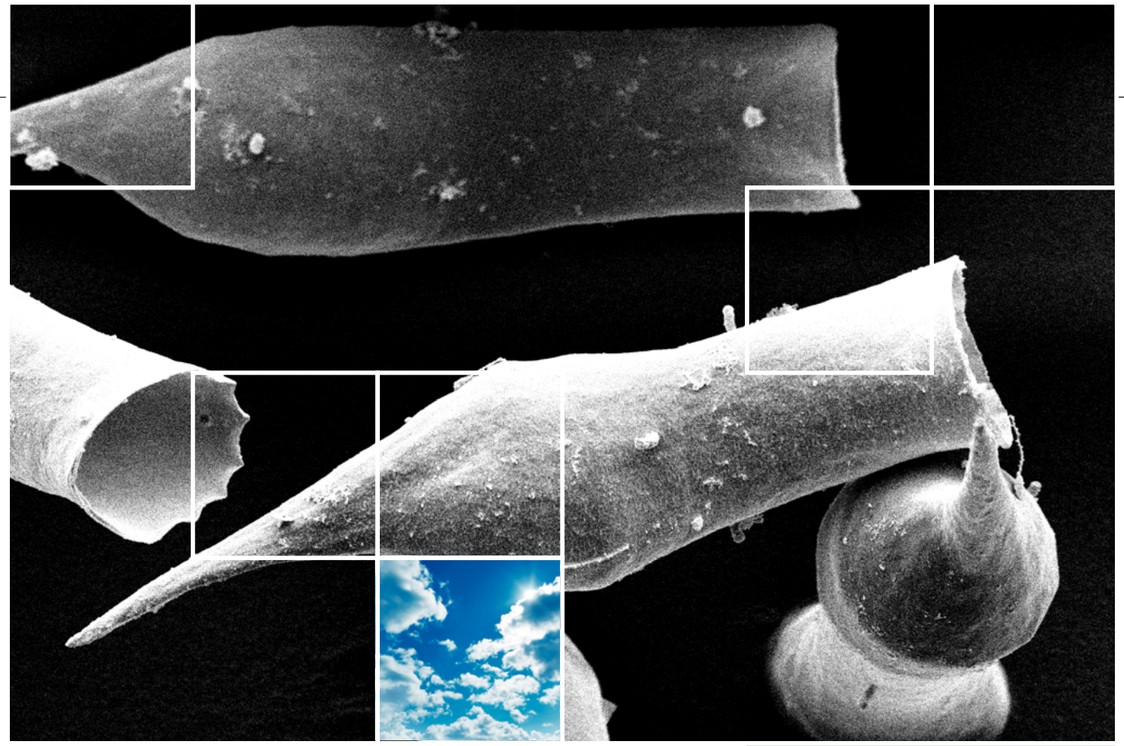


© Foto: Sabina Wodniok

Dinobryon divergens, Lorica
Dinobryon divergens, Lorica

Fakultät für Biologie
Faculty of Biology

Die Fakultät hat sich in den letzten Jahren konsequent auf drei Forschungsgebiete ausgerichtet: Medizinische Biologie, Wasser- und Umweltforschung sowie empirische Bildungsforschung. Diese Schwerpunkte sind eng mit drei Fakultäts-übergreifenden Einrichtungen verbunden, dem Zentrum für Medizinische Biologie (ZMB), dem Zentrum für Wasser- und Umweltforschung (ZWU) und dem Interdisziplinären Zentrum für Bildungsforschung (IZfB). Die Fakultät umfasst derzeit 20 Arbeitsgruppen.

The Faculty of Biology has focused in recent years on three research areas: Medical Biology, Water and Environmental Research, and Empirical Educational Research. These priorities are closely connected with three overarching institutions – the Centre for Medical Biotechnology (ZMB), the Centre for Water and Environmental Research (ZWU), and the Interdisciplinary Centre of Educational Research (IZfB). The Faculty currently has 20 research groups.

Gemessen an der Zahl der Arbeitsgruppen gehört die Fakultät für Biologie zu den kleineren Fakultäten der Universität Duisburg-Essen. Durch ausgeprägte Kooperationen vor allem mit den Fakultäten für Medizin, Chemie und Ingenieurwissenschaften sowie außeruniversitären Forschungseinrichtungen wird die kritische Masse zur Bearbeitung von drei thematischen Schwerpunkten erreicht. Die Fakultät hat den Anspruch, in Forschung und Lehre die Skalen vom Biomolekül über Zellen, Gewebe, Organismen bis hin zu Ökosystemen abzudecken. Zusehends gewinnen die Arbeitsgruppen ihren wissenschaftlichen Nachwuchs aus den eigenen Studiengängen, den Bachelor-Studiengängen Biologie und Medizinische Biologie, den Master-Studiengängen Biologie, Medizinische Biologie, Biodiversität, Environmental Toxicology und Transnational Water Management sowie den Lehramts-Studiengängen für alle Schulstufen.

Arbeitsgruppen der Fakultät sind an mehreren strukturierten Programmen beteiligt, unter anderem dem deutsch-chinesischen Transregio TRR 60 (Biochemie, Bioinformatik) und dem SFB 1093 Supramolekulare Chemie an Proteinen (Sprecher: Prof. Thomas Schrader, Fakultät für Chemie; unter Beteiligung von acht Arbeitsgruppen aus der Fakultät für Biologie). Wissenschaftler*innen der Fakultät koordinieren das EU-Projekt MARS. Weitere Anträge für strukturierte Programme unter Koordination der Fakultät befinden sich in der Vorbereitung; unter andere wurden zwei Voranträge für Sonderforschungsbereiche gestellt (je einer in den Schwerpunkten Medizinische Biologie und Wasser).

Forschungsschwerpunkt Medizinische Biologie

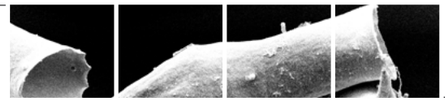
Der Forschungsschwerpunkt „Medizinische Biologie“ ist dem Zentrum für Medizinische Biotechnologie (ZMB) zugeordnet, dem auch Arbeitsgruppen der Medizinischen Fakultät sowie der Fakultät für Chemie angehören. Die elf biologischen Arbeitsgruppen des ZMB tragen die Studiengänge BSc und MSc „Medizinische Biologie“, darüber hinaus tragen sie zu den Bachelor- und Masterstudiengängen Biologie und Lehramt Biologie bei. Der Forschungsschwerpunkt Medizinische Biologie verfügt über folgende

Measured by the number of research groups, the Faculty of Biology is one of the smaller faculties at the University of Duisburg-Essen (UDE). However, through strong partnerships, particularly with the Faculties of Medicine, Chemistry and Engineering and other research institutions, critical mass is achieved for the three research areas. The Faculty sets out to conduct research and teaching on scales ranging from biomolecules, cells, tissues and organisms to entire ecosystems. Increasingly, the research groups recruit their young scientists from the Faculty’s own programmes, the Bachelor’s degrees in Biology and Medical Biology, Master’s in Biology, Medical Biology, Biodiversity, Environmental Toxicology and Transnational Water Management, and the teacher education programmes for all school levels.

Research groups from the Faculty are involved in several structured programmes, including the Sino-German Transregional TRR 60 (Biochemistry, Bioinformatics), and the new Collaborative Research Centre SFB 1093: Supramolecular Chemistry on Proteins (Spokesperson: Prof. Thomas Schrader, Faculty of Chemistry, with the participation of eight groups from the Faculty of Biology). Scientists from the Faculty coordinate the EU project MARS. Other applications for programmes coordinated by the Faculty are in preparation, including two preliminary applications for special research areas (one each in the fields of Medical Biology and Water).

