

Jahrbuch der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf

*Heinrich Heine*  
HEINRICH HEINE  
UNIVERSITÄT  
DÜSSELDORF

2005/2006

*Heinrich Heine*



**Jahrbuch der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf  
2005/2006**



**Jahrbuch der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf  
2005/2006**

**Herausgegeben vom Rektor  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch**

**Konzeption und Redaktion:  
em. Univ.-Prof. Dr. Hans Süßmuth**

© Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2006  
Einbandgestaltung: Wiedemeier & Martin, Düsseldorf  
Titelbild: Schloss Mickeln, Tagungszentrum der Universität  
Redaktionsassistentz: Georg Stüttgen  
Beratung: Friedrich-K. Unterweg  
Satz: Friedhelm Sowa, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X  
Herstellung: WAZ-Druck GmbH & Co. KG, Duisburg  
Gesetzt aus der Adobe Times  
ISBN 3-9808514-4-3

## Inhalt

<b>Vorwort des Rektors</b> .....	11
<b>Gedenken</b> .....	15
<b>Rektorat</b> .....	17
ALFONS LABISCH (Rektor)	
Die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ist eine Forschungsuniversität ..	19
HILDEGARD HAMMER	
Der Bologna-Prozess – Chancen und Schwächen einer erzwungenen Studienreform .....	29
CHRISTOPH AUF DER HORST	
Das Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität zwischen „akademeia“ und „universitas“ .....	41
<b>40 Jahre Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf</b>	
HERMANN LÜBBE	
Universitätsjubiläen oder die Selbsthistorisierung der Wissenschaften .....	53
<b>Medizinische Fakultät</b>	
<i>Dekanat</i> .....	65
<i>Neu berufene Professorinnen und Professoren</i> .....	69
WOLFGANG H. M. RAAB (Dekan) und SIBYLLE SOBOLL	
Forschung und Lehre in der Medizinischen Fakultät .....	73
JÜRGEN SCHRADER	
Systembiologie – Neue Perspektiven für die Medizin? .....	79
ORTWIN ADAMS und HARTMUT HENGEL	
Husten, Schnupfen, Heiserkeit – Über alte und neue Respirationstraktviren .....	85
WILFRIED BUDACH und EDWIN BÖLKE	
Strahlende Zukunft – Radioonkologie 2010 .....	103
HILDEGARD GRASS und STEFANIE RITZ-TIMME	
Frauen- und Geschlechterforschung, Gewaltopfer und Rechtsmedizin .....	107
GESINE KÖGLER und PETER WERNET	
Die José Carreras Stammzellbank Düsseldorf – Entwicklung, klinische Ergebnisse und Perspektiven .....	119

NIKOLAS HENDRIK STOECKLEIN und WOLFRAM TRUDO KNOEFEL Disseminierte Tumorzellen bei gastrointestinalen Karzinomen – Molekular- genetische Analyse der relevanten Tumorzellen zum Aufsuchen therapeu- tischer Zielstrukturen für effektive adjuvante Therapien .....	137
---	-----

### **Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät**

<i>Dekanat</i> .....	151
<i>Neu berufene Professorinnen und Professoren</i> .....	153
PETER WESTHOFF (Dekan) Die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät – Der Weg im Jahr 2005 .....	159
JÖRG BREITKREUTZ Arzneizubereitungen für Kinder .....	161
STEFAN U. EGELHAAF Weiche Materie – Treffpunkt von Physik, Chemie und Biologie .....	173
THOMAS HEINZEL Nanoelektronik und mesoskopischer Transport .....	185
MICHAEL LEUSCHEL und JENS BENDISPOSTO Das ProB-Werkzeug zur Validierung formaler Softwaremodelle .....	199
CHRISTINE R. ROSE Doppelt hält besser – Elektrische und chemische Signalgebung in Gehirnzellen .....	209

