

## Fakultät für Chemie

### Faculty of Chemistry

Die Fakultät für Chemie gehört mit ca. 1.600 Studierenden, die sich in etwa gleichstark auf die drei Studiengänge Chemie, WaterScience und Lehramt verteilen, zu einer der größten Chemiefakultäten bundesweit. Die Mehrzahl der Professorinnen und Professoren ist erst in den letzten Jahren an die Universität Duisburg-Essen berufen worden. Der Generationswechsel bei der Professorenschaft konnte im Jahr 2014 erfolgreich abgeschlossen werden.

The Faculty of Chemistry has around 1600 students divided in roughly equal numbers between its three degree programmes in Chemistry, Water Science, and Teaching and is one of the largest faculties of its kind nationwide. The majority of professors have been appointed to the University of Duisburg-Essen only in the past few years. This transition to a new generation of professors was completed in 2014.



Derzeit lehren und forschen 24 Professorinnen und Professoren und drei eigenständige Nachwuchsgruppen (davon eine Juniorprofessur) in acht verschiedenen Fächern: Anorganische Chemie, Organische Chemie, Physikalische Chemie, Technische Chemie, Analytische Chemie, das Biofilm-Centre, Didaktik der Chemie und Theoretische Chemie. Jedes Jahr promovieren bei uns etwa 40 bis 50 junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die aufgrund der interdisziplinären Forschung nicht nur aus der Chemie, sondern zum Beispiel auch aus der Physik, der Biologie und aus den Ingenieurwissenschaften stammen.

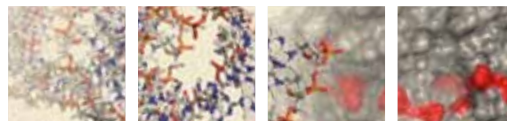
Aufgrund der vielen neuen Kolleginnen und Kollegen, die in den letzten Jahren zu uns gekommen sind, ist eine Vielzahl neuer, vorwiegend interdisziplinärer Forschungsprojekte entstanden. Da die Mehrzahl dieser Projekte drittmittelfinanziert ist, haben sich auch die Drittmiteinnahmen der Fakultät in den letzten fünf Jahren in etwa verdreifacht, auf derzeit knapp sieben Millionen Euro. So war die Fakultät für Chemie in den Jahren 2013 und 2014 an zahlreichen koordinierten nationalen Forschungsverbänden beteiligt (unter anderem an zwei Sonderforschungsbereichen, einem Transregio-SFB mit China, zwei Forschergruppen, drei DFG Schwerpunktprogrammen, zwei Graduiertenkollegs und zwei Exzellenzclustern). Vier dieser Verbände werden federführend von unserer Fakultät geleitet und koordiniert. Ebenso werden an der Fakultät für Chemie mehrere EU-Projekte ganz oder in Teilbereichen koordiniert. Hinzu kommen zahlreiche BMBF-, AiF-, Volkswagen-, Industrie- und insbesondere DFG-Projekte im Normalverfahren.

Die Fakultät vertritt die ganze Breite der chemischen Forschung – von der reinen Grundlagenforschung bis hin zu mehr anwendungsorientierten Forschung. Die Forschung ist dabei sehr interdisziplinär ausgerichtet und lässt sich in vier große thematische Bereiche unterteilen: Supramolekulare Chemie mit dem Schwerpunkt auf biologischen und materialwissenschaftlichen Fragestellungen, Nanowissenschaften, Wasser- und Umweltforschung und die empirische Bildungsforschung. Unsere Wissenschaftlerinnen und

At the present time, 24 professors and three independent early stage research groups (one of which is a Junior Professorship) teach and research in the following disciplines: Inorganic Chemistry, Organic Chemistry, Physical Chemistry, Technical Chemistry, Analytical Chemistry, the Biofilm Centre, Didactics of Chemistry, and Theoretical Chemistry. Every year, some 40 to 50 young scientists complete their doctorates with us, not only from Chemistry but on account of our interdisciplinary research also from Physics, Biology and Engineering.

The many new colleagues who have joined us in the course of the past few years have helped to create many new and predominantly interdisciplinary research projects. Since the majority of these projects are externally funded, the Faculty's income from external funding has roughly tripled in the last five years to its present total of just under seven million euros. The Faculty of Chemistry was involved in numerous coordinated national research programmes in 2013 and 2014 (including two Collaborative Research Centres, a Transregio-SFB with China, two Research Units, three DFG Priority Programmes, two Research Training Groups and two Excellence Clusters). Four of these collaborations are led and coordinated by our Faculty. The Faculty of Chemistry is similarly coordinating several EU projects in their entirety or in part. Added to these are numerous BMBF, AiF, Volkswagen, industry and in particular DFG projects as individual grants.

The entire scope of chemistry research – from pure research to work of a more applied nature – is represented at the Faculty. Our research is highly interdisciplinary and can be divided into four major thematic areas: Supramolecular Chemistry with a biological and material science focus, Nanosciences, Water and Environmental Research, and Empirical Educational Research. Our scientists cooperate closely in these areas with our neighbouring Faculties of Biology, Physics, Engineering and Medicine. The Faculty also has two affiliated institutes, the Deutsche Textilforschungszentrum Nordwest (German Textile Research Centre North-West, DTNW) in Krefeld



Wissenschaftler kooperieren hierfür eng mit den benachbarten Fakultäten Biologie, Physik, Ingenieurwissenschaften und Medizin. An die Fakultät angebunden sind zudem zwei An-Institute, das Deutsche Textilforschungszentrum Nordwest (DTNW) in Krefeld und das Rheinisch-Westfälische Institut für Wasserforschung (IWW) in Mülheim, an denen praxisnahe, anwendungsorientierte Forschung betrieben wird.

