

Vorbereitung von Proben aquatischer Organismen fürs DNA-Barcoding.
Preparation of samples from aquatic organisms for DNA barcoding.

© Foto: Vasco Elbrecht

Fakultät für Biologie Faculty of Biology

Die Fakultät für Biologie verfolgt seit Jahren eine konsequente Ausrichtung auf drei Forschungsgebiete, die Medizinische Biologie, die Wasser- und Umweltforschung und die empirische Bildungsforschung. Zurzeit tragen 21 Arbeitsgruppen diese Forschung, die innerhalb der Fakultät nicht in einzelnen Instituten organisiert, sondern nach ihrer jeweiligen Forschungsausrichtung mit den zentralen Forschungszentren der UDE (Zentrum für Medizinische Biologie (ZMB), Zentrum für Wasser- und Umweltforschung (ZWU), Interdisziplinäres Zentrum für Bildungsforschung (IZfB)) assoziiert sind.

The Faculty of Biology has for some years focused predominantly on three main research areas: Medical Biology, Water and Environmental Research, and Empirical Educational Research. The Faculty presently has 21 research groups working in these areas, not organised in research institutes but associated according to their overall research direction with central research units at the UDE (Centre for Medical Biology (ZMB), Centre for Water and Environmental Research (ZWU), and Interdisciplinary Centre for Educational Research (IZfB)).

Neben den bestehenden Arbeitsgruppen laufen zurzeit fünf Besetzungsverfahren, die alle zur wissenschaftlichen Ergänzung dieser Forschungsschwerpunkte beitragen werden.

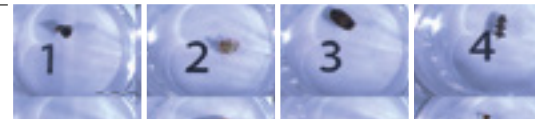
Denn: Obwohl die Fakultät für Biologie – gemessen an der Zahl der Arbeitsgruppen – zu den kleineren Fakultäten der Universität Duisburg-Essen gehört, ermöglicht ihre Organisationsstruktur dennoch ein effizientes und flexibles Reagieren auf aktuelle Forschungsentwicklungen. Die benötigte kritische Masse zur Bearbeitung von inter- und transdisziplinären Schwerpunkten wird hingegen durch ausgeprägte Kooperationen vor allem mit den Fakultäten für Medizin, Chemie und Ingenieurwissenschaften sowie weiteren außeruniversitären Forschungseinrichtungen erreicht. Die Fakultät für Biologie hat dabei den Anspruch, in Forschung und Lehre alle „biologischen Skalen“ vom Biomolekül über Zellen, Gewebe, Organismen bis hin zu Ökosystemen abzudecken. Dabei gewinnen die Arbeitsgruppen ihren wissenschaftlichen Nachwuchs vornehmlich aus den eigenen Studiengängen. Dies sind die Bachelorstudiengänge Biologie und Medizinische Biologie, die Masterstudiengänge Biologie, Medizinische Biologie, Biodiversität, Environmental Toxicology und Transnational Water Management (TWM) sowie Lehramtsstudiengänge für alle Schulstufen. Ab dem Wintersemester (WS) 2019/20 wird das bestehende Lehrangebot durch die neuen Bachelor-Studiengänge Molekularbiologie und Aquatische Biologie sowie ab dem WS 2022/23 durch die entsprechenden Masterstudiengänge konsekutiv ergänzt.

Der Forschungsschwerpunkt „Medizinische Biologie“ ist dem Zentrum für Medizinische Biotechnologie (ZMB) zugeordnet, dem auch Arbeitsgruppen der Medizinischen Fakultät sowie der Fakultät für Chemie angehören. Mission dieses Forschungsschwerpunktes ist die mechanistische Aufklärung (patho-)biologischer Prozesse und der Transfer dieser Ergebnisse in medizinischen Fortschritt. Daher beschäftigten sich Arbeitsgruppen aus diesem Bereich mit unterschiedlichen Themen aus dem Grundlagenforschungsbereich, aber auch der Entwicklung neuer Wirkstoffe oder diagnostischer Ansätze. Neben der Forschung tragen die zurzeit zwölf biologischen Arbeitsgruppen des Forschungsschwerpunktes Medizinische Biologie auch die Bachelor- und Master-Studiengänge „Medizinische Biologie“ bzw. die neu einzurichtenden

In addition, the Faculty is currently running appointment procedures for five professorships to further strengthen the existing research directions.

Although the Faculty of Biology, if measured solely by the number of research groups, belongs to the smaller faculties of the University of Duisburg-Essen, its scientific performance and organisational capability enables an efficient and flexible response to current research developments. The required critical mass for inter- and transdisciplinary research is achieved by extensive collaboration chiefly with the Faculties of Medicine, Chemistry, and Engineering as well as other, non-university research institutions. The Faculty of Biology thereby aims to perform research and teaching on all “biological scales”, from the biomolecule to cells, tissues, whole organisms and even ecosystems. Young investigators are recruited to the research groups from external sources as well as from the Faculty’s own study courses. They are the Bachelor’s programmes in Biology and Medical Biology and the Master’s in Biology, Medical Biology, Biodiversity, Environmental Toxicology, and Transnational Water Management (TWM), as well as teaching degrees for future biology teachers at all school levels. From the winter semester (WS) 2019/20, the Faculty will also be offering new Bachelor’s courses in Molecular Biology and Aquatic Biology, which will be complemented by the corresponding Master’s courses from WS 2022/23.