### **Philosophische Fakultät**

<i>Dekanat</i> .....	227
<i>Neu berufene Professorinnen und Professoren</i> .....	229
BERND WITTE (Dekan) Die Philosophische Fakultät auf dem Weg in die entgrenzte Wissensgesellschaft .....	231
ANDREA VON HÜLSEN-ESCH, WILHELM G. BUSSE und CHRISTOPH KANN Das Forschungsinstitut für Mittelalter und Renaissance .....	237
SABINE KROPP Institutionenbildung in postsowjetischen Ländern – Entwurf eines Analysekonzepts .....	245
KARL-HEINZ REUBAND Teilhabe der Bürger an der „Hochkultur“ – Die Nutzung kultureller Infrastruktur und ihre sozialen Determinanten .....	263

SHINGO SHIMADA	
Wozu „Modernes Japan“? Zur Konzeptualisierung des Lehrstuhls „Modernes Japan II mit sozialwissenschaftlichem Schwerpunkt“ .....	285
<b>Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät</b>	
<i>Dekanat</i> .....	293
CHRISTOPH J. BÖRNER (Dekan)	
Bachelor und Master in der Betriebswirtschaftslehre – Der Düsseldorfer Ansatz .....	295
HEINZ-DIETER SMEETS und H. JÖRG THIEME	
Demographische Entwicklung und Globalisierung – Ökonomische Konsequenzen .....	311
HORST DEGEN und PETER LORSCHIED	
„Euro = Teuro“ – Lässt sich diese Gleichung statistisch belegen? .....	329
BERND GÜNTER und LUDGER ROLFES	
Wenn Kunden lästig werden – Kundenbewertung und Umgang mit unprofitablen Kundenbeziehungen durch Unternehmen .....	345
BERND GÜNTER	
Über den Tellerrand hinaus – „Studium laterale“ .....	359
<b>Juristische Fakultät</b>	
<i>Dekanat</i> .....	367
HORST SCHLEHOFER (Dekan)	
Das Bachelor-Master-System – Ein Modell für die Juristenausbildung? .....	369
ANDREAS FEUERBORN	
Der integrierte deutsch-französische Studiengang der Juristischen Fakultäten der Université de Cergy-Pontoise und der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf .....	379
ULF PALLME KÖNIG	
Die rechtliche Einordnung der Kooperationsvereinbarung zwischen Uni- versität und Universitätsklinikum nach nordrhein-westfälischem Recht .....	387
<b>Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V.</b>	
GERT KAISER	
Die Freundesgesellschaft der Heinrich-Heine-Universität .....	401
OTHMAR KALTHOFF	
Jahresbericht 2005 .....	405

## **Sonderforschungsbereiche der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

- CHRISTEL M. MARIAN und WILHELM STAHL  
 Der Sonderforschungsbereich 663  
 „Molekulare Antwort nach elektronischer Anregung“ ..... 409

## **Forscherguppen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

- VICTORIA KOLB-BACHOFEN, MIRIAM CORTESE, JÖRG LIEBMANN,  
 SABINE KOCH und NICOLE FITZNER  
 Regulation der Entzündungsreaktion –  
 Eine wichtige Rolle für Stickstoffmonoxid ..... 421
- DIRK SCHUBERT und JOCHEN F. STAIGER  
 Die Analyse von „Was“ und „Wo“ in neuronalen Netzen  
 des primären somatosensorischen Kortex ..... 433

## **Graduiertenkollegs der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

- OSWALD WILLI  
 Das Graduiertenkolleg 1203  
 „Dynamik heißer Plasmen“ ..... 453
- AXEL GÖDECKE  
 Proteininteraktionen und -modifikationen im Herzen –  
 Das Graduiertenkolleg 1089 auf dem Weg  
 in das postgenomische Zeitalter ..... 459

## **Zentrale wissenschaftliche Einrichtungen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

### *Humanwissenschaftlich-Medizinisches Forschungszentrum*

- DIETER BIRNBACHER  
 Das Humanwissenschaftlich-Medizinische Forschungszentrum  
 der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ..... 475
- DIETER BIRNBACHER und LEONORE KOTTJE-BIRNBACHER  
 Ethische Fragen bei der Behandlung von Patienten  
 mit Persönlichkeitsstörungen ..... 477

