

## Fakultät für Mathematik

### Faculty of Mathematics

Die Fakultät für Mathematik gehört angesichts ihrer Größe, der Breite der in ihr vertretenen Forschungsrichtungen, ihrer vielfältigen Verflechtungen mit anderen Fakultäten unserer Universität, des internationalen Ansehens und der weltweiten Kontakte ihrer Mitglieder, der umfassenden Breite ihrer grundständigen Lehrangebote in Bachelor/Master- und Lehramtsstudiengängen sowie einer vorbildlichen Infrastruktur zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses (International Graduate School of Mathematics) zu den forschungsstarken wissenschaftlichen Einrichtungen unserer Hochschule. Dies spiegelt sich auch im aktuellen CHE-Forschungsranking 2009 wieder, bei dem sich unsere Fakultät in der Spitzengruppe der mathematischen Fakultäten Deutschlands befindet.

The Faculty of Mathematics belongs to the leading research institutions at the University of Duisburg-Essen for a number of reasons, including its size, variety of research areas, links to other faculties at the University, international reputation and the worldwide contacts of its members, wide variety of courses in Bachelor, Master and teacher training programmes and an excellent infrastructure to support young scientists and researchers (International Graduate School of Mathematics). This is also reflected in the latest CHE Research Ranking 2009, which places our Faculty among the leading mathematics faculties in Germany.



Von besonderer Bedeutung ist die enge Verflechtung mit dem Institut für experimentelle Mathematik, in dem sich theoretische, algorithmische und anwendungsnahe Forschungsrichtungen der Algebra, Zahlentheorie und diskreten Mathematik mit entsprechenden Schwerpunkten an der Fakultät ergänzen. Die am Institut für Experimentelle Mathematik (IEM) tätigen Mathematiker sind Mitglieder der Fakultät.

Der folgende Bericht orientiert sich an den vier Schwerpunktgebieten, in die sich die Fakultät organisiert. In der Abbildung zu Beginn dieses Berichts ist eine adaptive Langzeitsimulation zur Betonkarbonatisierung dargestellt. Abgebildet ist der Verlauf der  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Konzentrationen in einem Betonstück über den Verlauf von 16 Jahren zu drei verschiedenen Zeitpunkten. Nur adaptive Simulationen erlauben eine solch langfristige, detaillierte Prognose. Die Ergebnisse wurden in der Arbeitsgruppe von Kunibert G. Siebert im Rahmen des DFG-Projekts SI 814/4-1 in der Promotion von Dr. Christian A. Möller in einer Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Malte A. Peter (Universität Augsburg) erzielt.

### Analysis / Numerik / Optimierung

Der Bereich Analysis / Numerik / Optimierung umfasst mehrere Arbeitsgruppen an beiden Campi. Die Arbeitsschwerpunkte dieses Bereiches sind vielfältig und reichen von analytischen Fragestellungen zu partiellen Differentialgleichungen bis hin zur Simulation und Optimierung. Behandelt werden unter anderem dabei geometrische Probleme, Biomechanik, Energietechnik, Fluid-dynamik, Entstehung von Mikrostrukturen und dynamische Systeme.

In der Analysis gab es in den letzten beiden Jahren drei Neubesetzungen von Professuren: Mit Petra Wittbold, Andreas Gastel und Patrizio Neff konnten drei ausgezeichnete Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für unsere Fakultät gewonnen werden.

In der zweiten Phase des DFG-Schwerpunktprogramms 1253 „Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen“ ist unsere Fakultät mit drei Projekten und den Arbeitsgruppen der Pro-

Particular importance is attached to the close connections with the Institute for Experimental Mathematics, where theoretical, algorithmic and applied research in Algebra, Number Theory and Discrete Mathematics complements the work of the Faculty. Mathematicians at the IEM are members of the Faculty of Mathematics.

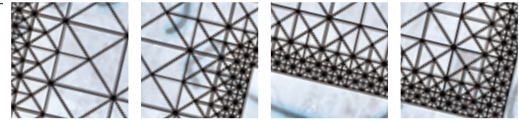
This report is structured according to the Faculty's four research centres. The figure at the beginning shows an adaptive long-term simulation of the carbonation process in concrete. It depicts the  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  concentrations in a construction element at three different points in time over a period of 16 years. Only adaptive simulations allow such a precise long-term prediction. The results were obtained in the working group of Kunibert G. Siebert within DFG project SI 814/4-1 and the doctoral thesis of Dr. Christian A. Möller in collaboration with Professor Malte A. Peter (University of Augsburg).

### Analysis / Numerics / Optimisation

The research centre for Analysis / Numerics / Optimisation consists of several research groups located on both campuses. The variety of research topics is broad, ranging from analysis of partial differential equations to numerical simulation and optimisation. The application background of these research topics is in geometrical problems, biomechanics, energy management, fluid dynamics, synthesis of microstructures and dynamic systems.

New appointments were made to three chairs in Analysis in the last two years, with three excellent scientists in Professor Petra Wittbold, Professor Andreas Gastel and Professor Patrizio Neff joining the Faculty.

Three projects of the Arnd Rösch, Rüdiger Schultz and Kunibert G. Siebert research groups are participating in the second phase of the DFG Priority Programme 1253 “Optimisation with Partial Differential Equations”. This underlines the leading position of our Faculty in this research area. The approved research projects are “Numerical analysis and discretization strategies for optimal control problems with singularities”



fessoren Rösch, Schultz und Siebert vertreten. Damit untermauert unsere Fakultät ihre führende Stellung in diesem Bereich. Die bewilligten Projekte sind „Numerical analysis and discretization strategies for optimal control problems with singularities“ (Prof. Rösch gemeinsam mit Prof. Thomas Apel und Prof. Boris Vexler), „Multi-Scale Shape Optimization under Uncertainty“ (Prof. Rüdiger Schultz gemeinsam mit Prof. Sergio Conti und Prof. Martin Rumpf) sowie „Design and Analysis of Adaptive Finite Element Discretizations for Optimal Control Problems“ (Prof. Kunibert G. Siebert, Prof. Arnd Rösch).

