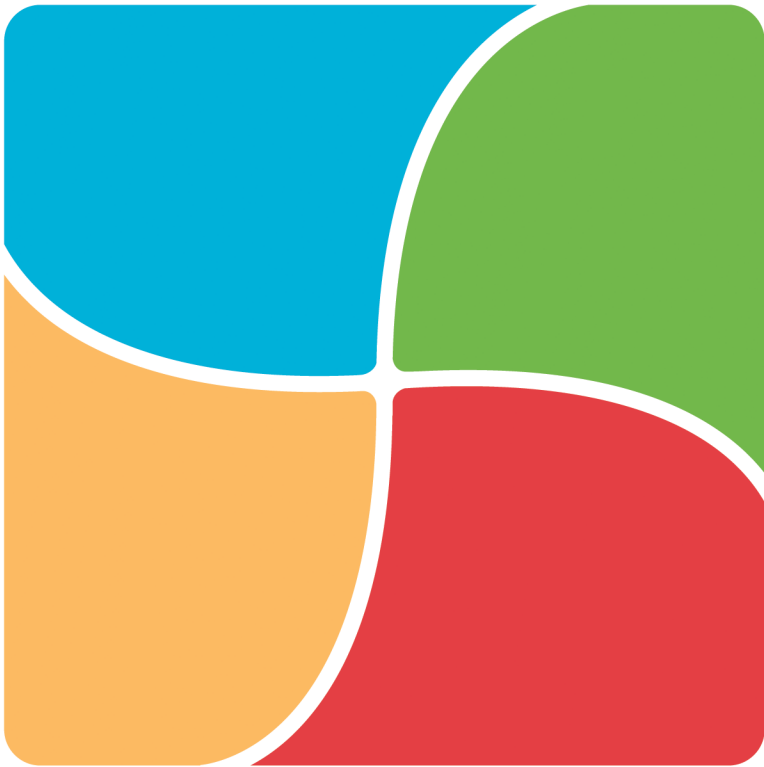


Zukunftskonzept

**der Fakultät für Biowissenschaften,
Pharmazie und Psychologie**



Impressum

Prof. Dr. Matthias Müller

Dekan der Fakultät für Biowissenschaften, Pharmazie und Psychologie

Brüderstraße 32

04103 Leipzig

Leipzig, im März 2010

Inhaltsverzeichnis

2	Abkürzungsverzeichnis	
3	Kooperationspartner	
3	Profilbildende Forschungsbereiche	(PbF) der Universität
5	Zukunftskonzept	der Fakultät für Biowissenschaften, Pharmazie und Psychologie
9	Kernthema 1:	Ökologie und Biodiversität
17	Kernthema 2:	Molekulare und zelluläre Kommunikation und Interaktion
23	Kernthema 3:	Molekulares Design und Prozessentwicklung
31	Kernthema 4:	Psychologische und neurobiologische Grundlagen kognitiver Prozesse

Abkürzungsverzeichnis

BA	Bachelor
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BuildMoNa	Graduate School Leipzig School of Natural Sciences – Building with Molecules and Nano-objects
CHE	Centrum für Hochschulentwicklung
CNW	Curricularnormwert
DAAD	Deutsch-Akademischer Austauschdienst
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
ESF	Europäischer Sozialfonds
EU	Europäische Union
FOR	Forschergruppe
GK	Graduiertenkolleg
KFO	Klinische Forschergruppe
MA	Master
NF	Nachfolge
NWG	Nachwuchsgruppe
PbF	Profilbildender Forschungsbereich
PD	Privatdozent
SFB	Sonderforschungsbereich
SPP	Schwerpunktprogramm
TP	Teilprojekt
TRR	Transregio
W1/W2/W3	Besoldungsgruppen
WS	Wintersemester

Kooperationspartner

BBZ	Biotechnologisch-Biomedizinisches Zentrum
Fraunhofer-IZI	Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie Leipzig
Helmholtz-UFZ	Helmholtzzentrum für Umweltforschung Halle-Leipzig
IOM	Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung e.V.
MPI-EVA	Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie
MPI-CBS	Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften
PFI	Paul-Flechsig-Institut für Hirnforschung (Medizinische Fakultät)
SIAB	Sächsisches Institut für Angewandte Biotechnologie
TRM	Translationszentrum für Regenerative Medizin Leipzig

Profilbildende Forschungsbereiche (PbF) der Universität

PbF 1	Moleküle und Nanoobjekte
PbF 2	Mathematik in den Naturwissenschaften
PbF 3	Molekulare und zelluläre Kommunikation
PbF 4	Gehirn, Kognition und Sprache
PbF 5	Risikante Ordnungen
PbF 6	Veränderte Umwelt und Krankheit

Zukunftskonzept der Fakultät für Biowissenschaften, Pharmazie und Psychologie

Aufgabe des Zukunftskonzepts ist die Profilierung und Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Forschung sowohl innerhalb der Fakultät, als auch im Forschungsverbund mit extrauniversitären Einrichtungen. Zu diesem Zweck wurden die Forschungsbereiche einzelner Arbeitsgruppen in vier Kernthemen gebündelt. Diese Kernthemen sind integrativer Bestandteil verschiedener Profilbildender Forschungsbereiche der Universität Leipzig, die auf das vom Senat verabschiedete Zukunftskonzept der Universität vom 15. September 2006 zurückzuführen sind. Die vier Kernthemen der Fakultät sind:

- Ökologie und Biodiversität
- Molekulare und zelluläre Kommunikation und Interaktion
- Molekulares Design und Prozessentwicklung
- Psychologische und neurobiologische Grundlagen kognitiver Prozesse

Jedes dieser vier Kernthemen ist wiederum in vier Forschungsbereiche untergliedert, die eine entsprechende inhaltliche Schwerpunktbildung erlauben.

Neben der Profilierung der Forschung ist die Weiterentwicklung der Lehre ein Ziel des Zukunftskonzepts. Auf der einen Seite sollen die neusten Forschungsergebnisse direkt in Bachelor- als auch Master-Module integrativ über Studiengänge hinweg einfließen. Auf der anderen Seite soll das Zukunftskonzept dazu dienen kompetitive und attraktive Ausbildungskonzepte zu entwickeln und umzusetzen, um für den zunehmenden Wettbewerb um die besten Studierenden gerüstet zu sein.

Zusammenfassend sind die Ziele in Forschung und Lehre:

- Profilierung der Forschung und Erhöhung der internationalen Sichtbarkeit,
- Gemeinsame Nutzung von Geräten und Einrichtungen,
- Stützung wissenschaftlicher Kooperationen über die Fakultätsgrenzen hinweg,
- Stimulierung eines wissenschaftlichen Umfelds zur Einrichtung neuer Forschungsverbünde in Form von Forschergruppen, Anträge zur Exzellenzinitiative, Graduiertenkollegs und Sonderforschungsbereiche, usw.,
- Strukturierte Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchts, Etablierung attraktiver Studiengänge im BA/MA. Dies betrifft ebenfalls die Einrichtung von internationalen Masterstudiengängen.

Das Zukunftskonzept stellt die Grundlage für Zielvereinbarungen zwischen der Fakultät für Biowissenschaften, Pharmazie und Psychologie und dem Rektorat dar. Die Erreichung der Ziele bedarf einer längerfristigen Planungssicherheit sowohl in Personalausstattung, Haushaltsmitteln und Investitionen. Die Schaffung neuer Strukturen und die Schließung vorhandener Fachkompetenzlücken durch die Etablierung neuer Professuren und Mitarbeiterstellen zur erfolgreichen Umsetzung des Konzeptes ist ein weiteres Ziel.

Zielsetzungen

Drittmittelinwerbung

Die Drittmittelinwerbungen innerhalb der Fakultät haben sich binnen sechs Jahren mehr als verdreifacht. Im Jahr 2009 wurden mehr als 7 Mio. Euro eingeworben. Ziel der beteiligten Arbeitsgruppen in den jeweiligen Kernthemen ist es, die Forschungsschwerpunkte lokal zu vernetzen und damit die integrative Idee der Profilbildenden Forschungsbereiche zu stärken. In den jeweiligen Abschnitten sind die Pläne zur Einwerbung größerer Verbundprojekte aufgelistet. Diese sollen flankiert werden von Einzelprojekten.

Förderung des wissenschaftlichen Nachwuch

An der Fakultät sind im Verbund mit den Forschungskernthemen gegenwärtig zwei von der DFG-finanzierten Graduiertenkollegs verankert: „InterNeuro“ und „Funktion von Aufmerksamkeit bei kognitiven Prozessen“. Die Laufzeit dieser beiden Graduiertenschulen ist bis 2014. Im SFB610 und im TR67 wurde ebenfalls jeweils ein integriertes Graduiertenkolleg mit der Thematik „Protein Science“ und „Matrixengineering“ bewilligt. Deren Laufzeit ist bis 12/2012 bzw. 6/2013, eine Verlängerung des TR67 ist noch bis 2021 möglich. An beiden Max-Planck Research Schools, „NeuroCom“ und „Human Origins“, sind Mitglieder der Fakultät beteiligt. Dies betrifft ebenso die Graduiertenschule im Zuge der Bundesexzellenzinitiative „BuildMoNa“ und „Higrade“ am UFZ. Eine Reihe von weiteren Promotionsmöglichkeiten ergeben sich in den laufenden Forschungsprojekten (siehe exemplarische Auflistung).

Aufbau einer Nachwuchsgruppe „Molecular Modelling“ im Kernthema 2. Nach dem Ausscheiden von Prof. Hofmann soll eine Nachwuchsgruppe etabliert werden, die sich mit der Modellierung von Membranproteinen, insbesondere Rezeptoren beschäftigt.

Aufbau neuer Studiengänge

Zur Internationalisierung des Studienangebotes sind mittelfristig zwei internationale Masterstudiengänge geplant:

Kernthema 1: „*Ecology and Functional Biodiversity*“

Kernthema 4: „*Being human: from neurocellular substrates to evolution of cognition*“.