### Forschung

Besonders hervorzuheben im Bereich der biologisch-medizinisch orientierten chemischen Forschungsaktivitäten ist die erfolgreiche Einwerbung des von der DFG mit etwa sieben Millionen Euro für vier Jahre geförderten Sonderforschungsbereiches „Supramolekulare Chemie an Proteinen“ (SFB 1093, Sprecher Prof. Thomas Schrader, Stellv. Sprecher Prof. Carsten Schmuck). Seit April 2014 arbeiten in diesem Verbund 14 Forschungsgruppen unserer Universität aus der Chemie, Biologie und der Medizin gemeinsam daran, chemische Moleküle zu entwickeln, die die biologischen Eigenschaften von Proteinen modulieren können. Unterstützt werden sie dabei von zwei Arbeitsgruppen vom Max-Planck-Institut für Physiologische Chemie in Dortmund. Proteine sind die Werkzeuge der Zelle. Es gibt kaum einen biologischen oder medizinischen Prozess, an dem Proteine nicht beteiligt sind. Als Enzyme beschleunigen sie selektiv chemische Reaktionen zum Beispiel bei Stoffwechselfvorgängen, und als Rezeptoren vermitteln sie Signale, die von außen an eine Zelle herangetragen werden. Sie kontrollieren so, wann beispielsweise ein Gen abgelesen wird, sich eine Zelle teilt oder in den kontrollierten Zelltod geschickt wird. Das häufig sehr komplexe Zusammenspiel der Proteine mit ihren jeweiligen Partnern, bei denen es sich um andere Proteine, um Nukleinsäuren oder Hormone handeln kann, ist auf molekularer Ebene bisher oft noch nicht vollständig verstanden. Hier setzt der SFB an. Die dort zusammengeschlossenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickeln Moleküle, die so maßgeschneidert sind, dass sie gezielt mit einzelnen Proteinen interagieren

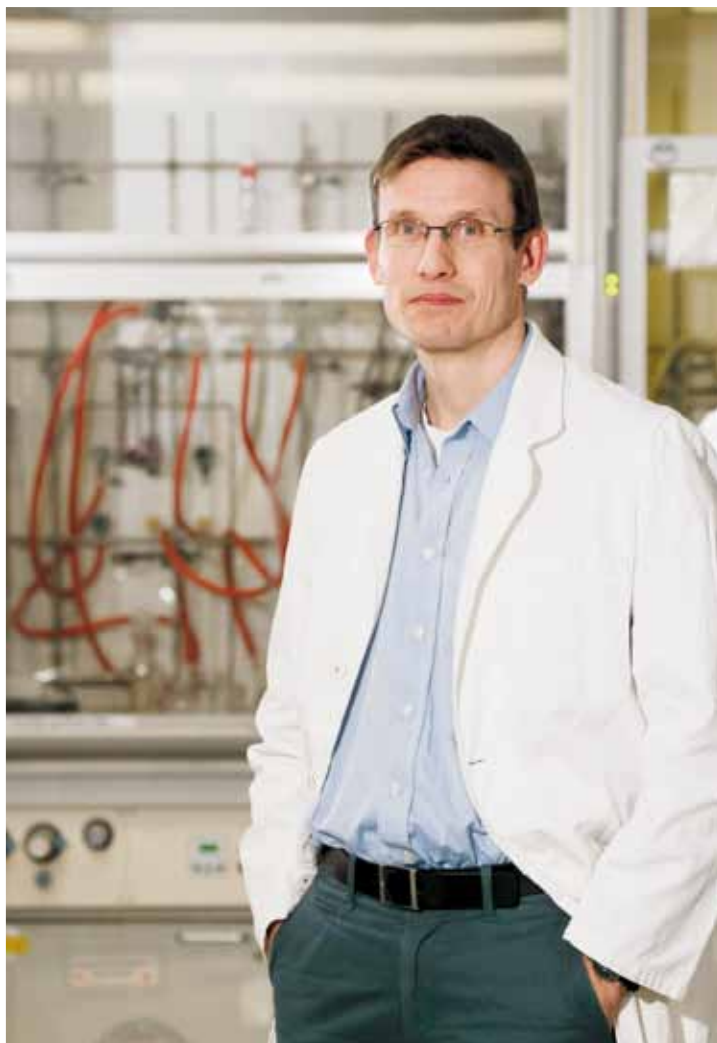
and the Rhenish-Westphalian Institute for Water Research (IWW) in Mülheim, both of which conduct practical, applied research.

### Research

A particular highlight in the field of biomedical chemical research is the successful acquisition of the Collaborative Research Centre “Supramolecular Chemistry on Proteins” (SFB 1093, Speaker Prof. Thomas Schrader, Vice Speaker Prof. Carsten Schmuck), which is receiving around seven million euros in funding from the DFG over a four-year period. Since April 2014, 14 research groups from Chemistry, Biology and Medicine at our University have been working together in this centre on developing chemical molecules that can modulate the biological properties of proteins. They are supported in their work by two research groups from the Max Planck Institute for Physiological Chemistry in Dortmund. Proteins are the tools of the cell. There are numerous biological or medical processes in which proteins are involved. As enzymes they selectively accelerate chemical reactions, e. g. in metabolic processes, and as receptors they mediate signals sent to a cell from outside. In this way they control when a gene is activated or a cell divides or is sent to controlled cell death. The often highly complex interaction between the proteins and their partners, which may be other proteins, nucleic acids or hormones, has previously not been understood fully at molecular level. This marks the starting point for the Collaborative Research Centre (SFB). The scientists collaborating in this group are developing molecules that are tailored to specifically interact with individual proteins and in doing so selectively modify the biological function of that protein. This essential work makes it possible not only to learn more about these fundamentally important processes; it could also lead to the development of new active substances, since a malfunctioning protein is often (co-)responsible for triggering diseases. The chemists employ a large array of very different methods in this work. Beginning with known biologically effective natural sub-



können und dabei die biologische Funktion dieses Proteins gezielt verändern. So lässt sich nicht nur mehr über diese fundamental wichtige Prozesse lernen, sondern es könnten sich aus diesen grundlegenden Arbeiten auch Anhaltspunkte für die Entwicklung neuer Wirkstoffe ergeben. Denn häufig ist das Fehlverhalten eines Proteins auch für das Auslösen einer Krankheit (mit) verantwortlich. Die Chemiker verfügen für diese Arbeiten über ein großes Repertoire an sehr unterschiedlichen Methoden. Ausgehend von bekannten biologisch wirksamen Naturstoffen, werden gezielte Veränderungen vorgenommen, damit diese Moleküle auch an andere Proteine binden können, mit denen sie bisher nicht wechselwirken. In einem anderen Ansatz werden Polymere mit spezifischen Haftgruppen hergestellt, die an komplementäre Bindungsstellen auf einer Proteinoberfläche binden können. Diese Polymere können wie ein molekulares Netz an ganze Flanken und Seitenflächen eines Proteins binden und so zum Beispiel verhindern, dass dort ein anderes Protein andocken kann. In weiteren Arbeiten werden gezielt Mischungen von mehreren Hunderten sehr ähnlicher Moleküle hergestellt (sogenannte kombinatorische Bibliotheken), aus denen heraus sich dann in einem speziellen Auswahlverfahren diejenigen Moleküle identifizieren lassen, die die gewünschten Eigenschaften (zum Beispiel Bindung an ein vorgegebenes Protein) aufweisen. Nachdem mit solchen Ansätzen chemische Moleküle mit interessanten Eigenschaften gefunden werden, werden diese von den beteiligten Biologen detailliert auf ihre biologischen Eigenschaften untersucht. Die Tests reichen dabei von Reaktionen mit den isolierten Proteinen im Reagenzglas über zellbasierte Studien bis hin zu Tierexperimenten in Zusammenarbeit mit der Medizin. Mit modernsten Methoden der Strukturaufklärung (zum Beispiel NMR, Röntgenstruktur und Ramanspektroskopie) werden in Kombination mit theoretischen Berechnungen zudem die beobachteten Effekte auf molekularer Ebene analysiert. Ausgehend von diesen Erkenntnissen können dann im nächsten Schritt die Moleküle weiterentwickelt und noch passgenauer für das jeweilige Protein hergestellt werden.