Medical Biology Research

The “Medical Biology” research focus is associated with the Centre for Medical Biotechnology (ZMB), which also includes research groups from the Faculty of Medicine and the Faculty of Chemistry. The ZMB’s eleven biological research groups support the BSc and MSc degree programmes in “Medical Biology,” as well as contributing to the Bachelor’s and Master’s programmes in Biology and the Lehramt [teaching certification] in Biology. The Medical Biology research area has the following core facilities at its disposal: Analytics Core Facilities (ACE), the Imaging Centre Campus Essen (ICCE), the Imaging Center Essen (IMCES), and NMR Spectroscopy. Furthermore, the ZMB also has its own mouse facility at the

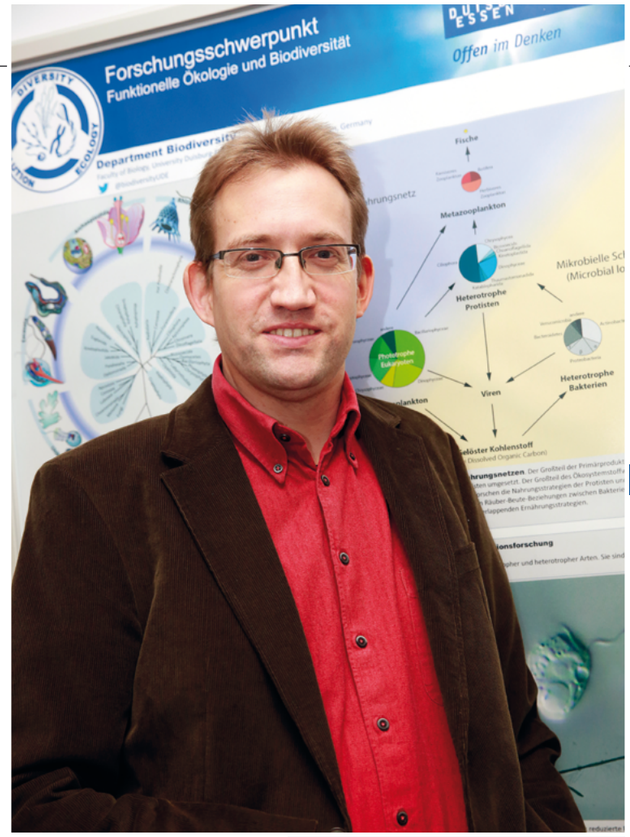


Core Facilities: Analytics Core Facilities (ACE), Imaging Centre Campus Essen (ICCE), Imaging Centre Essen (IMCES) sowie NMR Spectroscopy. Darüber hinaus betreibt das ZMB am Standort Essen ein Maushaus. Die Forschung konzentriert sich auf die Themen „Oncology“, „Immunology, Infectious Diseases and Transplantation“ sowie „Molecular and Chemical Cell Biology“. Die biologischen Arbeitsgruppen des ZMB sind maßgeblich am SFB 1093 „Supramolecular Chemistry on Proteins“ beteiligt sowie am Transregional Collborative Research Centre 60, an vier Graduiertenkollegs sowie an der Forschergruppe 2123.

Die Arbeitsgruppe Strukturelle und Medizinische Biochemie (Prof. Peter Bayer) befasst sich mit der Interaktion und der post-translationalen Modifikation von Proteinen. Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 1093 „Supramolecular Chemistry on Proteins“ hat die Arbeitsgruppe in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Hemmo Meyer (Molekularbiologie I) in den letzten beiden Jahren die Interaktion von p97 mit seinem Kofaktor UBXD1 auf molekularer Ebene mit Hilfe der NMR strukturell untersucht (1). p97 (auch VCP genannt) ist eine AAA-ATPase die an der Zellzyklus-Regulation, der DNA-Reparatur und im Proteinabbau beteiligt ist. Mutationen in p97, welche die Wechselwirkung von p97 und UBXD1 betreffen, können folglich zur Ausbildung neurodegenerativen Erkrankungen führen. Dabei ist es in Kooperation mit Thomas Schrader (Organische Chemie) gelungen, diese krankheitsrelevante Wechselwirkung mittels supramolekularer Liganden erfolgreich zu inhibieren. In ähnlicher Weise wird in Zusammenarbeit mit der Gruppe von Shirley Knauer (Molekularbiologie II) die Wechselwirkung des Apoptose-relevanten Proteins Survivin mit supramolekularen Pinzetten untersucht. Im Bereich der Peptidyl-Prolyl-Isomerasen (PPIase) konnten erstmalig gezeigt werden, dass PPIasen in archealen Organismen endogen exprimiert werden und es gelang, die Strukturen, Lokalisation und die zelluläre Funktion von Vertretern dieser Enzyme mit NMR, TEM und Enzymassays aufzuklären (2).

Die Arbeitsgruppe um Prof. Hemmo Meyer erforscht die zellulären Abwehrstrategien gegen Stress-induzierte Schädigungen und wie sie durch das Ubiquitin-Proteasome-System vermittelt werden, um das Überleben und Funktionsfähigkeit der Zellen zu gewährleisten. Körperzellen sind ständig Stressen ausgesetzt, die ihre Organellen, ihre DNS und ihre Proteine schädigen können. Zu diesen Stressen gehören Bestrahlung, oxidative Stoffe, Pathogene sowie zelleigene Faktoren, die Alterungs- und degenerativen Prozesse beschleunigen können. Ein besonderer Fokus der Forschung ist eine molekulare Maschine, die als p97 bezeichnet wird. Zusammen mit Neurolog*innen von der Washington Universität St. Louis konnte die Gruppe nun aufdecken, dass p97 auf defekte Lysosomen reagiert und mittels weiterer Faktoren dafür sorgt, dass diese Organellen nach Schädigung effizient durch den Prozess der Autophagie entsorgt werden. Es wird nun angenommen, dass auf diese Weise die Degeneration von Muskel- und Nervenzellen verhindert wird, die bei Mutation von p97 im Menschen auftritt, aber auch in einer Vielzahl anderer degenerativer Erkrankungen eine Rolle spielt. Außerdem konnte die Gruppe in Zusammenarbeit mit Molekularbiolog*innen der Rockefeller Universität zeigen, dass p97 auf die Schädigung von DNS durch gefährliche Doppelstrangbrüche reagiert. Hier nutzt p97 seine erstaunliche Fähigkeit, Proteine zu entfalten, um Reparatur-Faktoren nach der Reparatur von der DNS abzuziehen, damit diese DNS wieder ihre Funktion erfüllen kann. Das Ziel ist nun in beiden Projekten, die zu Grunde liegenden molekularen Mechanismen weiter zu verstehen, nicht zuletzt um mögliche Strategien aufzudecken, wie man therapeutisch in diese Prozesse eingreifen kann.

Um die DNA-Replikation im Menschen zu untersuchen, erforscht die Arbeitsgruppe um Prof. Dominik Boos zur Zeit die zellulären Funktionen und Regulationen des Proteinkomplexes aus Treslin, MTBP und TopBP1, der eine Hauptregulationsplattform des ersten Schritts der Replikation, der Initiation, darstellt (Boos und Diffley 2011 und 2013). Um die Konstanz der genetischen Information über viele Generationen von Zellen und Organismen zu gewährleisten, muss jede Zelle bei ihrer Entstehung durch Zellteilung einen kompletten fehlerfreien Satz der genetischen Information erhalten. Die AG Boos möchte herausfinden, wie menschliche Zellen es schaffen, ihre DNA durch DNA-Replikation korrekt zu duplizieren, um je einen Satz der genetischen Information für beide Tochterzellen zur Verfügung

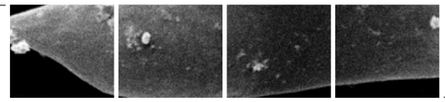


Dekan/Dean: Prof. Dr. Jens Boenigk

Essen-based site. The research here centres on the subjects of “Oncology”, “Immunology, Infectious Diseases and Transplantation” and “Molecular and Chemical Cell Biology”. The biological research groups of the ZMB play a prominent role in SFB 1093: Supramolecular Chemistry on Proteins, as well as in the Transregional Collaborative Research Centre 60, four research training groups, and research group 2123.

The Structural and Medical Biochemistry research group (Prof. Peter Bayer) deals with the interaction between and the post-translational modification of proteins. As part of Collaborative Research Centre 1093: Supramolecular Chemistry on Proteins, and in collaboration with the Molecular Biology I research group led by Hemmo Meyer, the past two years have seen this research group structurally investigate the interaction of p97 with its cofactor UBXD1 at the molecular level with the aid of NMR (1). Also known as VCP, p97 is an AAA-ATPase involved in cell cycle regulation, DNA repair and protein degradation. Mutations in p97 that affect the interaction between this AAA-ATPase and UBXD1 could lead to the development of neurodegenerative diseases. With this in mind, a cooperation involving Thomas Schrader (Organic Chemistry) has made it possible to successfully inhibit this disease-related interaction by means of supramolecular ligands. Similarly, the interaction of the apoptosis-related protein survivin is investigated with supramolecular forceps in collaboration with Shirley Knauer’s Molecular Biology II research group. In the field of peptidyl-prolyl isomerases (PPIase), it was possible to show for the first time that PPIases are endogenously expressed in archeal organisms, as well as to explain the structures, localisation and cellular function of representatives of these enzymes with NMR, TEM and enzyme assays (2).