Bezüglich der existierenden Studiengänge sind folgende Erneuerungen geplant:

Kernthema 1: Optimierung des Masterstudienganges Biologie.

Kernthema 2: Im Masterstudium Biochemie sollen die bisherigen fünf Schwerpunktrichtungen auf drei mit den Schwerpunkten Biomedizin, Biotechnologie/Umweltbiochemie und Bioanalytik/Molekulare Biochemie reduziert werden.

Kernthema 3: In Kooperation mit der Pharmazeutischen Industrie soll ein Masterstudiengang eingeführt werden, der eine Spezialisierung im Bereich industrierelevanter Fragestellungen ermöglicht. Der Studiengang soll aufbauend auf dem achtsemestrigen Staatsexamens-Pharmaziestudium angeboten werden.

Kernthema 4: Einführung des Masterstudienganges Psychologie.

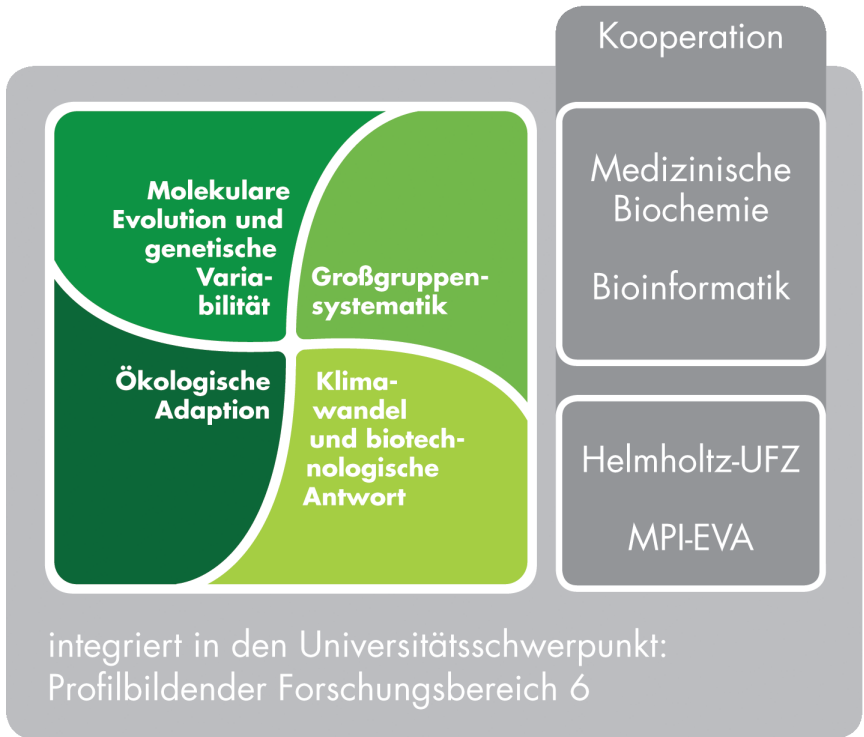
Internationalisierung

Aufbau von internationalen Masterstudiengängen (s.o.).

Strukturelle Entwicklung

Durch die Einführung der BA/MA Studiengänge erscheint eine Aufteilung der Psychologischen und Biologischen Institute in I und II nicht mehr zeitgemäß. Studierende orientieren sich an Studienfächern wie Psychologie und Biologie. Eine Zusammenlegung der Psychologischen und Biologischen Institute zu einem Institut für Psychologie und einem Institut für Biologie erscheint mittelfristig angemessen. Damit würde sich die Fakultät aus vier Instituten zusammensetzen: Biochemie, Biologie, Pharmazie und Psychologie.

Kernthema 1: Ökologie und Biodiversität



Der Schwerpunkt erforscht die biologische Diversität, ihre Dynamik und ihre Bedeutung für terrestrische und aquatische Ökosysteme. Dies umfasst die qualitative und quantitative Analyse rezenter und historischer Situationen unter evolutionsbiologischen Gesichtspunkten. Diversität wird auf verschiedenen Ebenen untersucht, von der Populationsebene über die Spezies bis hin zur Systematik der Großgruppen. Hinzu kommt die funktionelle Analyse von Arten und deren Auswirkung auf komplexe Ökosysteme. Das Methodenspektrum umfasst genetische / genomische, molekularbiologische und experimentelle Ansätze sowie Ökoinformatik und Modellierung. Der Schwerpunkt führt zu einem neuen Verständnis, wie Diversität entsteht und aufrecht erhalten wird, und wie sie Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen beeinflusst und auch unter Nutzungs- und Anpassungsdruck gewährleistet.

Am Schwerpunkt sind fünf forschungsstarke Arbeitskreise der Institute für Biologie I und II und des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung beteiligt. Durch deren individuelle Ausrichtung auf die Ökophysiologie und Funktionelle Biodiversität der Pflanzen, die molekulare Evolution und Systematik der Tiere, die Bodenökologie mit einem Schwerpunkt auf Pilze, die Umweltmikrobiologie sowie eine geplante Neubesetzung im Bereich Molekulare Evolution der Pflanzen sind hohe Grade von Komplementarität und breiter Abdeckung des ökologischen Spektrums gegeben. Folgende Forschungsbereiche werden abgedeckt:

Bereich 1: Molekulare Evolution und genetische Variabilität

Rezente Diversitätsmuster sind das Ergebnis evolutiver und demographischer Prozesse über lange Zeiträume. Die Entstehung oder Stabilität von Diversität im Laufe der Erdgeschichte wird mithilfe phylogenetischer Methoden rekonstruiert und mit Umweltbedingungen korreliert. Beispiele hierfür sind die Erforschung der Phylogenie von Großgruppen in der Kambrischen Radiation (z.B. Deuterostomia, Annelida) und der Evolution des Innaten Immunsystems. Ein weiteres Forschungsfeld ist die Phylogenie heterotropher und autotropher Protisten und das funktionelle Verstehen der Populationsdynamik und Biodiversität in verschiedenen anthropogen geprägten aquatischen Ökosystemen durch die molekulare Aufklärung der Mechanismen, die Produktion und Mortalität steuern. Weiterhin werden neue Algenklassen auf allen taxonomischen Stufen untersucht mit dem Ziel, in der phylogenetischen Rückschau die Prozesse zu identifizieren, die für den Selektionserfolg verantwortlich waren. Ein weiterer Schwerpunkt liegt bei der Analyse historischer und räumlicher Faktoren zur Entstehung und Aufrechterhaltung genetischer Variabilität von Tierpopulationen (v.a. von Arten der Eidechsen-Gattung *Lacerta*). Neben morphologischen Merkmalen werden vorrangig molekulare Marker verwendet. Hinzu kommen molekulare Techniken wie *in situ*-Hybridisierung und genomische Ansätze, in denen z.B. durch Transkriptomanalyse große Datenmengen für phylogenetische Fragestellungen ge-

wonnen werden. Der botanische Garten leistet über die Mitwirkung beim *Index Seminum* einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der genetischen Diversität der Pflanzen.

Bereich 2: Großgruppensystematik und Diversitätsanalyse

Die biologische Diversität der Erde ist nur unvollständig charakterisiert. Neben einer recht umfassenden Kenntnis der Artenvielfalt von höheren Tieren und Pflanzen, gibt es insbesondere unter den Mikroorganismen systematische Gruppen (Pilze, Protisten und Bakterien), deren Diversität noch weitestgehend unbekannt ist. Diese Gruppen werden in Leipzig intensiv untersucht und die Forschung bringt vor allem bei den Mikroorganismen immer wieder Arten zum Vorschein, die sich in die aktuelle Systematik nicht einfügen und bisweilen eine Neuordnung der Großgruppensystematik verlangen. Die strukturelle und funktionelle Biodiversität von Mikroorganismen wird mit molekularbiologischen, cytometrischen und biochemischen Methoden analysiert. Zusätzlich wird die *genetische* Diversität innerhalb von Tierpopulationen und die *funktionelle* Diversität von Gemeinschaften von Pilzen, Algen und höheren Pflanzen (v.a. Wälder) auf der lokalen, regionalen und globalen Skala untersucht. Diversitätsanalysen werden weiterhin in wenig erforschten Ökosystemen wie den Boden- und Kronenregionen der Wälder durchgeführt.

Bereich 3: Ökologische Adaptation und Funktionelle Diversität

Evolutive und demographische Prozesse ermöglichen es Organismen, sich an die Bedingungen ihrer biotischen und abiotischen Umwelt anzupassen. Andererseits beeinflussen sie das Ökosystem über ihre artspezifische Ausstattung an physiologischen, morphologischen und demographischen Merkmalen. Die vergleichende Analyse solcher Merkmale bildet die Grundlage der funktionellen Diversitätsforschung und reicht in der Botanik von der Charakterisierung des Primärstoffwechsels auf Protein-, Organell- und Zellebene bis hin zum Aufbau globaler Merkmalsdatenbanken und makroökologischen Analysen auf Biomebene. In der Bodenökologie und Mikrobiologie werden mit Methoden wie Transkriptomik und *Metabolit-Profiling* vor allem physiologische Merkmale unterschiedlichster taxonomischer Gruppen erfasst. Die Funktionelle Diversitätsforschung untersucht die Auswirkungen dieser Merkmale und Merkmalspektren einer Biozönose auf Ökosystemfunktionen. Hierbei kann das Vorhandensein von bestimmten Schlüsselarten (Artidentitätseffekte) oder der Artenreichtum *per se* (Diversitätseffekte) eine Rolle spielen. Methodisch werden die zugrundeliegenden Prozesse über empirische und modellbasierte Verfahren untersucht. Im empirischen Ansatz werden Funktionen entlang von natürlichen oder experimentellen Diversitätsgradienten untersucht. Die analysierten Funktionen sind sehr vielfältig und umfassen Bodenprozesse (Enzymaktivitäten, metabolischen Quotienten, mikrobieller Schadstoffabbau), ökosystemare Prozesse (Metabolische

Kosten, Nettoprimärproduktion, Kohlenstoffsequestrierung, Wassernutzung, Nährstoffumsätze, Störungsresilienz, Sukzession). Die Arbeitsgruppen sind derzeit über Verbundprojekte in insgesamt vier international bekannte Diversitätsexperimente eingebunden, die teilweise den Botanischen Garten der Universität als Plattform nutzen werden. Feldarbeiten in natürlichen Systemen laufen aktuell in vielen Vegetationszonen der Erde (boreale, temperate, subtropische und tropische Ökosysteme).