## **Biotechnologie – Ein gemeinsamer Forschungsschwerpunkt der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf und des Forschungszentrums Jülich**

- KARL-ERICH JAEGER  
 Das Zentrum für Mikrobielle Biotechnologie ..... 491

CHRISTIAN LEGGEWIE, THOMAS DREPPER, THORSTEN EGGERT, WERNER HUMMEL, MARTINA POHL, FRANK ROSENAU und KARL-ERICH JAEGER Molekulare Enzymtechnologie – Vom Gen zum industriellen Biokatalysator .....	501
--	-----

JÖRG PIETRUSZKA, ANJA C. M. RIECHE, NIKLAS SCHÖNE und THORSTEN WILHELM Naturstoffchemie – Ein herausforderndes Puzzlespiel .....	519
--	-----

### **Institute an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

#### *Institut für umweltmedizinische Forschung*

JEAN KRUTMANN Das Institut für umweltmedizinische Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gGmbH .....	535
--	-----

#### **Institute in Zusammenarbeit mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

##### *Düsseldorfer Institut für Dienstleistungs-Management*

WINFRIED HAMEL Das Düsseldorfer Institut für Dienstleistungs-Management – Eine virtuelle Forschungseinrichtung .....	561
--	-----

##### *Institut für Internationale Kommunikation*

CHRISTINE SCHWARZER und MATTHIAS JUNG Universitätsnah wirtschaften – Das Institut für Internationale Kommunikation in Zusammenarbeit mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. ....	573
---	-----

#### **Zentrale Einrichtungen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

##### *Universitäts- und Landesbibliothek*

IRMGARD SIEBERT und CAROLA SPIES Aufbruch in die Zukunft – Der 94. Deutsche Bibliothekartag in Düsseldorf .....	589
---	-----

##### *Universitätsrechenzentrum*

STEPHAN OLBRICH, NILS JENSEN und GABRIEL GAUS EVITA – Effiziente Methoden zur Visualisierung in tele-immersiven Anwendungen .....	607
---	-----



# KARL-ERICH JAEGER

## Das Zentrum für Mikrobielle Biotechnologie

### Aktuelle Situation

Ein Beschluss des Aufsichtsrats des Forschungszentrums Jülich vom Frühjahr 2006 sieht vor, auf dem Gelände des Forschungszentrums ein *Zentrum für Mikrobielle Biotechnologie* (ZMB) einzurichten. Dieser Beschluss beruht auf der Tatsache, dass seit vielen Jahren eine enge und sehr erfolgreiche Zusammenarbeit existiert zwischen den Jülicher Instituten für Biotechnologie 1 (IBT-1, Direktor: Univ.-Prof. Dr. Hermann Salm) und Biotechnologie 2 (IBT-2, Direktor: Univ.-Prof. Dr. Christian Wandrey) mit dem ehemaligen Institut für Enzymtechnologie (IET, emeritierte Direktorin: Univ.-Prof. Dr. Maria-Regina Kula), das als Institut der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich angesiedelt ist. Diese Institute führen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur biotechnologischen Gewinnung von Pharma- und Agrowirkstoffen sowie von Feinchemikalien durch, wobei mikrobielle Zellen als Produktionsorganismen eingesetzt werden.

Nach der Emeritierung von Univ.-Prof. Dr. Kula wurden im Jahre 2002 aus dem ehemaligen IET zwei neue Institute gebildet, das Institut für Molekulare Enzymtechnologie (IMET, Direktor: Univ.-Prof. Dr. Karl-Erich Jaeger) und das Institut für Bioorganische Chemie (IBOC, Direktor: Univ.-Prof. Dr. Jörg Pietruszka), wobei für das IBOC ein zusätzliches Laborgebäude neu errichtet und im Frühjahr 2006 bezogen wurde.