The research group of Prof. Hemmo Meyer explores cellular defence strategies against stress-induced damage, and how these are mediated by the ubiquitin-proteasome system to ensure the survival and functioning of the cells. Somatic cells are constantly exposed to stresses that can damage their organelles, their DNA and their proteins. These stresses include radiation, oxidative substances, pathogens, and cell-specific factors that can accelerate ageing and degenerative processes. A particular focus of research in this field is a molecular machine known as p97. In cooperation with neurologists from Washington University in St. Louis, the group has now discovered that p97 reacts to defective lysosomes and, with the help of other factors, ensures that these organelles are efficiently disposed of, once damaged, by the process of autophagy. It is now assumed that this is the way forward in regards to preventing the degeneration of muscle and nerve cells, which not only occurs when p97 mutates in humans, but also plays a role in a variety of other degenerative diseases. In collaboration with molecular biologists at Rockefeller University, the group has also been able to show that p97 reacts to DNA damage caused by dangerous double-strand breaks. To this end, p97 exploits its amazing ability to unfold proteins in order to subtract repair factors from DNA after repair, allowing the DNA to perform its function once again. The aim of both projects is now to further understand the



zu haben. Wenn die DNA-Replikation fehlerhaft ist, kommt durch Mutationen zur Krebsentstehung und zur Vererbung von Krankheiten. Im Rahmen eines NRW-Rückkehrer-Projektes untersucht die AG Boos seit 2015 die molekularen und zellulären Funktionen von Treslin und MTBP. Eine natürliche Erweiterung dieser Forschung wurde durch die Teilnahme der AG Boos am GRK1739 seit 2016 möglich. Dabei wird die Regulation der Replikation nach Induktion von DNA-Schäden durch radioaktive Bestrahlung von Zellen untersucht. Außerdem untersucht die AG Boos seit 2016, wie der Treslin-MTBP-TopBP1 Proteinkomplex bei der Krebsprädisposition beteiligt ist. Dies geschieht in Kollaboration mit der AG Kratz in Hannover und wird durch die Jose Carreras Leukämiestiftung unterstützt.

Der wissenschaftliche Schwerpunkt der Arbeitsgruppe von Prof. Perihan Nalbant sind Signalkaskaden, welche das Aktinzytoskelett während dynamischen zellulären Prozessen kontrollieren. Dabei stehen die Proteine der Rho-GTPase Familie im Fokus, die als Schlüsselregulatoren von Zellfortsätzen (Rac1 und Cdc42) und Aktin-Myosin Kontraktionen (RhoA) gelten. Ein wichtiges Ziel der Gruppe ist es, mit Hilfe von modernen fluoreszenzmikroskopischen Lebendzellansätzen sowie zell- und molekular-biologischen Methoden nicht nur die Regulation dieser Aktin-basierten Strukturen zu entschlüsseln, sondern auch ihre Rolle in wichtigen zellulären Prozessen zu verstehen. Mit Hilfe von TIRF-M (interne Totalreflektionsfluoreszenzmikroskopie) konnte die Arbeitsgruppe kürzlich in adhärenten Zellen dynamische, sub-zelluläre Aktin-Myosin Kontraktionen zeigen und ihre Regulation durch ein selbstorganisiertes Rho-GTPase Signalnetzwerke entschlüsseln. Derzeit untersucht die Gruppe eine potentielle sensorische Rolle der dynamischen Kontraktionsmuster in der Kontrolle des Zellschicksals in Abhängigkeit von den physikalischen Eigenschaften der extrazelullären Matrix.

Die Arbeitsgruppe Molekularbiologie II von Prof. Shirley Knauer beschäftigt sich mit den beiden onkologisch und Entwicklungsrelevanten Proteinen Survivin und Taspase 1, einer Protease. Im Fokus der Arbeiten steht hierbei das Verständnis der Regulation des Kern-Zytoplasma-Transports und dessen Bedeutung

underlying molecular mechanisms, not least to uncover possible strategies for therapeutic intervention in these processes.

To investigate DNA replication in humans, Prof. Dominik Boos and his research group are currently investigating the cellular functions and regulations of the treslin, MTBP and TopBP1 protein complex, which is a main regulatory platform of the first step of replication – initiation (Boos and Diffley 2011 and 2013). In a bid to ensure the consistency of the genetic information over many generations of cells and organisms, each cell must be given a complete, error-free set of genetic information upon being generated by cell division. Prof. Boos and his research group are aiming to find out how human cells are able to duplicate their DNA correctly by means of DNA replication so as to have a set of genetic information available for both daughter cells. Issues with the DNA replication can lead to cancer and the transmission of diseases as a result of mutations. As part of a North Rhine-Westphalian returnee project, the Boos research group has been investigating the molecular and cellular functions of treslin and MTBP since 2015. What's more, the involvement of this group in GRK1739 since 2016 has facilitated a natural extension of its research objectives, which include investigating the regulation of the replication process following the induction of DNA damage by radioactive cell irradiation. Also since 2016, Boos and the team have been investigating how the treslin MTBP-TopBP1 protein complex is involved in cancer predisposition. Supported by the Josep Carreras Leukaemia Foundation, this is a collaborative project with the Kratz research group in Hanover.

The research in Prof. Perihan Nalbant's "Molecular Cell Biology" workgroup focus on the study of signalling cascades that control the actin cytoskeleton during dynamic cellular processes. In particular, the group is interested in the proteins of the Rho GTPase family known as key regulators of cell protrusions (Rac1 and Cdc42) and actin-based cytoskeletal contractions (RhoA). To understand the regulation of the individual cytoskeletal structures and to uncover their biological relevance, the group uses cutting-edge fluorescence microscopy techniques and cellular and molecular biology methods. Using TIRF (Total internal reflection fluorescence) microscopy,

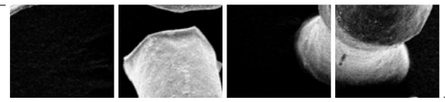
für die zelluläre Homöostase, insbesondere den Zellzyklus und Entscheidungen, welche das Zellschicksal beeinflussen, die maligne Transformation bei der Krebsentstehung sowie als potentieller Angriffspunkt für neue Therapiestrategien. Arbeiten der letzten Jahre konnten unter anderem die evolutionäre Entwicklung des proteolytischen Repertoires von Taspase 1 näher beleuchten. Deren evolutionäre Divergenz führt zu einer Spezies-spezifischen Substraterkennung, was neben der weniger stringent definierten Erkennungssequenz auch auf eine fehlende nukleoläre Lokalisation in anderen Spezies zurückzuführen ist, wie Studien an dem homologen Enzym aus der Fruchtfliege Drosophila zeigen konnten. In Kooperation mit dem Arbeitskreis Organische Chemie von Prof. Carsten Schmuck, auch als Mitglied des Centrums für Nanointegration Duisburg-Essen (CENIDE), entwickeln wir seit mehreren Jahren erfolgreich neuartige Gentransfektions-Reagenzien, welche auch zur Herabregulierung von Survivin in unterschiedlichen Krebszelllinien eingesetzt werden. Aktuell konnten große Fortschritte durch den Einbau maßgeschneiderter Anionen-Bindemotive sowie nicht-natürlicher Aminosäure-Analoga zur Ausbildung von Nanoröhren erzielt werden.

Bioaktive, chemische Wirkstoffe stellen wertvolle Ausgangssubstanzen zur Entwicklung neuer Chemotherapeutika als auch als Werkzeuge zur biologischen Grundlagenforschung dar. In der Arbeitsgruppe Chemische Biologie (Prof. Markus Kaiser) werden strukturell neuartige chemische Wirkstoffe synthetisiert, auf ihre biomedizinischen Eigenschaften getestet und bei einer vielversprechenden biologischen Aktivität die zugrundeliegenden molekularen Wirkmechanismen aufgeklärt. Im Rahmen dieser Arbeiten gelang es dabei zum Beispiel, den Polyacetylen-Naturstoff Callyspongynic acid erstmals chemisch darzustellen und dessen molekularen Wirkmechanismus mittels moderner, Massenspektrometrie-basierter Proteomik eingehend zu charakterisieren. Obwohl Polyacetylene eine große Familie an bioaktiven und chemotherapeutisch potentiell interessanten Naturstoffen darstellen, sind ihre molekularen Wirkmechanismen noch weitestgehend unbekannt. Mit der vorliegenden Arbeit konnte nun erstmals für einen Vertreter Polyacetylen-Naturstoffklasse gezeigt

the group has recently revealed dynamic subcellular actin-myosin contractions in adherent cells and was able to identify key components of the regulatory signal network. Building on those findings, the group are currently investigating a potential sensory role of dynamic contraction patterns in the control of cell fate as a response to distinct physical properties of the extracellular matrix.