Bereich 4: Klimawandel und biotechnologische Antwort

Biologische Diversität wird durch den globalen Wandel (Klimawandel, Landnutzungsänderungen, Einfuhr invasiver Arten) einerseits massiv beeinflusst, andererseits verleiht die biologische Vielfalt den Ökosystemen eine gewisse Resilienz gegenüber den Einwirkungen des globalen Wandels. Besonders der letztgenannte Aspekt wird intensiv untersucht. Laufende Experimente befassen sich z.B. mit der klimagesteuerten Populationsdynamik und genetischen Veränderung von Ciliatenpopulationen, Stabilitäts-Diversitätsbeziehungen in Grünländern, dem Einfluss vermehrter Feuer auf die Sukzession und Klima-Rückkopplung sibirischer Wälder oder der Beeinflussung der Energiebilanz bei der Neubildung der Biomasse unter veränderten Klimabedingungen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die „Diversifizierung“ von Erdsystemmodellen. Hierfür werden aus den Merkmalsdatenbanken mithilfe inverser und hierarchischer Modellierung neue funktionelle Gruppierungen und entsprechende Parametrisierungen für Erdsystemmodelle bereitgestellt. In Zusammenarbeit mit verschiedenen Modellierungsgruppen werden die Interaktionen zwischen pflanzlicher Diversität und dem Klimageschehen auf globaler Ebene analysiert.

Die Erforschung der funktionellen Charakteristika bekannter und neuer Taxa und Biozönosen bietet ein großes Potential für die Entwicklung neuer Umweltbiotechnologien („Ökonik“). So ist es ein Forschungsschwerpunkt der Umweltmikrobiologie, Prozesse zu charakterisieren, die den mikrobiellen Biodiversität-Funktions-Beziehungen und Mikroben-Pflanzen-Interaktionen zugrunde liegen, und diese Kenntnisse für die Entwicklung robuster biotechnologischer Verfahren zu nutzen. Diese werden eingesetzt, um den Abbau von Schadstoffen, den Anbau nachwachsender Rohstoffe, die Abwasserreinigung oder die Produktion von Biogas zu optimieren. In der Pflanzenphysiologie werden bio-optische Verfahren entwickelt (IR-FT Spektroskopie), mithilfe derer sich Molekül- und Elementgehalte pflanzlicher Gewebe und damit der unmittelbare Reaktion von Pflanzen auf Umweltreize und biotische Interaktionen schnell analysieren lassen. Durch gesteuerte Interaktion von definierten Lebensgemeinschaften werden hocheffiziente neuartige biotechnologische Systeme zur Herstellung von Biofuels entwickelt.

Verbundprojekte

Neben der Durchführung einer Vielzahl von Einzelprojekten sind die Mitglieder des Arbeitskreises in etlichen großen Verbundprojekten aktiv (Auswahl):

- SPP 1162 (“The influence of environmental warming on the genetic diversity of a ciliate species (*Paramecium caudatum*)”): Schlegel (IB II, 1 TP, 3. Periode beantragt)
- SPP 1174 (“Phylogenomics of myzostomids and annelids – causes and consequences of incongruence in phylogenetic analyses”): Bleidorn (IB II, 1 TP, PI)
- SPP 1374 („Biodiversitätsexploratorien“): Buscot (UFZ/IB I, 3 TP), Wirth (IB I, 1 TP)
- FOR 1261 (“Specific light-driven reactions in unicellular model algae”): Wilhelm (IB I, 1 TP)
- FOR 456 („Jena Experiment“): Wirth (IB I, 3 TP)
- FOR 891 („BEF China”): Buscot (UFZ/IB I, 1 TP), Wirth (IB I, 2 TP)
- FOR 918: Buscot (UFZ/IB I, 1 TP)
- BMBF Algenvlies Wilhelm (16SV38773)
- BMBF „Bestimmung von C/N, C/P, C/Si Verhältnissen in Phytoplanktonzellen Wilhelm 02WU0777
- DFG PAK 12 („Biochips to monitor N-transformation in soils“): Buscot (UFZ/IB I, 1 TP)
- EU (“RAISEBIO”): Harms (UFZ/IB I, 1 TP)

(IB = Institut für Biologie, TP = Teilprojekt)

Ausgewählte Publikationen

- Barth, D., Tischer, K., Berger, H., Schlegel, M., Berendonk, T.U. (2008): Surprisingly high mitochondrial haplotype diversity of *Coleps* sp. (Ciliophora: Prostomatida). *Environmental Microbiology* 10, 626-634.
- Luis, P., Behnke, K., Wilhelm, C. (2006) Gene expression profiling and physiological analyses of *Chlamydomonas reinhardtii* in response to increasing Cu²⁺ concentrations allows the identification of stress phase gene markers. *Plant Cell Environment* 29: 2043-2054.
- Hempel, S., Renker, C., Buscot, F. (2007) Differences in the species composition of arbuscular mycorrhizal fungi in spore, root and soil communities in a grassland ecosystem. *Environmental Microbiology* 9, 1930-1938.
- Kattge, J., Knorr, W., Raddatz, T., Wirth, C. (2009): Quantifying photosynthetic capacity and nitrogen use efficiency for earth system models. *Global Change Biology* 15(4):976-991.
- Pernthaler, A., Dekas, A.E., Brown, C.T., Goffredi, S.K., Embaye, T., Orphan, V.J. (2008). Diverse syntrophic partnerships from deep-sea methane vents revealed by direct cell capture and metagenomics *Proc. Natl. Acad. Sci.* 105: 7052-7057.

Perspektiven für die Forschung

Es sind Verbundprojekte (DFG Transregio SFB, Forschungscuster, EU-Projekte) geplant, die folgende Themenbereiche betreffen:

- Untersuchungen zur Landschaftsgenetik, Metapopulationsstrukturen und differentiellen Sensitivität von Tierpopulationen gegenüber Habitatfragmentierung und verstärktem Landnutzungs-Druck (Bereiche A).
- Entwicklung und Optimierung von molekularbiologischen Methoden und Akquisition von Hochdurchsatzanalytik zur Charakterisierung der Diversität und Struktur von mikrobiellen Gemeinschaften in Böden, aquatischen und technischen Systemen (Bereich B).
- Identifikation von Schlüsselmechanismen und biologischer Schlüsselakteure von Bodenfunktionen, um die Reaktion von Böden zu verschiedenen Typen von Landnutzung auf diversen Skalen zu charakterisieren (Bereich C).
- Entwicklung von globalen botanischen Merkmalsdatenbanken und ökolo-

gischen Projektdatenbanken als Grundlage für die Evolutionsforschung, die funktionelle Biodiversitätsforschung und die Erdsystemmodellierung (Bereiche C und D).

- Entwicklung und Nutzung von Modellsystemen zur Analysen von multitrophischen Interaktionen, die als Phytometer eingesetzt werden können (Bereich C).
- Etablierung eines Pan-Europäischen Netzwerkes von Biodiversitätsexploratorien im Wald (Bereich C).
- Gründung eines Forschungsclusters zur verstärkten Analyse und Auswertung des UFZ-Baumdiversitätsexperiments in Kreinitz (Bereich C).
- Aufbau einer neuartigen *Global Change Experimental Facility* (GCEF), mit der die Interaktion wichtiger Einflussfaktoren des Klimawandels (erhöhte Temperatur, erhöhtes Dürreerisiko, erhöhte CO₂-Konzentrationen) auf verschiedene Landnutzungssysteme experimentell untersucht werden kann (Bereich D).
- Identifizierung von Kombinationen von Pflanzenarten und Diversitätsstrukturen für die Biomasseproduktion, die optimal an den Klimawandel angepasst sind (*plant community engineering*) (Bereich D).
- Gezielte Lenkung mikrobieller Prozesse in natürlichen Ökosystemen sowie Entwicklung und Optimierung robuster biotechnologischer Verfahren, die auf den Wirkprinzipien der Funktions-Diversitätsbeziehungen von Mikrobengemeinschaften beruhen (Bereich D).
- Entwicklung von Methoden für die Analyse stoffwechselphysiologischen Unterschiede von Algen- und Pflanzentaxa im Kontext ökologischer Observatorien; Analyse der Relevanz dieser Unterschiede für die Generierung und Erhaltung pflanzlicher Biodiversität (Bereich D).

