stochastics, and Didactics of Mathematics. The very large number of research projects that were successful in receiving funding from external sources such as the German Research Foundation (DFG), the Humboldt Foundation, the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) and the Telekom Foundation underscored the importance of the main research interests and reflect the success of organisational changes in the Faculty of a few years ago.

The projects outlined here allowed us to intensify national and international collaboration and organise international workshops, summer schools and conferences. The topics of “System Modelling and Optimization”, “Arithmetic Geometry”, “Evolutionary forces and genealogical trees”, and “STEM teaching of the future” give an initial impression of the range of our research projects.

We are particularly happy that we were again able to attract and support very strong young scientists in the two years of the report. Our Faculty’s 2018 postdoctoral prize was awarded to Dr. Livia Betz for her project “Second-order Sufficient Optimality Conditions for Optimal Control of Non-smooth Semilinear Parabolic Equations” and to Dr. Marcel Klinger for his project on the use and effects of algebra apps and maths teaching in schools and universities (“Computer-Algebra-Apps und Mathematikunterricht: Nutzungshäufigkeit und Auswirkungen in Schule und Universität”).

Analysis/Numerical Mathematics/Optimization

The research activities in the areas falling under the general theme of Analysis, Numerical Mathematics and Optimization at the UDE are closely intertwined. The research groups cover a broad range of topics, starting from rather “pure” research questions, for example on geometrically motivated partial differential equations, through aspects of mathematical modelling and numerical treatment of specific applications as in nonlinear solid mechanics, to their optimisation and optimal control.



bis hin zu deren Optimierung und optimalen Steuerung.

Zahlreiche Beteiligungen an größeren durch die DFG geförderten universitätsübergreifenden Forschungsprogrammen in den Bereichen Optimierung und Numerik unterstreichen die Aktualität unserer Forschungsprojekte. Hier ist die Beteiligung der Arbeitsgruppe (AG) von Prof. Rüdiger Schultz an der zweiten Förderperiode im SFB Transregio 154 zur Thematik „Mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung am Beispiel von Gasnetzen“ sowie am auslaufenden GRK 1855, das an der TU Dortmund angesiedelt ist, zu nennen. Eine rege Beteiligung mit geförderten Projekten gibt es an mehreren DFG-Schwerpunktprogrammen, die sich in verschiedenen Stadien ihrer Durchführung befinden. Im 2017 angelaufenen SPP 1984 „Hybrid and Multimodal Energy Systems: Systems Theory and Methods for the Transformation and Operation of Complex Networks“ ist ebenfalls die AG Schultz mit einem Projekt zur Thematik der stochastischen Optimierung unter Unsicherheiten beteiligt.

Bereits seit 2016 läuft das SPP 1962 „Non-smooth and Complementarity-based Distributed Parameter Systems: Simulation and Hierarchical Optimization“, an dem wir mit drei Projekten dabei sind. Die AGs der Professoren Christian Clason und Arnd Rösch beschäftigen sich dabei mit der Parameteridentifikation in nichtlinearen Differentialgleichungen mit nichtdifferenzierbaren Termen, die unter anderem als Modell für Phasenübergänge auftauchen und eng verwandt mit Variationsungleichungen sind. In diesem Projekt konnte unter anderem ein auf verallgemeinerten Ableitungen basierendes iteratives Verfahren für eine Klasse solcher Probleme entwickelt werden. Eng verwandt sind Optimalsteuerungsprobleme für solche Gleichungen, die zusammen mit Arnd Rösch in diesem Projekt untersucht werden. Spannungsbasierte Methoden für Variationsungleichungen in der Festkörpermechanik werden in der AG von Prof. Gerhard Starke in Zusammenarbeit mit Kolleg*innen der Università della Svizzera italiana in Lugano untersucht. Hier konnten neue Resultate zur a posteriori-Fehlerschätzung bei der Diskretisierung von Quasi-Variationsungleichungen zur Beschreibung des reibungsbehafteten Kontakts

Participation in many large-scale research programmes funded by the DFG in the areas of Optimization and Numerical Mathematics underlines the topical nature of our research projects. In this context, participation of Prof. Rüdiger Schultz's group in the second phase of CRC Transregio 154 on “Mathematical Modeling, Simulation and Optimisation using the Example of Gas Networks”, as well as in the expiring Research Training Group RTG 1855 at TU Dortmund University, should be mentioned here. The group is also actively involved with funded projects in several DFG Priority Programmes (SPP) at different stages of implementation. In SPP 1984, “Hybrid and Multimodal Energy Systems: Systems Theory and Methods for the Transformation and Operation of Complex Networks”, which started in 2017, the Schultz group is also taking part with a project on stochastic optimisation with uncertainties.

SPP 1962 “Non-smooth and Complementarity-based Distributed Parameter Systems: Simulation and Hierarchical Optimization”, to which we are contributing with three projects, started in 2016. In this context, the groups of Professors Christian Clason and Arnd Rösch are concerned with the parameter identification for nonlinear differential equations with nondifferentiable terms which appear as models for phase transitions and are strongly related to variational inequalities. Among its results, this project led to the development of an iterative method for a class of such problems based on generalised derivatives. Closely related are optimal control problems, which are also examined in this joint project with Arnd Rösch. Stress-based methods for variational inequalities in solid mechanics are investigated in the group of Prof. Gerhard Starke in collaboration with colleagues from Università della Svizzera italiana in Lugano. Here, new results were obtained on a posteriori error estimation for the discretisation of quasi-variational inequalities to describe frictional contact of elastic bodies. A multiphysics problem associated with high-temperature superconductivity is the focus of Prof. Irwin Yousept in his project. It is concerned with the theoretical and numerical treatment of a coupled PDE model consisting of non-smooth heat equations and hyperbolic Maxwell variational inequalities of the second kind.

elastischer Körper erzielt werden. Und mit einem multiphysikalischen Problem in der Hochtemperatursupraleitung befasst sich Prof. Irwin Yousept in seinem Projekt. Dabei handelt es sich um die theoretische und numerische Behandlung eines gekoppelten PDE-Modells, bestehend aus nichtglatten Wärmeleitungsgleichungen und hyperbolischen Maxwell-Variationsungleichungen zweiter Art. Dieses PDE-Modell beschreibt den Magnetisierungsprozess und Hystereseverluste von Supraleitern zweiter Art unter dem starken Einfluss von extrem niedrigen Temperaturquellen und externen Magnetfeldern. Die hierfür entwickelte mathematische Theorie wird nicht nur für präzisere numerische Simulationen des multiphysikalischen Supraleitungsvorgangs, sondern auch zur Optimierung von elektromagnetischen Prozessen im Hochtechnologiebereich der Supraleitung benötigt.

Schließlich ist noch das SPP 1748 „Reliable Simulation Techniques in Solid Mechanics: Development of Non-Standard Discretization Methods, Mechanical and Mathematical Analysis“, das sich bereits in der zweiten dreijährigen Förderperiode befindet. Hier ist ebenfalls die AG Starke beteiligt mit einem Projekt zur Spannungsrekonstruktion bei hyperelastischen Materialmodellen, das gemeinsam mit Prof. Fleurianne Bertrand (Juniorprofessorin an der HU Berlin, vormals ebenfalls Mitglied der AG Starke) und Prof. Jörg Schröder (Lehrstuhl für Mechanik, UDE) bearbeitet wird. Gegenstand dieses Projektes ist es letztlich, zu untersuchen, wie weit sich rekonstruktionsbasierte Fehlerschätzer auf nichtlineare Elastizitätsmodelle mit polykonvexen Energiefunktionen verallgemeinern lassen.