*Dekan/Dean: Prof. Dr. Carsten Schmuck*

stances, they make specific modifications that enable the molecules to also bind to proteins with which they have not previously interacted. In another approach, polymers are fabricated with specific adhesive groups that can bind to complementary binding sites on a protein surface. These polymers can bind on entire edges and side faces of a protein like a molecular net, thus preventing another protein from docking onto the same site. In other work, the scientists are generating specific mixtures of several hundreds of very similar molecules (known as combinatorial libraries), from which the molecules having the required properties (e.g. binding to a specific protein) can be identified by a special selection process. Once chemical molecules with interesting properties have been thus found, the participating biologists investigate them for their bio-

## Ausgewählte Publikationen Selected Publications

- Ganesamoorthy, C., D. Bläser, C. Wölper, S. Schulz (2014): Temperature-dependant Electron Shuffle in Molecular Group 13/15 Intermetallic Complexes. *Angewandte Chemie International Edition* 53, 11587.
- Haberhauer, G., S. Woitschetzki, H. Bandmann (2014): Strongly underestimated dispersion energy in cryptophanes and their complexes. *Nature Communications* 5, 3542.
- Hüffer, T., M. Kah, T. Hofmann, T. C. Schmidt (2013): How redox conditions and irradiation affect sorption of PAHs by nC60. *Environmental Science and Technology* 47, 6935.
- Knuschke, T., V. Sokolova, O. Rotan, M. Wadwa, M. Tenbusch, W. Hansen, P. Staeheli, M. Epple, J. Buer, A. M. Westendorf (2013): Immunization with biodegradable nanoparticles efficiently induces cellular immunity and protects against influenza virus infection. *Journal of Immunology* 190, 6221.
- Kuchelmeister, H. Y., S. Karczewski, A. Gutschmidt, S. Knauer, C. Schmuck (2013): Utilizing Combinatorial Chemistry and Rational Design: Peptidic Tweezers with Nanomolar Affinity to DNA can be transformed into Efficient Vectors for Gene Delivery by Addition of a Lipophilic Tail. *Angewandte Chemie International Edition* 125, 14266.
- Leopold, C., E. Sumfleth, D. Leutner (2013): Learning with summaries: Effects of representation mode and type of learning activity on comprehension and transfer. *Learning and instruction* 27, 40.
- Lorbeer, L., M. Alaghemandi, E. Spohr (2014): Molecular Dynamics Studies of Poly(N-isopropylacrylamide) Endgrafted on the Surfaces of Model Slab Pores. *Journal of Molecular Liquids* 189, 57.
- Merk, V., C. Rehbock, F. Becker, U. Hagemann, H. Nienhaus, S. Barcikowski (2014): In Situ Non-DLVO Stabilization of Surfactant-Free, Plasmonic Gold Nanoparticles: Effect of Hofmeister's Anions. *Langmuir*, 30, 4213.
- Rose, R., K. Bravo-Rodriguez, J.M. Ramirez-Anguita, F.-G. Klärner, E. Sanchez-Garcia, T. Schrader, C. Ottmann (2013): Molecular Tweezers modulate 14-3-3 Protein-Protein Interactions. *Nature Chemistry* 5, 234.
- Stephan, C., C. Schlawne, S. Grass, I. N. Waack, K. B. Ferenz, M. Bachmann, S. Barnert, R. Schubert, M. Bastmeyer, H. de Groot, C. Mayer (2014): Artificial oxygen carriers based on perfluorodecalin-filled poly(n-butyl-cyanoacrylate) nanocapsules. *Journal of Microencapsulation* 31, 284.

logical properties. This is done using methods ranging from testing the reactions of the isolated proteins in the test tube and cell-based studies to animal experiments in cooperation with Medicine. The latest structural examination techniques (e.g. NMR, x-ray crystallography and Raman spectroscopy) are used in combination with theoretical calculations to analyse the observed effects at molecular level. With these findings as a basis, it is then possible to move on to developing the molecules further and tailoring them more specifically to the given protein.

The SFB may only just have got underway, but the participating research groups have already produced their first very promising results. For example, it has been possible to intensify interaction between two proteins using a small triarmed molecule, which acts as a kind of chemical adhesive to bind the two proteins together. Specifically influencing such protein-protein interactions under physiological conditions with a tiny molecule has only succeeded in a very small number of cases worldwide. In another area of their work, the researchers showed how molecular tweezers, which can bind to positively charged residues on the surface or in a groove of a protein, can switch off various enzymes that are involved in intestinal damage. Interestingly, similar molecular clips can also be used to prevent the formation of protein deposits, known as plaques. These deposits occur in the brain, for example, in neurodegenerative diseases such as Alzheimer and adversely affect nerve cell function. The chemical clips developed by the chemists in Essen prevent formation of such plaques by binding on the proteins at special sites that are important for binding between the proteins. The first tests on Alzheimer rats proved very promising, showing an actual improvement in the rats' cognitive abilities. Nevertheless, there is still undoubtedly a long way to go between such fundamental research and possible drug development.

Research at the Faculty of Chemistry is not only on proteins, however, but also on genes. Here our chemists cooperate with partners from Biology and Medicine to develop chemical trans-