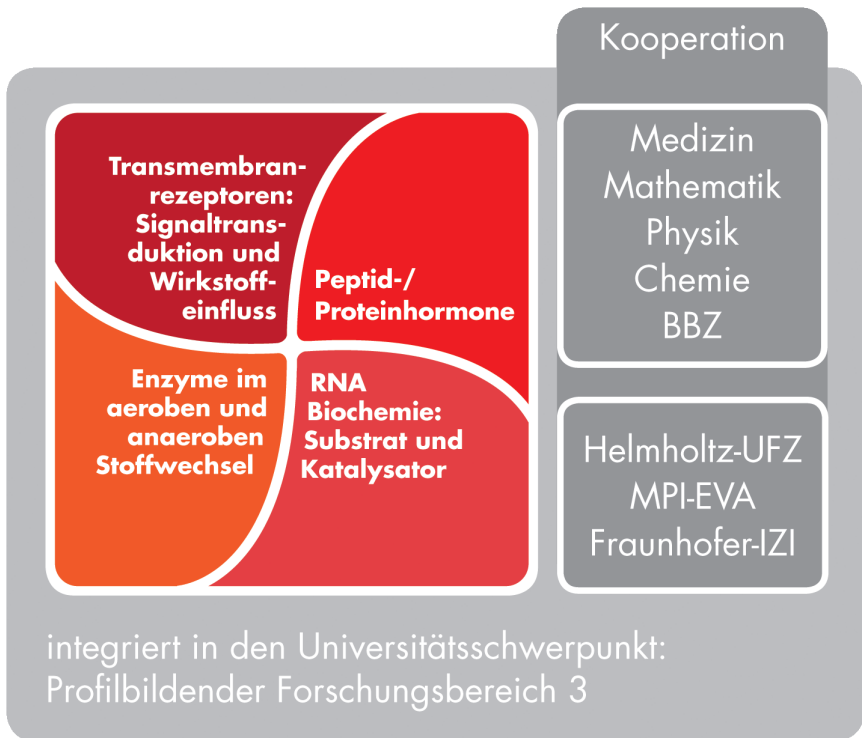
Perspektiven für die Lehre

Der Masterstudiengang „Biologie“ ist neu zu überdenken. In der jetzigen Form ist er sowohl für Lehrende als auch Lernende wenig effizient und profiliert. In einer gemeinsamen Entscheidung der beiden Institute Biologie I und II schlagen wir zwei oder drei auf die profildbildenden Richtungen der beiden Institute abgestimmte MA-Studiengänge vor.

So könnte ein interdisziplinärer Masterstudiengang „*Ecology and Functional Biodiversity*“ entwickelt werden, der inhaltlich und methodisch alle Aspekte der modernen Biodiversitätsforschung vermittelt und sich nach den oben genannten Bereichen aufgliedert.

- Den Studierenden werden in Theorie und Praxis die Diversität und Funktion von Organismen und Gemeinschaften der wichtigsten Taxa vermittelt (Bakterien, Pilze v.a. Mykorrhiza, Algen, höhere Pflanzen, Insekten, Wirbeltiere) sowie multitrophische Beziehungen zwischen diesen Taxa.
- Die Studierenden lernen zudem eine breite Palette von molekularbiologischen Methoden zur Erfassung und Charakterisierung von Diversität kennen. Auf der organismischen Ebene spielt der botanische Garten eine herausragende Rolle für die Vermittlung von Diversität.
- Anhand von unterschiedlichen systematischen Gruppen werden Konzepte und Methoden der Evolutionsbiologie vermittelt.
- Die Studierenden bekommen weiterhin einen Überblick über die zentralen physiologischen und ökosystemaren Prozesse (Photosynthese, Nettoprimärproduktion, Stoffumsätze in Böden und aquatischen Systemen, Herbivorie, Störungen) sowie die statistischen, physikalischen und chemischen Methoden zu ihrer quantitativen Erfassung.
- Die ökologischen Probleme des globalen Wandels (*global change ecology*) und das neue Forschungsfeld der Ökonik werden vorgestellt und praktisch vermittelt.
- Das Erlernen moderner quantitativer Methoden zur Analyse von ökologischen und evolutionsbiologischen Daten (Versuchsplanung, phylogenetische, multivariate und hierarchische Bayesische Statistik) hat eine hohe Priorität ebenso wie die Vermittlung von sogenannten *softskills* (Schreiben, Vortragen, Selbstmanagement).

Kernthema 2: Molekulare und zelluläre Kommunikation und Interaktion



Dieser Schwerpunkt beschäftigt sich mit dem koordinierten Zusammenspiel von Makromolekülen in der Zelle, um deren Regulation und Funktionsweisen erfassen zu können. Neben den funktionellen Konformationen und Interaktionen von Proteinen und Proteinverbänden werden hier auch Wechselwirkungen zwischen Nucleinsäuren und ihren Bindungspartnern untersucht. Ebenso werden im Schwerpunkt die Interaktion von Enzymen mit ihren Substraten und die daraus resultierenden Katalysevorgänge sowie die Interaktion von Liganden mit ihren Rezeptoren erforscht. Diese Wechselwirkungen werden einerseits innerhalb der Zelle, andererseits auch *in vitro* in exakt definierten Reaktionsansätzen untersucht. Neben diesen biologisch/biochemischen Analysen erfolgen zusätzliche Charakterisierungen durch Computerstudien, die es auch ermöglichen, Bewegungen der Interaktionspartner oder ihrer Domänen zu simulieren. In einem weiteren Fokus innerhalb dieses Schwerpunktes werden Interaktionen zwischen Zellen und dem sie umgebenden Gewebe erforscht, um auch hier die Kommunikation auf molekularer Ebene zu verstehen.

Am Schwerpunkt sind mehrere forschungsstarke Arbeitsgruppen der Institute für Biochemie, Biologie und der Pharmazie beteiligt. In allen Forschungsbereichen bestehen enge und lebhaft Kooperationen mit Instituten der Fakultäten für Medizin, Mathematik, Physik und der Chemie, sowie dem Biotechnologisch-Biomedizinischem Zentrum (BBZ) und Instituten der Max-Planck (MPI EvA), der Helmholtz- (UFZ) und der Fraunhofer-Gesellschaft (Fraunhofer-IZI).

Bereich 1: Transmembranrezeptoren: Signaltransduktion und Wirkstoffeinfluss

Neben den Peptid-/Proteinhormonen als Liganden werden auch die zugehörigen Rezeptoren bezüglich ihrer Struktur-Wirkungsbeziehung, sowie ihrer biologischen Funktion untersucht. Von diesen Rezeptoren, die dem Heptahelix-Typ angehören, werden Varianten eingesetzt, die es ermöglichen, die Interaktion von der Seite des Rezeptors zu beurteilen. Hierfür werden fluoreszenzmarkierte Rezeptoren generiert und in Säugerzellen stabil und transient produziert. Neben der Erkennung der Liganden werden die Konformationsänderung der Rezeptoren mit Hilfe von biophysikalischen Methoden und die Signaltransduktion untersucht. Darüber hinaus werden die Systeme zur Analyse der Biosynthese der Rezeptoren, der Membranintegration, der Internalisierung und des Traffickings der Rezeptoren eingesetzt. Wesentliche Erkenntnisse zur Funktion und Struktur von Transmembranproteinen werden dadurch erhalten.

Bereich 2: Peptid-/Proteinhormone

Peptid- und Proteinhormone koppeln als Liganden an Rezeptoren auf der Zellober-

fläche, um ihre Signale in die Zelle weiterzuleiten. Schwerpunkt des Themas ist es, mit Hilfe bioorganischer und molekularbiologischer Methoden, sowie der Kombination beider Ansätze modifizierte Peptide und Proteine zu generieren und auf ihre Interaktionsfähigkeiten zu prüfen. Hier werden neben Bindungsstudien auch Aktivitätsstudien durch Signaltransduktionsassays eingesetzt. Im Fokus stehen dabei Neuropeptide und Adipocytokine, die für die Regulation der Nahrungsaufnahme und Verwertung, sowie der Metabolismusregulation eine Rolle spielen, sowie Chemokine. Die Peptide werden mit Hilfe der automatisierten, roboterunterstützten Festphasenpeptidsynthese synthetisiert und bioanalytisch charakterisiert. Proteine werden durch Methoden der chemischen Modifizierung von Proteinen, wie der „expressed protein ligation“ und der „native chemical ligation“ erhalten. Durch die Verwendung von nicht proteinogenen Aminosäuren wird es ermöglicht, gezielt Struktur-Wirkungsbeziehungen zu identifizieren und diese mit Hilfe von Moleküldynamiksimulationen zu analysieren.

Bereich 3: RNA Biochemie: Substrat und Katalysator

RNA-Moleküle fungieren nicht nur als Informationsträger, sondern können als Ribozyme auch Reaktionen katalysieren. Zusätzlich weisen sie als Aptamere und Riboswitches Antikörper-ähnliche Bindungseigenschaften auf und binden ihre spezifischen Ziel-Moleküle mit hoher Affinität und Selektivität. Mittels *in vitro* und *in vivo* Systemen werden hier Aptamere gegen neue Zielmoleküle entwickelt, die von biotechnologischem und medizinischem Interesse sind. Dabei wird auch untersucht, welche strukturellen und funktionellen Eigenschaften dieser Nukleinsäuren die Spezifität der Wechselwirkungen beeinflussen. Neben diesen artifiziellen Systemen werden auch biologische Systeme mit nichtkodierenden RNA-Molekülen bezüglich ihrer Regulationsfunktion untersucht. Ein weiterer Fokus liegt auf der Substrat-Funktion einzelner Transkripte. Hier werden die komplexen Interaktionen von Nukleotidyltransferasen mit ihren tRNA-Substraten analysiert. Diese speziellen Polymerasen sind äußerst interessante, modular aufgebaute Katalysatoren mit ungewöhnlichen Eigenschaften, die es erlauben, die Evolution von Proteinen im Reagenzglas und in Computersimulationen zu rekapitulieren und somit besser zu verstehen.

Bereich 4: Enzyme im aeroben und anaeroben Stoffwechsel

Aromatische Verbindungen sind die zweithäufigste organische Substanzklasse in der Natur, einige Aromaten sind gesundheits- und umweltschädigend. Seit kurzem weiß man, dass aromatische Schadstoffe von Bakterien auch ohne Sauerstoff vollständig abgebaut werden. An vielen Abbauwegen sind dabei noch unerforschte Enzymkomplexe beteiligt. Eine der zentralen Fragen des Forschungsgebiets ist, wie der extrem

stabile aromatische Ring ohne Sauerstoff angegriffen werden kann. In anaeroben Bakterien werden hierfür Reduktasen verwendet, die Elektronen auf extrem negativen Redoxpotentialen übertragen. Die erstmalige Erforschung des Zusammenspiels der beteiligten Enzymkomplexe auf molekularer Ebene ist dabei ein wichtiges Thema. Derartige Ring-Reduktasen könnten in Zukunft gezielt als Biokatalysatoren zur Herstellung von Feinchemikalien/Pharmazeutika eingesetzt werden.