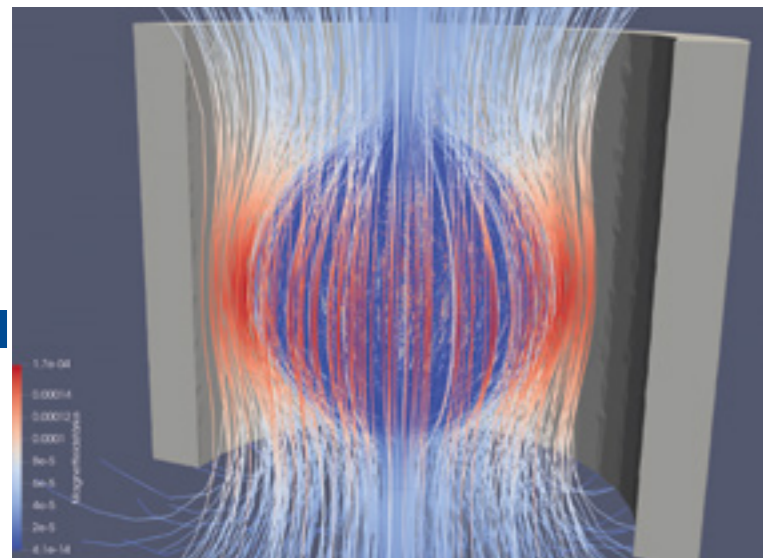
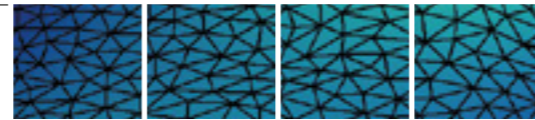
Alle diese Beteiligungen an breiteren Forschungsprogrammen profitieren von der Orientierung an Methodenkompetenz in der mathematischen Forschung. Dabei wird ausgenutzt, dass von der Grundidee her eng verwandte Methoden häufig in völlig verschiedenen Anwendungsbereichen einsetzbar sind. Ein Beispiel, das eine Reihe der oben beschriebenen Projekte betrifft, stellt das Newton-Verfahren für nichtglatte Probleme dar. Entsprechende Modifikationen des Newton-Verfahrens, bei denen die Differenzierbarkeitsanforderungen abgeschwächt werden, und die ohne eine glättende Regularisierung auskommen, sind Gegenstand von



Dekan/Dean: Prof. Dr. Jochen Heiloth

This PDE model describes the magnetisation process and hysteresis loss of type-II superconductors under the strong influence of extremely low temperature sources and external magnetic fields. The mathematical theory developed for this phenomenon is not only useful for more precise numerical simulations of the multiphysical process itself but also for the optimisation of electromagnetic processes in high-tech superconductivity applications.

Finally, SPP 1748 “Reliable Simulation Techniques in Solid Mechanics: Development of Non-Standard Discretization Methods, Mechanical and Mathematical Analysis” is already in its second three-year funding period. Here again, the Starke group is taking part with a project on stress reconstruction for hyperelastic material models, which is carried out jointly with Prof. Fleurianne Bertrand (Junior Professor



© Foto: AG Yousept

Simulationsergebnisse bei der Hochtemperatursupraleitung mit Hilfe der Maxwell-Variationsungleichung.
Simulation of high-temperature superconductivity using the Maxwell variational inequality.

zahlreichen Forschungsaktivitäten im Bereich der numerischen Optimierung. Diese Thematik war auch Bestandteil der IFIP TC 7-Konferenz über „System Modelling and Optimization“, die im Juli 2018 in Essen stattfand und federführend von Christian Clason organisiert wurde. Mit über 250 Teilnehmer*innen sprengte diese Tagung den üblichen Rahmen von Tagungen an unserer Fakultät bei weitem. Während die beteiligten Professor*innen mit dem geregelten Ablauf der Veranstaltung alle Hände voll zu tun hatten, konnten die Nachwuchswissenschaftler*innen aus den Bereichen Optimierung und Numerik direkt durch die Organisation von Minisymposien und durch Sektionsvorträge zum Gelingen beitragen.

Neben diesen koordinierten Forschungsaktivitäten spielen auch Einzelprojekte in den Bereichen Optimierung, Numerik und Analysis eine wichtige Rolle. Dabei gibt es derzeit zahlreiche geförderte Projekte im Normalverfahren der DFG, aber auch hochaktuelle Forschung anhand von Promotionen auf Haushaltsstellen oder durch nationale oder internationale Kooperationen.

at HU Berlin, formerly also a member of the Starke group) and Prof. Jörg Schröder (Chair of Mechanics in the UDE's civil engineering department). The ultimate goal of this project is to investigate just how far reconstruction-based error estimators may be generalised to nonlinear elasticity models with polyconvex energy functions.

All of this participation in broader research programmes profits from the orientation on methodological competence in mathematical research. This makes use of the fact that closely related methods sharing the same basic idea can often be employed in completely different areas of application. An example relating to a number of the projects described above is given by Newton's method for non-smooth problems. Appropriate modifications of Newton's method with weakened prerequisites on differentiability which do not require a smoothing regularisation are the subject of numerous research activities in the area of numerical optimisation. This theme was also part of the IFIP TC 7 conference on “System Modelling and Optimization”, which took place in July 2018 in Essen with Christian Clason in charge of its organisation. With more than 250 participants, this meeting was far beyond the scope of the usual size of events at our Faculty. While the professors involved in the conference organisation were busy ensuring the orderly course of events, the junior researchers from the areas of Optimization and Numerical Mathematics were able to contribute directly to its success by organising mini-symposia and with presentations in programme sections.

Besides these coordinated research activities, projects on an individual basis also play an important role in the areas of Optimization, Numerical Mathematics and Analysis. Among them are numerous projects funded by the DFG as individual grants, but also highly topical research in the form of dissertation projects funded through the core Faculty budget or national or international cooperation.

The Schultz group, besides participating in numerous special programmes already mentioned above, engaged in very successful cooperation with mathematicians from Bonn University as well as with the Fraunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology

In der AG Schultz waren, neben den eingangs beschriebenen zahlreichen Beteiligungen an speziellen Programmen, Kooperationen mit Mathematiker*innen der Universität Bonn sowie mit dem Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie in Schmallenberg sehr erfolgreich. Als federführender Mitorganisator hat Rüdiger Schultz gemeinsam mit den Professor*innen Darinka Dentcheva (Stevens Institute of Technology, Hoboken), Jesús De Loera (University of California, Davis) und Georg Ch. Pflug (Universität Wien) den Workshop 1834 „New Directions in Stochastic Optimisation“ am Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach durchgeführt.

Die AG „Inverse Probleme“ von Christian Clason beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Parameteridentifizierung in nichtlinearen Differentialgleichungen mit nichtglaten Termen. In einer Kooperation mit Tuomo Valkonen (Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador) wird an iterativen Verfahren für die nichtdifferenzierbare, nichtkonvexe Minimierung mit partiellen Differentialgleichungen gearbeitet. Hier gelang im letzten Jahr erstmals der analytische und numerische Nachweis von optimalen Konvergenzraten für primal-duale Verfahren in unendlich dimensionalen Hilberträumen.