Die Lokalisierung des IMET und des IBOC der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf auf dem Campus des Forschungszentrums in unmittelbarer Nachbarschaft der Biotechnologie-Institute IBT-1 und IBT-2 resultiert in der Konzentrierung von umfassendem Know-how und dem nahezu vollständigen Methodenspektrum der modernen Mikrobiellen Biotechnologie und ermöglicht es damit, im ZMB den vollständigen Weg „vom Gen zum Produkt“ zu gehen.

### Wissenschaftliche Zielsetzungen

Unter der partnerschaftlichen Leitung des aus den Institutsleitern bestehenden Direktori-ums werden in den vier Instituten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Mikrobiellen Biotechnologie durchgeführt. Ziele sind dabei, das grundlegende wissenschaftliche Verständnis komplexer mikrobieller Systeme zu verbessern und zu einem quantitativen Verständnis von Biokatalysatoren und Bioprozessen zu gelangen sowie neue Wirkstoffen und Feinchemikalien mit neuen, nachhaltigen Produktionsverfahren herzustellen. Das Forschungsprogramm beruht auf einer fruchtbaren interdisziplinären Zusammenarbeit und der erfolgreichen Verbindung von erkenntnisorientierter Grundlagenforschung mit anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung. Durch die gemeinsame Nutzung von Infrastruktureinrichtungen werden die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der beteiligten Institute in effektiver Weise unterstützt. Die Mitarbeiter des Biotech-

nikums helfen bei der Übertragung von Prozessen aus dem Labor- in den Technikumsmaßstab. Die Werkstätten (Elektronikwerkstatt, mechanische Werkstatt sowie Foto- und Grafikwerkstatt) unterstützen die Wissenschaftler bei der Entwicklung und Fertigung nicht kommerziell erhältlicher Geräte sowie bei der Entwicklung nicht am Markt erhältlicher Softwarebausteine. Daneben erfolgt eine intensive Betreuung in allen IT-Fragen.

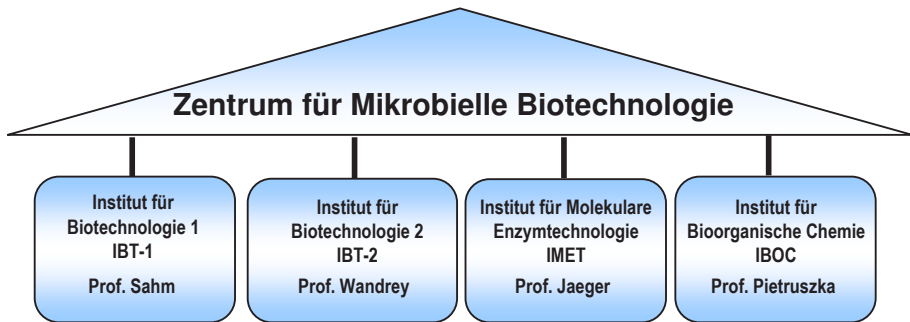


Abb. 1: Organisationsstruktur des Zentrums für Mikrobielle Biotechnologie

## Die Institute des Zentrums für Mikrobielle Biotechnologie

### Institut für Biotechnologie 1

Das IBT-1 forscht auf dem Gebiet der Angewandten Mikrobiologie und entwickelt Bakterienstämme zur Produktion von nieder- und hochmolekularen Wertstoffen. Unter dem Thema „Vom Gen zum Produkt“ stehen dabei insbesondere drei Arbeitsgebiete im Mittelpunkt: „Metabolic Engineering und Functional Genomics“, „Ganzzell-Biotransformation“ und „Bakterielle Proteinsekretion“. Im IBT-1 arbeiten 63 wissenschaftlich-technische Mitarbeiter, davon 28 Personalstellen aus der institutionellen Förderung, 22 Doktoranden und zehn Diplomanden.

### Institut für Biotechnologie 2

Das IBT-2 befasst sich mit der Reaktions- und Verfahrenstechnik in der Biotechnologie zur Produktion von nieder- und hochmolekularen Wertstoffen. Unter dem Thema „Vom Gen zum Produkt“ stehen dabei vier Arbeitsfelder im Mittelpunkt: „Technische Biokatalyse“, „Mikrobielle Fermentationen“, „Zellkulturtechnik“ und „Isolierung von Bioprodukten“. Das IBT-2 beschäftigt 65 wissenschaftlich-technische Mitarbeiter, davon 28 Personalstellen aus der institutionellen Förderung, 21 Doktoranden und 13 Diplomanden.