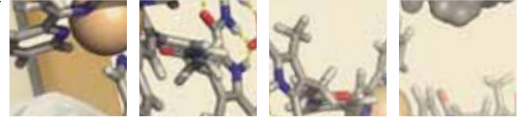
Auch wenn der SFB gerade erst begonnen hat, haben die dort beteiligten Arbeitsgruppen bereits erste, sehr vielversprechende Ergebnisse erzielen können. So verstärkt zum Beispiel ein kleines, dreiarmliges Molekül die Wechselwirkung zweier anderer Proteine miteinander; das heißt, das Molekül wirkt als eine Art chemischer Klebstoff, der die beiden Proteine zusammenhält. Die gezielte Beeinflussung einer solchen Protein-Protein-Interaktion unter physiologischen Bedingungen mit einem kleinen Molekül ist weltweit bisher erst in sehr wenigen Fällen gelungen. In einer anderen Arbeit konnte gezeigt werden, dass eine kleine molekulare Pinzette, die an positiv geladene Reste auf der Oberfläche oder in einer Furche eines Proteins binden kann, verschiedene Enzyme, die bei krankhaften Schädigungen des Darms beteiligt sind, abschalten kann. Interessanterweise lässt sich mit ähnlichen molekularen Klammern auch die Bildung von Proteinablagerungen, sogenannten Plaques, verhindern. Solche Ablagerungen bilden sich zum Beispiel bei neurodegenerativen Erkrankungen wie Alzheimer im Gehirn und beeinträchtigen dadurch die Funktion der Nervenzellen. Die von den Essener Chemikern entwickelten chemischen Klammern verhindern die Bildung solcher Plaques, da sie an spezielle Stellen auf den Proteinen binden, die für das Zusammenkleben der Proteine wichtig sind. Erste Tests an Alzheimer-Ratten waren sehr vielversprechend. Es wurde tatsächlich beobachtet, dass die kognitiven Fähigkeiten der Ratten sich wieder verbesserten. Ausgehend von solchen Grundlagenforschungen bis zur Entwicklung eines möglichen Medikamentes ist es aber sicherlich noch ein weiter Weg.

An der Fakultät für Chemie wird aber nicht nur an Proteinen geforscht, sondern auch an Genen. Unsere ChemikerInnen entwickeln in Kooperation mit BiologenInnen und MedizinerInnen chemische Transportsysteme, mit denen sich Gene in Zellen transportieren lassen. Nukleinsäuren, die Träger der Erbinformation, sind nicht in der Lage, alleine von außen in eine Zelle hineinzugelang. Gerade dies ist aber für eine Gen-Therapie notwendig, bei der man zum Beispiel versucht,

port systems that introduce genes into cells. Nucleic acids, the carriers of genetic information, are not able to enter a cell from the outside on their own. However, this is precisely what is required in gene therapy, which attempts to replace malfunctioning genes inside a cell with a functioning gene from outside. To do this, transport systems – known as transfection vectors – are needed to bind the DNA and transport it through the cell membrane into the cell. The chemists from our Faculty have two successful but very different ways of doing this: in one approach, nanoparticles made of calcium phosphate or noble metals such as silver or gold are used as the transport vehicle. In the other, small organic molecules are produced which bind specifically to a nucleic acid. The resulting DNA/nanoparticle or DNA/molecule complexes are then delivered into cells. Once inside, the DNA is released and can trigger gene production in the cell. Researchers working in conjunction with a group from Biology have recently developed the smallest known peptide-based transfection vector. Peptides usually need at least ten or more positively charged amino acids for efficient gene transfection to take place. However, if the amino acids are given a tailored chemical adhesive group as developed by our chemists, which can bind specifically both to the DNA as well as to negatively charged groups on the cell surfaces, it takes only four of these artificial amino acids to achieve highly efficient gene transfection – a world record.

Specially functionalised calcium phosphate nanoparticles have been found to protect at least mice against viral infections such as influenza. Researchers in our Faculty have developed biodegradable nanoparticles containing an antigen specific to the influenza virus. The antigens released as the particles degrade have been shown to lead to immunisation in mice. Perhaps such particles will also be used for the flu vaccine in the not-too-distant future?

Research groups from Chemistry and Medicine have long been successfully investigating special nanocapsules which are filled with fluorinated hydrocarbons and can be used as blood substitutes.



fehlerhafte Gene in einer Zelle durch ein funktionsfähiges Gen von außen zu ersetzen. Man braucht also Transportsysteme, sogenannte Transfektionsvektoren, die die DNA binden und diese dann über die Zellmembran hinweg in die Zelle transportieren. Die Chemiker an unserer Fakultät verfolgen hierfür erfolgreich zwei sehr unterschiedliche Ansätze: Zum einen werden Nanopartikel aus Calciumphosphat oder aus Edelmetallen wie Silber oder Gold als Transportvehikel genutzt. Zum anderen werden wiederum kleine organische Moleküle hergestellt, die spezifisch an eine Nukleinsäure binden. Die so gebildeten Komplexe aus DNA und Nanopartikel oder DNA und Molekül werden dann von Zellen aufgenommen. Dort wird die DNA wieder freigesetzt und kann dann in den Zellen die Produktion von Genen veranlassen. Zusammen mit einer Arbeitsgruppe aus der Biologie wurde zum Beispiel soeben der kleinste, von einem Peptid abgeleitete Transfektionsvektor entwickelt, der bisher bekannt ist. Normalerweise müssen Peptide mindestens zehn oder mehr positiv geladene Aminosäuren aufweisen, damit eine effiziente Gentransfektion stattfindet. Versieht man die Aminosäuren aber mit einer maßgeschneiderten chemischen Haftgruppe, die unsere Chemikerinnen und Chemiker entwickelt haben und die spezifisch sowohl an die DNA als auch an negative geladene Gruppen auf den Zelloberflächen binden kann, dann reichen bereits vier dieser künstlichen Aminosäuren aus, um eine hocheffiziente Gentransfektion zu erreichen – Weltrekord.

Mit speziell funktionalisierten Calciumphosphat-Nanopartikeln lassen sich zumindest Mäuse vor viralen Infektionen wie der Grippe schützen. An unserer Fakultät wurden hierzu biologisch abbaubare Nanopartikel entwickelt, die unter anderem ein für das Grippevirus spezifisches Antigen enthielten. Wurden diese Nanopartikel von Mäusen aufgenommen, führte die Freisetzung der Antigene beim Abbau der Partikel zu einer Immunisierung. Vielleicht erfolgt die Grippeimpfung demnächst mit solchen Nanopartikeln?

The fluorinated hydrocarbons inside the capsule, a kind of liquid Teflon, can store and release large amounts of oxygen but are completely immiscible with water. Packed inside the nanocapsules, the oxygen can be distributed normally in the blood and released wherever it is needed. Such artificial oxygen-carriers are especially interesting for treating acute shock in emergency medicine. The scientists are presently working on a special surface coating to extend the length of time the capsules can remain in the body.

Water is at the centre of many research projects in our Faculty. For example, our scientists are developing new methods of detecting minute traces of toxic contamination in water. Biofilms as a source of drinking water contamination and the effects of microorganisms on corrosion processes are further key themes. Other work looks at microorganisms that live under unusual conditions, such as Archaea, which thrive in sulphuric acid at temperatures of 80°C. One of our research groups has recently discovered that microorganisms can also live in tiny inclusions of just a few microlitres of water in crude oil. To what extent these microorganisms are capable of causing degradation of the oil in deep reserves is currently being investigated. The Faculty of Chemistry furthermore plays a significant role in the new “Fortschrittsskolleg – Future Water” progress group (coordinated by Prof. Torsten Schmidt), which is comparable to a state research training group and is being funded from 1 October 2014 for an initial four-and-a-half years by the State of North Rhine-Westphalia. In the group, twelve doctoral researchers will address highly interdisciplinary issues of urban water research.