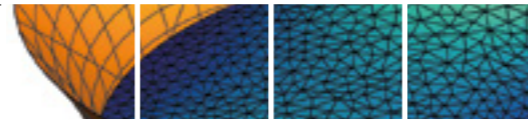
In der AG von Paola Pozzi liegt der Forschungsschwerpunkt auf analytischen und numerischen Fragestellungen bei geometrischen partiellen Differentialgleichungen. In Kooperation mit auswärtigen Wissenschaftler*innen wurden insbesondere sowohl analytische Resultate zur Langzeitexistenz des elastischen Flusses von Kurven, als auch Ergebnisse zur Kurzzeitexistenz beim anisotropen Krümmungsfluss erzielt. Diese und weitere, über die letzten Jahre gewonnenen Erkenntnisse werden derzeit eingesetzt, um tief liegende Fragestellungen bei Netzwerken von Kurven zu verfolgen. Ferner ist hervorzuheben, dass das eingereichte Projekt „Fluss elastischer Netzwerke“ in Kooperation mit den Professor*innen Anna Dall'Acqua (Universität Ulm) und Chun-Chi Lin (National Taiwan Normal University) 2018 von der DFG bzw. von MoST (Ministry of Science and Technology in Taiwan) bewilligt worden ist. Schließlich wurde die schon früher begonnene Kooperation mit Prof. Björn Stinner (Warwick) über numerische Analysis gekoppelter Systeme fortgeführt.

in Schmallenberg. As one of the organisers in charge, Rüdiger Schultz delivered Workshop 1834 “New Directions in Stochastic Optimisation” at the Mathematical Research Institute Oberwolfach jointly with Professors Darinka Dentcheva (Stevens Institute of Technology, Hoboken), Jesús De Loera (University of California, Davis) and Georg Ch. Pflug (University of Vienna).

The “Inverse Problems” research group of Christian Clason is concerned mainly with the parameter identification in nonlinear differential equations with non-smooth terms. In cooperation with Tuomo Valkonen (Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador), work is under way on iterative methods for non-differentiable non-convex minimisation with partial differential equations. In this context, the analytical and numerical proof of optimal convergence rates for primal-dual methods in infinite-dimensional Hilbert spaces was achieved for the first time last year.

The research focus of Prof. Paola Pozzi's group is on analytical and numerical problems associated with geometrical partial differential equations. In cooperation with external researchers, the group achieved analytical results on the long-time existence of the elastic flow for curves and results on the short time existence for the anisotropic curvature flow. These and other conclusions obtained in recent years are currently being employed in order to explore sophisticated questions relating to networks of curves. It is also important to note that the project proposal “Flow of elastic networks” in cooperation with Anna Dall'Acqua (University of Ulm) and Chun-Chi Lin (National Taiwan Normal University) was approved for funding by the DFG and MoST (Ministry of Science and Technology in Taiwan) respectively in 2018. Finally, ongoing cooperation continued with Prof. Björn Stinner (Warwick) on the numerical analysis of coupled systems.

In the “Nonlinear Analysis and Modelling” research group of Prof. Patrizio Neff, the many examples of cooperation, among others with mathematicians and engineering researchers at INSA Lyon, University of Cape Town and KIT, continued and were extended. The related research efforts comprise different areas of generalised solid mechanics, such as development of a novel relaxed micromorphic model for



In der AG „Nichtlineare Analysis und Modellierung“ von Patrizio Neff wurden vielfältige Forschungsk Kooperationen, unter anderem mit Mathematiker*innen und Ingenieurwissenschaftler*innen am INSA Lyon, der Universität Kapstadt und dem KIT, fortgesetzt und weiter ausgebaut. Die Forschungsschwerpunkte umfassten dabei verschiedene Bereiche der verallgemeinerten Festkörpermechanik, beispielsweise die Entwicklung eines neuartigen relaxierten mikromorphen Modells zur Beschreibung sogenannter „band gap“-Phänomene, sowie grundlegende Fragestellungen der angewandten Variationsrechnung und verallgemeinerter Konvexität. Hierzu wurde 2018 das DFG-Projekt „Modellierung und mathematische Analyse geometrisch nichtlinearer Cosseratschalen mit Effekten höherer Ordnung und Eigenstress“ eingeworben.

In der AG „Geometrische Analysis“ von Prof. Andreas Gastel wurde das DFG-Projekt „Elliptische Systeme höherer Ordnung mit kritischer Nichtlinearität“ zu Ende geführt. Das Resultat ist ein recht allgemeiner Stetigkeitssatz für Lösungen solcher Systeme in der kritischen Dimension. Ferner wurden Anwendungen von Methoden der geometrischen Analysis gesucht, speziell in der Cosserat-Elastizität und in Modellen der theoretischen Physik.

Prof. Christoph Scheven hat in den vergangenen beiden Jahren Kontakte zu der Arbeitsgruppe von Juha Kinnunen an der Aalto-Universität in Espoo, Finnland, aufgebaut. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit wurde ein Durchbruch in der Regularitätstheorie für Gleichungen vom porösen-Medien Typ erzielt. Darüber hinaus hat er in internationalen Kooperationen mit Wissenschaftler*innen aus Florenz, Neapel, Salzburg und Seoul Resultate über Existenz und Regularität für nichtlineare parabolische Gleichungen erarbeitet.

In der AG von Prof. Georg Weiss wurden in internationaler Zusammenarbeit (u.a. mit Nina Uraltseva) Singularitäten freier Ränder erforscht. Freie Ränder sind a priori nicht fixierte Oberflächen zwischen verschiedenen Phasen wie z.B. die Oberfläche einer Wasserwelle oder die Oberfläche eines Eiskristalls. Das Gebiet erfährt seit kurzem durch die Fields Medaille von Alessio Figalli einen gewaltigen Schub. Neben den freien Rändern wurden im Rahmen einer

description of so-called “band gap” phenomena, as well as basic questions associated with applied variational calculus and generalised convexity. In this context, funding for the project “Modelling and mathematical analysis of geometrically nonlinear Cosserat shells with higher order and residual effects” was granted by the DFG in 2018.

In the “Geometrical Analysis” research group of Prof. Andreas Gastel, the DFG project “Elliptic systems of higher order with critical nonlinearity” was completed. The result is a rather general continuity theorem for solutions to such systems in the critical dimension. It also sought applications for methods from geometrical analysis, particularly in the Cosserat elasticity and in models of theoretical physics.

In the last two years, Prof. Christoph Scheven has established contact with the research group of Juha Kinnunen at Aalto University in Espoo, Finland. As part of this collaboration, a breakthrough in the regularity theory for equations of porous media type has been achieved. Prof. Scheven has also obtained results on existence and regularity for nonlinear parabolic equations in international cooperation with researchers from Florence, Naples, Salzburg and Seoul.

The research group of Prof. Georg Weiss on the analysis of partial differential equations investigated singularities in free boundary problems in international collaboration (including with Nina Uraltseva). Free boundaries are surfaces that are not fixed a priori between different phases such as the surface of a water wave or the surface of an ice crystal. The recent award of the Fields Medal to Alessio Figalli has given free boundary research a tremendous additional boost. Apart from free boundaries, the group is studying travelling waves in ramified domains as part of a doctoral thesis motivated by research on flow in leaf veins and diffusion of medical spray in lungs. In collaboration with Sagun Chanillo from our partner institution Rutgers University, Georg Weiss is working on analysis of the free surface of neutron stars.

The group of Prof. Petra Wittbold continued its successful research collaboration with colleagues from the University of Pau and the TU Berlin on the topic of nonlinear and nonlocal partial differential equations with stochastic perturbations. In Prof. Ulrich Dierkes’s group,

Doktorarbeit, motiviert von Arbeiten zu Strömungen in Blattvenen und Diffusion in Lungenbläschen, wandernde Wellen in verzweigten Gebieten untersucht. Mit Sagun Chanillo von unserer Partner-Universität Rutgers arbeitet Prof. Georg Weiss schließlich an der Analyse der freien Oberfläche von Neutronensternen.