The research group of Prof. Shirley Knauer (Molecular Biology II) is interested in the oncologically and developmentally relevant proteins survivin and tapsase 1, a protease. Their work focuses on understanding the regulation of nucleo-cytoplasmic transport and its impact on cellular homeostasis, especially the cell cycle and decisions impacting cell fate, as well as its impact on the malign transformation in cancer development, and as potential target for new therapy strategies. The work over the last few years could shed light on the evolution of the proteolytic repertoire of taspase 1. Its evolutionary divergence leads to species-specific substrate recognition, which is attributed to a less stringently-defined consensus sequence as well as a missing nucleolar localization in other species, demonstrated by studies on the homologous enzyme from the Drosophila fruit fly. In a long-standing cooperation with the Organic Chemistry group of Prof. Carsten Schmuck, also as a member of the Center for Nanointegration Duisburg-Essen (CENIDE), we have been successfully developing novel gene transfection reagents, which are also suited for the downregulation of survivin in different cancer cell lines. Recently, significant progress could be achieved by the incorporation of tailor-made anion-binding motifs and of non-natural amino acid analogues, which led to the formation of nanotubes.

Bioactive, chemical active ingredients are valuable starting substances for the development of new chemotherapeutics, as well as tools for basic biological research. The Chemical Biology research group (led by Prof. Markus Kaiser) seeks to synthesise innovative, structural, chemical agents, test their biomedical properties, and explain the underlying molecular action mechanisms with promising biological activity. Within the scope of this research, for example, it has been possible to chemically present the



Professor*innen | Professors

Medizinische Biologie
Prof. Dr. Peter Bayer
Prof. Dr. Dominik Boos
Prof. Dr. Michael Ehrmann
Prof. Dr. Daniel Hoffmann
Prof. Dr. Markus Kaiser
Prof. Dr. Shirley Knauer
Prof. Dr. Hemmo Meyer
Prof. Dr. Andrea Musacchio
Prof. Dr. Perihan Nalbant
Prof. Dr. Andrea Vortkamp
Prof. Dr. Stefan Westermann

Wasser- und Umwelforschung
Prof. Dr. Jens Boenigk
Prof. Dr. Hynek Burda
Prof. Dr. Peter Haase
Prof. Dr. Daniel Hering
Prof. Dr. Florian Leese
Prof. Dr. Hardy Pfanz
Prof. Dr. Ulrich Schreiber
Prof. Dr. Bernd Sures

Empirische Lehr- und Lernforschung
Prof. Dr. Angela Sandmann
Prof. Dr. Philipp Schmiemann

werden, dass diese polypharmakologisch auf viele unterschiedliche biologische Prozesse wirken.

Die Gruppe von Prof. Michael Ehrmann untersucht evolutionär konservierte zelluläre Faktoren, die an Schlüsselaspekten der Qualitätskontrolle beteiligt sind, wie beispielsweise der Detektion fehlgefalteter Proteine, Signalerkennung und Integration in die Reaktionswege entfalteter Proteine sowie Regeneration des funktionellen Zustands. Das Ziel dieser Studien besteht darin, die allgemeinen Konzepte aufzuzeigen, welche die der Diagnose, Reparatur und dem Abbau von Proteinen zugrundeliegenden Molekularmechanismen bestimmen. Den Schwerpunkt der Forschung bildet die hochkonservierte HtrA-Familie von Serinproteasen, die an allen Aspekten der ATP-unabhängigen Proteinqualitätskontrolle beteiligt sind. Es wurde aufgezeigt, dass ein Protein die antagonistischen Funktionen von Chaperon- und Proteaseaktivitäten innerhalb eines einzigen Polypeptids vereinen kann. Darüber hinaus wurde in Zusammenarbeit mit Tim Clausen (IMP Vienna) gezeigt, dass HtrAs zwischen verschiedenen oligomeren Zuständen wechseln können, und der Aktivierungsmechanismus durch Oligomerisierung wurde aufgeklärt. In den letzten Jahren hat die Erforschung von Human-HtrA1 dessen Beteiligung an Krebs

polyacetylene natural substance of callyspongynic acid for the first time, and characterise its molecular action mechanism in detail by means of modern mass-spectrometry-based proteomics. Although polyacetylenes represent a large family of potentially interesting natural products from a bioactive and chemotherapeutic perspective, their molecular action mechanisms are still largely unknown. Using a substitute polyacetylene class of natural substances, this work has shown for the very first time that these have a polypharmacological effect on many different biological processes.

The group led by Prof. Michael Ehrmann studies evolutionarily-conserved cellular factors that are involved in key aspects of quality control, such as the detection of misfolded proteins, signal recognition and integration into the unfolded protein response pathways, and regeneration of the functional state. These studies aim to reveal the general concepts governing the underlying molecular mechanisms of protein diagnosis, repair and degradation. The research focuses on the widely-conserved HtrA family of serine proteases that are involved in all aspects of ATP-independent protein quality control. We demonstrated that a protein can combine the antagonistic functions of chaperone and protease activities within a single polypeptide. Furthermore, in collaboration with Tim Clausen (IMP Vienna), it was shown that HtrAs can switch between various oligomeric states and has elucidated the mechanism of activation by oligomerisation. In recent years, work on human HTRA1 has revealed its involvement in cancer (as a tumor suppressor), in arthritis (in remodelling of the extracellular matrix) and in Alzheimer's disease (in disaggregation and proteolytic degradation of amyloid fibrils that are hallmarks of the disease). Chemical biology approaches have been used for a number of years, mainly in collaboration with Prof. Markus Kaiser, by biotech and pharmaceutical companies, to generate tools for basic research and for drug development purposes.

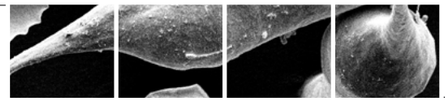
Over the past two years, the Bioinformatics and Computational Biophysics group (Prof. Dr. Daniel Hoffmann) has been developing quantitative methods to research biological "populations". "Population", in the general sense, is central to many biological phenomena (evolution, ecology,

(als Tumorsuppressor), an Arthritis (im Rahmen der Remodellierung der extrazellulären Matrix) und an der Alzheimer-Krankheit (im Rahmen der Disaggregation und des proteolytischen Abbaus amyloider Fibrillen, die Kennzeichen der Krankheit sind) aufgezeigt. Seit einigen Jahren nutzen Biotech- und Pharmaunternehmen, vorwiegend in Zusammenarbeit mit Prof. Markus Kaiser, chemisch-biologische Ansätze, um Werkzeuge für die Grundlagenforschung und Arzneimittelentwicklung bereitzustellen.

Die Abteilung Bioinformatics and Computational Biophysics (Prof. Daniel Hoffmann) hat in den letzten beiden Jahren quantitative statistische Methoden entwickelt, um biologische „Populationen" zu erforschen. Populationen, verstanden in einem allgemeinen Sinn, sind zentral für viele biologische Phänomene in Evolution, Ökologie, Immunologie, etc. Außerdem erlauben Populationen die Anwendung mächtiger statistischer Verfahren, die Hinweise auf biologische Mechanismen liefern können. Einige Methoden wurden entwickelt, um Daten aus Hochdurchsatz-Sequenzierungen (HT-Seq) zu interpretieren. HT-Seq ist eine Gruppe revolutionärer experimenteller Methoden, die in der Lage sind, verschiedene biologische „Populations"-Aspekte zu messen. Beispiele für unsere neuen Methoden: SeqFeatR und genphen dienen der Entdeckung von Genotyp-Phänotyp-Zusammenhängen (z.B. zwischen einer Virus-Mutation und der Eigenschaft, dem Immunsystem zu entkommen); AmpliconDuo hilft bei der effektiven Prozessierung der riesigen verrauschten Datenmengen aus HT-Seq-Experimenten, z.B. aus ökologischen Gemeinschaften; MaxRank-Normalisierung erlaubt direkte quantitative Vergleiche zwischen Populationen (z.B. Darmflora, B-Zell-Rezeptor-Repertoires, virale Quasispecies). Die Anwendung dieser Methoden führte zu überraschenden Entdeckungen, beispielsweise von Mutationen die dem Hepatitis B Virus helfen, dem Immunsystem zu entkommen, oder der divergierenden Entwicklung der Darmflora zwischen USA und Malawi und Venezuela. Schließlich analysierten die AG mit rechnerischen Methoden auch Populationen von Molekülen und ihrer Konformationen. Dazu wurden neben wohl bekannten Simulationsmethoden (Molekulardynamik) auch neue schnelle Screening-Verfahren genutzt. Diese

immunology, etc.). It also enables the use of powerful statistical methods that can to provide hints of biological mechanisms. Some methods have been developed to make sense of "High-Throughput Sequencing" (HT-Seq) data, a set of revolutionary experimental techniques that are able to measure various biological aspects at the population level. Examples of our new methods are: the SeqFeatR and genphen methods for the discovery of genotype-phenotype relationships (e.g. between a virus mutation and its ability to evade the immune system), the AmpliconDuo method for the effective processing of HT-Seq amplicon data (e.g. of microbial communities), the MaxRank normalization method that allows the quantitative comparison of populations (e.g. gut microbiomes, B-cell receptor repertoires, viral quasispecies, etc.). The application of these new methods by us and others has led to a number of discoveries, for instance mutations that help Hepatitis B virus to evade recognition by the immune system, or the natural history of gut microbiomes in young children that diverges between USA and Malawi and Venezuela. Finally, we also looked at populations of molecules and their conformational states using computational methods, both well-known simulation methods (Molecular Dynamics) and faster screening approaches. These computational molecular methods helped us to discover links between diverse biological phenomena and the common language of molecules spoken by all life forms.