The Medical Biology research programme is part of the Centre for Medical Biotechnology (ZMB), to which research groups from the Faculties of Medicine and Chemistry also belong. The goal of this research programme is elucidation of the molecular mechanisms that are the basis of (patho-)biological processes and transfer of these results into medical applications. ZMB research groups are engaged in different aspects of basic research as well as in the development of new active compounds and diagnostic assays. Besides scientific research, the current twelve groups working in the Medical Biology research programme are responsible for the entire Bachelor’s and Master’s programmes in Medical Biology as well as the new Bachelor’s and Master’s in Molecular Biology. They are additionally involved in the Bachelor’s and Master’s Biology and Biology teaching degree programmes. Appointment procedures for three



Bachelor- und Master-Studiengänge „Molekularbiologie“. Des Weiteren beteiligen sie sich an den Bachelor- und Masterstudiengängen Biologie und Lehramt Biologie. Für drei weitere Professuren laufen im Moment Bewerbungsverfahren. Infrastrukturell unterstützt wird der Forschungsschwerpunkt durch die Analytics Core Facility (ACE), das Imaging Centre Campus Essen (ICCE) sowie das Imaging Centre Essen (IMCES).

Der Forschungsschwerpunkt „Wasser- und Umweltforschung“ ist hingegen Teil des gleichnamigen Zentrums für Wasser- und Umweltforschung (ZWU), dem auch Arbeitsgruppen aus den Fakultäten für Chemie und Ingenieurwissenschaften zuzurechnen sind. Wissenschaftlich beschäftigen sich die Arbeitsgruppen hauptsächlich mit Fragen zu aquatischer Biodiversität und dem Einfluss multipler Stressoren auf Gewässerökosysteme. Das Repertoire an Forschungsmethoden reicht dabei von modernen genomischen Analyseverfahren bis hin zu klassischen Freilanduntersuchungen. Die zurzeit sieben biologischen Arbeitsgruppen dieses Schwerpunktes übernehmen dabei maßgeblich die Lehre in den Masterstudiengängen Biodiversität, Environmental Toxicology und Transnational Water Management (TWM) als auch in den zukünftigen Bachelor- und Masterstudiengängen „Aquatische Biologie“. Darüber hinaus beteiligen sie sich an der Lehre für die Bachelor- und Masterstudiengänge Biologie und des Lehramtes Biologie. Zur weiteren Ergänzung dieses Forschungsschwerpunktes laufen zurzeit zwei weitere Berufungsverfahren (darunter eine DFG-geförderte Heisenberg-Professur). Zur infrastrukturellen Unterstützung wurden des Weiteren zwei Core Facilities eingerichtet: Diese sind die Genomics Core Facility (GCF) und die zurzeit im Aufbau befindliche Central Collection of Algal Cultures (CCAC) als weltgrößte Algensammlung.

Der Forschungsschwerpunkt der empirischen Lehr- und Lernforschung wird von zwei Arbeitsgruppen der Didaktik der Biologie vertreten und ist dem Interdisziplinäres Zentrum für Bildungsforschung (IZfB) angegliedert. Inhaltlich beschäftigen sich beide Arbeitsgruppen mit Themen der Leistungsmessung und Kompetenzmodellierung in der Biologielehre, dem Kontextorientierten Lernen und der Entwicklung geeigneter Maßnahmen zur Lehrerprofessionalisierung. In der Lehre sind beide Arbeitsgruppen in den Lehramtsstudiengängen

further professorships are currently ongoing. The research programme is supported by an infrastructure that includes the Analytics Core Facility Essen (ACE), the Imaging Centre Campus Essen (ICCE), and the Imaging Centre Essen (IMCES).

The Water and Environmental Research programme is meanwhile part of the similarly named Centre for Water and Environmental Research (ZWU), to which groups from the Faculties of Chemistry and Engineering also belong. The ZWU research groups are mainly concerned with issues relating to aquatic biodiversity and the effect of different stress factors on water ecosystems. The research methods range from modern genomic analysis to classical field studies. The current seven research groups of this research programme undertake to a considerable extent the teaching in the Master's courses in Biodiversity, Environmental Toxicology, and Translational Water Management as well as in the planned Bachelor's and Master's in Aquatic Biology. They additionally support the Bachelor's and Master's courses in Biology and the Biology teaching degree. To strengthen this research programme, appointments to two further professorships (including a DFG-funded Heisenberg professorship) are currently under negotiation. Infrastructural support will be provided by two additional core facilities, the Genomics Core Facility (GCF), and the Central Collection of Algae Cultures (CCAC), the world's largest collection of algae, which is currently still under construction.

The research programme in Empirical Teaching and Learning Research is represented by two research groups from Biology Didactics and is part of the Interdisciplinary Centre for Educational Research (IZfB). Both groups work on themes related to the measurement of performance and competency modelling in teaching biology, as well as in context-oriented learning and the development of suitable methods to professionalise teaching. Both groups are involved in the teaching degree courses of the Faculty of Biology. To further support research in this field, a special teaching and learning laboratory (LLL) was established as an extracurricular place of learning to facilitate individual acquisition of knowledge and expertise in natural sciences through independent experimentation.

The Faculty's research groups were and are actively involved in diverse collaborative research programmes as a result of the consistent efforts to

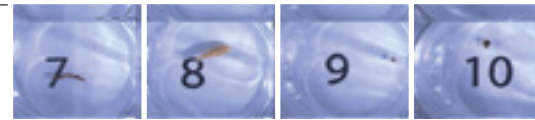
der Fakultät Biologie involviert. Zur Unterstützung der Forschung wurde des Weiteren ein spezielles Lehr-Lern-Labor (LLL) etabliert, das als außerschulischer Lernort den individuellen Kompetenzerwerb im Bereich naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und Fachwissen durch selbständiges Experimentieren ermöglichen soll.