Die AG von Prof. Petra Wittbold führte die erfolgreiche wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Kolleg*innen der Universität in Pau und der TU Berlin auf dem Gebiet der nichtlinearen und nichtlokalen partiellen Differentialgleichungen mit stochastischer Störung fort. In der AG von Prof. Ulrich Dierkes wurden die Untersuchungen an analytischen Aspekten geometrischer Differentialgleichungen und geometrisch motivierter Variationsprobleme weitergeführt. Typischerweise handelt es sich dabei um Gleichungen, die verallgemeinerte Flächen mit vorgegebenen Krümmungsgrößen beschreiben oder um die Minimierung gewisser Energiefunktionale bzw. Flächeninhalte. Zu dieser Thematik wurden drei Promotionsprojekte – eines davon zusammen mit der AG von Prof. Paola Pozzi – abgeschlossen und es konnten Kontakte mit der Universidad de Granada aufgenommen und ausgebaut werden.

Stochastik

Die Stochastik-AGs beschäftigen sich mit der numerischen Approximation von stochastischen partiellen Differentialgleichungen sowie dem Zusammenspiel von Geometrien und stochastischen Prozessen. Zu den zentralen Forschungsinteressen zählen hochdimensionale stochastische und statistische Analysis, Potentialtheorie sowie topologische Aspekte von Räumen algebraischer bzw. metrischer Maßräume. Diese führen zu Anwendungen in Finanz- und Ingenieurwissenschaften, in Biologie und in Physik. Zwischen den Forschungsinteressen der einzelnen AGs gibt es zahlreiche Querverbindungen.

Prof. Denis Belomestny ist mit den beiden Teilprojekten „Statistical modeling of high-resolution spectro-temporal audio data in hearing aids“ und „Statistics of complex stochastic models in financial mathematics“ am DFG-Sonderforschungsbereich 823 beteiligt.

Des Weiteren läuft das im DFG-Einzelfahren geförderte DFG-Projekt „Bayesian inference

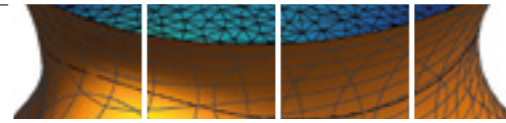
investigation of analytical aspects of geometrical differential equations and geometrically motivated variational problems continued. Typically, this involves equations which describe generalised surfaces with prescribed curvature components or the minimisation of certain energy functionals or surface areas. Three dissertation projects on these topics were completed, one of which was in collaboration with the group of Paola Pozzi, and a scientific exchange with the Universidad da Granada was initiated and developed.

Stochastics

The stochastics groups are working on the numerical approximation of stochastic partial differential equations as well as the interplay between geometry and stochastic processes. The central research interests are high-dimensional stochastic and statistical analysis, potential theory and topological aspects of spaces of algebraic and metric measure spaces. The research leads to applications in finance, engineering, biology and physics. There are several areas of overlap between the interests and methods of the different research groups.

Prof. Denis Belomestny is involved in the DFG-funded Collaborative Research Centre CRC 823 with the projects “Statistical modeling of high-resolution spectro-temporal audio data in hearing aids” and “Statistics of complex stochastic models in financial mathematics”.

Several projects have been awarded by the DFG as individual grants. The project “Bayesian inference for generalised tempered stable Levy processes” of Prof. Denis Belomestny starts in January 2019. The goal of the project is development of new, efficient methods of Bayesian inference for Lévy processes based on their discrete-time observations and theoretical investigation of these methods. Prof. Mikhail Urusov is starting the project on “Markov Chain approximation of one-dimensional diffusions with singularities”, which aims at approximating continuous strong Markov processes, especially those exhibiting “singular” behaviour (e.g., “slow reflection” at the boundary of the state space, or “stickiness” inside the state space). In another DFG project, Prof. Martin Hutzenthaler is investigating “On



for generalised tempered stable Levy processes“ von Prof. Denis Belomestny im Januar 2019 an. Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung von neuen effizienten Methoden der Bayesianischen Inferenz für Lévy-Prozesse basierend auf deren zeitdiskreten Beobachtungen und die theoretische Untersuchung dieser Methoden. Prof. Mikhail Urusov hat erfolgreich einen DFG-Einzelantrag zum Thema „Markov-Ketten-Approximation von eindimensionalen singulären Diffusionen“ für die Finanzierung einer Postdoc-Stelle gestellt. Das Projekt befasst sich mit der Approximation von stetigen starken Markovprozessen, die besonders singuläres Verhalten aufweisen (wie z.B. „langsame Reflexion“ am Rande des Zustandsraums oder „Klebrigkeit“ im Inneren des Zustandsraums). Ein weiteres DFG-Einzelprojekt zum Thema „On numerical approximations of high-dimensional nonlinear parabolic partial differential equations and of backward stochastic differential equations“ hat Prof. Martin Hutzenthaler eingeworben. In diesem Projekt sollen hoch-dimensionale (Dimension ≥ 100) partielle Differentialgleichungen ohne den Fluch hoher Dimensionen approximiert werden.

Prof. Martin Hutzenthaler und Prof. Anita Winter wirken im DFG-Graduiertenkolleg 2131 „Phänomene hoher Dimensionen in der Stochastik Fluktuationen und Diskontinuität“ mit, welches sich in der ersten Förderperiode befindet und bereits sechs Promotionsstudierende und drei Postdocs als Kollegiat*innen oder assoziierte Mitglieder fördert bzw. gefördert hat. Außerdem sind Prof. Martin Hutzenthaler mit den beiden Teilprojekten „Evolution of altruistic defense traits in structured population“ sowie „The effect of natural selection on genealogies“ und Prof. Anita Winter mit dem Teilprojekt „Evolving pathogen phylogenies: a two-level branching approach“ im DFG-Schwerpunktprojekt SPP 1590 „Probabilistic Structures in Evolution“ involviert.

Letztlich hat Dr. Anton Klimovsky aus der AG von Anita Winter im Rahmen des DFG-Wissenschaftliche Netzwerke Programms zum Thema „Stochastische Prozesse auf evolvierenden Netzwerken“ DFG-Fördermittel eingeworben.

Tagungen in Essen:

Dr. Wolfgang Löhr und Prof. Anita Winter haben im Februar 2018 im Rahmen des

numerical approximations of high-dimensional nonlinear parabolic partial differential equations and of backward stochastic differential equations“.

This project sets out to demonstrate how high-dimensional (dimension ≥ 100) partial differential equations can be numerically approximated without suffering the curse of dimensionality.

Prof. Hutzenthaler and Prof. Anita Winter are principal investigators in the DFG-funded Research Training Group RTG 2131 “High-dimensional phenomena in probability – fluctuations and discontinuity”, which is currently in its first funding period and is already supporting six PhD students and three postdocs in Essen as collegiate or associate members. Prof. Hutzenthaler is also the principal investigator on two further projects, “Evolution of altruistic defense traits in structured population” and “The effect of natural selection on genealogies”, and Prof. Anita Winter on the project “Evolving pathogen phylogenies: a two-level branching approach” within the DFG-funded Priority Programme SPP 1590 “Probabilistic Structures in Evolution”.

Finally, Anton Klimovsky from Prof. Winter’s research group has successfully applied for a grant with the project “Stochastic processes on evolving networks” as part of the DFG’s Scientific Networks programme.