The main focus in the Didactics of Chemistry is on empirical educational research. The researchers there ask questions such as what makes learning successful, or what role experimentation plays in chemistry lessons or visualisation in learning chemistry. The researchers from our Faculty lead the field nationwide in empirical research of this kind and are among a handful of experts in their discipline nationally to also receive DFG funding for their work. This puts them at



Arbeitsgruppen aus der Chemie und der Medizin untersuchen seit längerer Zeit erfolgreich spezielle Nanokapseln, die innen mit fluorierten Kohlenwasserstoffen gefüllt sind und als Blutersatzstoffe verwendet werden können. Der fluorierte Kohlenwasserstoff im Inneren der Kapsel, eine Art flüssiges Teflon, löst große Mengen Sauerstoff, ist aber völlig unmischbar mit Wasser. Verpackt in den Kapseln kann der Sauerstoff so normal über das Blut verteilt und dort abgegeben werden, wo er gebraucht wird. Solche künstlichen Sauerstoffträger sind insbesondere für die Behandlung bei akutem Schock von großem Interesse in der Notfallmedizin. Derzeit arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler daran, die Verweilzeit der Kapseln im Körper durch eine spezielle Oberflächenbeschichtung zu verlängern.

Bei vielen Forschungsprojekten unserer Fakultät steht das Wasser im Mittelpunkt. Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickeln zum Beispiel neue Methoden, mit denen sich bereits geringste Spuren von toxischen Verunreinigungen im Wasser nachweisen lassen. Auch Biofilme als Ursache für Trinkwasserverkeimung oder die Auswirkung von Mikroorganismen auf Korrosionsvorgänge werden intensiv untersucht. Bei anderen Arbeiten stehen Mikroorganismen, die unter ungewöhnlichen Bedingungen leben, im Vordergrund; zum Beispiel Archaea, die sich erst so richtig in 80° C heißer Schwefelsäure wohlfühlen. Einer unserer Arbeitsgruppen gelang zudem soeben die Entdeckung, dass Mikroorganismen auch in winzigen, wenige Mikroliter großen Wassereinschlüssen im Erdöl leben können. Inwieweit diese Mikroorganismen einen Abbau des Erdöls bereits in den Erdöllagerstätten in großer Tiefe verursachen können, wird gerade intensiv untersucht. Die Fakultät für Chemie ist zudem maßgeblich am neuen Fortschrittskolleg „Future Water“ beteiligt (Sprecher Prof. Torsten Schmidt), das einem Landesgraduiertenkolleg vergleichbar ist und ab dem 1. Oktober 2014 für zunächst viereinhalb Jahre durch das Land Nordrhein-Westfalen gefördert wird. Zwölf DoktorandInnen werden sich im Kolleg mit

## Professorinnen und Professoren

### Professors

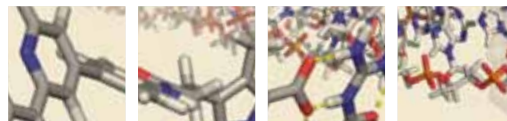
- Prof. Dr. Stephan Barcikowski
- Prof. Dr. Malte Behrens
- Prof. Dr. Matthias Epple
- Prof. Dr. Jochen S. Gutmann
- Prof. Dr. Gebhard Haberhauer
- Prof. Dr. Eckart Hasselbrink
- Prof. Dr. Georg Jansen
- Prof. Dr. Christian Mayer
- Prof. Dr. Rainer Meckenstock
- Prof. Dr. Stefan Rumann
- Prof. Dr. Wolfgang Sand
- Prof. Dr. Sebastian Schlücker
- Prof. Dr. Torsten C. Schmidt
- Prof. Dr. Oliver Schmitz
- Prof. Dr. Carsten Schmuck
- Prof. Dr. Thomas Schrader
- Prof. Dr. Stephan Schulz
- Prof. Dr. Bettina Siebers
- Prof. Dr. Eckhard Spohr
- Prof. Dr. Karin Stachelscheid
- Prof. Dr. Elke Sumfleth
- Prof. Dr. Mathias Ulbricht
- Prof. Dr. Maik Walpuski
- Prof. Dr. Reinhard Zellner

the top of the nationwide DFG Funding Atlas, well ahead of all the other universities. It was thus possible, following conclusion of the Research Unit and Research Training Group “Teaching and Learning of Science” in 2013, to secure a new DFG collaborative project in virtually seamless succession in 2014. In a total of five subprojects in the Didactics of Biology, Chemistry and Physics and in Psychology, the new DFG Research Unit is working with scientists from the various disciplines to investigate the factors affecting “Academic learning and successful study in the initial stages of scientific and technical degrees” (ALSTER). In light of the continuing high dropout rates in these areas, the Research Unit is addressing current educational issues relating to criteria for student success, a topic that has not been investigated systematically to date. The coordinator of the Research Unit is Prof. Elke Sumfleth from the Didactics of Chemistry.

### Cooperation and International News

Much of the research work described in this report is heavily interdisciplinary, and intensive cooperation therefore exists between virtually all the research groups of the Faculty, as the above examples illustrate, with scientists from other Faculties at our University (in particular Biology, Medicine, Physics, Engineering and Educational





sehr interdisziplinären Fragen der urbanen Wasserforschung beschäftigen.

Im Bereich der Didaktik der Chemie steht die empirische Bildungsforschung im Vordergrund. Wovon hängt zum Beispiel erfolgreiches Lernen ab? Welche Rolle spielt das Experimentieren im Chemieunterricht oder die Visualisierung beim Lernen von Chemie? Unsere Chemiedidaktikerinnen und Chemiedidaktiker sind bei solchen empirischen Forschungen bundesweit führend und gehören zu den wenigen Fachdidaktikern bundesweit, deren Forschung auch von der DFG gefördert wird. Im bundesweiten DFG-Förderatlas nehmen sie daher mit großem Abstand vor allen anderen Universitäten die Spitzenposition ein. So ist es nach dem Auslaufen der Forschergruppe und des Graduiertenkollegs „Naturwissenschaftlicher Unterricht“ im Jahr 2013 nahezu anschlussfrei geglückt, im Jahr 2014 ein neues DFG-Verbundprojekt einzuwerben. In insgesamt fünf Teilprojekten der Biologie-, Chemie, und Physikdidaktik sowie der Psychologie untersucht die neue DFG-Forschergruppe gemeinsam mit Fachwissenschaftlern Einflussfaktoren für das „Akademische Lernen und den Studienerfolg in der Eingangsphase von naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen“ (ALSTER). Damit adressiert die Forschergruppe angesichts nach wie vor hoher Studienabbruchzahlen aktuelle bildungspolitische Fragen um Kriterien für einen erfolgreichen Studienverbleib; ein bislang wissenschaftlich nicht systematisch untersuchtes Thema. Sprecherin der Forschergruppe ist die Chemiedidaktikerin Prof. Elke Sumfleth.