Aufgrund der konsequenten Forschungsfokussierung waren und sind die Arbeitsgruppen der Fakultät auch an mehreren strukturierten Forschungsprogrammen beteiligt. Für den Forschungsschwerpunkt Medizinische Biologie ist hier zum Beispiel der deutsch-chinesische SFB-Transregio TRR 60 (Sprecher: Prof. Ulf Dittmer, Fakultät für Medizin, lief bis Juni 2018; unter Beteiligung von zwei Arbeitsgruppen (AG) aus der Fakultät Biologie), der Sonderforschungsbereich 1093 „Supramolekulare Chemie an Proteinen“ (Sprecher: Prof. Thomas Schrader, Fakultät für Chemie; unter Beteiligung von neun Arbeitsgruppen aus der Fakultät für Biologie), das DFG-Exzellenzcluster RESOLV oder das GRK 1739 zu nennen. Weiterhin waren Wissenschaftler*innen der Fakultät auch an EU-weiten Projekten wie der European Lead Factory der Innovative Medicines Initiative, dem H2020 Research Training Network on Integrated Component Cycling in Epithelial Cell Mobility (InCeM) oder der International Max Planck Research School in Chemical and Molecular Biology (IMPRS-CB) beteiligt. Drittmittelerfolge in Verbundprojekten des Forschungsschwerpunktes Wasser- und Umweltforschung sind zum Beispiel die Koordination des EU-Projektes MARS, das sich mit dem Einfluss multipler Stressoren auf Gewässer beschäftigte, und der COST-Action DNAqua-Net zur Anwendbarkeit genomischer Ansätze in der Gewässerbewertung. Auch nehmen Wissenschaftler*innen dieses Schwerpunktes am NRW-Fortschrittskolleg „Future Water“ oder dem DFG-geförderten Schwerpunktprogramm 1704 bzw. dem EFRE-geförderten „Future Water Campus“ teil. Die empirische Lehr- und Lernforschung ist im Netzwerk Bio-Innovativ verankert und konnte Förderungen ihrer Vorhaben zum Beispiel durch die DFG-geförderte Forschungsgruppe ALSTER, die BMBF-Projekte „Bildungsgerechtigkeit im Fokus“ (Qualitätspakt Lehre) und „ProViel“ (Qualitätsoffensive Lehrerbildung) erhalten. Weitere Anträge für strukturierte Programme unter Koordination der Fakultät befinden



Dekan/Dean: Prof. Dr. Markus Kaiser

develop its research focus. Examples from Medical Biology include the German-Chinese CRC Transregio TRR 60 (spokesperson: Prof. Ulf Dittmer, Faculty of Medicine, until June 2018; with participation of two research groups from the Faculty of Biology), Collaborative Research Centre 1093 “Supramolecular Chemistry on Proteins” (spokesperson: Prof. T. Schrader, Faculty of Chemistry; with participation of nine research groups from the Faculty of Biology), the DFG Excellence Cluster RESOLV, and the Research Training Group RTG 1739. Scientists from the Faculty have also been involved in EU projects such as the European Lead Factory of the Innovative Medicine Initiative, the H2020 Research Training Network on Integrated Component Cycling in Epithelial Cell Mobility (InCeM), and the International Max Planck Research School in Chemical and Molecular Biology (IMPRS-CB). Successful third-party funding of cooperation projects in Water and Environmental Research are, for example, coordination of 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. Elsa Sánchez-García
Prof. Dr. Andrea Vortkamp
Prof. Dr. Stefan Westermann

Wasser- und Umweltforschung

Prof. Dr. Jens Boenigk
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

sich in der Vorbereitung; unter anderem wurden zwei Voranträge für Sonderforschungsbereiche gestellt (je einer in den Schwerpunkten Medizinische Biologie und Wasser- und Umweltforschung).

Forschung

Exemplarisch für die exzellente, methodisch diverse und innerhalb eines Schwerpunktes thematisch breite Forschung an der Fakultät Biologie werden neun aktuelle Forschungshighlights (davon fünf aus dem Bereich der Medizinischen Biologie, drei aus dem Forschungsschwerpunkt Wasser- und Umweltforschung und einer aus der empirischen Lehr- und Lernforschung) dargestellt.

Die Arbeitsgruppe von Prof. Stefan Westermann (Medizinische Biologie) erforscht die molekularen Mechanismen der Zellteilung. Dabei interessiert sie sich insbesondere für einen Schritt in der Zellteilung, der sogenannten Chromosomen-Segregation, bei der die bereits duplizierten Chromosomen auf die zukünftig getrennten Zellen durch mechanische Kräfte verteilt werden. Dieser Schritt ist medizinisch besonders relevant, da eine Fehlregulation zum Beispiel zu schwerwiegenden Erkrankungen wie Krebs führen kann. Eine besondere Rolle in diesem Schritt innerhalb der Zellteilung spielt dabei das sogenannte Kinetochor, ein Multiproteinkomplex, das an die Chromosomen „ziehenden Seile“ in der Zelle, die Tubuline,

EU MARS project, which deals with the effect of multiple stress factors on water and water bodies, or the COST-Action DNAqua-Net on the use of genomic methods in water evaluation. Other initiatives include the North Rhine-Westphalia research group “Future Water”, the DFG-funded Priority Programme SPP 1704, and the “Future Water Campus” funded by the European Regional Development Fund (ERDF/EFRE). Empirical educational research is firmly rooted in the Bio-Innovativ network and has received support from the DFG-funded Research Unit ALSTER, the BMBF “Focus on Educational Justice” project (Teaching Quality Initiative) and “ProViel” (Teacher Education Quality Campaign). Additional applications for structured research programmes coordinated within the Faculty are in preparation; among others, two preliminary proposals for Collaborative Research Centres have already been submitted (one from Medical Biology and one from Water and Environmental Research).

Research

As examples of the excellent, methodologically diverse and thematically wide-ranging research ongoing within the Faculty of Biology’s research programmes, nine recent highlights are described here. Five of them come from the Medical Biology research area, three from Water and Environmental Research and one from Empirical Educational Research.