Meetings in Essen:

In February 2018, Wolfgang Löhr and Anita Winter organised a mini-workshop in connection with Research Training Group 2131 on “Markov processes on metric measure spaces and Gaussian fields”, with international speakers from France, Great Britain, India, Israel and Japan.

Also as part of RTG 2131, Martin Hutzenthaler organised a mini-workshop on “High-dimensional BSDEs and PDEs” in May 2018.

In November 2018, Martin Hutzenthaler and Anita Winter together organised a mini-workshop on “Evolutionary forces and genealogical trees” in connection with Priority Programme SPP 1590.

Algebraic Geometry and Arithmetic

The research topics of the Essen Seminar for Algebraic Geometry and Arithmetic (ESAGA) centre on Algebraic Geometry, Number Theory

Graduiertenkollegs 2131 den Mini-Workshop „Markov processes on metric measure spaces and Gaussian fields“ mit internationalen Sprecher*innen aus Frankreich, Großbritannien, Indien, Israel und Japan organisiert.

Martin Hutzenthaler hat im Mai 2018 im Rahmen des Graduiertenkollegs 2131 einen Mini-Workshop zu „High-dimensional BSDEs and PDEs“ organisiert.

Im Rahmen des Schwerpunktprogramms SPP 1590 hat Martin Hutzenthaler zusammen mit Anita Winter im November 2018 einen Mini-Workshop zu „Evolutionary forces and genealogical trees“ organisiert.

Algebraische Geometrie und Arithmetik

Im Essener Seminar für Algebraische Geometrie und Arithmetik (ESAGA) werden Themen der algebraischen Geometrie, Zahlentheorie und algebraischen Topologie untersucht. Zu den kennzeichnenden Forschungsinteressen zählen motivische Homotopietheorie, algebraische Kobordismen, Fragen bezüglich rationaler Punkte, klassisches und p-adisches Langlands-Programm, Shimura-Varietäten, Gitter und Thetareihen, algebraische Stacks, Modulräume, Klassifikationstheorie komplex-algebraischer Varietäten, L-Funktionen und die Darstellungstheorie von p-adischen Lie-Gruppen, Iwasawa-Theorie, Topologie und Analysis auf singulären Räumen.

Die vielen Querverbindungen zwischen diesen Themen führen zu einem regen Austausch zwischen den Arbeitsgruppen im Essener Seminar. Der Transregio-Sonderforschungsbereich 45 „Modulräume, Perioden und Arithmetik algebraischer Varietäten“, (Mainz/Bonn/Essen) ist 2015 zum zweiten Mal verlängert worden und befindet sich nun in der dritten Förderperiode. Die Bedeutsamkeit dieses Forschungsthemas wurde durch die Verleihung der Fields-Medaille an das Bonner SFB-Mitglied Prof. Peter Scholze im August 2018 nochmals unterstrichen.

Der SFB ermöglicht dem Essener Seminar eine Vielzahl von Forschungsaktivitäten, insbesondere durch Doktorand*innen- und Postdoktorand*innen-Stellen, sowie wissenschaftlichen Austausch durch Aufenthalte von Gastwissenschaftler*innen.

and Algebraic Topology. Among the specific research interests of its members are motivic homotopy theory, algebraic cobordism, questions about rational points, the classical and the p-adic Langlands program, Shimura varieties, lattices and theta series, algebraic stacks, moduli spaces, classification theory of complex-algebraic varieties, L-functions and the representation theory of p-adic Lie groups, Iwasawa theory, topology and analysis on singular spaces.

The many connections between these topics lead to an intense exchange between the research groups of the Essen Seminar. The Transregio-Collaborative Research Centre 45 “Moduli spaces, periods, and arithmetic of algebraic varieties” (Mainz/Bonn/Essen) was extended for the second time in 2015 and is now in its third funding period. The significance of this field of research has been further underlined by the Fields Medal, which was awarded in August 2018 to the CRC member Prof. Peter Scholze.

The CRC enables the Essen Seminar to carry out a multitude of activities, includes a number of positions for PhD students and postdocs, and increases the possibilities for exchange through visiting researchers.

The DFG Priority Programme 1786 “Homotopy theory and algebraic geometry”, which was initiated and is coordinated by Prof. Marc Levine, entered its second funding period in 2018. In this programme, new developments connecting algebraic topology and algebraic geometry are investigated at universities all over Germany. Since its start in May 2015, the programme has already seen a large number of conferences and workshops, several among them taking place in Essen.

For several years, Essen has been one of the venues of the “Joint Seminar on Complex Algebraic Geometry and Complex Analysis”, organised by the complex geometry research groups at the Universities of Bochum, Duisburg-Essen (Greb research group), Cologne, and Wuppertal. It is a platform for talks both by invited guests (in the last two years from the Universities of Cambridge, Hamburg, Oxford, and Paris, among others) and by speakers from the organising universities, as well as for discussions among the members of the research groups involved.

In the two years of the report, two Heisenberg fellows of the German Research Foundation



Professor*innen | Professors

Prof. Dr. Bärbel Barzel	Prof. Dr. Marc Levine
Prof. Dr. Denis Belomestny	Prof. Dr. Frank Müller
Prof. Dr. Massimo Bertolini	Prof. Dr. Patrizio Neff
Prof. Dr. Mircea Birsan	Prof. Dr. Vytautas Paskunas
Prof. Dr. Andreas Büchter	Prof. Dr. Paola Pozzi
Prof. Dr. Christian Clason	Prof. Dr. Arnd Rösch
Prof. Dr. Ulrich Dierkes	Prof. Dr. Florian Schacht
Prof. Dr. Andreas Gastel	Prof. Dr. Petra Scherer
Prof. Dr. Heiner Gonska	Prof. Dr. Christoph Scheven
Prof. Dr. Ulrich Görtz	Prof. Dr. Rüdiger Schultz
Prof. Dr. Daniel Greb	Prof. Dr. Gerhard Starke
Prof. Dr. Lisa Hefendehl-Hebeker	Prof. Dr. Heinz Steinbring
Prof. Dr. Georg Hein	Prof. Dr. Mikhail Urusov
Prof. Dr. Jochen Heinloth	Prof. Dr. Georg Weiss
Prof. Dr. Martin Hutzenthaler	Prof. Dr. Anita Winter
Prof. Dr. Volker Krätschmer	Prof. Dr. Petra Wittbold
Prof. Dr. Johannes Kraus	Prof. Dr. Irwin Yousept
Prof. Dr. Jan Kohlhaase	

Das von Prof. Marc Levine initiierte und koordinierte Schwerpunktprogramm 1786 „Homotopy theory and algebraic geometry“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft ist 2018 in die zweite Förderperiode eingetreten. An Universitäten in ganz Deutschland werden aktuelle Entwicklungen, in denen die Gebiete der algebraischen Topologie und algebraischen Geometrie zusammengebracht werden, untersucht. Seit dem Beginn des Schwerpunktprogramms im Mai 2015 hat eine Vielzahl von Veranstaltungen stattgefunden, darunter mehrere in Essen.

Seit mehreren Jahren ist Essen einer der Veranstaltungsorte für das „Joint Seminar on Complex Algebraic Geometry and Complex Analysis“ der Komplexe Geometrie-Forschungsgruppen an den Universitäten Bochum, Duisburg-Essen (AG Greb), Köln und Wuppertal. Es bietet einen Rahmen für Vorträge von Gästen (in den letzten zwei Jahren u.a. von den Universitäten in Cambridge, Hamburg, Oxford und Paris) und lokalen Sprecher*innen sowie für den

(DFG) have been working at the Essen Seminar. They are PD Dr. Andre Chatzistamatiou (April 2017–October 2018) and PD Dr. Andreas Nickel (since May 2017).