Darüber hinaus gibt es folgende DFG-Drittmittelprojekte: Adaptive Finite Elements for Parabolic Equations (Prof. Kunibert G. Siebert), „Bubbling off“-Phänomene für konform invariante Funktionale höherer Ordnung (Prof. Andreas Gastel), Singuläre geometrische Variationsprobleme und partielle Differentialgleichungen (Prof. Ulrich Dierkes) und Massiv parallele Simulation von Arterienwänden: Kontinuumsmechanische Modellbildung und numerische Lösung mittels FETI-Gebietszerlegungsverfahren (Prof. Axel Klawonn gemeinsam mit Prof. Jörg Schröder).

Die Arbeiten der Arbeitsgruppe von Prof. Rüdiger Schultz zur Optimierung im Energiebereich wurden thematisch erweitert. Neben einem vom BMBF geförderten Netzwerk zur Grundlagenforschung für erneuerbare Energien und rationelle Energieanwendung wurde ein vom BMWi und MAN Turbo Oberhausen unterstütztes Vorhaben zur Integration einer vollautomatischen Optimierungsfunktion in die Auslegungsrechnung für Kompressorantriebe erfolgreich abgeschlossen. Als neuer Anwendungsbereich kam die Optimierung des Gastransports in Pipelinesystemen hinzu. Hier kooperiert die Arbeitsgruppe mit der Gastransportgesellschaft Open Grid Europe aus Essen und untersucht mit Förderung durch das BMWi gemeinsam mit der Bundesnetzagentur technische Kapazitäten in Gasnetzen.

Simulationen auf Parallelrechnern mit mehreren zehner- oder sogar hunderttausend Prozessoren oder Kernen erfordern skalierbare Algorithmen, damit die Leistung dieser Rechner optimal ausge-

(Professor Arnd Rösch together with Professor Thomas Apel and Professor Boris Vexler), “Multi-Scale Shape Optimization under Uncertainty” (Professor Rüdiger Schultz together with Professor Sergio Conti and Professor Martin Rumpf) and “Design and Analysis of Adaptive Finite Element Discretizations for Optimal Control Problems” (Professor Kunibert G. Siebert, Professor Arnd Rösch).

Above and beyond these, the following projects are being funded by the German Research Foundation (DFG): “Adaptive Finite Elements for Parabolic Equations” (Professor Kunibert G. Siebert), “Bubbling off” phenomena for conform invariant functionals of higher order (Professor Andreas Gastel), “Singular geometric variational problems and partial differential equations” (Professor Ulrich Dierkes), and “Massive parallel simulation of arterial walls: Modelling and numerical solution via FETI domain decomposition methods” (Professor Axel Klawonn together with Professor Jörg Schröder).

The work of Professor Rüdiger Schultz’ research group on optimisation for power networks was extended to include new research topics. A network project funded by the BMBF on renewable energy and rational energy consumption and a project supported by BMWi and MAN Turbo Oberhausen to integrate a fully automatic optimisation function for compressor controls were successfully completed. A new field of application was also added in the optimisation of gas transport in pipeline systems. Here, the working group of Professor Rüdiger Schultz is cooperating with the gas transport corporation Open Grid Europe from Essen to investigate the technical capacities of gas networks with the support of the BMWi and the Federal Network Agency.

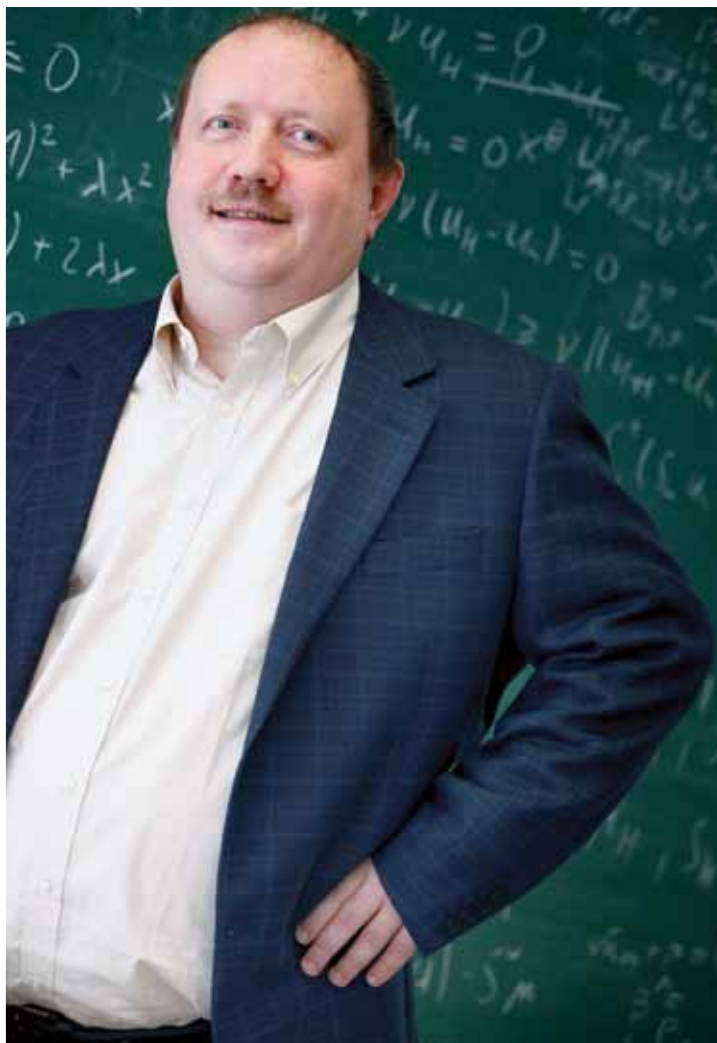
Simulations on parallel computers with several tens or even hundreds of thousands of processors or kernels require scalable algorithms if the performance of such computers is to be exploited to optimal effect. The Chair of Numerical Mathematics on the Essen Campus develops scalable domain decomposition methods for this type of computer. The algorithms are also used for the new supercomputer JUGENE located at the Forschungs-