Neue Glucanotransferasen und Hydrolasen sind Gegenstand der Untersuchungen von Enzymen mit biotechnischer Relevanz. Mittels Carbohydrate Bioengineering wird die Veränderung der Produktspezifität bakterieller Glucanotransferasen für die Synthese von neuartigen Cyclodextrinen mit molekularen Erkennungseigenschaften untersucht. Weiterhin wird zur biokatalytischen Funktionalisierung von synthetischen Polymeren die Optimierung der Thermostabilität und Substratspezifität von Polyethylenterephthalat-abbauenden Esterasen bearbeitet.

Verbundprojekte

- DFG SPP 1170 (Directed Evolution to optimise and understand molecular biocatalysts) mit 2 Doktorandenstellen, 1 TA-Stelle in der AG Mörl
- 6 DFG-Einzelanträge mit insgesamt 1 Postdoc-Stelle und 7 Doktorandenstellen
- SFB 610: Proteinzustände mit zellbiologischer und medizinischer Relevanz, 3 Doktorandenstellen, 1 TA-Stelle AG Beck-Sickinger
- FOR 630: Biologische Funktion von Organometallverbindungen, 2 Doktorandenstellen AG Beck-Sickinger/Neundorf
- KFO 152: Molekulare Mechanismen von Obesitas, 2 Doktorandenstellen AG Beck-Sickinger
- HIGRADE: Systembiologischer Ansatz: 1 Doktorandenstelle AG Beck-Sickinger/von Bergen
- DFG SPP1319: 5 Doktorandenstellen innerhalb der AGs Boll, von Bergen, Richnow
- EU-FP7 (MAGIC-PAH): 3 Doktorandenstellen innerhalb der AGs Boll, von Bergen, Richnow

Ausgewählte Publikationen

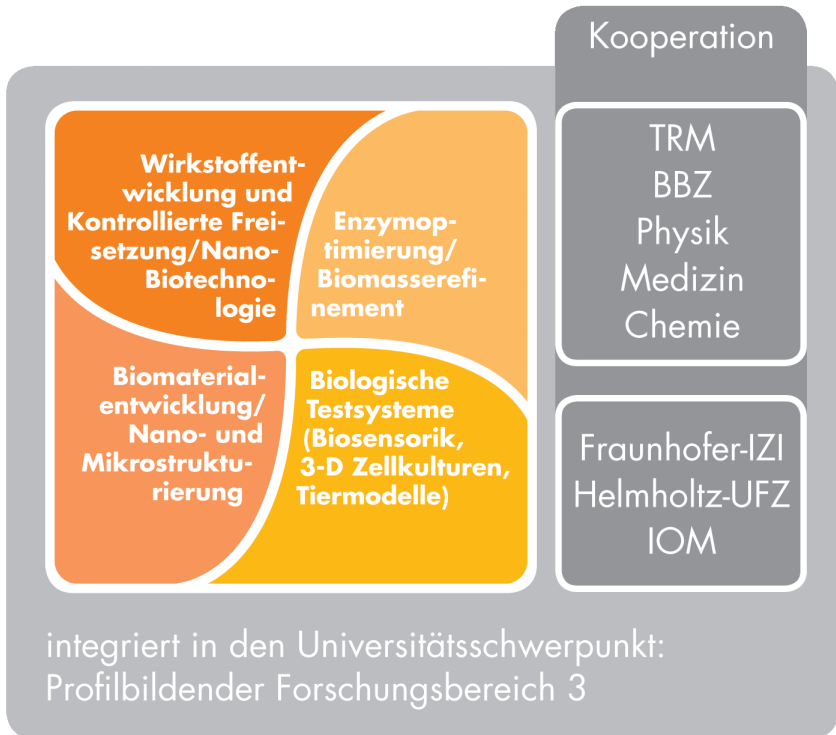
- Betat, H., Rammelt, C., Martin, G. and Mörl, M. (2004), Exchange of regions between bacterial poly (A) polymerase and CCA adding enzyme generates altered specificities. *Mol. Cell* 15, 389-398.
- Neuenfeldt, A., Just, A., Betat, H. and Mörl, M. (2008), Evolution of tRNA Nucleotidyltransferases: A Small Deletion generated CC-Adding Enzymes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105 No.23, 7953-7958.
- Butter, F., Scheibe, M., Mörl, M., and Mann, M. (2009), Unbiased RNA-Protein Interaction Screen by quantitative Proteomics. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 106 No. 26, 10626-10631.
- Thiele, B., Rieder, O., Golding, B.T., Müller, M. and Boll M. (2008), Mechanism of enzymatic Birch reduction: stereochemical course and exchange reactions of benzoyl-CoA reductase., *J. Am. Chem. Soc.* 130, 14050-14051.
- Kung J.W., Löffler C., Dörner K., Heintz D., Gallien S., Van Dorsseleer A., Friedrich T., and Boll M. (2009) Identification and characterization of the tungsten-containing class of benzoyl-coenzyme A reductases. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 106, 17687-92.
- Haack, M., Enck, S., Seger, H., Geyer, A., and Beck-Sickinger, A.G. (2008) Novel Backbone Scan to Elucidate Structural Properties of a Flexible Peptide Segment, *J. Am. Chem. Soc.* 130, 8326-8336.
- Frommhold, D., Ludwig, A., Bixel, M.G., Zarbock, A., Babushkina, I., Weissinger, M., Cauwenberghs, S., Lange-Sperandio, B., Ellies, L.G., Marth J.D., Beck-Sickinger A.G., Zernecke, A., Weber, C., Vestweber, D., Ley, K., and Sperandio, M. (2008) Sialyltransferase ST3Gal-IV controls CXCR2-mediated firm leukocyte arrest during inflammation, *J. Exp. Med.* 205, 1435-1446.
- David, R., Günther, R., Baumann, L., Lühmann, T., Hofmann, H.J., Seebach, D., and Beck-Sickinger, A.G. (2008) Artificial Chemokines – Combining Chemistry and Molecular Biology for the Elucidation of Interleukin-8 Functionality, *J. Am. Chem. Soc.* 130, 5311-5317.
- Kölbel, K., Ihling, C., Bellmann-Sickert, K., Neundorff, I., Beck-Sickinger, A.G., Sinz A., Kühn U., and Wahle, E. (2009), Type I arginine methyl transferases PRMT1 and 3 act distributively, *J. Biol Chem.* 284, 8274-8282.

Perspektiven für die Lehre

Die relevanten Studiengänge in den Fächern Biologie und Biochemie sind bereits auf das Bachelor-/ Master-System umgestellt worden und bieten moderne und attraktive Ausbildungsmodulare, um den wissenschaftlichen Nachwuchs gezielt für dieses Kernthema auszubilden. Der Studiengang Pharmazie ist derzeit im Begriff, eine Modularisierung des Studiums umzusetzen.

Es ist jedoch nötig, die Masterstudiengänge in Biochemie und Biologie zu optimieren und zum Teil neu auszurichten, um das Studium transparenter zu gestalten und den Studierenden optimale Wahlmöglichkeiten zu bieten. Hierfür sollen die Studiengänge an die existierenden Kernthemen angepasst werden. Für das Masterstudium Biochemie wird daher vorgeschlagen, die bisherigen fünf Schwerpunktrichtungen auf drei zu reduzieren, die die äußerst attraktiven und nachgefragten Ausrichtungen Biomedizin, Biotechnologie/Umweltbiochemie und Bioanalytik/Molekulare Biochemie anbieten. Die entsprechenden Modulangebote für diese Fokussierungen sollen neu angepasst und durch bereits bestehende geeignete Module erweitert werden. Durch diese Neu-Organisation der Masterstudiengänge soll es den Studierenden erleichtert werden, die angestrebte Spezialisierung in der vorgegebenen Studiendauer zu realisieren. Zudem erfolgt eine enge Verknüpfung mit den Forschungsschwerpunkten, die den Studierenden Zugang zu aktuellen Methoden und dem Schwerpunkt den Nachwuchs mit der richtig orientierten Profilierung sichert.

Kernthema 3: Molekulares Design und Prozessentwicklung



Das Kernthema 3 ist biotechnologisch-pharmazeutisch orientiert und befasst sich mit der Entwicklung und Testung von Wirkstoffen und Arzneimitteln sowie dem Biomasserefinement. Die wesentlichen Impulse zu diesem Kernthema kommen aus den Instituten für Biochemie, Pharmazie und Biologie I.

Bereich 1: Wirkstoffentwicklung und kontrollierte Freisetzung / Nanobiotechnologie

Die Schwerpunkte der Wirkstoffentwicklung werden im Bereich der Therapie kardio-ovaskulärer, neurodegenerativer, onkologischer, endokrinologischer Erkrankungen liegen. Genetische Polymorphismen in der Bevölkerung verursachen unterschiedliche Wirkungs- und Nebenwirkungsspektren bei der Pharmakotherapie komplexer Erkrankungen. Eine optimale Pharmakotherapie muss daher in Zukunft individuell angepasst werden.

1. Systematische Ligand-Rezeptor Interaktionsstudien für Peptide und Proteine
Therapeutische Peptide und kleine Proteine weisen einzigartige Eigenschaften auf, die sie als Therapeutika äußerst interessant machen. Verschiedene Ansätze werden zur Findung und Entwicklung solcher Therapeutika zur Behandlung der Adipositas und der damit verbundenen Erkrankungen sowie zur Regeneration von Knochen- und Hautgewebe verfolgt.

2. Fragment-basierte Entwicklung von niedermolekularen Wirkstoffen
Im Vordergrund des Programms zur niedermolekularen Wirkstoffforschung steht die Entwicklung neuartiger, hochdurchsatz-fähiger Screening- und Assaykonzepte, die basierend auf templat-induzierten Ligationsreaktionen eine rationale und systematische Kombination und Variation von Molekülfragmenten und damit eine Integration von Bioassay und chemischer Synthese realisieren. Diese Methoden sind geeignet, peptidische, peptidomimetische und nicht-peptidische Wirkstoffmoleküle zu identifizieren und zu optimieren. Als Modellsysteme dieser Entwicklungen werden Proteasen, Phosphatasen und Protein-Interaktionsdomänen als Zielstrukturen bearbeitet. Diese Ansätze werden durch strukturbiochemische und computer-unterstützte, virtuelle Methoden ergänzt.