### **Kooperationen und Internationales**

Viele der oben skizzierten Forschungen sind stark interdisziplinär und daher kooperieren nahezu alle Arbeitsgruppen der Fakultät, wie auch schon exemplarisch ausgeführt, intensiv sowohl mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus anderen Fakultäten unserer Universität (insbesondere Biologie, Medizin, Physik, Ingenieurwissenschaften und Bildungswissenschaften) als auch mit anderen Forschergruppen im In- und Ausland. Dazu sind unsere Kolleginnen und Kollegen regel-

Sciences) as well as with other groups of researchers at home and abroad. In the course of their work, our colleagues regularly spend periods of time abroad as researchers and visiting professors, and numerous international scientists in turn research and teach at our Faculty (for example as Alexander von Humboldt fellows).

The Faculty has intensive contacts and cooperates closely with our neighbouring Universities of Bochum and Dortmund and the Universities of Applied Sciences in Krefeld and Gelsenkirchen. Close research collaboration also exists on all levels with the neighbouring Max Planck Institutes for Carbon Research and Chemical Energy Conversion in Mülheim and for Physiological Chemistry in Dortmund. Scientists from these institutions also work as professors, private lecturers and assistant lecturers at our Faculty within this cooperation.

As part of a strategic partnership between our Faculty and Evonik-Industries, six doctoral projects are funded with Evonik fellowships, and the appointment to an Evonik Foundation Junior Professorship for Colloid and Interface Chemistry is currently in progress. The Werdemann Foundation similarly finances several doctoral scholarships in our Faculty and since July 2014 a Foundation Professorship for Supramolecular Functional Materials (Jun. Prof. Michael Giese).

The Faculty is represented by its members on various national and international committees and regularly presents its research findings to a broad international public at international conferences and congresses. Our colleagues are often invited to these conferences as keynote speakers. The majority of findings from the Faculty are published in international peer-reviewed journals. International visibility is both a goal and a matter of fact for the Faculty. In 2013, for example, the largest German-language conference on analytical chemistry ANAKON (organised by Prof. Torsten Schmidt and Prof. Oliver Schmitz) was held at the UDE in Essen and attended by more than 500 delegates and 35 exhibitors.

mäßig zu Forschungsaufenthalten und Gastprofessuren im Ausland; umgekehrt forschen und lehren zahlreiche ausländische Wissenschaftler (zum Beispiel als Alexander von Humboldt-Stipendiaten) an unserer Fakultät.

Die Fakultät unterhält intensive Kontakte und Kooperationen zudem mit den benachbarten Universitäten in Bochum und Dortmund sowie den Fachhochschulen in Krefeld und Gelsenkirchen. Auch mit den benachbarten Max-Planck-Instituten für Kohlenforschung und Chemische Energiekonversion in Mülheim und für Physiologische Chemie in Dortmund existieren enge Forschungskooperationen auf allen Ebenen. Wissenschaftler dieser Einrichtungen sind dabei auch als Professoren, Privatdozenten und Lehrbeauftragte an unserer Fakultät tätig.

Mit der Firma Evonik-Industries unterhält unsere Fakultät eine strategische Partnerschaft, bei der aktuell sechs Promotionsvorhaben durch Evonik-Stipendien gefördert werden und zudem gerade die Besetzung einer Evonik-Stiftungs juniorprofessur für Kolloid- und Grenzflächenchemie läuft. Auch die Werdelmann-Stiftung finanziert mehrere Promotionsstipendien an unserer Fakultät sowie seit Juli 2014 eine Stiftungsprofessur für supramolekulare Funktionsmaterialien (Jun.-Prof. Michael Giese).

Die Fakultät ist durch ihre Mitglieder in den unterschiedlichsten nationalen und internationalen Gremien vertreten und nimmt regelmäßig an nationalen und internationalen Tagungen und Kongressen teil, um Forschungsergebnisse einer breiten internationalen Öffentlichkeit vorzustellen. Häufig sind unsere Kolleginnen und Kollegen bei diesen Konferenzen als Hauptredner eingeladen. Veröffentlichungen von wissenschaftlichen Ergebnissen erfolgen in überwiegender Mehrzahl in internationalen peer-reviewed Fachzeitschriften. Internationale Sichtbarkeit ist einerseits Ziel, andererseits auch Selbstverständlichkeit. 2013 fand zum Beispiel die größte deutschsprachige Tagung zur analytischen Chemie, ANAKON, an der UDE in Essen statt (Organisatoren Prof. Torsten Schmidt und Prof. Oliver Schmitz), die von mehr als 500 Teilnehmern und 35 Ausstellern besucht wurde.

The very good reputation of the members of the Faculty throughout Germany is reflected not least in their role in national associations and committees. Prof. Mathias Epple is DFG peer reviewer on the *Biomaterials Review Board*, Prof. Carsten Schmuck is on the board of the *Liebig-Vereinigung für Organische Chemie*, and Prof. Torsten C. Schmidt is the Chair of the *Fachgruppe Wasserchemie*. In this function Prof. Schmidt has also organised the annual national conference of the *Water Chemistry Society* since 2013. In 2014, Essen for the first time hosted the prestigious Liebig Lecture, to which the GDCh invites a promising young colleague from Europe for a two-week lecture series at a total of 6 universities in Germany. Colleagues from our Faculty also sit on the editorial committees of important disciplinary journals. Prof. Stephan Barcikowski is the editor of *Biomaterials* journal. Prof. Stefan Rumann is executive editor of the *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. Prof. Elke Sumfleth and Prof. Carsten Schmuck are members of the editorial board of *ChemKon*, the journal of the *Fachgruppe Chemieunterricht* in the GDCh. Prof. Schmuck additionally sits on the editorial board of the *European Journal of Organic Chemistry*, Prof. Jochen S. Gutmann is the editor of *Polymer Bulletin*, and Prof. Torsten C. Schmidt is a member of the board of trustees of *Nachrichten aus der Chemie* and in 2014 was appointed to the editorial advisory board of the journal *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. Prof. Matthias Epple is associate editor of *RSC Advances* journal.