nutzt werden kann. Am Lehrstuhl für Numerische Mathematik in Essen wird an der Entwicklung und theoretischen Analyse skalierbarer Gebietszerlegungsverfahren für solche Rechnersysteme gearbeitet. Unter anderem auch auf dem Rechner JUGENE – mit fast 300.000 Kernen momentan Nummer 9 in der Top 500 der weltweit schnellsten Rechner – am Forschungszentrum Jülich. Im Juli 2010 konnte die Universität eine Cray XT6m mit über 4.000 Prozessorkernen einweihen. Die Finanzierung konnte durch einen HBFGE-Antrag, der durch die DFG begutachtet wurde und an dem auch die Arbeitsgruppe von Prof. Axel Klawonn beteiligt war, und finanzielle Beteiligungen verschiedener Fakultäten sowie der Universität und des ZIM erfolgen. Für die Mathematik hat sich auch der SFB-TR45 an der Finanzierung beteiligt. Mit den Professoren Jörg Schröder aus der Fakultät für Ingenieurwissenschaften und Raimund Erbel vom Westdeutschen Herzzentrum der Universitätsklinik Essen besteht eine, von der DFG geförderte, langjährige Kooperation mit Ingenieuren und Medizinern zur Modellierung und numerischen Simulation des mechanischen Verhaltens erkrankter Arterienwände. Des Weiteren arbeiten die Arbeitsgruppe von Prof. Axel Klawonn, Dr. Oliver Rheinbach und Dr. Stephanie Vanis gemeinsam mit der Arbeitsgruppe von Prof. Patrizio Neff vom Lehrstuhl für Nichtlineare Analysis und Modellierung in Essen an Algorithmen zur numerischen Simulation mikromorpher Elastizitätsprobleme.

Die neue Arbeitsgruppe von Prof. Michael Winkler hat die Internationalisierung ihrer Arbeit durch den Aufbau von Kooperationen unter anderem mit den Universitäten in Paris (Paris 13) Madrid (Universidad Autonoma und Universidad Politecnica) und Warschau verstärkt. In diesem Rahmen wurde auch eine DFG-finanzierte Gastprofessur von Prof. José Ignacio Tello (Madrid) an der UDE vorbereitet, die im Jahr 2010 realisiert wurde.

#### **Forschungskooperationen**

- Prof. Thomas Apel (Universität der Bundeswehr München)
- Dr.-Ing. Daniel Balzani (Caltech, USA)



*Dekan/Dean: Prof. Dr. Arnd Rösch*

zentrum Jülich research centre. With almost 300,000 kernels, this computer is currently Number 9 in the Top 500 of the world's fastest computers. In July 2010, the University unveiled a new Cray XT6m with over 4000 processor kernels. This computer was financed through the DFG on the basis of an application in which the Klawonn research group was also involved and with financial contributions from various faculties, the University and the ZIM. The Collaborative Research Centre SFB-TR45 was another financial contributor for Mathematics. One of the uses of the computer is for the simulation of arterial walls as part of a long-standing, DFG-funded cooperation between engineering and medicine with Professor Jörg Schröder from the Faculty of Engineering and Professor Raimund Erbel from the West German Tumour Centre of University Hospital Essen.

- Dr. Simone Deparis (Ecole Polytechnique de Lausanne, Schweiz)
- Dr. Clark Dohrmann (Sandia National Laboratories, Albuquerque, USA)
- Prof. Dr. med. Raimund Erbel (Westdeutsches Herzzentrum, Essen)
- Prof. Marek Fila (Univerzita Komenskeho, Bratislava, Slowakei)
- Prof. Roland Herzog (TU Chemnitz)
- Dr. Marta Jarosova (TU Ostrava, Tschechische Republik)
- Prof. Philippe Laurecot (Universite Toulouse, Frankreich)
- Prof. Christian Meyer (TU Darmstadt)
- Prof. Pedro Morin (Universidad Nacional del Litoral, Argentinien)
- Prof. Ricardo H. Nochetto (University of Maryland, USA)
- Prof. Georg Pflug (Universität Wien)
- Prof. Andrzej Ruzczynski (Rutgers University)
- Prof. Dr.-Ing. Jörg Schröder (Mechanics, Universität Duisburg-Essen)
- Prof. Alex Shapiro (Georgia Institute of Technology)
- Prof. Philippe Souplet (Universite Paris 13, Frankreich)
- Prof. Endre Süli (Oxford University, England)
- Prof. J. Ignacio Tello (Universidad Politecnica, Madrid, Spanien)
- Prof. Juan Luis Vazquez (Universidad Autonoma, Madrid, Spanien)
- Prof. Andreas Veese (Universita degli Studi die Milano, Italien)
- Prof. Boris Vexler (TU München)
- Prof. Olof Widlund (Courant Institute, New York, USA)
- Prof. Dariusz Wrzosek (Universitas Vasoviensis, Warsaw, Polen)
- Prof. Eiji Yanagida (Tohoku University, Sendai, Japan).

#### **Tagungsorganisation**

- Workshop „Adaptive Finite Elements: Analysis und Applications“, 7. bis 11. September 2009, Kirchzarten (Schwarzwald), teilweise gefördert durch die DFG-Forschergruppe „Nonlinear Partial Differential Equations“ (Prof. Kunibert

The group of Axel Klawonn, Oliver Rheinbach and Stephanie Vanis is also working with the research group of Patrizio Neff on the numerical simulation of micromorphic elasticity problems.