The research group of Prof. Stefan Westermann (Medical Biology) investigates the molecular mechanisms of cell division, particularly chromosome segregation. During this process, mechanical forces act to separate the already duplicated chromosomes between two daughter cells. This step is of enormous medical relevance because defective regulation of it may lead to serious diseases such as cancer. A fundamental role in the process of cell division is played by the so-called kinetochore, a multiprotein complex that modulates the binding of microtubules to the centromere of two chromatid sisters, and their consequent separation. The molecular structure of the kinetochore is still largely unknown, however. To gain a better understanding of this complex structure, the Westermann group therefore investigated the kinetochore in yeast: although structurally similar

bindet. Der räumliche Aufbau der Kinetochore ist bisher jedoch noch weitestgehend unbekannt. Um hier nun einen besseren Einblick zu gewinnen, hat die AG Westermann Kinetochore aus Hefe analysiert. Diese sind ähnlich wie humane Kinetochore aufgebaut, lassen sich jedoch mit anderen Methoden in ihrer Funktion analysieren. So gelang es den Wissenschaftler*innen, mittels eines neuen Massenspektrometrie-Verfahrens eine dreidimensionale Karte der Bindungspositionen der inneren Proteine des Kinetochors zu erhalten. Mit diesen kartographischen Daten konnten sie dann die Ergebnisse einer parallel durchgeführten Röntgenstrukturanalyse interpretieren und somit erstmals dreidimensionale Strukturen dreier Proteine im Kinetochor und deren Verknüpfung erhalten. Diese Arbeit stellt somit einen wichtigen Schritt zum besseren Verständnis der Chromosomen-Segregation dar und kann helfen, die krankhaften Prozesse, die zu einer Falschverteilung von Chromosomen bei der Zellteilung führen, besser zu verstehen.

In der Arbeitsgruppe von Prof. Hemmo Meyer (Medizinische Biologie) steht die AAA+-ATPase VCP/p97 im Zentrum des Forschungsinteresses. Dieses Protein ist ein zentraler Faktor im zellulären Ubiquitin-Proteasom-System, das in lebenden Zellen eine wichtige Funktion im geordneten Abbau von Proteinkomplexen übernimmt. Solche Proteinkomplexe werden in Zellen zu jedem Zeitpunkt zu tausenden je nach Bedarf geordnet zusammengesetzt oder dynamisch wieder auseinander gebaut. In Zusammenarbeit mit den Arbeitsgruppen von Prof. Andrea Musacchio und Prof. Markus Kaiser (beide Medizinische Biologie) konnte die Gruppe von Hemmo Meyer nun zeigen, dass VCP/p97 eine wichtige Rolle in der Regulation der Funktion der Protein-Phosphatase-1 (PP1) spielt, welche abhängig von ihrer Wechselwirkung mit anderen Proteinen und somit ihrer Teilnahme an geordneten Proteinkomplexen an einer Vielzahl unterschiedlicher Prozesse von Stoffwechselreaktionen bis hin zur Zellteilung mitwirkt. So wird PP1 nach der Biosynthese zunächst in einem inaktiven Komplex mit zwei hemmenden Komponenten, SDS22 und Inhibitor-3, gebunden. Dieser Komplex wird anschließend durch VCP/p97 reguliert auseinandergebaut, so dass PP1 nun auch an anderen Proteinkomplexen teilnehmen kann. Diese aufwändige Regulation sorgt vermutlich dafür, dass

to the human analogue, its function can be more easily characterised using other methods. Applying a new mass-spectrometry method, the researchers obtained a three-dimensional map of the binding positions of the kinetochore’s inner proteins. These cartographic data helped them to better interpret the results obtained in a parallel x-ray analysis, thus leading to the first three-dimensional structure of three protein components of the kinetochore. This work signals an important step forward in the understanding of chromosome segregation and can help to better understand the origin of the abnormal processes that lead to errors in cellular division.

The research group of Prof. Hemmo Meyer (Medical Biology) focuses on the AAA+ ATPase VCP/p97. This protein is a central element of the ubiquitin-proteasome system, which in living cells oversees the degradation of protein complexes. These protein complexes are constantly assembled and disassembled according to cell demand. In cooperation with the research groups of Prof. Andrea Musacchio and Prof. Markus Kaiser (both Medical Biology), the Meyer group was able to demonstrate that VCP/p97 plays an important role in the regulation of the protein-phosphatase 1 (PP1) function. This protein is involved in a number of larger complexes and mediates several different processes, from metabolic reactions to cell division. Upon its biosynthesis, PP1 is inactivated through binding to two inhibitor components, SDS22 and Inhibitor-3. This complex is eventually disassembled by means of VCP/p97, enabling PP1 to interact with other proteins. Such an intricate regulation mechanism probably enables a tighter control of PP1-complex formation, establishing order in the chaos of cellular proteins and protein complexes. The cellular control of the entire process therefore occurs through a new molecular mechanism, which has expanded previous knowledge of VCP/p97 function.

The research group of Dr. Barbara Saccà (Medical Biology) is interested in the implementation of DNA nanotechnology tools to address biological questions. This new and rapidly emerging field of science makes it possible to construct three-dimensional DNA objects of almost any desired size and shape and, most importantly, with programmable nanoscaled features. Such objects could be used, for example, to mimic viral capsids



Vorereitung einer Umweltprobe für DNA-basierte Analysen (DNA-Metabarcoding).
Preparation of a complex environmental sample for DNA metabarcoding analysis.

© Foto: Vasco Elbrecht & Florian Leese

die PP1-Komplexbildung in allen Zellen kontrolliert und gerichtet abläuft und somit Ordnung in das scheinbare Chaos der zellulären Proteine und Proteinkomplexe bringt. Dabei erfolgt die zelluläre Kontrolle des gesamten Prozesses nach einem neuen molekularen Regulationsmechanismus, der das bisherige Verständnis über die Funktion des Proteins VCP/p97 in der Zelle erweiterte.