3. Isolation und Testung niedermolekularer Wirksubstanzen aus Pflanzenextrakten
Arzneimittelfindung aus Pflanzenextrakten soll Schwerpunkt bei der Nachbesetzung der Professur für Pharmazeutische Biologie in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biologie I und der Pharmakologie für Naturwissenschaftler werden.

4. Suche nach neuen therapeutisch nutzbaren Targets in krankheitsrelevanten *in vitro*-Testsystemen

Für die Entwicklung neuer Arzneistoffe sind die Auffindung und die Charakterisierung neuer Targets durch geeignete zelluläre und tierexperimentelle *in vitro*-Methoden notwendig. Schwerpunktmäßig sollen das purinerge und glutamaterge System sowie PDE10-Inhibitoren im Zusammenhang mit Ischämie, Entzündung und neurodegenerativen Erkrankungen in Kooperation mit chemisch-synthetischen Arbeitsgruppen bearbeitet werden.

Bereich 2: Enzymoptimierung / Biomasserefinement

Die Identifizierung und Optimierung von mikrobiellen Biokatalysatoren steht im Mittelpunkt bei der Entwicklung innovativer enzymbasierter Bioprozesse. Hierzu werden neue Biokatalysatoren aus Bakterien von Standorten hoher biologischer Diversität gewonnen und charakterisiert. Geeignete Enzyme werden dann in ihren Eigenschaften mit dem Ziel verbessert, dass Biokatalysatoren mit optimierter Stabilität und Aktivität zur Verfügung stehen, die in einem effizienten Bioprozess mit der notwendigen Produktivität eingesetzt werden können.

In der Thematik Biotechnologie werden neue Ansätze gesucht, mit Hilfe der Biospektroskopie den physiologischen Zellzustand zu erfassen, um daraus optimierte Prozessparameter abzuleiten. Diese Techniken lassen sich auch im Grenzgebiet zwischen grüner und roter Biotechnologie einsetzen. Im Fokus des Forschungsinteresses stehen Prozesse der Biomasseveredlung (Holzabbau und Veredlung) und der photosynthese-getriebenen Methanproduktion. Methodisch werden neben einer breiten Palette bio-optischer und biochemischer Verfahren auch systembiologische Ansätze angewendet. Es besteht im Kontext der Prozesssteuerung enge Zusammenarbeit mit dem Sächsischen Institut für Angewandte Biotechnologie (SIAB) und anderen überregionalen Forschungseinrichtungen.

Bereich 3: Biologische Testsysteme (Biosensorik, 3-D Zellkultur, Tiermodelle)

Biologische Testsysteme ermöglichen eine effektive Wirkstofffindung und vermindern die Zahl von Tierexperimenten. 3-D organotypische Gewebeaggregate für Netzhaut, Herzmuskel, glatte Muskulatur oder Mikrotumore wurden als Testsysteme für neue Wirkstoffe etabliert und sollen zukünftig auch aus humanen embryonalen Stammzellen gewonnen werden. Perspektivisch sollen mathematischer Ansätze zur Schaffung von *in-silico*-Zell- und –Gewebe-modellen entwickelt werden.

Auf dem Gebiet der regenerativen Medizin werden 3-D Testsysteme für Komponenten und Derivate der extrazellulären Matrix entwickelt, um die Wundheilung von Haut und Knochen zu analysieren und zu verbessern. Diese Testsysteme erlauben so

eine *in vitro* und *in vivo* Testung von ansonsten löslichen Komponenten.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Entwicklung zellbasierter pharmakologischer Testsysteme für ischämische Erkrankungen und Entzündungsprozesse. Ergänzend werden geeignete Tiermodelle in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut IZI genutzt, die den STAIR (Stroke Therapy Industry and Academic Roundtable)-Kriterien entsprechen

Im Bereich Sensorik wird ein neuartiger vitaler 3-D-Biochip entwickelt, mit dem die Wirkungen sowie möglichen Nebenwirkungen und toxischen Effekte von Wirkstoffen in Echtzeit getestet werden können. Eine Laser- und Biosensorplattform für funktionelle Echtzeitstudien am vitalen Retinamodell wurde bereits entwickelt. Fernziel ist die Entwicklung einer NanoMikro-Biohybridtechnologieplattform durch Miniaturisierung von Geräten und Methoden mit vielfältigen Anwendungen in den Life Sciences.

Perspektivisch sollen Vorgänge in Zellen und an ihren Membrangrenzflächen durch biochemische Methoden und physikalische Messverfahren erforscht werden. Dazu sollen Technologien wie die hochauflösende Multiphotonen-Laser-Scanning-Mikroskopie (STED, 4Pi), optische Pinzetten sowie die messende und strukturierende Nanotechnologie (AFM) gestärkt werden.

Bereich 4: Biomaterialentwicklung / Nano- und Mikrostrukturierung

Strategien aus dem Bereich der Mikro- und Nanobeschichtung von Sensoroberflächen sollen mit Ansätzen aus dem Bereich Tissue Engineering kombiniert werden, um die Biokompatibilität von Implantaten zu verbessern. Ziel ist es, implantierbare Sensoren mit Langzeitsensoraktivität zu schaffen.

Biokatalytische Funktionalisierung: Für eine gezielte Oberflächenmodifizierung von Polymeren unter milden Reaktionsbedingungen werden Verfahren zur Anwendung und Optimierung von mikrobiellen Esterasen entwickelt. Diese Technik kann im Bereich Tissue Engineering und funktionelle Biomaterialien eingesetzt werden.

Die kontrollierte Freisetzung instabiler Wirkstoffe wird durch polymerbasierte Implantate natürlichen und synthetischen Ursprungs verfolgt. Vergleichsweise einfache und sichere Freigabesysteme für Proteine und Peptide stellen Alginatehydrogele dar. Eine gut kontrollierbare Plattform zur Wirkstofffreisetzung werden durch Elektrosponning hergestellte Polymerfasern sein, die sich durch definierte Faserdurchmesser auszeichnen.

Durch die Entwicklung eines Implantats auf Basis eines nanostrukturierten elektroaktiven Polymergemisches kann eine Freisetzung „on demand“ erreicht werden. Fernziel ist die Miniaturisierung des Systems und seine Nutzung für telemetrisches *in vivo*-Monitoring als „Mensch-Maschine“-Schnittstelle.

Cyclische Oligosaccharide mit verschiedener Hohlraumgeometrie, die biokatalytisch hergestellt werden, können zur kontrollierten Freisetzung von Wirkstoffen oder als

Biosensoren dienen. Schwerpunktmäßig soll die biokatalytische Aktivität von bakteriellen Glucanotransferasen für die Synthese von Cyclodextrinen spezifischer Größe optimiert werden.

Verbundprojekte

- ERANET-IB (EU) VOC reduction of lignin containing materials: Wilhelm (Biologie I) mit 8 EU-Partnern
- VDI (BMBF) „Algenvlies“: Wilhelm (Biologie I) mit Partnern SIAB und den Universitäten Bremen und Karlsruhe
- BMBF „Bestimmung von C/N, C/P, C/Si Verhältnissen in Phytoplanktonzellen mittels FT-IR Spektroskopie“: Wilhelm (Biologie I) mit dem Fraunhofer Institut Stuttgart und der Bundesanstalt für Gewässerkunde (Koblenz)
- BMBF „IMAS – Echtzeit-Impedanzspektroskopie für funktionelles Screening organotypischer Kulturen (RISP), Robitzki (Biochemie)
- TRR 67: Schulz-Siegmund (Pharmazie), Beck-Sickinger (Biochemie)
- SFB 610: Hofmann, Robitzki, Beck-Sickinger (Sprecherin, Biochemie)
- GK Interneuro: Robitzki (Biochemie) FOR 630: Beck-Sickinger (Biochemie)
- KFO 152: Beck-Sickinger (Biochemie)
- BuildMoNa: Robitzki, Beck-Sickinger (Biochemie)
- SPP 1319: Boll (Sprecher, Biochemie)
- EU: Cardioworkbench: Robitzki (Biochemie)
- GIPIO: Beck-Sickinger (Biochemie)
- COST 868: Zimmermann (Biochemie)
- BMWi-InnoNet: Robitzki (Biochemie)

Ausgewählte Publikationen

Irfan, U. Khan, Denise Zwanziger, Ilka Böhme, Muhammad Javed, Hamid Naseer, Syed W. Hyder, Annette G. Beck-Sickinger (2010) Breast cancer diagnosis by neuropeptide Y analogues - first clinical approach, *Angew. Chem. Int. Ed.* 49, 1155-1158.

- Schmidt, M., El-Dahshan, A., Keller, S., Rademann, J. Selective identification of cooperatively binding fragments in a high-throughput assay enables development of a picomolar caspase-3 inhibitor, *Angew. Chem.* 2009, 121, 6464-6467.
- Langner, U., Jakob, T., Stehfest, K., Wilhelm, C. A complete energy balance for *Chlamydomonas reinhardtii* and *Chlamydomonas acidophila* under neutral and extremely acidic growth conditions. *Plant Cell Environm* 32: 250-258, 2009.
- Hacker, M., Ringhofer, M., Appel, B., Neubauer, M., Vogel, T., Young, S., Mikos, A.G., Blunk, T., Gopferich, A., Schulz, M.B. (2007) Solid lipid templating of macroporous tissue engineering scaffolds. *Biomaterials* 28:3497-3507.
- Jahnke, H-G., Rothermel, A., Sternberger, I., Mack, T.G.A., Kurz, R.G., Pänke, O., Striggow, F., Robitzki, A.A. An impedimetric microelectrode-based array sensor for label-free detection of tau hyperphosphorylation in human cells. *Lab-On-Chip*, 2009; 9, 1422-1428.
- Krinke, D., Jahnke, H-G., Pänke, O., Robitzki, A.A. A microelectrode-based sensor for label-free *in vitro* detection of ischemic effects on cardiomyocytes. *Biosens Bioelec* 2009; 24, 2798-2803.
- Michael, S., Warstadt, C., Michel, F., Yan, L., Müller, C.E., Nieber, K. Adenosine A2A agonist and A2B antagonist mediate an inhibition of inflammation-induced contractile disturbance of a rat gastrointestinal preparation. *Purinergic Signalling* 2009, DOI 10.1007/s111302-009-9174-y.