The Algebraic Geometry and Complex Analysis and Number Theory sections of the annual meeting of the German Association of Mathematicians (DMV) in 2018 in Paderborn were chaired by Prof. Jochen Heinloth and Prof. Jan Kohlhaase together with colleagues from Bochum and Münster.

Within the WISNA programme for the advancement of young scientists, a call for a Junior Professorship for Algebra and Number Theory (W1 with tenure track as per W2) was announced in the Faculty of Mathematics. The appointment has been offered to the top short-listed candidate, and the position will hopefully be filled before the summer term of 2019.

In November 2018, the German Research Foundation positively evaluated a draft proposal for a Research Training Group and the proposal to establish the group is planned for submission in the spring of 2019.

As usual, the Essen Seminar was host to a large number of international researchers. Paul Arne Østvær from the University of Oslo was awarded one of the Friedrich Wilhelm Bessel Research Prizes of the Alexander von Humboldt Foundation in April 2017 to facilitate visits to Essen (Prof. Marc Levine’s research group) and to the University of Osnabrück. He has already visited Essen twice, and further visits are planned. Further guests in the two years of the report included Henri Darmon (McGill University, Montreal), Christian Haesemeyer (University of Melbourne), Bharathwaj Palvannan (University of Pennsylvania), and Marco Seveso (Università degli Studi di Milano).

Members of ESAGA collaborated with mathematicians from all over the world, for instance with Jarod Alper (University of Washington), David Burns (King’s College London), Mark de Cataldo (Stony Brook), Pierre Colmez (CNRS Paris), Henri Darmon (Mc Gill University, Montreal), Matthew Emerton (University of Chicago), Toby Gee (Imperial College, London), Daniel Halpern-Leistner (Cornell), Xuhua He (University of Maryland), Henry Johnston (Exeter), Luca Migliorini (Bologna), Julius Ross (University of Illinois at Chicago), and Richard Wentworth (University of Maryland).

wissenschaftlichen Austausch unter den Mitgliedern der beteiligten Arbeitsgruppen.

Im Berichtszeitraum haben mit PD Dr. Andre Chatzistamatiou (April 2017–Oktober 2018) und PD Dr. Andreas Nickel (seit Mai 2017) zwei Heisenberg-Stipendiaten der Deutschen Forschungsgemeinschaft am Essener Seminar gearbeitet.

Die Sektionen „Algebraische Geometrie“ und „Komplexe Analysis und Zahlentheorie der Jahrestagung 2018“ der Deutschen Mathematiker-Vereinigung in Paderborn wurden von Prof. Jochen Heinloth und Prof. Jan Kohlhaase zusammen mit Kolleg*innen aus Bochum und Münster betreut.

Im Rahmen des WISNA-Programms zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses wurde Anfang 2017 eine Juniorprofessur (W1 mit Tenure Track nach W2) für Algebra und Zahlentheorie an der Fakultät für Mathematik ausgeschrieben. Der Ruf an die Erstplatzierte wurde im September 2018 erteilt, so dass hoffentlich die Besetzung der Stelle zum Sommersemester 2019 erfolgen kann.

Im November 2018 hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft die Antragsskizze des Essener Seminars für ein Graduiertenkolleg befürwortet, und es ist geplant, im Frühjahr 2019 den Einrichtungsantrag einzureichen.

Wie gewohnt hatte das Essener Seminar eine große Zahl von internationalen Gastwissenschaftler*innen. Paul Arne Østvær von der Universität Oslo erhielt im April 2017 einen der Friedrich Wilhelm Bessel-Forschungspreise der Alexander von Humboldt-Stiftung, um Forschungsaufenthalte in Essen (AG Prof. Marc Levine) und an der Universität Osnabrück zu ermöglichen. Er hat bereits zwei Aufenthalte in Essen verbracht, weitere sind geplant. Weitere Gäste im Berichtszeitraum waren unter anderem Henri Darmon (McGill University, Montreal), Christian Haesemeyer (University of Melbourne), Bharathwaj Palvannan (University of Pennsylvania), und Marco Seveso (Università degli Studi di Milano).

Die ESAGA-Mitglieder haben mit Mathematiker*innen aus der ganzen Welt zusammengearbeitet, unter anderem mit Jarod Alper (University of Washington), David Burns (King’s College London), Mark de Cataldo (Stony Brook), Pierre Colmez (CNRS Paris), Henri Darmon (Mc Gill

The Essen Seminar is a member of the international ALGANT network, a high-profile Master’s programme which introduces students to research questions at an early stage.

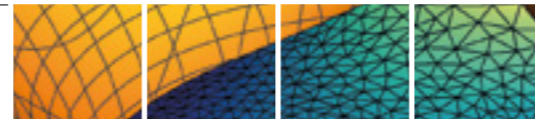
Events

- Conference/Summer school on “Vector Bundles on Algebraic Curves”, September 2017, around 50 participants from Europe and North America.
- Conference/Summer School on “Motivic homotopy theory and refined enumerative geometry”, May 2018 (Org. Federico Binda (Regensburg), Manh Toan Nguyen (Osnabrück)), around 70 participants from Europe, Asia and North America.
- School in Arithmetic Geometry, September 2018, around 70 participants from Europe and North America.

Didactics of Mathematics

Mathematics is a central element of education, which is why training mathematics teachers is an important task. The research groups working in the field of didactics make significant contributions in this respect and their work covers various areas of field-specific didactics for all school levels.

Prof. Petra Scherer’s research group on “Learning process and teaching research” conducts projects on the analysis of instruction processes and individual learning processes, particularly those under difficult conditions, and on the handling of heterogeneity in mathematics lessons or inclusive mathematics instruction. Prof. Scherer also heads the “Heterogeneous learning groups – primary level” division of the German Centre for Mathematics Teacher Education (DZLM, funded by the German Telekom Foundation, second phase from 2016 to 2019). This project is primarily concerned with the professionalisation of teachers and multipliers, and with conceptual developments in the area of continuing teacher education; one subproject explores processes of reflection among teaching staff. Further research activities are carried out within the ProViel project (“Teacher Education Quality Offensive”, funded by the BMBF until mid-2019; the second round runs from 2019 until 2023). Petra Scherer



University, Montreal), Matthew Emerton (University of Chicago), Toby Gee (Imperial College, London), Daniel Halpern-Leistner (Cornell), Xuhua He (University of Maryland), Henry Johnston (Exeter), Luca Migliorini (Bologna), Julius Ross (University of Illinois at Chicago), Richard Wentworth (University of Maryland).

Das Essener Seminar ist Mitglied im internationalen ALGANT-Netzwerk, in dem Masterstudierende frühzeitig an Forschungsthemen herangeführt werden.

Veranstaltungen

- Konferenz/Sommerschule „Vector Bundles on Algebraic Curves“, September 2017, ca. 50 Teilnehmer*innen aus Europa und Nordamerika
- Konferenz/Sommerschule „Motivic homotopy theory and refined enumerative geometry“, Mai 2018 (Org. Federico Binda (Regensburg), Manh Toan Nguyen (Osnabrück)), ca. 70 Teilnehmer*innen aus Europa, Asien und Nordamerika
- Schule über Arithmetische Geometrie, September 2018, ca. 70 Teilnehmer*innen aus Europa und Nordamerika.