### Institut für Molekulare Enzymtechnologie

Das IMET bearbeitet die Molekularbiologie, Biochemie und Biotechnologie von Enzymen. Neue Biokatalysatoren werden aus Umwelt-DNA-Proben isoliert und bereits vorhandene Enzyme mit Methoden der gerichteten Evolution optimiert. Parallel werden neue

Expressionssysteme und Wirtsorganismen etabliert, wobei Bakterien der Gattungen *Rhodobacter* und *Pseudomonas* im Vordergrund stehen. Im IMET arbeiten 63 wissenschaftliche und technische Mitarbeiter, davon acht auf Personalstellen der Heinrich-Heine-Universität, 13 Promovierte, 30 Doktoranden und zehn Diplomanden.

### **Institut für Bioorganische Chemie**

Das IBOC betreibt am Zielmolekül orientierte Methodenentwicklung mit dem Ziel, z. B. Cyclopropan-haltige Naturstoffe in enantiomerenreiner Form zu synthetisieren. Enantiomerenreine Aminocyclopropane sind Synthesebausteine zur Herstellung auch natürlich vorkommender Antitumorwirkstoffe wie Belactosin A bzw. B sowie für verschiedene synthetische, antivirale Verbindungen oder Antidepressiva. Besondere Expertise besteht auf dem Gebiet der bororganischen Verbindungen auf der einen und der effizienten Nutzung von Biokatalysatoren für kinetische enzymatische Racematspaltungen auf der anderen Seite. Im IBOC arbeiten 21 wissenschaftliche und technische Mitarbeiter, davon sieben auf Personalstellen der Heinrich-Heine-Universität, zwei Promovierte, acht Doktoranden und vier Diplomanden.

### **Einbindung in das Forschungszentrum Jülich**

In seiner Gesamtausrichtung orientiert sich das ZMB an den langfristigen Erfordernissen zur Etablierung einer modernen systembiologisch orientierten Biotechnologie. Dazu werden thematische Brücken zu den Instituten für biologischen Informationsverarbeitung (IBI-1 und IBI-2), zur Umweltforschung (Institut für Chemie der Geosphäre, ICG III), zur Bioelektronik und Biomechanik (Institut für Schichten und Grenzflächen, ISG), und insbesondere zum John-von-Neumann Institut für Computing (NIC) sowie dem angegliederten Zentralinstitut für Angewandte Mathematik (ZAM) geschlagen.

Die Kooperationen mit dem IBI-1 und dem IBI-2 zielen auf die Aufklärung von Interaktionen zwischen Biomolekülen bzw. auf die Analyse von Proteinstrukturen, wobei sowohl Röntgenstrukturanalysen wie Kernresonanzspektroskopie (NMR) eingesetzt werden können. Wechselwirkungen zwischen Proteinen, mit DNA oder mit Metaboliten können mit isothermaler Titrationskalorimetrie oder mit *surface plasmon resonance* analysiert werden. Das IBI-1 und das IBI-2 können ihrerseits das Biotechnikum des ZMB nutzen, um ausreichende Mengen von Proteinen zur Kristallisation oder zur spektroskopischen Charakterisierung zu gewinnen.

In der Kooperation mit dem ICG-III (Phytosphäre) stehen die Anwendung der Massenspektrometrie für die Proteinanalytik sowie die Auftrennung von komplexen Proteingemischen durch gelelektrophoretische Methoden im Mittelpunkt. Mit dem ICG-IV (Agrosphäre) bestehen Kooperationen zur mikroskopisch-analytischen Charakterisierung von Bakterien unter bestimmten Umweltbedingungen. Besonders die Fluoreszenzspektroskopie und -mikroskopie in Verbindung mit der computergestützten Bildverarbeitung führten zu wesentlichen Beiträgen zum Polyphosphatstoffwechsel in einem industriell relevanten Bakterium. Die Methodenentwicklung zur Analyse von Metaboliten (LC-MS-Technik) erfolgt in enger Kooperation mit dem ICG. Während das ICG am Metabolismus von Pflanzenschutzmitteln interessiert ist, dienen die gleichen Methoden im ZMB zur Messung cytosolischer Metabolite in Bakterien.