Perspektiven für die Forschung

In diesem Abschnitt werden ausgewählte Forschungsprojekte (aktiv und in Planung) vorgestellt, die auf den genannten vier Schwerpunkten bearbeitet werden.

Es werden zur Zeit die folgenden vier innovative Strategien zur Entwicklung neuer Wirkstoffe verfolgt: 1. systematische Ligand-Rezeptor Interaktionsstudien für Peptide und Proteine, 2. Fragment-basierte Entwicklung von niedermolekularen Wirkstoffen, 3. Isolation und Testung von niedermolekularen Wirksubstanzen aus Pflanzenextrakten und 4. Suche nach neuen therapeutisch nutzbaren Targets in krankheitsrelevanten *in vitro*-Testsystemen. Für alle innovativen Strategien werden geeignete Testsysteme parallel entwickelt, z.T. mit dem Ziel des Hochdurchsatz-screenings.

Ein Schwerpunkt bei der Entwicklung von biologischen Testsystemen ist die dreidimensionale (*3-D*) *Zellkultur* mit dem Ziel der Schaffung gewebeaher Test- und Screeningsysteme. Diese Zellkultursysteme erlauben es, die komplexen Zell-Zell- und Zell-Matrix Interaktionen in Geweben zu untersuchen, die von klassischen Mo-

nolayer-Zellkulturen nicht abgebildet werden können. Es werden z.T. in Kooperation mit der pharmazeutischen Industrie innovative Biosensorsysteme entwickelt, die Effekte von Wirkstoffen auf die Zell- und Gewebekulturen für ein Hoch-Durchsatz-Screening schnell auslesbar machen. Daneben existieren zu speziellen Fragestellungen *Tiermodelle* zur Testung von Wirkstoffen.

Eine therapeutische Verwendung von schnell metabolisierten Wirkstoffen erfordert Freisetzungssysteme, die zum einen Wirkstoffe stabilisieren und zum anderen die Kinetik ihrer Freigabe über Tage bis Monate kontrollieren können. Innovative polymerbasierte Implantate und Cyclodextrine mit molekularen Erkennungseigenschaften spielen daher für das Kernthema 3 eine große Rolle.

Im Bereich Biomaterialentwicklung steht das Themengebiet Zelladhäsion auf Oberflächen und Grenzflächen im Fokus. Durch chemische und mechanische *Mikro- und Nanostrukturierung* von Materialoberflächen sollen Zell-Biomaterial Interaktionen *in vitro* und *in vivo* gesteuert werden. Im Sinne von Ansätzen zur regenerativen Medizin werden Biomaterialien zu dreidimensionalen Zellträgern verarbeitet, die allein oder in Kombination mit Zellen als Gewebeersatz dienen. Zellträger, deren Oberflächen mit Matrixmolekülen, Peptiden und Proteinen dekoriert werden, dienen als Testsysteme für dreidimensionale *in vitro* und *in vivo* Studien zur Wirksamkeit der gebundenen Moleküle. Ein anderer Ansatz aus diesem Bereich ist die zelltypspezifische Positionierung von Zellen auf einem Chip, um Wirkstoffeffekte z.B. auf neuronale Netzwerke direkt bioelektronisch auslesbar zu machen.

Ein weiterer Schwerpunkt des biotechnologisch orientierten Kernthemas 3 liegt im Bereich des Themas Biofuels und Biomasserefinement. Dieser Schwerpunkt befasst sich mit dem Thema der Prozessoptimierung zur klimaneutralen Bereitstellung von Kohlenstoff und einer möglichst emissionsfreien Nutzung von Biomasseabfällen.

Die wirkstoff- und arzneimittelbasierte Thematik ist integraler Bestandteil des PbF 3 der Universität Leipzig. Eine enge Verzahnung des Schwerpunktes besteht mit dem BBZ. Leipziger Kooperationspartner kommen aus der medizinischen Fakultät, der Fakultät für Physik und Geowissenschaften, der Fakultät für Chemie und Mineralogie, dem TRM, dem UFZ, dem IOM und dem Fraunhoferinstitut IZI.

Infrastruktur

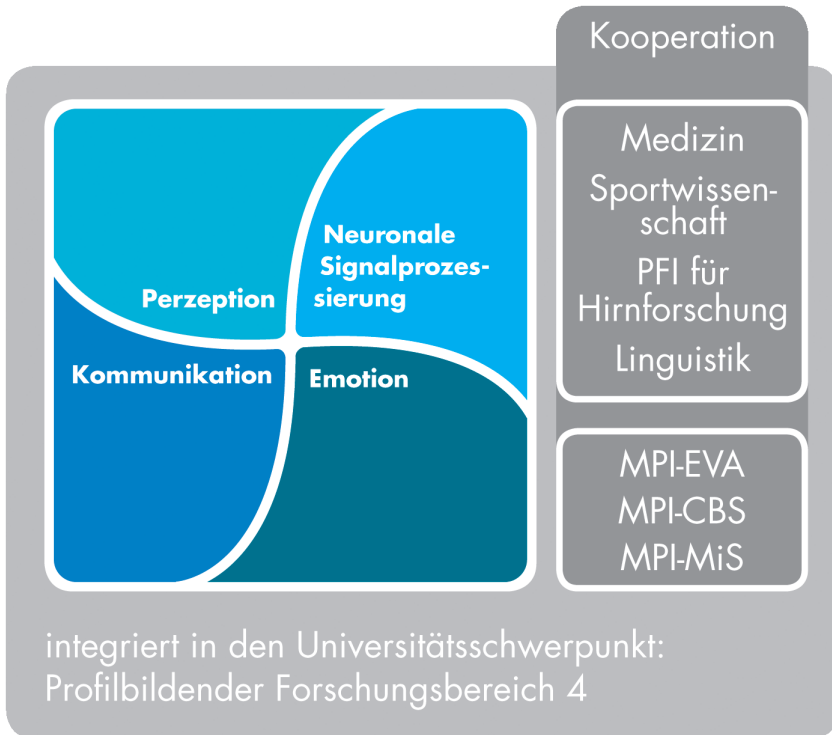
Organisatorisches Ziel des Kernthemas ist die Generierung von Verbundprojekten in den oben genannten Themenbereichen mit dem Ziel der Innovationsstärkung, Translation und industriellen Verwertung.

Darüber hinaus soll die Infrastruktur für dieses Kernthema durch den Aufbau eines Imaging- und Mikroskopie-Kompetenz- und Service-Zentrums durch Implementierung vorhandener und künftiger Mikroskopie-/Imaging-/Monitoringsysteme auf einer gemeinsamen Plattform geschaffen werden. Idealerweise werden dazu alle Geräte in einem Gebäude zusammengefasst, das auch als Schulungszentrum dient. Nach einer Aufbauphase von drei Jahren soll sich das Service Zentrum selbst finanzieren.

Perspektiven in der Lehre

Die relevanten Studiengänge in den Fächern Biologie und Biochemie sind bereits auf das Bachelor-/Master-System umgestellt worden und bieten moderne und attraktive Ausbildungsmodule, um den wissenschaftlichen Nachwuchs gezielt für dieses Kernthema auszubilden. Der Studiengang Pharmazie ist derzeit im Begriff, eine Modularisierung des Studiums umzusetzen. In Kooperation mit der Pharmazeutischen Industrie soll ein Masterstudiengang eingeführt und durchgeführt werden, der eine Spezialisierung im Bereich industrierelevanter Fragestellungen ermöglicht. Die neue Schwerpunktsetzung im Masterstudium Biochemie fügt sich gut in das Kernthema 3 ein.

Kernthema 4: Psychologische und neurobiologische Grundlagen kognitiver Prozesse



Im Kernthema 4 werden Phänomene unseres Erlebens und Verhaltens unter Berücksichtigung phylogenetischer, ontogenetischer, situativer und individueller Variablen untersucht. Dabei stehen vor allem selektive, kommunikative und evaluative Aspekte menschlicher Informationsverarbeitung im Vordergrund. Forschungsleitend sind dabei die Perspektive der diesen Phänomenen zugrundeliegenden Informationsverarbeitungsprozesse, die mit neurobiologischen, experimentalpsychologischen und sozialwissenschaftlichen Methoden untersucht werden. Im Zuge der strukturbildenden Profilierung der Universität Leipzig ist das Kernthema 4 der Fakultät als integraler Bestandteil des Profildbildenden Forschungsbereichs 4 „Gehirn, Kognition und Sprache“ konzipiert. Innerhalb des Kernthemas werden vier Forschungsbereiche bearbeitet.

Enge Anknüpfungspunkte und zum Teil schon bestehende erfolgreiche Forschungs Kooperationen bestehen zur Medizinischen Fakultät (u. a. Paul-Flechsig Institut für Hirnforschung, Carl-Ludwig Institut für Physiologie, Klinik für Neurologie und Neurochirurgie), zur Sportwissenschaftliche Fakultät und zur Philologischen Fakultät (Institut für Linguistik). Außeruniversitäre Kooperationspartner in Leipzig sind verschiedene Abteilungen am MPI für Kognitions- und Neurowissenschaften, MPI für Evolutionäre Anthropologie sowie MPI für Mathematik in den Naturwissenschaften.