The new working group of Professor Michael Winkler intensified the international nature of its research in cooperation with universities in Paris (Paris 13), Madrid (Universidad Autonoma and Universidad Politecnica) and Warsaw. A guest professorship of Professor José Ignacio Tello (Madrid) at the University in 2010 was also financed by the DFG.

#### **Research collaborations:**

- Prof. Thomas Apel (Universität der Bundeswehr München)
- Dr.-Ing. Daniel Balzani (Caltech, USA)
- Dr. Simone Deparis (Ecole Polytechnique de Lausanne, Switzerland)
- Dr. Clark Dohrmann (Sandia National Laboratories, Albuquerque, USA)
- Prof. Dr. med. Raimund Erbel (Westdeutsches Herzzentrum, Essen)
- Prof. Marek Fila (Univerzita Komenskeho, Bratislava, Slovakia)
- Prof. Roland Herzog (TU Chemnitz)
- Dr. Marta Jarosova (TU Ostrava, Czech Republic)
- Prof. Philippe Laurecot (Universite Toulouse, France)
- Prof. Christian Meyer (TU Darmstadt)
- Prof. Pedro Morin (Universidad Nacional del Litoral, Argentina)
- Prof. Ricardo H. Nochetto (University of Maryland, USA)
- Prof. Georg Pflug (Uni Vienna)
- Prof. Andrzej Ruzczynski (Rutgers University)
- Prof. Dr.-Ing. Jörg Schröder (Mechanics, University of Duisburg-Essen)
- Prof. Alex Shapiro (Georgia Institute of Technology)
- Prof. Philippe Souplet (Universite Paris 13, France)
- Prof. Endre Süli (Oxford University, England)
- Prof. J. Ignacio Tello (Universidad Politecnica, Madrid, Spain)
- Prof. Juan Luis Vazquez (Universidad Autonoma, Madrid, Spain)
- Prof. Andreas Veese (Universita degli Studi die Milano, Italy)



G. Siebert gemeinsam mit Dr. Claus-Justus Heine und Prof. Andreas Veeseer)

- Sommerschule und Workshop „Analysis and Numerics of PDE Constrained Optimization“, 19. bis 23. Juli 2010, Lambrecht (Pfalz), gefördert durch das DFG-Schwerpunktprogramm 1253 (Prof. Arnd Rösch, Prof. Rüdiger Schultz, Prof. Kunibert G. Siebert)
- Söllerhaus Workshop „Domain Decomposition Methods for Heterogeneous Field Problems“, 2. bis 6. Juni 2010, Hirschegg, Österreich (Prof. Axel Klawonn gemeinsam mit Prof. Ulrich Langer, Prof. Olaf Steinbach, Prof. Luca Pavarino und Prof. Olof Widlund).

## Stochastik

Der Bereich Stochastik umfasst die Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie. Die Forschungsaktivität innerhalb der Wahrscheinlichkeitstheorie konzentriert sich auf die Analyse von komplex wechselwirkenden stochastischen Systemen, welche in der mathematischen Physik und der mathematischen Biologie auftreten.

Ein Forschungsschwerpunkt liegt bei Systemen und Fragen, die durch die mathematische Biologie, insbesondere durch die Evolutionstheorie und Zellbiologie, motiviert sind. Es ist in der Populationsgenetik seit langem bekannt, dass die Entwicklung einer Population, die aus Individuen von verschiedenen Phänotypen besteht, ganz entscheidend von stochastischen Fluktuationen geprägt ist. Zum Beispiel sei die folgende Situation betrachtet: Gegeben seien Populationen von Individuen, die durch einen (biologischen) Typen charakterisiert sind. Die Individuen wandern zufällig in einer gegebenen geographischen Struktur. Außerdem besitzt jedes Individuum eine zufällige Lebenszeit, nach der es aus der Population verschwindet und gegebenenfalls eine zufällige Anzahl von Kindern hinterlässt. Die Größe der Nachkommenschaft hängt von der lokalen Menge an lebenswichtigen Ressourcen sowie von der lokalen aktuellen Größe der Populationen ab, welche um die Ressourcen (mit-)konkurrieren. Wir interessieren uns bei solchen Systemen nun dafür, unter welchen Bedingungen an die Para-

- Prof. Boris Vexler (TU München)
- Prof. Olof Widlund (Courant Institute, New York, USA)
- Prof. Dariusz Wrzosek (Universitas Vasoviensis, Warsaw, Poland)
- Prof. Eiji Yanagida (Tohoku University, Sendai, Japan).

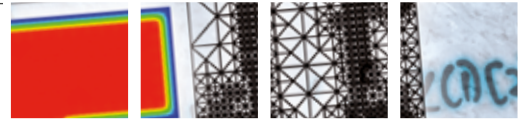
## Conference organisation

- Workshop: “Adaptive Finite Elements: Analysis und Applications”, 7–11 September 2009, Kirchzarten (Black Forest), partially supported by the DFG Research Unit “Nonlinear Partial Differential Equations” (Professor Kunibert G. Siebert together with Dr. Claus-Justus Heine and Professor Andreas Veeseer)
- Summer School and Workshop: “Analysis and Numerics of PDE Constrained Optimization”, 19–23 July 2010, Lambrecht (Pfalz), supported by the DFG Priority Programme 1253 (Arnd Rösch, Rüdiger Schultz, Kunibert G. Siebert)
- Söllerhaus Workshop: “Domain Decomposition Methods for Heterogeneous Field Problems”, 2–6 June 2010, Hirschegg, Austria (Professor Klawonn together with Professors Ulrich Langer, Olaf Steinbach, Luca Pavarino and Olof Widlund).

## Stochastics

The Stochastics research centre works on statistics and probability theory. Research activity in probability theory focuses on the analysis of complex interactive stochastic systems occurring in mathematical physics and mathematical biology.