Zum Institut für Schichten und Grenzflächen (ISG), das sich mit der Entwicklung von Bio- und Chemosensoren beschäftigt, bestehen Kontakte auf dem Gebiet der DNA-Chiptechnologie, die im ZMB für die Bakterien *Escherichia coli* und *Corynebacterium glutamicum* etabliert wurde. Ferner gibt es mit diesem Institut gemeinsame Interessen auf dem Gebiet der mikrobiellen Zellwandforschung.

Auch im Bereich der Chemie gibt es Kooperationen zwischen dem ZMB und dem Institut für Nuklearchemie, wie z. B. bei der stereoselektiven Markierung von Metaboliten und Radiopharmaka. Ferner besteht eine enge Kooperation mit der Zentralabteilung für chemische Analysen (ZCH). Das ursprünglich vom IBT angeschaffte NMR-Spektrometer (AMX-400 WB, Bruker) steht nun in der ZCH und wird gemeinsam für Stoffflussanalysen und die Identifizierung von Metaboliten eingesetzt. Im Bereich Proteomics etabliert das ZCH derzeit die Protein- und Peptidanalytik mit dem gemeinsam angeschafften Triple-Quadrupol-Gerät (QTrap 4000, Applied Biosystems). Diese Methode bildet eine optimale Ergänzung zu der bereits vorhandenen Protein- und Peptidanalytik durch MALDI-TOF-MS im IBT. Eine weitere Kooperation mit der ZCH dient dem Aufbau einer empfindlichen Analytik zum Nachweis bakterieller Signalmoleküle (Homoserinlactone) in Zellen und Kulturflüssigkeiten.

Mit dem John-von-Neumann Institut für Computing (NIC) und dem Zentralinstitut für Angewandte Mathematik (ZAM) werden zur Zeit zahlreiche Kooperationen etabliert. Die Arbeiten zur quantitativen Erfassung von zellulären Vorgängen mit Hilfe der so genannten „omics“-Technologien werden schon jetzt im Bereich der Charakterisierung von Stoffwechselnetzwerken durch das ZAM und das NIC wirkungsvoll unterstützt. In Zukunft wird sich eine noch engere Zusammenarbeit entwickeln auf dem Gebiet der mikrobiellen Systembiologie, also der Etablierung und Pflege von Datenbanken und der Analyse enormer Datenmengen für DNA und Proteine sowie der Modellierung von Proteinstrukturen und Funktionen. Solche anspruchsvollen und zugleich zukunftsweisenden Arbeiten können vom ZMB nur in Kooperation mit dem Jülicher Höchstleistungsrechenzentrum realisiert werden.

## **Einbindung in die Hochschullandschaft Nordrhein-Westfalens**

Das Jülicher Modell garantiert seit Jahrzehnten eine enge Einbindung des Forschungszentrums Jülich in die Hochschullandschaft in Nordrhein-Westfalen. In der biotechnologischen Forschung gibt es die Besonderheit, dass mit dem IMET und dem IBOC zwei Institute der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich angesiedelt sind, um dort die hervorragende technisch-wissenschaftliche Infrastruktur des Zentrums mit nutzen zu können. Bedingt durch die Struktur des neuen ZMB bestehen also besonders intensive Beziehungen mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Darüber hinaus existieren zahlreiche gemeinsame Forschungs- und Lehrprojekte mit anderen Hochschulen in Nordrhein-Westfalen.