### Awards and Distinctions

Scientists from our Faculty regularly receive national and international distinctions and acclaim for their work. Just some of their accolades over the last two years are presented here. In 2013, Analytical Chemistry in particular was recognised by the Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh, German Chemical Society) for its achievements. Prof. Oliver Schmitz was awarded the first Gerhard Hesse Prize of the GDCh Working Group for Separation Science, and Prof. Torsten Schmidt the Fresenius Prize of the GDCh. Jakob Haun

Die sehr gute Reputation der Mitglieder der Fakultät innerhalb Deutschlands wird nicht zuletzt durch die Mitwirkung in nationalen Fachgesellschaften und Gremien belegt. Prof. Mathias Epple ist DFG-Fachgutachter im *Fachkollegium Biomaterialien*, Prof. Carsten Schmuck ist im Vorstand der *Liebig-Vereinigung für Organische Chemie* und Prof. Torsten C. Schmidt ist Vorsitzender der *Fachgruppe Wasserchemie*. Seit 2013 wird daher auch die jährliche bundesweite Fachtagung der Wasserchemischen Gesellschaft durch Prof. Schmidt organisiert. In 2014 fand zudem erstmalig die renommierte *Liebig-Lecture* in Essen statt, bei der die GDCh einen aufstrebenden jungen Kollegen aus dem europäischen Ausland zu einer zweiwöchigen Vortragsrundreise an insgesamt 6 Universitäten in Deutschland einlädt. Auch in den Herausgebergremien wissenschaftlicher Fachzeitschriften engagieren sich Kolleginnen und Kollegen unserer Fakultät. Prof. Dr. Stephan Barcikowski ist Herausgeber der Fachzeitschrift *Biomaterials*. Prof. Stefan Rumann ist Geschäftsführender Herausgeber der *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. Prof. Dr. Elke Sumfleth und Prof. Carsten Schmuck sind im Herausgebergremium der Zeitschrift „*ChemKon*“ der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh. Prof. Schmuck ist zudem im Editorial Board des *European Journals of Organic Chemistry*, Prof. Jochen S. Gutmann ist Editor der Zeitschrift *Polymer Bulletin*, Prof. Torsten C. Schmidt ist Mitglied im Kuratorium der *Nachrichten aus der Chemie* und wurde 2014 in das Editorial Advisory Board der Zeitschrift *Analytical and Bioanalytical Chemistry* berufen. Prof. Matthias Epple ist Associate Editor der Zeitschrift *RSC Advances*.

### Preise und Auszeichnungen

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unserer Fakultät werden für ihre Arbeiten regelmäßig national und international ausgezeichnet und geehrt. Nachfolgend eine kleine Auswahl einiger der in den letzten zwei Jahren erfolgten Auszeichnungen. 2013 wurde insbesondere die Analytische Chemie durch die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) geehrt. Prof. Oliver

received the Eberhard Gerstel Prize 2014, and Thorsten Hüffer the Paul Crutzen Prize 2014, each for an outstanding scientific publication in the fields of separation technology and environmental chemistry. Carolin Hülsmann and Holger Tröger each won a poster prize at the International Conference on Chemical Education in Toronto in 2014. Dr. Oliver Tepner accepted a call to a W2 professorship for Chemistry Didactics at the University of Regensburg at the end of 2012, and Dr. Markus Emden took up a Junior Professorship for Natural Science Didactics at PH Schwäbisch Gmünd in 2014. For his work on laser-generated nickel-based nanoparticles as a potential replacement for the platinum used in heterogeneous catalysts to date, Dr. Philipp Wagener (leader of the Technical Chemistry junior research group) was awarded a Max Buchner Prize endowed with 10,000 euros from DECHEMA in 2013. For her master's dissertation on wound adhesives embedded with zinc and iron nanoparticles to improve wound healing, Nina Million of the Technical Chemistry department was awarded the German Society for Biomaterials (DGBM) prize for the best final dissertation in 2013. Her colleague from Technical Chemistry, Marcus Lau, received the “Outstanding Student Paper Award (Oral)” in 2014 at the 15th International Symposium on Laser Precision Microfabrication, Vilnius, Lithuania, for his work on laser sintering zinc crystals with gold nanoparticles into hybrid structures.

### Outlook

The main priority of research at the Faculty of Chemistry in the coming years will be the success of the recently launched collaborative projects, the SFB 1093 “Supramolecular Chemistry on Proteins” and the ALSTER Research Unit, in order to secure extensions for both projects. This will also entail strategic and structural measures, which will be implemented in the Faculty in the next few years. Within the SFB, a fixed-term W2 Professorship for Computational Chemistry and a W1 Junior Professorship for Biosupramolecular Chemistry have been established. The appointments procedure for both professorships is cur-



Schmitz wurde mit dem erstmals vergebenen Gerhard-Hesse-Preis des AK Separation Science in der GDCh ausgezeichnet und Prof. Torsten Schmidt erhielt den Fresenius-Preis der GDCh. Weiterhin wurden Jakob Haun mit dem Eberhard-Gerstel-Preis 2014 und Thorsten Hüffer mit dem Paul-Crutzen-Preis 2014 jeweils für eine herausragende wissenschaftliche Veröffentlichung in den Bereichen Trenntechniken und Umweltchemie ausgezeichnet. Carolin Hülsmann und Holger Tröger haben je einen Posterpreis bei der International Conference on Chemical Education in Toronto in 2014 gewonnen. Dr. Oliver Tepner hat Ende 2012 einen Ruf auf eine W2-Professur für Chemiedidaktik an der Universität Regensburg angenommen und Dr. Markus Emden in 2014 einen Ruf auf eine Juniorprofessur für Naturwissenschaftsdidaktik an der PH Schwäbisch Gmünd. Für seine Untersuchungen zu lasergenerierten nickelbasierten Nanopartikeln, die das bisher übliche Platin in heterogenen Katalysatoren ersetzen könnten, hat Dr. Philipp Wagener (Nachwuchsgruppenleiter in der Technischen Chemie) 2013 einen mit 10.000 Euro dotierten Max-Buchner-Preis der DECHEMA verliehen bekommen. Für ihre Masterarbeit zu Wundauflagen mit eingebetteten Nanopartikeln aus Zink und Eisen, die die Wundheilung verbessern, erhielt die Technische Chemikerin Nina Million den Preis der Deutschen Gesellschaft für Biomaterialien (DGBM) für die beste Abschlussarbeit 2013. Marcus Lau, ebenfalls aus der Technischen Chemie, erhielt 2014 den „Outstanding Student paper Award (Oral)“ auf dem 15th International Symposium on Laser Precision Microfabrication, Vilnius, Lithuania für seine Arbeiten zum Lasersintern von Zinkkristallen mit Goldnanopartikeln zu Hybridstrukturen.