One focus of research is on systems and questions motivated by mathematical biology and in particular the theory of evolution and cell biology. It has long been known in population genetics that the development of species of different phenotypes is heavily influenced by stochastic fluctuations. For example, a given species is characterised by certain (biological) attributes. The individuals wander randomly in a given geographical structure. Each individual has a random lifetime after which it disappears from the population, possibly leaving behind a random number of children. The number of children depends on available local resources and the current size of the local popu-



meter des Modells Individuen unterschiedlicher Phänotypen auch nach langer Zeit nebeneinander koexistieren können. Mit dieser Thematik beteiligt sich die Arbeitsgruppe mit einem Projektantrag am DFG-Sonderforschungsbereich/Transregio 12 „Symmetries and Universalities in Mesoscopic systems“. Dies ist ein gemeinsames Forschungsprojekt von Mathematikerinnen und Mathematikern sowie Physikerinnen und Physikern der Universitäten Bochum, Duisburg-Essen, Köln sowie der LMU München. Weiterhin werden in der Arbeitsgruppe die Genealogien der betrachteten Systeme beschrieben, welche die Wechselwirkungen zwischen den Individuen kodieren. Zu diesem Zwecke werden verschiedene topologische Aspekte in Räumen von Bäumen untersucht. Die Arbeitsgruppe ist federführend in der Entwicklung von Werkzeugen der stochastischen Analysis, die es erlauben, reskalierte baumwertige Markovsche Ketten im Grenzübergang unendlich vieler Knoten und mittels Martingalproblemen und Dirichlet-Formen zu studieren. Der Forschungsschwerpunkt innerhalb der mathematischen Statistik liegt im Bereich der nichtparametrischen Statistik und deren Anwendungen. Im Vordergrund steht ein konzeptioneller Approximationsbegriff für die Güte der Anwendung von stochastischen Modellen auf Datensätze. Dieser Approximationsbegriff kann auch auf die Rekonstruktion von phylogenetischen Bäumen aus DNA-Daten angewandt werden. Derzeit gibt es einen Antrag auf einen DFG-Schwerpunkt „Probabilistic aspects of evolution“. Die Arbeitsgruppe plant, sich bei Bewilligung mit einem Antrag daran zu beteiligen. Die Forschungsarbeiten werden in enger internationaler Kooperation (Frankreich, Indien, Israel, Kanada, Singapur) verfolgt.

### **Algebra/algebraische Geometrie / Zahlentheorie**

Ein großer Teil der Forschungsarbeit in diesem Bereich findet im Rahmen des SFB/TR45 statt: Seit dem 1. Juli 2007 beherbergt die Fakultät Mathematik einen der Standorte des Transregio-Sonderforschungsbereiches 45 (SFB/TR 45) „Perioden, Moduli und Arithmetik algebraischer Varietäten“.

lation competing for those resources. In such systems, the main focus of interest is on which conditions allow individuals of different phenotypes to also coexist over the long term. This is the theme of a proposal with which the research group is participating in the DFG SFB/Transregio 12 “Symmetries and Universality in Mesoscopic Systems”, a joint project between mathematicians and physicists of the Universities of Bochum, Duisburg-Essen, Cologne and the LMU Munich. The research group is also describing the genealogies of the considered systems which code the interactions between the individuals. For this purpose, various topological aspects in spaces of trees are being investigated. The working group plays a leading role in the development of tools for stochastic analysis to study tree-valued Markov chains. These permit in particular analysis of limiting processes with an infinite number of nodes using martingale problems and Dirichlet forms.

In statistics, the main research topic relates to non-parametric statistics and corresponding applications. The focus here is on an approximation concept to evaluate the degree of approximation of stochastic models to given data. It can also be applied to reconstruct phylogenetic trees from DNA data. This is the topic of a new DFG Priority Programme on “Probabilistic aspects of evolution”. The group plans to contribute a proposal to this programme. The research is being conducted in close international cooperation (France, India, Israel, Canada and Singapore).

### **Algebra/Algebraic Geometry/ Number Theory**

A large proportion of research in this field takes place in connection with the Transregional Collaborative Research Centre SFB/TR45 “Periods, moduli spaces and arithmetic of algebraic varieties”. The Faculty of Mathematics has been one of its three locations since July 2007. This is a joint research project between mathematicians at the Universities of Bonn, Mainz and Duisburg-Essen and the Max Planck Institute for Mathematics in Bonn. The SFB/Transregio is under the lead management of Mainz, with the mathematicians from

Dies ist ein gemeinsames Forschungsprojekt von Mathematikern der Universitäten in Bonn, Mainz und Duisburg-Essen und des Max Planck-Institutes für Mathematik in Bonn. Die Federführung liegt in Mainz, die Mathematikerinnen und Mathematiker aus Duisburg-Essen sind mit etwa 40 Prozent am Antragsvolumen von knapp zwei Millionen Euro pro Jahr beteiligt. Die erste Förderungsphase des SFB/TR beträgt vier Jahre, sie kann bei erfolgreicher Begutachtung zweimal um vier Jahre verlängert werden. Teil des SFB ist ein Graduiertenkolleg. Beteiligt in Duisburg-Essen sind Professorin Hélène Esnault sowie die Professoren Ulrich Goertz, Georg Hein, Marc Levine (federführend in Duisburg-Essen), Gabor Wiese und ihre Arbeitsgruppen. Die Zusammenarbeit mit Bonn und Mainz ist nicht ganz unvorbereitet. Allein drei der dortigen Antragsteller haben sich in Duisburg-Essen habilitiert. Mit den genannten Arbeitsgruppen und dem Institut für experimentelle Mathematik ist unsere Fakultät ein weltweit bekanntes Zentrum der algebraischen und arithmetischen Geometrie, eine Rolle, die sich durch den SFB/TR 45 weiter verstärkt hat.