The Developmental Biology research group (led by Prof. Andrea Vortkamp) investigates the molecular mechanisms that control the chondrocyte differentiation of enchondral bones and lead to their misregulation as degenerative skeletal disorders such as osteoarthritis. At present, the group is focusing on the role of heparan sulphate (HS) as a regulator of extracellular signal forwarding and tissue homeostasis. A particular aspect of this research looks at how HS controls the distribution and activity of Indian hedgehog homolog, one of the main regulators of chondrocyte differentiation. The research group is also investigating the role played by HS in the degeneration of articular cartilage. A second focus is on the role of transcription factors and epigenetic modifications in the regulation of chondrocyte differentiation. To this end, the research group



rechnerisch-molekularen Methoden helfen beim Finden von Verbindungen zwischen der großen Vielfalt biologischer Phänomene und der gemeinsamen molekularen Sprache aller Lebensprozesse.

Die Arbeitsgruppe Entwicklungsbiologie (Prof. Andrea Vortkamp) untersucht die molekularen Mechanismen, welche die Chondrozytendifferenzierung enchondraler Knochen steuern und deren Fehlregulation zu degenerativen Skeletterkrankungen, wie Osteoarthrose, führen. Zurzeit lieg ein Fokus der Arbeit in der Rolle von Heparansulfat (HS) als Regulator der extrazellulären Signalweiterleitung und Gewebehomöostase. Ein Fokus liegt auf der Frage, wie HS die Verteilung und Aktivität von Indian hedgehog, einem der Hauptregulatoren der Chondrozytendifferenzierung, steuert. Außerdem untersucht die AG den Einfluss von HS in der Degeneration des Gelenkknorpels. Ein zweiter Schwerpunkt beinhaltet die Rolle von Transkriptionsfaktoren und epigenetischen Modifikationen in der Regulation der Chondrozytendifferenzierung. Hierzu etabliert die AG mittels ChIP-Seq (Chromatin-Immunopräzipitation gefolgt von high throughput sequencing) die Chromatin Methylierungs- und Acetylierungsprofile definierter Chondrozytenpopulationen. Bioinformatische Analysen, die in Kooperation mit der Gruppe Hoffmann durchgeführt werden, sollen Mechanismen identifizieren, die direkte Differenzierungsprozesse, wie beispielsweise die Differenzierung von proliferierenden in hypertrophe oder artikuläre Chondrozyten, auf epigenetischer Ebene regulieren.

Bei der Zellteilung in Mitose und Meiose muss der genetische Bauplan verdoppelt und korrekt auf die Tochterzellen verteilt werden. Die Arbeitsgruppe um Prof. Stefan Westermann versucht zu verstehen, wie Zellen die Chromosomen mit hoher Genauigkeit während der Zellteilung weitergeben. Dazu werden zwei miteinander verwandte experimentelle Ansätze verfolgt: 1. Es wird eine genaue genetische und biochemische Analyse des Kinetochors der Bäckerhefe durchgeführt, um zu verstehen, wie diese komplizierte molekulare Maschine aufgebaut ist, so dass sie Chromosomen bewegen kann. 2. Es wird analysiert, wie Mikrotubuli durch molekulare Motoren und andere assoziierte Proteine organisiert und reguliert werden, so dass sie eine mitotische Spindel bilden können. Hierzu werden dynamische Mikrotubuli in vitro mittels hochsensitiver Fluoreszenzmikroskopie Verfahren untersucht. In aktuellen Experimenten konnte gezeigt werden, wie das mikrotubuli-bindende Element des Kinetochors, Ndc80 Komplex gennant, von anderen konservierten Komponenten des inneren Kinetochors organisiert wird, so dass eine Bindungsstelle für Mikrotubuli ensteht. Ausserdem wurde ein neuer molekularer Mechanismus beschrieben, durch den ein molekularer Motor und ein End-bindungs Protein gemeinsam die Richtung von Mikrotubuli Wachstum kontrollieren können. Dieser konservierte Mechanismus ist für die Bildung von parallelen Bündeln aus Mikrotubuli in vielen verschiedenen Zellen verantwortlich.

seeks to establish the chromatin methylation and acetylation profiles of defined chondrocyte populations using ChIP-sequencing (chromatin immunoprecipitation followed by high-throughput sequencing). Bioinformatic analyses carried out in cooperation with the Hoffmann group are intended to identify mechanisms that regulate direct differentiation processes – such as the differentiation of proliferating chondrocytes into their hypertrophic or articular counterparts – at the epigenetic level.

The genomic building plan of the organism needs to be exactly copied and distributed between cells during mitosis and meiosis. Prof. Stefan Westermann's workgroup is seeking to understand how cells pass on their chromosomes with such remarkable precision. Our laboratory is trying to understand how the duplicated genome is passed accurately from one cell generation to the next. Two related lines of experiments are thus being pursued: 1. We are performing a detailed genetic and biochemical analysis of the budding yeast kinetochore, in order to understand how this molecular machine is constructed to move chromosomes. 2. We are investigating how microtubules are organized by molecular motors and other microtubule-associated proteins in order to form the mitotic spindle. To this end, dynamic microtubules will be examined in vitro, using highly-sensitive fluorescence microscopy methods. We were recently able to demonstrate how the microtubule-binding element of the kinetochore, the Ndc80 complex, is arranged from other conserved components of the inner kinetochore, providing insights into how the connection to microtubules is established. We have also described a novel molecular mechanism in which two components – a molecular motor and a plus-end binding protein – can co-operate to determine the direction of microtubule growth. This conserved mechanism is responsible for the formation of parallel microtubule bundles in many different cells.

Forschungsschwerpunkt Wasser und Umwelt

Der Forschungsschwerpunkt „Wasser- und Umweltforschung" ist Teil des gleichnamigen Zentrums (ZWU), dem auch Arbeitsgruppen aus den Fakultäten Chemie und Ingenieurwissenschaften zuzurechnen sind. Die sieben biologischen Arbeitsgruppen des ZWU tragen maßgeblich die Master-Studiengänge „Environmental Toxicology", „Transnational Water Management" und „Biodiversity"; zudem werden große Teile der Lehre in den Bachelor- und Masterstudiengängen Biologie und Lehramt Biologie abgedeckt. Die Wasser- und Umweltforschung etabliert derzeit erste Core Facilities. Die Forschung fokussiert sich auf die Wirkung multipler Stressoren auf Struktur und Funktion von Gewässerökosystemen, Bewertung von Gewässern mit klassischen und genomischen Methoden, Ökotoxikologie und Parasitologie. Die Arbeitsgruppen des Schwerpunktes koordinieren derzeit ein FP7 Projekt zum Thema „multiple Stressoren" (9 Mio. Euro Fördersumme) sowie eine COST Action zu genomischen Ansätzen in der Gewässerbewertung. Wissenschaftler des ZWU sind an dem DFG Schwerpunktprogramm 1704 beteiligt.

In der Arbeitsgruppe Geologie (Prof. Ulrich Schreiber) wurde der erste Teil des Projektes „Untertägiges Pumpspeicherwerk (UPSW) im Ruhrgebiet" in Kooperation mit Prof. André Niemann (Inst. für Wasserbau) fertiggestellt die zweite Phase bewilligt. Von den in diesem Projekt gewonnenen Erfahrungen zu geologischen

Water and Environmental Research

The research focus of "Water and Environment" forms part of the eponymous centre (ZWU), which also includes research groups

Ausgewählte Publikationen | Selected Publications

Grabner, D.S., A.M. Weigand, F. Leese, C. Winking, D. Hering, R. Tollrian, B. Sures (2015):
Invaders, natives and their enemies: distribution patterns of amphipods and their microsporidian parasites in the Ruhr Metropolis, Germany. Parasites & Vectors 8, 419.

Grossmann, L., M. Jensen, D. Heider, S. Jost, E. Glücksman, H. Hartikainen, S. Mahamdallie, M. Gardner, D. Hoffmann, D. Bass, J. Boenigk (2016):
Protistan community analysis – key findings of a large scale molecular sampling. Nature ISME J 10, 2269–2279.