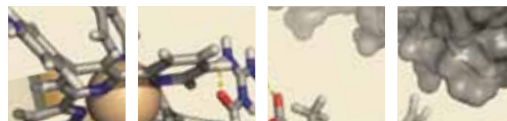
### **(Zukunfts)perspektiven**

Das Hauptaugenmerk der Forschung der Fakultät für Chemie wird in den nächsten Jahren vor allem darin liegen, die gerade gestarteten Verbundprojekte, den SFB 1093 Supramolekulare Chemie an Proteinen und die Forschergruppe ALSTER, zum Erfolg zu führen, um die Verlänge-



rently underway, and we are confident of finding excellent scientists whose work will further strengthen the SFB to fill the posts. The early reappointment to the professorship of Prof. Elke Sumfleth is intended to ensure continuity in the work of the ALSTER Research Unit. A further Research Unit on Nanobiophotonics is currently at the pre-review stage with the DFG. In this Research Unit, several research groups from





rung beider Projekte zu gewährleisten. Hierzu gehören auch strategische und strukturbildende Maßnahmen, die in der Fakultät in den nächsten Jahren umgesetzt werden. Im Rahmen des SFB wird eine befristete W2-Professur Computational Chemistry und eine W1-Juniorprofessur Biosupramolekulare Chemie eingerichtet. Für beide Professuren laufen gerade die Besetzungsverfahren, und wir sind zuversichtlich, für beide Stellen exzellente Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gewinnen zu können, die mit ihrer Arbeit den SFB weiter stärken werden. Durch eine vorgezogene Neubesetzung der Professur von Prof. Elke Sumfleth soll die Kontinuität der Arbeiten in der Forschergruppe ALSTER sichergestellt werden. Eine weitere Forschergruppe zum Thema Nanobiophotonik befindet sich gerade in der Vor-Begutachtung durch die DFG. In dieser Forschergruppe wollen unter der Federführung von Prof. Sebastian Schlücker und Prof. Stephan Barcikowski mehrere Arbeitsgruppen aus der Chemie, Biologie und Medizin auf dem hochaktuellen und gerade mit dem Nobelpreis ausgezeichneten Themengebiet der hochauflösenden Molekülspektroskopie gemeinsam Grundlagenforschung betreiben.

Auch die Nachwuchsförderung im akademischen Bereich wird in den nächsten Jahren ein Schwerpunkt der Fakultät für Chemie sein. Wenn die beiden laufenden Verfahren zur Besetzung der Juniorprofessuren für Biosupramolekulare Chemie bzw. Kolloid- und Grenzflächenchemie abgeschlossen sind, werden insgesamt fünf eigenständige Nachwuchsgruppen (drei Juniorprofessuren, eine BMBF-Nachwuchsgruppe und ein Liebig-Stipendiat) bei uns tätig sein. Diese jungen Leute werden neue Themen und Erfahrungen mit in die Fakultät bringen, die das Forschungsspektrum um viele spannende und neue Projekte erweitern werden. Bereits begonnen mit dem Aufbau eigener Arbeitsgruppen und der Entwicklung eigener Forschungsfelder haben die folgenden drei Nachwuchswissenschaftler an unserer Fakultät. Dr. Philipp Wagener beschäftigt sich, gefördert vom BMBF, als technischer Chemiker mit der Katalyse. Seine Spezialität sind laserge-

Chemistry, Biology and Medicine headed by Prof. Sebastian Schlücker and Prof. Stephan Barcikowski intend to conduct basic research on the very current and recent Nobel Prize-winning field of high-resolution molecular spectroscopy.

Another main priority of the Faculty of Chemistry in the years to come will be to support the next generation of scientists and scholars. On completion of the present appointments procedure for the Junior Professorships in Biosupramolecular Chemistry and Colloid and Interface Chemistry, a total of five independent young research groups (three junior professorships, a BMBF early stage researcher group and a Liebig stipend) will be working in our Faculty. These young scientists will bring new work and experience to the Faculty and extend our research scope with many exciting and innovative projects. Three of the early stage scientists have already begun establishing their own research groups and developing their own fields of research in our Faculty. As a Technical Chemist, Dr. Philipp Wagener is working with the support of the BMBF on catalysis. He specialises in laser-generated nanoparticles for energy technology applications such as fuel cells, energy storage and photocatalysis. Junior Professor Michael Giese from Organic Chemistry is supported by the Werdelmann Foundation and is working on new approaches to the synthesis of liquid crystals using the self-assembly of tiny molecules; these, for example, join to form larger, disk-shaped assemblies that are then stacked on top of each other, like molecular lego, to form a liquid crystal. Dr. Jochen Niemeyer, similarly from Organic Chemistry, is working towards his goal of using molecules for information storage. In conjunction with the Junior Professorship for Biosupramolecular Chemistry still to be assigned and the Evonik Foundation Professorship for Colloid and Interface Chemistry, these young colleagues will make a significant and lasting contribution to the existing research priorities of our Faculty. With its major collaborative projects, the SFB 1093, the ALSTER Research Unit, the progress group "Fortschrittkolleg – Future Water" and other projects currently in preparation,

nerierte Nanopartikel für energietechnische Anwendungen wie Brennstoffzellen, Energiespeicherung und Photokatalyse. Juniorprofessor Michael Giese aus der Organischen Chemie wird von der Werdemann-Stiftung unterstützt und beschäftigt sich mit neuen Ansätzen zur Herstellung von Flüssigkristallen durch die Selbstaggregation kleiner Moleküle, die sich zum Beispiel zu größeren scheibenförmigen Aggregaten zusammenschichten, die dann aufeinander stapeln und so einen Flüssigkristall bilden; eine Art molekulares Lego. Dr. Jochen Niemeyer, ebenfalls aus der Organischen Chemie, hat sich zum Ziel gesetzt, Moleküle zur Informationsspeicherung zu nutzen. Zusammen mit der noch zu besetzenden Juniorprofessur für Biosupramolekulare Chemie und der Evonik-Stiftungs juniorprofessur für Kolloid- und Grenzflächenchemie werden diese jungen Kollegen die aktuell an unserer Fakultät vorhandenen Forschungsschwerpunkte nachhaltig verstärken. Zusammen mit den großen Verbundprojekten, dem SFB 1093, der Forschergruppe Alster, dem Fortschritt kolleg Future Water und anderen in der Vorbereitung befindlichen Projekten wie der Forschergruppe Nanobiophotonik ist unsere Fakultät damit auch für die nächsten Jahre gut aufgestellt.

such as the Nanobiophotonics Research Unit, our Faculty continues to be well placed for the years ahead.

## Kontakt

### Contact

#### Dekanat Chemie

Universität Duisburg-Essen  
Universitätsstraße 5  
45141 Essen

☎ +49 201 183 3194

☎ +49 201 183 2449

@ dekanat@chemie.uni-due.de

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