Die Arbeitsgruppe von Dr. Barbara Saccà (Medizinische Biologie) beschäftigt sich mit der Implementierung der DNA-Bionanotechnologie als Tool für biologische Forschung. In diesem neuen und zurzeit enorm wachsenden Forschungsgebiet können aus DNA und somit dem Erbmateriale der Zellen beliebig strukturierte dreidimensionale Objekte im Nanometerbereich in vorhersagbarer Weise hergestellt werden. Solche Objekte könnten zum Beispiel artifizielle Viren zum Gen- oder Proteintransfer sein. Bis zu diesen biomedizinischen Anwendungen ist jedoch noch ein weiter Weg, der noch viele weitere Grundlagenstudien benötigt. In einer Forschungsarbeit in

for the transfer of genetic material or proteins. To achieve this ambitious goal, however, much fundamental research is still needed. In a research project in collaboration with the group of Prof. Michael Ehrmann and Prof. Elsa Sánchez-García (both Medical Biology), the Saccà group realised a tubular-shaped DNA origami structure for the efficient encapsulation of a single enzyme in its native form. This opens the way to chemical modification of protein properties (such as stability) using non-covalent supramolecular interactions, and to the use of programmable DNA-engaged proteins as protein carrier systems.

For many years the research group of Prof. Ehrmann (Medical Biology) has been studying a particular class of serine proteases known as HtrA proteases. These proteases display special biochemical properties, such as reversible enzyme activation and inactivation, making them extremely unusual. In addition, several HtrA proteases are of particular medical relevance and interest. New research has shown, for example, that the human HtrA protease HTRA1 seems to play an important role in the pathogenesis of age-related macular degeneration (AMD). Specifically inhibiting this protease may therefore represent a promising chemotherapeutic approach. So far, however, no such inhibitors of this protease have been developed. The Ehrmann group therefore entered into collaboration with the chemical biology group of Prof. Markus Kaiser (Medical Biology) with the aim of developing the first chemical HTRA1 inhibitors. Together, the two research groups were now able to achieve their goal by synthesising designed analogues of Ahp-cyclodepsipeptides, a class of natural products originally isolated from cyanobacteria. Their work may thus represent the first step in the development of a new class of powerful AMD chemotherapeutics. In addition, it laid the foundation for further studies to optimise and evaluate clinically usable HTRA1 inhibitors as part of an ERDF "lead market" competition.

In much of contemporary biology research, increasingly sophisticated experimental methods produce increasingly complex data, which makes biological interpretation of the information difficult. The Bioinformatics and Computational Biophysics research group of Prof. Daniel Hoffmann (Medical Biology) develops computational methods that help to reveal new biology in such

Kooperation mit den Arbeitsgruppen von Prof. Michael Ehrmann und Prof. Elsa Sanchez-Garcia (beide Medizinische Biologie) konnte die Arbeitsgruppe Saccà nun zeigen, dass im Inneren von röhrenartigen DNA-Nanostrukturen native Proteine effizient eingebracht werden können, wodurch deren chemische Eigenschaften wie z.B. Stabilität verändert werden. Solche enkapsulierten Protein-DNA-Konjugate könnten somit in Zukunft z.B. Anwendung als Protein-Carrier-Systeme finden.

Seit vielen Jahren stehen bei der Arbeitsgruppe von Prof. Ehrmann (Bereich Medizinische Biologie) die HtrA-Proteasen im Fokus der Forschung. HtrA-Proteasen sind aufgrund ihrer besonderen biochemischen Eigenschaften mechanistisch äußerst ungewöhnliche Proteasen. So können diese, im Gegensatz zu klassischen Proteasen, reversibel aktiviert bzw. inaktiviert werden. Einige HtrA-Proteasen sind dabei von besonderem medizinischem Interesse. Die humane HtrA-Protease HTRA1 zum Beispiel spielt nach neuesten Erkenntnissen eine wichtige Rolle in der Pathogenese der altersbedingten Makuladegeneration (AMD). Dementsprechend könne eine gezielte Hemmung dieser Protease einen neuen Ansatz in der AMD-Therapie darstellen. Bisher konnten jedoch noch keine Hemmstoffe dieser Protease entwickelt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, schloss sich daher die AG von Prof. Michael Ehrmann mit der von Prof. Markus Kaiser (Medizinische Biologie) zusammen. Als chemisch-biologische Arbeitsgruppe beschäftigt sich Prof. Markus Kaiser mit der Entwicklung neuer Konzepte zur Darstellung chemischer Wirkstoffe. Die beiden Arbeitsgruppen konnten gemeinsam zeigen, dass geeignet modifizierte Verbindungen einer Naturstoffklasse, den Ahp-Cyclodepsipeptiden, potente und pharmakologisch interessante Inhibitoren der HTRA1-Protease darstellen. Diese stellen somit einen ersten Schritt zur Entwicklung klinisch nutzbarer HTRA1-Inhibitoren dar. Die Relevanz der Arbeiten zeigt sich dabei auch darin, dass mittels dieser Daten die Einwerbung eines EFRE-Leitmarktwerbewerbes zur weiteren Optimierung und Evaluierung dieser Inhibitoren gelang.

In der modernen biologischen Forschung erzeugen immer aufwändigere experimentelle Methoden immer komplexere Daten, deren biologische Interpretation schwierig ist. Die Forschungsgruppe Bioinformatik und Computational

complex data. However, the computer is not only a versatile tool for the analysis of experimental data, but also enables modelling of complex biological systems and offers a level of insight that is often not accessible with experimental methods. One example is the modelling of eco-evolutionary dynamics with a fundamental question: Why does biological diversity occur and why is it stable? To explore this question, the Hoffmann group developed a model to simulate the dynamics of biological communities that are governed by competitive interactions. The model made it possible to explain the emergence of stable biodiversity and a number of key observations from biological systems by introducing a trade-off between competitive ability and replication rate.