Kies, A., O. Hengesch, Z. Tosheva, A. Raschi, H. Pfanz (2015):
Diurnal CO2-cycles and temperature regimes in a natural CO2 gas lake. International Journal of Greenhouse Gas Control 37, 142–145.

Li, M., M. Ehlers, S. Schlesiger, E. Zellermann, S.K. Knauer, C. Schmuck (2016):
Incorporation of a non-natural arginine analogue into a cyclic peptide leads to formation of positively charged nanotubes capable of gene transfection. Angewandte Chemie Int. Ed. 55, 598–601.

Malkemper, E.P., S.H.K. Eder, S. Begall, J.B. Phillips, M. Winklhofer, V. Hart, H. Burda (2015):
Magnetoreception in the wood mouse (Apodemus sylvaticus): influence of weak frequency-modulated radio frequency fields. Scientific Reports 4, 991.

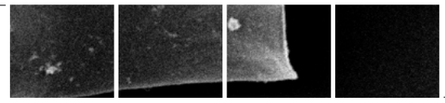
Mayer C. , U. Schreiber, M.J. Davila (2015):
Periodic vesicle formation in tectonic fault zones – an ideal environment for molecular evolution. Orig Life Evol Biosph 45, 139–148.

Molodtsov, M.I., C. Mieck, J. Dobbelaere, A. Dammermann, S. Westermann, A. Vaziri (2016):
A force-induced directional switch in a molecular motor enables parallel microtubule bundle formation. Cell 167, 539–552.

Papadopoulos, C., P. Kirchner, M. Bug, D. Grum, L. Koerver, N. Schulze, R. Poehler, A. Dressler, S. Fengler, K. Arhzaouy, V. Lux, M. Ehrmann, C.C. Weihl, H. Meyer (2016):
VCP/p97 cooperates with YOD1, UBXD1 and PLAA to drive clearance of ruptured lysosomes by autophagy. EMBO J. DOI 10.15252/embj.201695148.

Pöpsel S., A. Sprengel, B. Sacca, F. Kaschani, M. Kaiser, C. Gatsogiannis, S. Raunser, T. Clausen, M. Ehrmann (2015):
Determinants of amyloid fibril degradation by the PDZ protease HTRA1. Nat. Chem. Biol. 11, 862–869.

Trusch, F., A. Matena, M. Vuk, L. M, Koerver, H. Knævelsrud, P.S. Freemont, H. Meyer, P. Bayer (2015):
The N-terminal Region of the UBX Domain-containing Protein 1 (UBXD1) Modulates Interdomain Communication within the Valosin-containing Protein p97. J Biol Chem., 290, 29414–29427.



© Foto: Jörg Strackbein

GeoTag
GeoDay

Fragestellungen zur Tektonik und Lithologie der Kavernenbereiche und Speicherstrecken ausgehend, wurde eine Konzeptstudie zur Endlagerung hoch radioaktiver Abfälle erstellt, die eine rückholbare Lagerung in granitischem Gestein unterhalb horizontal liegender Salzschichten vorsieht. Diese Bedingungen liegen optimal im Thüringer Becken vor. Die Studie wurde der „Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“ übermittelt und ist im Abschlussbericht der Kommission zitiert. In Zusammenarbeit mit der Fakultät Chemie (Christian Mayer, Physikalische Chemie, Oliver Schmitz, Angewandte analytische Chemie) führte das Projekt „Ursprung des Lebens in hydrothermalen Bruchzonen der kontinentalen Kruste“ zu neuen Erkenntnissen über die Bildung von Vesikeln und einer chemischen Evolution von Peptiden unter überkritischem. Darüber hinaus wurden Dokumente einer komplexen organischen Chemie in mehr als drei Milliarden Jahren alten Geröllen hydrothermaler Quarze West-Australiens gefunden.

Die Arbeitsgruppe um Prof. Hardy Pfanz beschäftigt sich mit ökophysiologischen und ökotoxikologischen Untersuchungen zur Wirkung extremer, vulkanogener CO_2-Exhalationen (Mofetten). Es wurden Bioindikatoren für geogenes CO_2-Gas gefunden, neben mofettophilen, mofettophoben und mofettovagen Pflanzenarten auch Gas-indizierende Nematoden (Fadenwürmer) und Collembolen (Springschwänze). Die physiologische Charakterisierung eines Mofettenpilzes erbrachte Einblicke in die pH-stat-Systeme von Pilzzellen. In einem natürlichen CO_2-Gas-See konnte der Treibhauseffekt in situ analysiert, quantifiziert und verifiziert werden. In seismisch oder vulkanisch beeinflussten Böden wurden bodenchemische und bodenphysikalische Parameter quantifiziert und ihr Verhalten gegenüber geogener Azidifizierung charakterisiert. Untersuchungen zur Absorption von Feinstäuben durch lebende und abgestorbene pflanzliche Oberflächen zeigten, dass trotz ähnlicher Staubbindungskapazität der Effekt in situ wegen der geringeren Gesamtfläche der Borken im Vergleich zur gesamten Laubfläche pro Baum geringer ist. Die Quantifizierung/Modellierung des photosynthetischen Kohlenstoffgewinnes durch Stammphotosynthese bei Holzgewächsen zeigt, dass die Kapazität der Rindenphotosynthese in derselben Größenordnung wie die Raten der Blattphotosynthese.

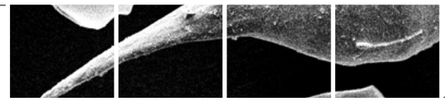
Die Arbeit der Abteilung Aquatische Ökologie (Prof. Daniel Hering, Prof. Bernd Sures) fokussiert auf die Themenschwerpunkte Gewässerbewertung, Gewässerrenaturierung, Parasitologie und Ökotoxikologie. In allen Forschungsfeldern konnten erfolgreich Drittmittelprojekte akquiriert werden. Die Abteilung koordiniert mehrere Großprojekte und ist an weiteren großen Forschungsvorhaben beteiligt. Seit 2014 koordiniert die Abteilung das EU-geförderte Forschungsvorhaben MARS (www.mars-project.eu) mit 24 Partnern. MARS beschäftigt sich anhand von Freilandexperimenten, Modellierungen und Europa-weiten Daten-Auswertungen mit der Wirkung multipler Stressoren auf aquatische Ökosysteme. Insbesondere wurden empirische Modelle zur Wirkung von Belastungs-Kombinationen auf Lebensgemeinschaften und Ökosystem-Funktionen aufgebaut. Weitere Schwerpunkte liegen auf der Vorhersage des Wiederbesiedlungs-Potenzials für renaturierte Gewässerabschnitte sowie auf der Erstellung von Online-Software

from the Faculties of Chemistry and Engineering. The seven biologicalresearch groups of the ZWU make a significant contribution to the Master's programmes of "Environmental Toxicology", "Transnational Water Management" and "Biodiversity", while, furthermore, large parts of the teaching are also covered in the Bachelor's and Master's courses in Biology and the Lehramt [teaching certification] in Biology. Water and environmental research is currently establishing its initial core facilities. The research focuses on the effect of multiple stressors on the structure and function of water ecosystems, the assessment of bodies of water using classical and genomic methods, ecotoxicology, and parasitology. The research groups working in this area are currently coordinating an FP7 project on the subject of multiple stressors (with 9 million euros in funding), as well as a COST action on genomic approaches in water assessment. Researchers at the ZWU are also involved in the German Research Foundation's priority programme 1704.

The Geology research group (led by Prof. Ulrich Schreiber) was where the first phase of the "Underground pump storage plant in the Ruhr valley" project was completed in cooperation with Prof. André Niemann (Institute for Hydraulic Engineering). The findings established from this project, which cover geological questions concerning the tectonics and lithology of cavernous areas and storage zones, were used to form the basis of a conceptual study. This study focused on the disposal of highly radioactive waste, which provides retrievable storage in granitic rock below horizontal salt layers. The conditions at the Thuringian Basin are ideal in this regard. The study was submitted to the Commission on the Storage of High-Level Radioactive Waste and is referenced in the commission's final report. In collaboration with the Faculty of Chemistry (Christian Mayer (Physical Chemistry) and Oliver Schmitz (Applied Analytical Chemistry)), the project "Origin of Life in Hydrothermal Fracture Zones of the Continental Crust" yielded new insights into the formation of vesicles and a chemical evolution of peptides under supercritical conditions. In addition, records of a complex organic chemistry have been found in hydrothermal quartz rubble in Western Australia, dating back over three billion years.