Den Mitgliedern des SFB/TR45 stehen weitere Drittmittel zur Verfügung: Prof. Hélène Esnault hat bis 2010 noch über Restmittel des Leibniz-Preises verfügt (ca. 300.000 Euro), und soeben wurde ein ERC Advanced Grant verliehen (Principal Investigator: Hélène Esnault, ca. 894.000 Euro für 5 Jahre). Diese Mittel erlaubten den Aufbau einer sehr aktiven Gruppe von Mathematikern aus vielen Ländern.

Mitglieder des SFB haben zahlreiche Kontakte zu Mathematikerinnen und Mathematikern in aller Welt. Zum Beispiel besteht seit 2008 eine Kooperation mit der Akademie der Wissenschaften, Hanoi, Vietnam, bei der Ausbildung vietnamesischer Mathematikstudenten. In jedem Jahr sollen vier vietnamesische Mathematikstudierende das zweite Jahr ihres Masterstudiums an der Universität Duisburg-Essen absolvieren. Zu einem späteren Zeitpunkt könnte die Kooperation auf Promotionsstudierende ausgedehnt werden und Teil der „International Graduate School of Mathematics“ werden.

Eine Reihe von Forschungsaktivitäten wird durch die Humboldt-Professur von Marc Levine unter-

## Professorinnen und Professoren

### Professors

- Prof. Dr. Dennis Belomestny
- Prof. Dr. Ulrich Dierkes
- Prof. Dr. Hélène Esnault
- Prof. Dr. Gerhard Freiling
- Prof. Dr. Andreas Gastel
- Prof. Dr. Heinz H. Gonska
- Prof. Dr. Ulrich Görtz
- Prof. Dr. Lisa Hefendehl-Hebeker
- Prof. Dr. Georg Hein
- Prof. Dr. Gerhard Herden
- Prof. Dr. Ulrich Herkenrath
- Prof. Dr. Hans Niels Jahnke
- Prof. Dr. Moritz Kerz
- Prof. Dr. Axel Klawonn
- Prof. Dr. Hans-Bernd Knoop
- Prof. Dr. Wolfgang Lempken
- Prof. Dr. Marc Levine
- Prof. Dr. Dieter Lutz
- Prof. Dr. Patrizio Neff
- Prof. Dr. Arnd Rösch
- Prof. Dr. Petra Scherer
- Prof. Dr. Wolfgang Schreiber
- Prof. Dr. Rüdiger Schultz
- Prof. Dr. Bernd Schultze
- Prof. Dr. Kunibert G. Siebert
- Prof. Dr. Heinz Steinbring
- Prof. Dr. Henning Stichtenoth
- Prof. Dr. Günter Törner
- Prof. Dr. Trung van Tran
- Prof. Dr.-Ing. Han Vinck
- Prof. Dr. Klaus-Werner Wiegmann
- Prof. Dr. Gabor Wiese
- Prof. Dr. Michael Winkler
- Prof. Dr. Anita Winter
- Prof. Dr. Karl Josef Witsch
- Prof. Dr. Petra Wittbold

Duisburg-Essen accounting for approximately 40 percent of the total volume of nearly 2 million euros per year. The first funding period is for four years, after which two four-year extensions are possible pending successful evaluation. Part of this SFB/Transregio is a graduate programme. Members of the team in Duisburg-Essen are Professors Hélène Esnault, Ulrich Goertz, Georg Hein, Marc Levine (lead scientist in Duisburg-Essen), Gabor Wiese and their working groups. Cooperation with Bonn and Mainz is well established, with three of the applicants there having written their habilitation theses in Duisburg-Essen. With the aforementioned research groups and the Institute for Experimental Mathematics, the Faculty is an internationally recognised centre for algebraic and arithmetic geometry, a role which participation in SFB/TR45 has additionally reinforced.

The members of the SFB/TR45 also have other third party funds at their disposal: Hélène Esnault has funds remaining from the Leibniz award



stützt. Insgesamt werden durch die Drittmittelaktivitäten sechs neue Postdocs finanziert.

Die Fakultät ist erfreut, dass Moritz Kerz mit seiner Emmy-Noether-Gruppe im Herbst 2009 an unsere Einrichtung gekommen ist.

#### Preise und Auszeichnungen

- Gabor Wiese erhielt den Gottschalk-Diederich-Baedeker-Preis 2010.
- Adrian Langer wurde mit dem Bessel-Forschungspreis von der Humboldt-Stiftung aus-

(around 300,000 euros), and a new ERC Advanced Grant (Principal Investigator: Professor Hélène Esnault, around 894,000 euros for 5 years) was recently awarded. These funds have made it possible to establish a very active research group of mathematicians from many countries.

The members of the SFB have contact to many mathematicians around the world, including close cooperation since 2008 with the Academy of Science and Technology in Hanoi, Vietnam, in training Vietnamese mathematicians. Every year, four Vietnamese students come to the University of Duisburg-Essen to complete the second year of their Master's degree. At a later stage the cooperation could be extended to include doctoral students and become part of the "International Graduate School of Mathematics".

Various research activities were supported by the Humboldt professorship of Marc Levine. A total of 6 new postdocs are being financed with third-party funds.

The Faculty welcomed the arrival of Moritz Kerz and his Emmy Noether Group to the University of Duisburg-Essen in autumn 2009.

#### Awards and Distinctions

- Gabor Wiese: Gottschalk-Diederich-Baedeker Prize 2010
- Adrian Langer: Bessel Research Award of the Humboldt Foundation. He will spend one year at the Faculty from February 2011.

#### Conference organisation

In February 2010, the "Conference on algebraic geometry and arithmetic" welcomed 150 participants from all over the world, including USA, Japan, France, Turkey, Poland, Vietnam, Israel, Italy, Korea and Finland. The conference was dedicated to Eckart Viehweg. It was also attended by Fields Medalist Ngô and Alexander Beilinson.