Didaktik der Mathematik

Die Mathematik stellt ein zentrales Bildungselement dar, weshalb die Ausbildung von Mathematiklehrkräften eine bedeutende Aufgabe ist. Die Arbeitsgruppen im Bereich Didaktik der Mathematik leisten hierzu einen wichtigen Beitrag, ihre Arbeit deckt vielfältige Gebiete der Fachdidaktik für alle Schulstufen ab.

Die AG „Lernprozess- und Unterrichtsfor-schung“ von Prof. Petra Scherer führt Projekte zur Analyse von Unterrichtsprozessen und individuellen Lernprozessen durch, insb. unter der Perspektive erschwerter Lernprozesse sowie zum Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht bzw. zum inklusiven Mathematikunterricht. Prof. Scherer ist auch Leiterin der Abteilung „Heterogene Lerngruppen – Primarbereich“ des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung (DZLM, gefördert durch die Deutsche Telekom Stiftung, zweite Phase 2016 bis 2019). Im Rahmen dieses Projekts geht es vorrangig um die Professionalisierung von Lehrkräften bzw.

is coordinating the “Diversity and inclusion” field (in cooperation with Prof. Annemarie Fritz-Stratmann) and also heading the “Inclusive mathematics” subproject, which develops and evaluates concepts for teacher education. The research group also studies learning processes in heterogeneous groups as part of the “Mathe-Spürnasen” (school laboratory) project. Currently this includes a collaborative fellowship for innovation in higher education on skills acquisition in the maths teaching and learning lab, a joint project with the University of Paderborn (funded by Stifterverband until 03/2019).

The research group of Prof. Bärbel Barzel has two main emphases, digitalisation and teacher training. In cooperation with the DZLM, continuing education and training of multipliers is organised in the scope of the Development programme division, which is headed by Bärbel Barzel, and investigated in different doctoral and habilitation projects. The findings and results of the now completed EU project FaSMED (Improving Progress for Lower Achievers through Formative Assessment in Science and Mathematics Education) are currently being transferred to the “Bildungsgerechtigkeit im Fokus” (Focus on Educational Justice) project. The digital learning environment for self-diagnosis and self-support developed in this context is being developed further to assist students and extended to include additional basic competences. Alongside this work, the researchers are also exploring the influence of socioeconomic background on mathematic ability and performance. The project “T3” (Teachers Teaching with Technology) has been running at the UDE since 2013 and contributes with its large network of instructors and researchers to training teachers in meaningful use of technology in mathematics and natural science school lessons. The project “Teaching and learning mathematics - Constructive.Innovative.Cooperative” is setting up a virtual and real teaching-learning laboratory for students and teachers (funded through Stifterverband from 01/2019). A project funded by the German Academic Exchange Service (DAAD) intensified exchange specifically with colleagues from Australia on the conception of teacher education in relation to digitalisation and on formative assessment of teaching and instruction.

Multiplikator*innen und um konzeptionelle Entwicklungen im Bereich der Lehrerbildung, u.a. werden in einem Teilprojekt Reflexionsprozesse von Lehrpersonen untersucht. Weitere Forschungsaktivitäten werden im Rahmen des Projekts ProViel (Qualitätsoffensive Lehrerbildung, gefördert vom BMBF bis Juni 2019; zweite Phase 2019 bis 2023) durchgeführt. Prof. Petra Scherer koordiniert das Handlungsfeld „Vielfalt und Inklusion“ (zusammen mit Prof. Annemarie Fritz-Stratmann) und ist zudem Leiterin des Teilprojekts „Mathematik inklusiv“, in dem Konzepte für die Lehrerbildung entwickelt und evaluiert werden. In der Arbeitsgruppe werden darüber hinaus im Projekt „Mathe-Spürnasen“ (Schülerlabor) Lernprozesse in heterogenen Gruppen befor-scht. Aktuell findet bspw. im Rahmen eines Tandemfellowship für Innovationen in der Hochschullehre „Kompetenzerwerb im Lehr- Lern-Labor Mathematik. Außerschulisch – Forschend – Inklusiv“ eine Kooperation mit der Universität Paderborn statt (gefördert vom Stifterverband bis 03/2019).

Die AG von Prof. Bärbel Barzel zeichnet sich vor allem durch die beiden Schwerpunkte Digitalisierung und Lehrer*innenbildung aus. In Zusammenarbeit mit dem DZLM, dessen Abteilung Entwicklungsprogramm Bärbel Barzel leitet, wird die Fort- und Weiterbildung von Multiplikator*innen organisiert und in verschiedenen Promotions- oder Habilitationsprojekten befor-scht. Die Erkenntnisse und Ergebnisse im abgelaufenen EU-Projekt FaSMED (Improving Progress for Lower Achievers through Formative Assessment in Science and Mathematics Education) fließen aktuell in das Projekt „Bildungsgerechtigkeit im Fokus“ ein. Die hier entstandene digitale Lernumgebung zur Selbstdiagnose und -förderung wird für die Unterstützung von Studierenden weiterentwickelt und für weitere Basiskompetenzen ausgebaut. Am Rande dessen wird auch der Einfluss des sozioökonomischen Hintergrunds auf die mathematische Leistung untersucht. Das Projekt T3 (Teachers Teaching with Technology) ist seit 2013 an der UDE etabliert und dient mit seinem großen Netzwerk an Lehrpersonen und Wissenschaftler*innen der Lehrer*innenbildung zum sinnvollen Technologieinsatz im mathematisch-naturwissenschaftlichem Unterricht. Im Projekt „Mathematik

Ausgewählte Publikationen | Selected Publications

Athreya, S., W. Löhner, A. Winter (2017):

Invariance principle of variable speed random walks on trees. Annals of Probability 45 (2), 625–667.

Belomestny, D., S. Häfner, T. Nagapetyan, M. Urusov (2018):

Variance reduction for discretised diffusions via regression. Journal of Mathematical Analysis and Applications, 458, 393–418.

Bertolini, M., H. Darmon, K. Prasanna (2017):

p-adic L-function and the coniveau filtration on Chow groups (With an appendix by Brian Conrad). J. Reine Angew. Math. 731 (2017), 21–86.

Biehler, R., T. Lange, T. Leuders, B. Rösken-Winter, P. Scherer, C. Selzer (eds.) (2018):

Mathematikfortbildungen professionalisieren – Konzepte, Beispiele und Erfahrungen des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik. Wiesbaden: Springer.

Bögelein, V., F. Duzaar, P. Marcellini, C. Scheven (2018):

Doubly nonlinear equations of porous medium type. Archive for Rational Mechanics and Analysis 229(2), 503–545.

Chatzistamatiou, A., M. Levine (2017):

Torsion orders of complete intersections. Algebra Number Theory 11 (8), 1779–1835.

Clason, C., F. Kruse, K. Kunisch (2018):

Total variation regularization of multi-material topology optimization. ESAIM Mathematical Modelling and Numerical Analysis 52(1), 275–303.

Görtz, U. (2018):

Stratifications of affine Deligne-Lusztig varieties. Trans. AMS.

Hußmann, S., F. Schacht, M. Schindler (2018):

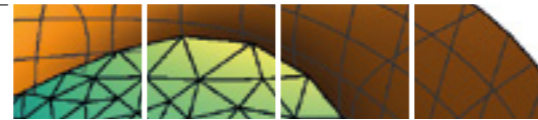
Tracing conceptual development in mathematics: epistemology of webs of reasons. Mathematics Education Research Journal. doi.org/10.1007/s13394-018-0245-7

Ludwig, U. (2018):

Comparison between two complexes on a singular space. J. Reine Angew. Math. 724, 1–52.