Prof. Hardy Pfanz and his research group deal with ecophysiological and ecotoxicological studies on the effects of extreme, volcanogenic CO_2 exhalations (mofettes). Bioindicators for geogenic CO_2 gas have been found alongside mofettophilic, mofettophobic and indeterminate mofette species, as well as gas-indicating nematodes (threadworms) and collembols (springtails). The physiological characterisation of a mofette fungus provided insights into the pH-stat systems of fungal cells. A natural CO_2-gas lake made it possible to analyse, quantify and verify the greenhouse effect in situ. Using seismically or volcanically-influenced soil, chemical and physical soil parameters were quantified and their behaviour characterised with regard to geogenic acidification. Studies on the absorption of fine dust by living and dead plant-based surfaces showed that, despite having a similar dust-binding capacity, the in-situ effect is lower due to the smaller total bark area compared to the total leafy area per tree. The quantification/modelling of the photosynthetic carbon gain by stem photosynthesis in woody plants shows that the capacity of the bark photosynthesis is of the same order of magnitude as the rates of leaf photosynthesis.

The work of the Department of Aquatic Ecology (Prof. Daniel Hering, Prof. Bernd Sures) focuses on the topics of water assessment, water renaturation, parasitology and ecotoxicology. In addition, third-party projects have been successfully acquired in all fields of research. The department coordinates several large-scale projects, as well as being involved in a number of other major research projects. Since 2014, the department has been coordinating the EU-funded MARS research project (www.mars-project.eu) with 24 partners. The MARS project makes use of open-air experiments, modelling, and pan-European data analyses to investigate the effect of multiple stressors on aquatic ecosystems. More specifically, it involved developing empirical models of the effect of stress combinations on living communities and ecosystem functions. A further focus of the department looks at predicting the resettlement potential of renaturated water bodies, as well as creating online software to assess the water. The MERCUR collaborative project "The Importance of Parasites in the Resettlement of Formerly Degraded River Ecosystems



für die Gewässerbewertung. Das MERCUR-Verbundvorhaben „Bedeutung von Parasiten bei der Wiederbesiedlung ehemals degradierter Flussökosysteme durch einheimische und invasive Flohkrebse: Das Beispiel der Emscher“, das gemeinsam mit der Ruhr-Universität Bochum durchgeführt wurde, diente der Vorbereitung einer Verbundantragstellung bei der DFG. Auch an dem vom Land NRW geförderten Fortschrittskolleg: „Future Water – Globale Wasserforschung in der Metropole Ruhr“ ist die Abteilung Aquatische Ökologie maßgeblich beteiligt.

Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe Aquatischen Ökosystemforschung um Prof. Florian Leese ist die Analyse des Einflusses von Umweltstressoren auf aquatische Wirbellose. Hierbei nutzt und entwickelt die AG modernste genetische Methoden, um molekulare Stressantworten, Veränderungen in der genetischen Vielfalt von Arten sowie Muster positiver Selektion in Populationen durch Umweltänderungen zu charakterisieren. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung DNA-basierter Verfahren zur molekularen Umweltdiagnostik, speziell dem Biomonitoring. Wir konnten in Pionierstudien belegen, dass mit Hilfe der sogenannten DNA-Metabarcoding-Technik bereits jetzt die Zusammensetzung und Veränderung von Lebensgemeinschaften in Flüssen, Seen und Meeren umfassender und standardisierter erfasst werden kann. Hierdurch öffnen sich vollkommen neue Ansätze für das Management natürlicher Ressourcen, jedoch bedarf es noch weiterer Optimierung. Zu diesem Thema wurde im Jahr 2016 eine EU-COST Action mit bislang 31 Partnerländern eingeworben, die von Prof. Florian Leese als Chair geleitet wird (www.DNAqua.Net). Ferner wurde ein Teilprojekt des großen BMBF-geförderten Verbundprojekts GBOL-2 (Koordination: Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig, Bonn, www.bolgermany.de) eingeworben. In diesem Teilprojekt werden die entwickelten Techniken erstmals konkret in der Praxis getestet (Kooperation mit Emschergenossenschaft/Lippeverband).

Die Arbeitsgruppe Biodiversität (Prof. Jens Boenigk) untersucht Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Biodiversität und Ökosystemfunktionen unter anderem im Rahmen des zusammen mit der Ruhr-Universität Bochum durchgeführten

by Indigenous and Invasive Flea Crustaceans: the Emscher Example”, which was carried out jointly with Ruhr University Bochum, served as the preparatory work for a joint application to the DFG. The Department of Aquatic Ecology is also a key player in the PhD programme Future Water –“Future Water – Global Water Research in the Ruhr Metropolitan Area”, funded by the state of North Rhine-Westphalia.

Led by Prof. Florian Leese, the focus of the Aquatic Ecosystem research group is on analysing the influence of environmental stressors on aquatic invertebrates. To this end, the group uses and develops state-of-the-art genetic methods to characterise molecular stress responses, changes in the genetic diversity of species, and patterns of positive selection in populations through environmental changes. A further key area is the development of DNA-based methods of molecular environmental diagnostics, particularly biomonitoring. Our pioneering studies have allowed us to demonstrate that the composition and modification of living communities in rivers, lakes and seas can already be determined in a comprehensive and standardised manner using DNA metabarcoding technology. This opens up completely new approaches to the way we manage natural resources, although further improvements are still required. To this end, an EU-COST action involving 31 partner countries to date and chaired by Prof. Florian Leese (www.DNAqua.net) secured funding in 2016. Similarly, a sub-project of the large BMBF-funded joint project GBOL-2 (coordinated by the Zoological Research Museum Alexander Koenig in Bonn, www.bolgermany.de) also received funding. This sub-project allowed the technologies that had been developed to be tested in practice with concrete applications (in cooperation with the Emschergenossenschaft/Lippeverband association).

The Biodiversity research group (led by Prof. Jens Boenigk) investigates the correlations and interactions between biodiversity and ecosystem functions, including within the framework of the MERCUR collaborative project entitled “Significance of Flood Risk”, conducted in cooperation with Ruhr University Bochum, and the DFG Priority Programme DynaTrait. It also investigates the distribution of species and populations at regional and global levels, which involves

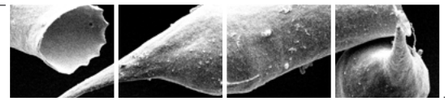
MERCUR-Verbundvorhabens „Bedeutung der Überschwemmungshäufigkeit“ sowie des DFG-Schwerpunktprogramms Dynatrait. Dazu untersucht die AG die Verteilung von Arten und Populationen auf regionaler und globaler Ebene. Dies umfasst die Analyse der Muster der Biodiversitätsverteilung und der Faktoren, die zur Differenzierung von Gemeinschaften beitragen. Durch die Entwicklung bioinformatischer und statistischer Auswertungswerkzeuge in Zusammenarbeit mit der Abteilung Bioinformatik konnte die Robustheit molekularer Diversitätsanalysen deutlich gesteigert werden. Die Organisationsform und die funktionelle Differenzierung der Organismen beeinflussen systematisch die Verbreitungsmuster von Organismen. Die vergleichende Analyse einzelner Schlüsselorganismen ist daher ein weiterer zentraler Bestandteil der Forschung. Schlüsselorganismen aus aquatischen und terrestrischen Habitaten werden isoliert und im Labor morphologisch, genetisch und ökophysiologisch charakterisiert. Die Analyse der funktionellen Differenzierung umfasst auf molekularer Ebene Aspekte der Genomevolution und der Regulation der Genexpression sowie auf ökologischer und ökophysiologischer Ebene die Adaption und Akklimatisation an verschiedene Umweltfaktoren und Stressoren.

In der AG Allgemeine Zoologie (Prof. Hynek Burda) lag der Fokus auf der Erforschung der Magnetorezeption, Neuroethologie und Neuroendokrinologie (insb. in Bezug auf Schilddrüsenhormone, Melatonin und Stresshormone) der Wirbeltiere sowie der Verhaltensökologie, Bioakustik, Physiologie, Sinnes- und Fortpflanzungsbiologie und der Biologie des Alterns der Graumulle, afrikanischer unterirdisch lebender Nagetiere. Zu den von Drittmitteln geförderten Forschungsprojekten zählen „Circadiane Rhythmen subterraner Säugetiere – das Erdmagnetfeld als potenzieller Zeitgeber“ (VW-Stiftung), „Biologie des Alterns der Graumulle“ (DFG), „Fehlregulationen des Schilddrüsenhormons Thyroxin als Ursache für Farbwahrnehmungsstörungen und der altersabhängigen Makuladegeneration“ (PRO RETINA-Stiftung), „Neurobiologie des Magnetsinnes der Graumulle“ (Mercator Research Center Ruhr), „Anwendung von Biologgern zur Erforschung der magnetischen Ausrichtung bei Säugetieren“ (Deutsche Gesellschaft

analysing the patterns of biodiversity distribution and the factors contributing to community differentiation. The development of bioinformatic and statistical evaluation tools in collaboration with the Department of Bioinformatics has been able to significantly increase the robustness of molecular diversity analyses. Both the organisational form and functional differentiation of the organisms systematically influence their propagation patterns. The comparative analysis of individual key organisms is thus a further core area of research. Key organisms from aquatic and terrestrial habitats alike are isolated and morphologically, genetically and ecophysiologically characterised in the laboratory. On a molecular level, analysing functional differentiation encompasses aspects of genomevolution and the regulation of gene expression, while, on an ecological and ecophysiological level, it addresses the adaptation and acclimatisation to various environmental factors and stressors.