#### Didactics of mathematics

The "Development of algebraic thinking" research project (Professor Lisa Hefendehl-Hebeker's working group) investigates the development of skills in cognition and description of patterns for school students in grades 5–7. It also considers teaching methods to help students understand

## Ausgewählte Publikationen

### Selected Publications

- Apel, T., A. Rösch, D. Sirch (2009):  $L^\infty$ -error estimates on graded meshes with application to optimal control. *SIAM J. Control Optim.* 48(3), 1771–1796.
- Davies, P.L., A. Kovac, M. Meise (2009): Nonparametric regression, confidence regions and regularization. *Annals of Statistics*, Volume 37, Number 5B, 2597–2625, arXiv:0711.0690[math.ST].
- Esnault, H., O. Wittenberg (2010): On abelian birational sections. *Journal of the American Mathematical Society* 23, 713–724.
- Görtz, U., T. Wedhorn (2010): Algebraic geometry I. Schemes with examples and exercises. *Advanced Lectures in Mathematics*. Vieweg + Teubner, Wiesbaden.
- Jahnke, H. N. (2009): The Conjoint Origin of Proof and Theoretical Physics. In: Hanna, G., H. N. Jahnke, H. Pulte (ed.): *Explanation and Proof in Mathematics. Philosophical and Educational Perspectives*. New York et al.: Springer, 17–32.
- Klawonn, A., P. Neff, O. Rheinbach, St. Vanis (2010): FETI-DP domain decomposition methods for elasticity with structural changes: P-elasticity, *Mathematical Modelling and Numerical Analysis (M2AN)*. Published online November 2010, <http://dx.doi.org/10.1051/m2an/2010067>.
- Schultz, R., H.-J. Wagner, (Hrsg.) (2009): *Innovative Modellierung und Optimierung von Energiesystemen*. LIT Verlag, Dr.-W.-Hopf, Berlin.
- Siebert, K. G. (2010): A Convergence Proof for Adaptive Finite Elements without Lower Bound. *IMA Journal of Numerical Analysis* doi:10.1093/imanum/drq001, May 2010.
- Wiese, G. (2009): On modular symbols and the cohomology of Hecke triangle surfaces. *Int. J. Number Theory* 5(1), 89–108.
- Winkler, M. (2010): Refined asymptotics for entire solutions of a biharmonic equation with a supercritical nonlinearity. *Mathematische Annalen* 348(3), 633–666.



gezeichnet. Seit Februar 2011 ist er für ein Jahr hier.

### Tagungsorganisation

Im Februar 2010 fand die „Conference on algebraic geometry and arithmetic“ mit 150 Teilnehmern aus der ganzen Welt statt, darunter aus den USA, Japan, Frankreich, der Türkei, Polen, Vietnam, Israel, Italien, Korea und Finnland. Die Tagung wurde Eckart Viehweg gewidmet. Teilnehmer waren unter anderem der Fieldsmedaillist Ngô und der renommierte Mathematiker Alexander Beilinson.

### Arbeitsgebiet Didaktik der Mathematik

Im Forschungsschwerpunkt „Entwicklung des algebraischen Denkens“ (Arbeitsgruppe Prof. Lisa Hefendehl-Hebeker) wird untersucht, wie man in den Klassen 5 bis 7 Fähigkeiten zum Erkennen und Beschreiben von Mustern ausbilden und wie man Schülerinnen und Schüler schließlich behutsam zu einem verständigen Gebrauch der elementar-algebraischen Formelsprache führen kann. Hierzu wurde im Sommer 2010 die erste Dissertation von Tatjana Berlin fertig gestellt (Tatjana Berlin: Algebra erwerben und besitzen. Eine binationale empirische Studie in der Jahrgangsstufe 5. Dissertation, Essen 2010). Der Arbeitsschwerpunkt „Integration von fachlichem und fachdidaktischem Wissen in der Lehramtsausbildung“ richtet sich auf die Entwicklung von Konzepten, die Fachbezug und Berufsbezug im Lehramtsstudium geeignet verbinden. Das von der Deutsche Telekom-Stiftung geförderte Forschungs- und Entwicklungsprojekt für eine gezielte fachliche Betreuung von Lehramtsstudierenden im Grundstudium befindet sich mittlerweile im zweiten Durchgang.

In der Arbeitsgruppe von Prof. Hans Niels Jahnke werden Projekte zur Genese des Argumentierens und Beweisens und zum Prozess des Lösens von Textaufgaben bearbeitet. Konkret geht es gegenwärtig um die Projekte „Verstehensorientierter Zugang zum Beweisen“ und „Aufbau von Situationsmodellen bei komplexen Textaufgaben“. Es wurden zwei Dissertationen abgeschlossen. Prof. Hans Niels Jahnke hat einen eingeladenen Plenarvortrag auf der gemeinsamen Jahrestagung

and use elementary algebraic formula language. The first PhD thesis on this subject was completed in the summer of 2010 (Tatjana Berlin: Algebra erwerben und besitzen. Eine binationale empirische Studie in der Jahrgangsstufe 5. Dissertation, Essen 2010). The development of new concepts combining subject and professional relevance in teaching degrees is the topic of the “Integration of specialised and didactic knowledge in teacher training” project. This is now the second round of the research and development project funded by the Deutsche Telekom Stiftung to support trainee teachers in the early stages of their education.

Professor Hans Niels Jahnke’s working group conducts projects on the genesis of argumentation and proof and on the process of solving word problems. Their titles are “Understanding oriented approach to proving” and “Construction of simulation models for complex word problems”. Two PhD theses were completed in 2010. The leader of the working group was invited to speak at the joint annual conference of the DMV and GDM (8–12 March 2010 LMU Munich).