The Biodiversity group led by Prof. Jens Boenigk (Water and Environmental Research) investigates the relation and interplay between biodiversity and ecosystem functions. Its recent research focuses on three main aspects: the shift in species diversity in aquatic ecosystems due to stressor impact, functional diversity in aquatic ecosystems as reflected by metatranscriptomics and metagenomics, and the species distribution pattern on a European scale. In a recent study, the research group succeeded in explaining the role of Cryptophyta as consumers of bacteria in lake plankton communities and proved a hitherto largely neglected direct interaction between the two groups. The results of this study change our understanding of the connectivity and interactions within the microbial food web and thereby of the basis of element flows through ecosystems and ecosystem stability.

Prof. Florian Leese (Water and Environmental Research) works in the field of aquatic ecosystem research. He is particularly known for establishing molecular tools for ecosystem quality assessment and biomonitoring. His pioneering work was also honoured with the 100,000 € Water Resource Award of the Rüdiger Kurt Bode Foundation. In one of these studies Prof. Leese established DNA-based analysis of chironomids (non-biting midges) as an alternative method of water quality assessment. Streams and lakes around the world are affected by climate change and agricultural stressors. Chironomids are hard to determine based on morphology and thus have little or no use as classical indicator species, even though they would be



© Foto: ZMB

Das ICCE und IMCES bieten modernste Mikroskopieverfahren. Für diese Untersuchungen ist ein sorgfältiger Umgang mit Proben, teilweise einmaligen Patient*innenproben, unerlässlich. The ICCE and IMCES core facilities offer state-of-the-art microscopies. Their usage requires sophisticated methodologies for sample preparation, in particular for unique patient-derived samples.

Biophysics von Prof. Daniel Hoffmann (Medizinische Biologie) entwickelt computergestützte Methoden, die dabei helfen, neue Biologiekenntnisse in solch komplexen Daten zu entdecken. Aber der Computer ist nicht nur ein flexibles Werkzeug für die Analyse experimenteller Daten, sondern erlaubt auch die Modellierung komplexer biologischer Systeme und ermöglicht dabei Einsichten, die sich mit experimentellen Methoden nur schwer gewinnen lassen. Ein Beispiel ist die Modellierung öko-evolutionärer Dynamik mit der grundlegenden Frage: Warum entsteht biologische Vielfalt und warum ist sie stabil? Hierzu hat die Arbeitsgruppe Hoffmann ein Modell entwickelt, mit der die Dynamik von biologischen, miteinander konkurrierenden Gemeinschaften simuliert werden kann. Mit dem etablierten Modell konnte dann eine Reihe von biologischen Beobachtungen erklärt und insbesondere gezeigt werden, dass die biologische Vielfalt entsteht und stabil bleibt, wenn ein Ausgleich von Wettbewerbsfähigkeit und Replikation vorliegt.

Die Arbeitsgruppe Biodiversität von Prof. Jens Boenigk (Wasser- und Umweltforschung) untersucht Zusammenhänge und Wechselwirkungen

ideally suited as they occur in great abundances in lakes and streams. Prof. Leese's research group overcame this limitation by using DNA-based tools ("DNA metabarcoding") to detect indicator species. Thanks to the complex study design, the researchers were able to demonstrate that different stressors clearly impact on chironomid species occurrence. As a result of this research, it will be possible in future to determine the quality of water with DNA analysis of chironomids.

Analysis of the ecophysiological and ecotoxicological effects of extreme volcanogenic CO₂ exhalations (mofettes) on plants, fungi, animals, soils and climate is one focus of the research of Prof. Hardy Pfanz (Water and Environmental Research). A second focus is the adsorption of fine dust by living and dead plant surfaces and the quantification of photosynthetic carbon gain by stem photosynthesis in woody plants and modelling their impact on climate change. As part of this work, Prof. Pfanz succeeded last year in publishing a much-discussed study in the field of bio-geomorphology. The authors demonstrated in this study that the well-known mythological figure of the Cerberus, a three-headed dog guarding the entrance to the

zwischen Biodiversität und Ökosystemfunktionen. Die aktuelle Forschung gliedert sich dabei in drei Schwerpunkte: Die Veränderung der Artenvielfalt in Gewässern aufgrund von Stressoren, die funktionelle Diversität der Arten in Fließgewässern auf der Basis von Metatranskriptom- und Metagenomanalysen wie auch die Untersuchung der Verteilungsmuster von Arten auf europäischer Ebene. So gelang es der Arbeitsgruppe zum Beispiel in einer neueren Studie, die Rolle der Cryptophyta als Bakterienkonsumenten im Plankton von Seen aufzuklären und damit eine direkte Interaktion zwischen zwei bedeutenden Organismengruppen nachzuweisen, die bislang weitgehend unbeachtet blieb. Die Ergebnisse dieser Studie ändern unser Verständnis der Zusammenhänge und Interaktionen im mikrobiellen Nahrungsnetz und damit der Basis der Stoffflüsse durch Ökosysteme sowie deren Stabilität.