Yousept, I. (2018):

Hyperbolic Maxwell variational inequalities for Bean’s critical-state model in type-II superconductivity. SIAM Journal on Numerical Analysis 55(5), 2444–2464.



Lehren und Lernen – Konstruktiv.Innovativ. Kooperativ“ wird ein virtuelles und reales Lehr-Lern-Labor für Studierende und Lehrkräfte aufgebaut (gefördert vom Stifterverband ab 01/2019). Ein DAAD-Projekt vertiefte den gezielten Austausch mit Kolleg*innen in Australien zur Konzeption von Lehrer*innenbildung zur Digitalisierung und zum formative assessment des Unterrichts.

Die AG von Prof. Andreas Büchter konsolidiert der Forschungsschwerpunkt zum Übergang von der Schule zur Hochschule und zur Studieneingangsphase in stärker mathematischen Studiengängen. Dabei werden sowohl Drittmittelstellen aus dem vom BMBF geförderten UDE-Projekt „Bildungsgerechtigkeit im Fokus II“ als auch Stellen aus hochschul- und fakultätseigenen Mitteln eingesetzt, um die Herausforderungen der Studieneingangsphase genauer zu verstehen und geeignete Unterstützungsmaßnahmen zu entwickeln. Im ebenfalls vom BMBF geförderten UDE-Projekt „ProViel“ wurden in der ersten Förderphase Instrumente für die Erfassung des fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Professionswissens von Studierenden entwickelt, die in der zweiten Förderphase in den Lehramtsstudiengängen für Gymnasien und Gesamtschulen bzw. Berufskollegs mit dem Ziel implementiert werden, Leistungsentwicklungen während des jeweiligen Masterstudiengangs zu erfassen. Im Forschungsschwerpunkt „Sprachkompetenz und Mathematiklernen“ sind nach Abschluss eines Drittmittelprojekts ein Promotionsvorhaben erfolgreich abgeschlossen und eine vielversprechende Dissertation eingereicht worden. Im Zusammenhang mit dem „Mathematischen Schülerlabor“ werden daran anknüpfend Ansätze zum materialunterstützten Lernen im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I und II – u.a. im Rahmen von zwei Promotionsvorhaben – beforscht.

Forschungsschwerpunkt der AG von Prof. Florian Schacht ist der Einsatz digitaler Werkzeuge im Mathematikunterricht (gefördert z.B. im Rahmen eines Fellowships des Stifterverbandes sowie eines von der UDE geförderten Projektes). Im Rahmen einer internationalen Forschungskollaboration mit der Ben-Gurion Universität Israel zur Nutzung von Augmented Reality im Mathematikunterricht wurde ein Memorandum

In the research group led by Prof. Andreas Büchter, its work on the transition from school to university and on the initial stages of higher education in fields with greater mathematical content has been consolidated. In this context, posts funded externally through the BMBF project at the UDE, “Bildungsgerechtigkeit im Fokus II”, as well as those funded by the University and the Faculty are being used to help understand more clearly the challenges during the early stages of studying for a degree and to develop suitable supportive measures. In the scope of the UDE “ProViel” project, also funded by the BMBF, instruments for recording the specific scientific and educational professional knowledge of Master’s students were developed in the first funding period. In the second funding period they will now be implemented in the teacher education programmes at high-school level in order to monitor and evaluate skills development within the Master’s programme. The research focus on “Language competency and mathematical learning” received third-party funding for a project that has led to two PhD projects, one of which has been completed successfully and for the second a very promising thesis has been submitted. In connection with the “school maths lab”, research is continuing on approaches to material-supported learning at lower and upper secondary levels, which also includes two PhD projects.

The research focus of the group of Prof. Florian Schacht is the use of digital tools in mathematics teaching. This is partly funded by a fellowship of the Stifterverband and by the University. In an international research collaboration on the application of augmented reality in mathematics education, a memorandum of understanding has been signed with the Ben-Gurion University in Israel. In the same context, a joint Erasmus+ programme of the University of Bari (Italy) and the UDE has also been launched. Both projects aim to reinforce research collaboration and encourage academic mobility. A second research focus is on questions of inclusive learning in mathematics lessons.

The Didactics of Mathematics section has been successfully restructured in recent years: Prof. Heinz Steinbring, Prof. Hans Niels Jahnke and Prof. Lisa Hefendehl-Hebeker remain with the Faculty as senior professors while new appointments have been made to all three professorial positions.

of Understanding zwischen den beiden Universitäten geschlossen. Darüber hinaus wurde in diesem Zusammenhang ein Erasmus+-Programm zwischen der Universität Bari (Italien) und der UDE aufgelegt. Beide Vereinbarungen sollen die Forschungszusammenarbeit stärken und die wissenschaftliche Mobilität fördern. Ein zweiter Forschungsschwerpunkt liegt auf inklusionsorientierten Fragen des gemeinsamen Lernens im Mathematikunterricht.

Der Bereich Didaktik der Mathematik wurde in den letzten Jahren erfolgreich umstrukturiert: Prof. Heinz Steinbring, Prof. Hans Niels Jahnke und Prof. Lisa Hefendehl-Hebeker bleiben der Fakultät mit Seniorprofessuren erhalten, alle drei Lehrstühle sind aber neu besetzt.

Preise und Auszeichnungen

- Prof. Marc Levine erhielt im Juni 2018 den Senior Berwick Prize der London Mathematical Society.
- Prof. Marc Levine wurde im September 2018 in die Academia Europaea aufgenommen.
- Die Arbeit Basic Loci of Coxeter Type in Shimura Varieties (Cambridge J. Math., 2015) von Prof. Ulrich Görtz und Prof. Xuhua He (University of Maryland) wurde mit einem Distinguished Paper Award des International Consortium of Chinese Mathematicians (ICCM) ausgezeichnet.

Ausblick

Im Überblick über die Forschung im Berichtszeitraum finden sich viele Forschungsprojekte, die neue Fragen aufgeworfen haben, und die sich daraus ergebenden Projekte für die kommenden Jahre wurden skizziert. Kurz vor Drucklegung dieses Berichtes hat zudem Jasmin Matz den Ruf auf die Juniorprofessur Zahlentheorie angenommen, und überdies wurde Marc Levine mit dem ERC-Advanced grant „Quadratic refinements in algebraic geometry“ ausgezeichnet.

Awards and Distinctions

- Prof. Marc Levine was awarded the Senior Berwick Prize of the London Mathematical Society in June 2018.
- Prof. Marc Levine became a member of the Academia Europaea in September 2018.
- “Basic Loci of Coxeter Type in Shimura Varieties” (Cambridge J. Math., 2015) by Prof. Ulrich Görtz and Prof. Xuhua He (University of Maryland) was honoured with a Distinguished Paper Award by the International Consortium of Chinese Mathematicians (ICCM).

Future Prospects

The review of our research activities during the last two years shows that many of our projects have led to new questions, and the resulting objectives for the coming years have been outlined. Shortly before this report went into print the Faculty received the excellent news that Jasmin Matz has agreed to join us as a junior professor for Number Theory, and Marc Levine has been awarded an ERC Advanced Grant for his project on “Quadratic refinements in algebraic geometry”.

Kontakt | Contact

Dekanat Mathematik

Universität Duisburg-Essen
Universitätsstraße 2
45141 Essen

☎ +49 201 183 2503
☎ +49 201 183 3802
@ dekanat@mathematik.uni-due.de
🌐 www.uni-due.de/mathematik

Besucheranschrift

Thea-Leymann-Straße 9
45127 Essen