Projects on the interpretative reconstruction of interactive mathematical knowledge constructions and projects for professionalisation of teachers are at the centre of the “Epistemologische Interaktionsforschung mathematischer Lehr-Lern-Prozesse (EInmaL)” research group (Prof. Heinz Steinbring). Titles of subprojects include: “Mathematical reflection as a change of perspective”, “Graduation by changing the representation level”, “Talking mathematics with children – individual diagnosis and support”, “Testing and evaluation of focusing teaching strategies in mathematics classes at primary school”, “Development of visual structuring skills”, “Primary school children interpret visual material: an epistemological context and framework analysis to develop the visual structuring skills” (supported by the BMBF), “Elementary stochastic viewing in primary school – epistemological foundation and empirical testing of a theoretical construct”. The leader of the working group was invited to speak at the International Congress of Mathematicians, Hyderabad, India,

der Deutschen Mathematiker-Vereinigung und der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (8.–12. März 2010 LMU München) gehalten.

In der Arbeitsgruppe „Epistemologische Interaktionsforschung mathematischer Lehr-Lern-Prozesse (EInmaL)“ (Arbeitsgruppe Prof. Heinz Steinbring) werden Projekte zur interpretativen Rekonstruktion interaktiver mathematischer Wissenskonstruktionen (im Unterricht) sowie Projekte zur Professionalisierung von Mathematik-lehrerinnen und -lehrern durchgeführt. Unter anderem werden folgende Teilprojekte bearbeitet: „Mathematische Reflexion als Wechsel des Standpunktes“, „Abstufungen beim Wechseln der Repräsentationsebenen“, „Mathematische Gespräche mit Kindern – individuelle Diagnose und Förderung“, „Erprobung und Evaluation fokussierender Lehrstrategien im Mathematikunterricht der Grundschule“, „Entwicklung der visuellen Strukturierungsfähigkeit“, „Grundschulkindeuten Anschauungsmaterialien: eine epistemologische Kontext- und Rahmenanalyse zur Förderung der visuellen Strukturierungskompetenz“ (gefördert vom BMBF), „Elementares stochastisches Sehen in der Grundschule – Epistemologische Grundlegung and empirische Erprobung eines theoretischen Konstrukts“. Der Leiter der Arbeitsgruppe nahm als eingeladener Vortragender auf dem „International Congress of Mathematicians, Hyderabad, India, 19 – 27 August 2010“ an der Panel-Diskussion (Sektion 19) zum Thema „Relations between the Discipline & School Mathematics“ teil.

#### **Kooperationen bestehen mit**

- Prof. Dr. Rainer Danckwerts (Siegen) (Experten-gruppe „Mathematik Neu Denken II“)
- Prof. Dr. Albrecht Beutelspacher (Gießen) (Expertengruppe „Mathematik Neu Denken II“)
- J. Prof. Dr. Birgit Brandt (Frankfurt)
- Prof. Athanasios Gagatsis (University of Cyprus)
- Prof. Dr. George Hanna (Ontario Institute for Studies on Education, University of Toronto)
- Prof. Dr. Gerald Harel (St. Diego, Kalifornien)
- Prof. Dr. Aiso Heinze (Kiel)
- Prof. Iwasaki (Joetsu University of Education, Japan)
- Prof. Dr. Jürgen Voigt (Münster).

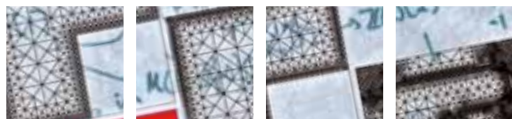
from 19–27 August 2010 and took part in the panel discussion (section 19) on the subject of: “Relations between the Discipline & School Mathematics”.

#### **Research Cooperation**

- Prof. Dr. Rainer Danckwerts (Siegen) (“Ma-thematik Neu Denken II” panel of experts)
- Prof. Dr. Albrecht Beutelspacher (Gießen) (“Mathematik Neu Denken II” panel of experts)
- J. Prof. Dr. Birgit Brandt (Frankfurt)
- Prof. Athanasios Gagatsis (University of Cyprus)
- Prof. Dr. George Hanna (Ontario Institute for Studies on Education, University of Toronto)
- Prof. Dr. Gerald Harel (St. Diego, California)
- Prof. Dr. Aiso Heinze (Kiel)
- Prof. Iwasaki (Joetsu University of Education, Japan)
- Prof. Dr. Jürgen Voigt (Münster).

#### **Outlook**

The Faculty of Mathematics at the University of Duisburg-Essen is one of the top mathematics faculties in Germany in the nationwide CHE Research Ranking 2009. The Faculty will continue to make every effort in the future to strengthen and consolidate its main areas of research and thereby defend this leading position in the CHE ranking.



## Perspektiven

Im bundesweiten CHE-Forschungsranking 2009 befindet sich die Fakultät für Mathematik der Universität Duisburg-Essen in der Spitzengruppe der forschungsstärksten Mathematik-Fakultäten. Die Fakultät wird auch in Zukunft alle Anstrengungen unternehmen, um die gesetzten Schwerpunkte weiter zu stärken und auszubauen und damit die erarbeitete Spitzenposition im CHE-Forschungsranking zu verteidigen.

## Kontakt

### Contact

#### Dekanat Mathematik

Universität Duisburg-Essen

Campus Duisburg:

Forsthausweg 2

47057 Duisburg

☎ +49 (0) 203 / 379 - 26 63

☎ +49 (0) 203 / 379 - 31 39

@ [dekanat@mathematik.uni-due.de](mailto:dekanat@mathematik.uni-due.de)

Campus Essen:

Universitätsstraße 2

45141 Essen

☎ +49 (0) 201 / 183 - 25 03

☎ +49 (0) 201 / 183 - 38 02

@ [dekan@mathematik.uni-due.de](mailto:dekan@mathematik.uni-due.de)

🌐 [www.uni-duisburg-essen.de/mathematik](http://www.uni-duisburg-essen.de/mathematik)