Prof. Florian Leese (Wasser- und Umweltforschung) arbeitet im Bereich der aquatischen Ökosystemforschung. Dabei hat er sich insbesondere mit der Etablierung molekularbiologischer Technologien zur Bewertung der Gewässerqualität einen Namen gemacht und auf diesem Gebiet vielfältige Pionierarbeit geleistet, die mit dem mit 100.000 Euro dotierten Wasser-Ressourcenpreis der Rüdiger Kurt Bode-Stiftung geehrt wurde. In einer dieser Forschungsarbeiten hat Prof. Leese DNA-basierte Analysen von Zuckmücken als alternative Bewertungsmethode der Gewässergüte verwendet. Weltweit sind Flüsse und Seen als Folge landwirtschaftlicher Nutzung und des Klimawandels beeinträchtigt. Um nun die negativen Einflussfaktoren auf Ökosysteme – auch Stressoren genannt – besser bestimmen zu können, verwendete die Arbeitsgruppe Leese Zuckmücken, die weltweit zahlreich in Flüssen und Seen vorkommen, aufgrund ihrer geringen Größe jedoch nicht als klassische Indikatoren verwendet werden können. Durch einen komplexen Versuchsaufbau konnte die AG jedoch zeigen, dass unterschiedliche Stressoren einen Einfluss auf die Zuckmücken-Artverteilung nehmen, die nun erstmals durch DNA-Analysen sichtbar gemacht werden konnte. Somit lassen sich in Zukunft die Qualität von Gewässern durch DNA-Analysen der dort lebenden Zuckmücken bestimmen.

Ökophysiologische und -toxikologische Untersuchungen zur Wirkung extremer vulkanogener

Ausgewählte Publikationen | Selected Publications

Beermann, A.J., V.M.A. Zizka, V. Elbrecht, V. Baranov, F. Leese (2018):

DNA metabarcoding reveals the complex and hidden responses of chironomids to multiple stressors. Environ. Sci. Eur. 30, 26.

Farahpour, F., M. Saeedghalati, V.S. Brauer, D. Hoffmann (2018):

Trade-off shapes diversity in eco-evolutionary dynamics. eLife, 7, e36273.

Grujčić, V., J.K. Nuy, M.M. Salcher, T. Shabarova, V. Kasalický, J. Boenigk, M. Jensen, K. Simek (2018):

Cryptophyta as major bacterivores in freshwater summer plankton. ISME J. 12, 1668–1681.

Hering, D. et al. (2018): Implementation options for DNA-based identification into ecological status assessment under the European Water Framework Directive. *Water Res 138, 192–205. doi: 10.1016/j.watres.2018.03.003.*

Köcher, S., J. Rey, J. Bongard, A.N. Tiaden, M. Meltzer, P.J. Richards, M. Ehrmann, M. Kaiser (2017):

Tailored Ahp-cyclodepsipeptides as potent non-covalent serine protease inhibitors. Angew. Chem. Int. Ed. 56, 8555–8558.

Pfanz, H., G. Yüce, A.H. Gulbay, A. Gokgoz (2018):

Deadly CO₂ gases in the Plutonium of Hierapolis (Denizli, Turkey). Archaeol. Anthropol. Sci. doi.org/10.1007/s12520-018-0599-5.

Schmiemann, P., R. H. Nehm, R.E. Tornabene (2017):

Assessment of Genetics Understanding. Sci. Educ. 26, 1161–1191.

Schmitzberger, F., M.M. Richter, Y. Gordiyenko, C.V. Robinson, M. Dadlez, S. Westermann (2017):

Molecular basis for inner kinetochore configuration through RWD domain-peptide interactions. EMBO J. 36, 3458–3482.

Sprengel, A., P. Lill, P. Stegemann, K. Bravo-Rodriguez, E.C. Schöneweiß, M. Merdanovic, D. Gudnason, M. Aznauryan, L. Gamrad, S. Barcikowski, E. Sanchez-Garcia, V. Birkedal, C. Gatsogiannis, M. Ehrmann, B. Saccà (2017):

Tailored protein encapsulation into a DNA host using geometrically organized supramolecular interactions. Nat. Commun. 8:14472.

Weigand, H. et al. (2018): Fishing in troubled waters: Revealing genomic signatures of local adaptation in response to freshwater pollutants in two macroinvertebrates. *Sci Total Environ 633, 875–891. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.109.*

Weith, J. M., Seiler, J. van den Boom, M. Kracht, J. Hülsmann, I. Primorac, J. Del Pino Garcia, F. Kaschani, M. Kaiser, A. Musacchio, M. Bollen, H. Meyer (2018):

Ubiquitin-Independent Disassembly by a p97 AAA-ATPase Complex Drives PP1 Holoenzyme Formation. Mol. Cell 72, 766–777.



CO₂-Exhalationen (sogenannte Mofetten) auf Pflanzen, Pilze, Tiere, Böden, Klima als auch Studien zur Absorption von Feinstäuben durch lebende und abgestorbene pflanzliche Oberflächen oder die Quantifizierung und Modellierung des photosynthetischen Kohlenstoffgewinnes durch Stammphotosynthese bei Holzgewächsen und ihre Bedeutung für den Klimawandel stehen im Mittelpunkt der Forschung von Prof. Hardy Pfanz (Wasser- und Umweltforschung). Im Rahmen dieser Arbeiten gelang es ihm im letzten Jahr, eine viel diskutierte Studie aus dem Bereich der Bio-Geomythologie zu publizieren. In dieser Arbeit konnten die Autor*innen zeigen, dass die bekannte mystische Figur des Kerberos (dt. auch Zerberus), ein dreiköpfiger Hund, der den antiken Eingang zur Unterwelt bewacht, nichts anderes als tödliches Mofetengas darstellt. Zur Belegung dieser These wurden verschiedene Studien in der Türkei, in Griechenland und in Italien durchgeführt.

Die Arbeitsgruppe von Prof. Philipp Schmiemann (Empirische Lehr-Lernforschung) erforscht mit Methoden der empirischen Bildungsforschung, wie Lernende in der Schule und Universität Biologie besser verstehen können. Dabei geht es insbesondere um die Lernschwierigkeiten bei evolutionären Stammbäumen und genetischen Familienstammbäumen, sowie um das Verständnis von biologischen Systemen in der Ökologie (Nahrungsnetze) und Physiologie (Regelkreise). So untersuchte die Arbeitsgruppe in einer Studie mit Biologiestudierenden aus den USA und Deutschland, welche situationsbedingten Faktoren Einfluss auf den Lernerfolg im Bereich Genetik nehmen. Die aus dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse dienen nun im Rahmen des BMBF-Projektes „Bildungsgerechtigkeit im Fokus“ unter anderem zur Weiterentwicklung der Hochschullehre.