Bereich 1: Perzeption

Die Wahrnehmung ermöglicht die Interaktion zwischen Individuum und Umwelt (inkl. anderer Individuen). Die der Wahrnehmung zugrundeliegenden Prozesse innerhalb und zwischen verschiedenen Sinnesmodalitäten (Hören, Sehen, Tastempfindung) werden von uns mit modernen neurowissenschaftlichen Methoden, wie funktioneller Magnetoresonanztomographie (fMRI) und Vielkanalelektroenzephalographie (EEG) aber auch mit klassischen experimentalpsychologischen Verfahren untersucht. Hinzu kommen neurobiologische Untersuchungen an Tiermodellen mit Einzelzelleableitungen und Messungen lokaler Feldpotentiale *in vivo* und *in vitro*. Neben diesen neurokognitiven Fragestellungen werden in diesem Forschungsfeld auch perzeptive Prozesse im Rahmen sozialer Informationsverarbeitung beleuchtet, wie etwa in schulischen oder arbeitsbezogenen Interaktionszusammenhängen.

Bereich 2: Neuronale Signalprozessierung

Infolge der Etablierung des Konzepts der neuronalen Netzwerke als Grundarchitektur neuronalen Prozessierens im Gehirn wird die Analyse neuronaler makroskopischer Signale, wie sie in EEG und MEG gemessen werden, vor neue Herausforderungen gestellt. Deshalb ist die Entwicklung neuer Analyseverfahren ein wichtiger

Bereich der Methodenentwicklung. Ziel ist die Extraktion oszillatorischer neuronaler Antworten und die Validierung ihrer Kompatibilität zu klassischen evozierten Potentialen und Verfahren zur Berechnung der funktionalen Konnektivität zwischen Gehirnarealen. Neue Verfahren sollen es ermöglichen, die Quellen oberflächlicher Spannungssignale direkt im Frequenzraum zu bestimmen. Im Tiermodell wird auf Einzelzellebene durch gleichzeitige Erfassung prä- und postsynaptischer Aktivität identifizierter und in ihrer Funktion charakterisierter Neurone die Bedeutung der Konvergenz erregender Eingänge sowie die Interaktion erregender und hemmender Eingänge für die zeitliche Dynamik und die Sicherheit synaptischer Übertragung untersucht.

Bereich 3: Emotion

Emotionen besitzen eine wichtige Funktion, um adaptives Verhalten zu ermöglichen und das Überleben einer Art zu sichern. Neben der Steuerung von Annäherungs- und Vermeidungsverhalten besitzen Emotionen auch kommunikativen Charakter und nehmen Einfluss auf verschiedene Aspekte der sozialen Informationsverarbeitung. Ein Schwerpunkt der Forschungsarbeiten ist die Erforschung grundlegender Mechanismen der Verarbeitung emotionaler Stimuli im menschlichen Gehirn. Dabei werden nicht nur die neuronalen Mechanismen der kortikalen Verarbeitung, sondern auch die Steuerung der Verarbeitung durch limbische Strukturen (Amygdala) untersucht. Ein weiteres besonderes Kennzeichen unserer Forschungsarbeiten ist die Untersuchung der Interaktion von kognitiven und affektiven Informationsverarbeitungsprozessen hinsichtlich ihrer aktualgenetischen und entwicklungspsychologischen Bedeutung. Dabei stehen nicht nur Fragen der Emotionsregulation über die Lebensspanne eines Individuums im Zentrum, sondern emotionale Belastungen von Stress am Arbeitsplatz werden in diesem Forschungsfeld ebenso untersucht. Die in der Summe resultierenden Erkenntnisse fließen in anwendungsorientierte Felder, wie etwa spezifische Trainingsprogramme zur Gewaltprävention.

Bereich 4: Kommunikation

Sprache ist ein einzigartiges Kommunikationssystem des Menschen. In der Sprachproduktionsforschung interessieren wir uns besonders dafür, wie eine vorsprachliche kommunikative Intention in eine sprachliche Repräsentation transformiert wird. Dabei werden die Prozesse des Abrufs von Wörtern aus dem mentalen Lexikon und die Prinzipien untersucht, gemäß derer syntaktische und phonologische Strukturen aufgebaut werden. Kommunikation spielt aber auch in sozialen Interaktionen eine wichtige Rolle. Kognitive Informationsverarbeitungsprozesse werden ebenso hinsichtlich ihres Bezuges zum Lernen, zum Arbeitshandeln und zu psychischen Störungen erforscht.

Verbundprojekte

- DFG-Graduiertenkolleg (1182): „Funktion von Aufmerksamkeit bei kognitiven Prozessen“ (Förderung 2005 – 2014; Sprecher: Müller, Psychologie I)
- DFG-Graduiertenkolleg (1097): „Interdisziplinäre Ansätze in den zellulären Neurowissenschaften“ (Förderung 2005 – 2014; Stellvertretender Sprecher: R. Rübsamen, Biologie II)
- Reinhart Koselleck Projekt: „Vorhersage in der auditiven Informationsverarbeitung“ (Schröger, Psychologie I)
- DAAD – Indonesiens Ministerium für Erziehung: „Psychische Folgen von Naturkatastrophen, Entwicklung und Evaluation von Interventionsprogrammen“ (Witruk, Psychologie II)
- BMBF und ESF: „Aufstiegskompetenz von Frauen“ (Mohr, Psychologie II)
- DFG „Salutogenetische Bedeutung des Geschlechtsrollenselbstkonzeptes in geschlechtsuntypischen Berufsfeldern“ (Mohr, Psychologie II)

Ausgewählte Publikationen

- Andersen, S.K., Hillyard, S.A., Müller, M.M. (2008): Attention facilitates multiple stimulus features in parallel in human visual cortex. *Current Biology*, 18, 1006-1009.
- Englitz, B., Tolnai, S., Typlt, M., Kopp-Scheinflug, C., Jost, J., Rübsamen, R. (2009) Reliability of Signal Transmission at the Giant Synapses of Held in vivo. *PLOS One*, 4:e7014. doi:10.1371/journal.pone.0007014.
- Jescheniak, J. D., Hahne, A., Hoffmann, S., & Wagner, V. (2006). Phonological activation of category coordinates during speech planning is observable in children but not in adults: Evidence for cascaded processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 373-386.
- Kunzmann, U. & Richter, D. (2009). Emotional reactivity across the adult life-span: The cognitive pragmatics make a difference. *Psychology and Aging*, 24, 879-889.
- Mohr, G., & Wolfram, H.-J. (2008). Leadership and effectiveness in the context of gender: The role of leader's verbal behaviour. *British Journal of Management*, 19, 4-16.

- Müller, M.M., Malinowski, P., Gruber, T., Hillyard, S.A. (2003): Sustained division of the attentional spotlight. *Nature*, 424, 309-312.
- Schröger, E., Bendixen, A., Trujillo-Barreto, N. J., & Roeber, U. (2007). Processing of abstract rule violations in audition. *Plos ONE*, 2, e1131.
- Sonntag, M., Englitz, B., Kopp-Scheinflug, C., Rübsamen, R. (2009) Development of spontaneous and acoustically evoked discharge activity in vivo of MNTB principal cells in mice before and after hearing onset. *J. Neuroscience*, 29, 9510-9520.
- Witruk, E. (2003). Training of working memory performance in dyslexics. Supplement I. *Psychology Science*, 45, 23-34.

Perspektiven in der Forschung

Der integrative Aspekt des Kernthemas soll auch in der weiteren Forschung zum Tragen kommen. Ziel ist es, kurzfristig ein größeres Verbundprojekt zu beantragen. Dabei ist entweder an eine Forschergruppe oder an die Einrichtung eines DFG Schwerpunktprogramms gedacht. Die aufgeführten universitären und außeruniversitären Kooperationspartner sollen dabei maßgeblich beteiligt werden. Insbesondere in den Anwendungsfächern sollen in naher Zukunft internationale Forschungsverbünde über EU-Forschungsmittel beantragt werden. Hierbei sollen europäische Netzwerke mit anderen in der entsprechenden Forschung ausgewiesenen hochrangigen internationalen Forschungsinstitutionen geknüpft und verstärkt werden.

Perspektiven in der Lehre

Vorrangiges kurzfristiges Ziel ist die Etablierung des Masterstudienganges Psychologie zum WS 10/11 und das dort implementierte projektbezogene Studium zu erproben. Für den Abschluss in Psychologie soll nach den Vorgaben der Deutschen Gesellschaft für Psychologie kein spezialisierter Abschluss angeboten werden. Vor allem die Mobilität der Studierenden ist bei weiterer Spezialisierung nicht mehr gegeben. Anders hingegen sieht dies im Bereich von internationalen und interdisziplinären Masterstudiengängen aus. Um im Wettbewerb um attraktive Studiengänge mit interdisziplinärer Ausrichtung bestehen zu können, ist mittelfristig geplant, einen internationalen Masterstudiengang: „*Being human: from neurocellular substrates to evolution of cognition*“ einzurichten. Module dieses Masterstudienganges sollen von den Max-Planck Instituten CBS und EVA, der Medizinischen Fakultät sowie der eigenen Fakultät konzipiert und angeboten werden. Als weitere tragende Säule der postgradualen Ausbildung soll längerfristig im Bereich der Psychologie ein in-

ternationaler Masterstudiengang „*Affective and Cognitive Psychology*“ aufgebaut werden, um die Attraktivität des Studienstandortes Leipzig zu steigern.

Strukturelle Entwicklung

Mit der Einführung des BA/MA Systems erscheint die Aufteilung der Institute in der Psychologie mit eher grundlagenorientierten Fächern (Institut I) und anwendungsorientierten Fächern (Institut II) nicht mehr zeitgemäß. Sowohl im BA als auch MA sind beide Fächerorientierungen vertreten. Deswegen sollen die beiden Psychologischen Institute zu einem Institut zusammengeführt werden. Geplant ist dies schon zum WS 10/11, zeitgleich mit der Einführung und Aufnahme des Masterstudienganges Psychologie.