For the General Zoology research group (led by Prof. Hynek Burda), the focus was very much on the study of magnetoreception, neuroethology and neuroendocrinology (paying particular attention to thyroid hormones, melatonin and stress hormones) in vertebrates. It also looked at behavioural ecology, bioacoustics, physiology, sensory and reproductive biology, and the biology of ageing in the Fukomys, a subterraneous African rodent belonging to the mole rat family. Further research projects funded by third parties include “Circadian Rhythms of Subterranean Mammals – the Earth’s Magnetic Field as a Potential Timer] (VW Foundation), “Biology of Ageing in the Fukomys” (DFG), “Fault Regulations of the Thyroxine Thyroid Hormone as a Cause of Colour Perception Disorders and Age-dependent Macular Degeneration] (PRO RETINA Foundation), “Neurobiology of the Magnetoception in the Fukomys” (Mercator Research Center Ruhr), and “Use of Biologgers in the Study of Magnetic Alignment in Mammals” (German Society for Mammalian Biology –DGS). Last but not least, the department’s research activities also incorporate small-mammal fauna and urban ecology.

The research activities of the newly-established research group on River and Meadow Ecology (led by Prof. Peter Haase) focus on three main areas. The research into ecological long-term



für Säugetierkunde). Nicht zuletzt beziehen sich die Forschungsaktivitäten der Abteilung auch auf Kleinsäugerfaunistik und Stadtökologie.

Die Forschungsaktivitäten der neu etablierten Arbeitsgruppe Fluss- und Auenökologie (Prof. Peter Haase) fokussieren auf drei Schwerpunkte. Die Forschung zum ökologischen Langzeitmonitoring im Rhein-Main-Observatorium ist in verschiedene EU-Projekte eingebunden, zum einen im Kontext des europäischen Netzwerkes LTER-Europe (http://www.lter-europe.net/lter-europe/projects/eLTER; http://www.silvagabreta.eu) sowie als europäischer Beitrag zu GEO BON (http://www.eubon.eu/). Verschiedene Studien und Projekte zu Renaturierungen von Fließgewässern und deren Auswirkungen auf die Biodiversität und den Menschen bildeten den zweiten Schwerpunkt, der im Rahmen eines nationalen Projektes zu mehreren „highly cited articles“ geführt hat. Des Weiteren wurden wichtige Multiple-Stressoren Arbeiten publiziert, die die Auswirkungen von Landnutzung, Klimawandel, Verschmutzung und Hydromorphologie auf Fließgewässer-Lebensgemeinschaften beleuchten.

Forschungsschwerpunkt Empirische Lehr- und Lernforschung

Der Forschungsschwerpunkt der empirischen Lehr- und Lernforschung wird von zwei Arbeitsgruppen der Didaktik der Biologie vertreten (Prof. Angela Sandmann, Prof. Philipp Schmiemann), die an verschiedenen Großprojekten beteiligt sind. Hierzu gehören die DFG-geförderte Forschergruppe ALSTER, die BMBF-Projekte „Bildungsgerechtigkeit im Fokus“ (Qualitätspakt Lehre) und „ProViel“ (Qualitätsoffensive Lehrerbildung) sowie das UA Ruhr-Verbundprojekt „GanzIn“, das durch die Stiftung Mercator und das Ministerium für Schule und Weiterbildung (MSW) NRW gefördert wird. Außerdem ist die Biologiedidaktik mit einem Teilprojekt zur Systemkompetenz am Graduiertenkolleg „Übergänge Sachunterricht – Sekundarstufe I“ beteiligt.

Im Rahmen von Bio-Innovativ wurde das Fortbildungsangebot für Lehrkräfte zu fachlichen und fachdidaktischen Themen sowie die Kooperation mit außerschulischen Lernorten ausgebaut. So wurde beispielsweise gemeinsam mit der Emscher-Genossenschaft eine Forscherbox „Rund um das Wasser“ für Schüler*innen entwickelt. Im Rahmen von Bio-Innovativ wird außerdem ein Lehr-Lern-Labor aufgebaut.

Im Bereich der Außendarstellung des Forschungsschwerpunktes konnten die Reihenhefte „Unterrichtsmaterialien aus Forschung und Praxis“ und die Buchreihe „Biologie lernen und lehren“ etabliert werden. Darüber hinaus waren z.B. das FaSMEd-Projekt auf der EMINET-Tagung auf Einladung der EU-Community Scientix und die Forschergruppe ALSTER als Symposium auf der GDCP-Tagung in Zürich vertreten.

monitoring at the Rhine-Main Observatory is integrated into various EU projects within the context of the European network LTER-Europe (http://www.lter-europe.net/lter-europe/projects/eLTER; http://www.silvagabreta.eu) and as a European contribution to GEO BON (http://www.eubon.eu/). A second focus has involved various studies and projects on the renaturation of watercourses and their impact on biodiversity and human beings, which has given rise to several highly cited articles as part of a national project. Furthermore, key multiple-stressor studies have been published that reveal the impacts of land use, climate change, pollution and hydromorphology on living communities in watercourses.

Empirical Educational Research

The main focus of Empirical Educational Research is represented by two research groups involved in the didactics of biology (led by Prof. Angela Sandmann and Prof. Philipp Schmiemann), which are involved in various major projects. These include the DFG-funded research group ALSTER, the BMBF projects “Educational Justice in Focus” (Quality Pact for Teaching) and ProViel (Teacher Training Quality Initiative). as well as the UA Ruhr joint project GanzIn, which is funded by the Mercator Foundation and the Ministry of School and Further Education (MSW) in North Rhine-Westphalia. In addition, the didactics of biology are involved in a subproject for system competency at the “Transitions in science teaching at secondary-school level” research training group.

The Bio-Innovativ network developed an advanced training programme for teachers on professional and subject-specific topics, as well as on the cooperation with extra-curricular learning centres. Together with the Emschergenossenschaft water board, for example, an “All about Water” research box was developed for school children. Similarly, a teaching and learning laboratory has also been set up within the framework of the Bio-Innovativ network.

With regard to the external image of the research centre, it has been possible to establish the Unterrichtsmaterialien aus Forschung und Praxis [Teaching materials from research and practice] series of exercise books, as well as the Biologie lernen und lehren [Teaching and learning biology] book series. Furthermore, having been invited by the EU community Scientix, the FaSMEd project was represented at the EMINET conference, while the ALSTER research group appeared as a symposium at the GDCP conference in Zurich.

Ausblick

In den nächsten Jahren wird ein Schwerpunkt auf dem weiteren Ausbau der Kooperationen zwischen den von der Fakultät vertretenen Forschungsgebieten liegen, darüber hinaus wird die Zusammenarbeit mit den naturwissenschaftlichen, medizinischen und technischen Disziplinen der Universität Duisburg-Essen und der Nachbaruniversitäten ausgebaut und die Zusammenarbeit mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen gestärkt.

Forschungsverbünde werden zunehmend durch „Core facilities“ unterstützt, zum einen in den biomedizinischen Bereichen Imaging, Proteomics und Bioinformatik, zum anderen in der Wasser- und Umweltforschung die derzeit in Planung befindlichen „Core facilities“ Algensammlung und Aquatic Genomics. Aus den gemeinsamen methodischen Interessen ergeben sich zusehends neue Ideen für gemeinsame Forschungsvorhaben, auch über die Zentren und über Fakultätsgrenzen hinweg.

Outlook

Over the next few years, a clear focus will be on developing the cooperation further between the research fields represented at the Faculty, as well as on strengthening the partnerships between the scientific, medical and technical disciplines of the University of Duisburg-Essen and its neighbouring universities and external research institutions.

Research collaborations are increasingly being supported by core facilities: on the one hand, in the biomedical fields of imaging, proteomics and bioinformatics, and in water and environmental research on the other. The core facilities currently being planned include algae collection and aquatic genomics. Stemming from common methodological interests, new ideas for joint research projects are visibly coming to the fore across the centres, faculty boundaries and beyond.

Kontakt | Contact

Dekanat Biologie

Universität Duisburg-Essen
Universitätsstraße 5
45141 Essen

+49 201 183 2830
+49 201 183 4122
dekanat@biologie.uni-due.de
www.uni-due.de/biologie