Preise und Auszeichnungen

Prof. Florian Leese wurde mit dem mit 100.000 Euro dotierten Wasser-Ressourcenpreis 2018 der Rüdiger Kurt Bode-Stiftung geehrt. Er ist zudem seit 2018 gewählter Sprecher der „Water Research Perspectives Commission“ (Nachfolge DFG-Senatskommission Wasser KoWa). Prof. Michael Ehrmann wurde 2017 zum Honorary Visiting Professor der Cardiff University (UK) ernannt.

Underworld, is nothing other than deadly mofette gas. To verify this hypothesis the group conducted several studies in Turkey, Greece and Italy.

The group of Prof. Philipp Schmiemann (Empirical Teaching and Learning Research) investigates how school and university students can better understand biological subjects. The research focuses particularly on learning difficulties related to the interpretation of evolutionary phylogenetic trees and genetic family trees and on the conception of biological systems in ecology (food webs) and physiology (control loops). In a study with biology students from the USA and Germany, for instance, the research group investigated which situational factors affect learning success in the field of genetics. The knowledge gained from this study is now being used within the BMBF's "Focus on Educational Justice" project to develop academic teaching, among other things.

Awards and Distinctions

Prof. Florian Leese received the 2018 Water Resource Prize worth € 100,000.00 from the Rüdiger Kurt Bode Foundation. In 2018 he was also elected as speaker of the "Water Research Perspectives Commission" (successor to DFG Senate Commission on Water Research, KoWa). Prof. Michael Ehrmann was appointed Honorary Visiting Professor of Cardiff University (UK) in 2017.

Transfer und Sustainability

The Faculty of Biology is committed to the Transfer and Sustainability aspects of the UDE. Accordingly, it has taken diverse measures in the areas of research, teaching and service to transfer scientific achievements to society on an ecological, economic and sustainable level, as briefly outlined below. In research, for example, our efforts are not exclusively directed towards the study of important social challenges (such as health, environment and welfare under demographic change), but we also aim to transfer these scientific results into society and the economy. Our researchers are actively involved in "transfer" research, thus enhancing the visibility of the UDE's work in general. For example, researchers from the Faculty take part in NRW lead market competitions, which are intended to contribute to long-term competitiveness,

Transfer und Nachhaltigkeit

Die Fakultät Biologie fühlt sich den Transfer- und Nachhaltigkeitsaspekten der UDE verpflichtet. Dementsprechend werden an der Fakultät vielfältige Maßnahmen in den Bereichen Forschung, Lehre und Betrieb zum gesellschaftlichen Transfer unserer Forschungsergebnisse und zur Gestaltung einer ökologisch, ökonomisch und sozial zukunftsfähigen Gesellschaft umgesetzt, die hier nur kurz beispielhaft umrissen werden sollen. So wird im Forschungsbereich nicht nur gezielt Forschung zu großen gesellschaftlichen Herausforderungen (wie z.B. Gesundheit, Umwelt und Wohlergehen im demographischen Wandel) durchgeführt, sondern diese auch in aktive Beiträge zur Gestaltung einer zukunftsfähigen Gesellschaft übertragen. Des Weiteren sind Wissenschaftler*innen aktiv an „Transfer“-Forschung beteiligt und erhöhen damit auch die Sichtbarkeit der UDE-Forschung insgesamt. So nehmen Forscher*innen der Fakultät z.B. an den NRW-Leitmarkt-Wettbewerben teil, die zu einer nachhaltigen Wettbewerbsfähigkeit als auch Beschäftigung und Wohlstand beitragen sollen. Zudem befasst sich die Fakultät aktiv mit dem Forschungsdatenbank-Management zur nachhaltigen Nutzung von Forschungsdaten oder dem Transfer von Forschungsergebnissen in inter- und multidisziplinäre Forschungsverbünde. Ein weiteres großes Projekt der Fakultät in den letzten Jahren (und auch in der Zukunft) ist dabei der weitere Aufbau und die Pflege der weltgrößten Algensammlung (CCAC). Ökonomische Nachhaltigkeitsaspekte wurden z.B. durch Bündelung von Großforschungsgeräten in Core Facilities erreicht.

(Zukunfts-)perspektiven

In den nächsten Jahren wird der Schwerpunkt auf einer weiteren Vertiefung der Forschungsschwerpunkte liegen. Dies kann z.B. durch neue interdisziplinäre Forschungsansätze, wie im Rahmen von SFB-Initiativen, erreicht werden. Solche Initiativen führen dabei auch zu einem konsequenten Ausbau der Kooperationen zwischen den von der Fakultät vertretenen Forschungsgebieten und den weiteren naturwissenschaftlichen, medizinischen und technischen Disziplinen der Universität Duisburg-Essen bzw. den Nachbaruniversitäten oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen.

employment and welfare. The Faculty is also active in establishing efficient research database management structures for sustainable use of research data and transfer of scientific results in inter- and multidisciplinary research networks. Another major project of the Faculty in recent years (and in the future) is developing and curating the world's largest algae collection (CCAC), while economic sustainability issues are being met by pooling large-scale research apparatus in core facilities.

(Future) Prospects

In the coming years, the goal is to deepen the research in the research programmes, for example with new interdisciplinary scientific approaches, such as in CRC initiatives. This will lead to the establishment of new cooperation projects not only between the research areas of the Faculty and other scientific, medical and technical disciplines at the UDE, but also with those of the neighbouring universities and non-university research institutes.

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