## **Einbindung in die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

Neben den beiden Instituten IMET und IBOC ist auch das IBT nach dem Jülicher Modell eng mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf verbunden. Sowohl der Institutsleiter, Univ.-Prof. Dr. H. Sahm, als auch sein Stellvertreter, Univ.-Prof. Dr. M. Bott, wurden von

der Heinrich-Heine-Universität berufen und für ihre Aufgaben am IBT beurlaubt. Univ.-Prof. Dr. H. Sahn hat an der Heinrich-Heine-Universität den Lehrstuhl für Biotechnologie inne, der zur Wissenschaftlichen Einrichtung Biologie (WE Biologie) der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät gehört. Weiterhin ist auch apl. Prof. Dr. R. Freudl Mitglied der WE Biologie. Univ.-Prof. Dr. M. Bott ist verbunden mit dem Institut für Biochemie, das zur WE Chemie dieser Fakultät zählt.

Im ZMB sind das IBT-1 und das IMET in der Lehre eng mit dem Institut für Mikrobiologie der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät verbunden, dem neben dem kürzlich emeritierten Direktor Univ.-Prof. Dr. C. P. Hollenberg noch Univ.-Prof. Dr. J. Ernst (Abteilung für Molekulare Mykologie) und Univ.-Prof. Dr. J. Hegemann (Lehrstuhl für funktionelle Genomforschung an Mikroorganismen) angehören. Während das ZMB Bakterien als Forschungsobjekte nutzt, beschäftigen sich die Arbeitsgruppen am Institut für Mikrobiologie in Düsseldorf überwiegend mit Hefen und Pilzen. Den Studierenden können daher Kenntnisse und Erfahrungen sowohl mit prokaryontischen als auch mit eukaryontischen Mikroorganismen und deren Anwendung in der Biotechnologie vermittelt werden. Da an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Düsseldorf nur wenige Arbeitsgruppen mit Prokaryonten arbeiten, ist das ZMB ein wichtiger Partner bei der Ausbildung der Biologie- und Biochemiestudierenden der Mikrobiologie und mikrobiellen Biotechnologie.

Das IBOC sowie die Arbeitsgruppe von Univ.-Prof. Dr. M. Bott am IBT-1 gehören der Wissenschaftlichen Einrichtung Chemie an und sind mit dem Institut für Biochemie der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät eng verbunden, das von Univ.-Prof. Dr. H. Weiss und Univ.-Prof. Dr. L. Schmitt geführt wird. Alle Beteiligten sind tätig in der Lehre im Rahmen des seit kurzem an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät etablierten neuen Bachelor- und Masterstudiengangs „Biochemie“. Hier kann den Studierenden eine umfassende Ausbildung in den Bereichen organische und bioorganische Chemie sowie Biochemie geboten werden, was eine ideale Ergänzung zur molekularbiologischen und mikrobiologischen Ausbildung darstellt.

## **Kooperationen mit weiteren Hochschulen in Nordrhein-Westfalen**

Die Institute des ZMB unterhielten und unterhalten zahlreiche Kooperationen mit anderen Hochschulen in Nordrhein-Westfalen. Gemeinsame Sonderforschungsbereiche und Graduiertenkollegs der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die gemeinsame erfolgreiche Bewerbung der BioRegion Rheinland im Rahmen des BioRegio-Wettbewerbs, gemeinsame BMBF-Verbundprojekte wie das Projekt „Stoffumwandlung mit Biokatalysatoren“ und neue Initiativen wie das Verbundprojekt „Mikrobielle Systembiotechnologie“ sowie die BioRiver-Initiative „Expression“ erfüllen diese Kooperationen mit Leben. Diese enge Vernetzung bietet sowohl für das ZMB als auch für die beteiligten Hochschulen ein erhebliches Potenzial für die Weiterentwicklung der biotechnologischen Forschung und deren Anwendung in Nordrhein-Westfalen. Beispiele für Kooperationen sind die Beteiligung am Sonderforschungsbereich 380 „Asymmetrische Synthesen mit chemischen und biologischen Methoden“ der RWTH Aachen (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. D. Enders); dem Graduiertenkolleg „Molekulare Physiologie“ an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. M. Grieshaber), eine Kooperation auf dem Gebiet der mi-

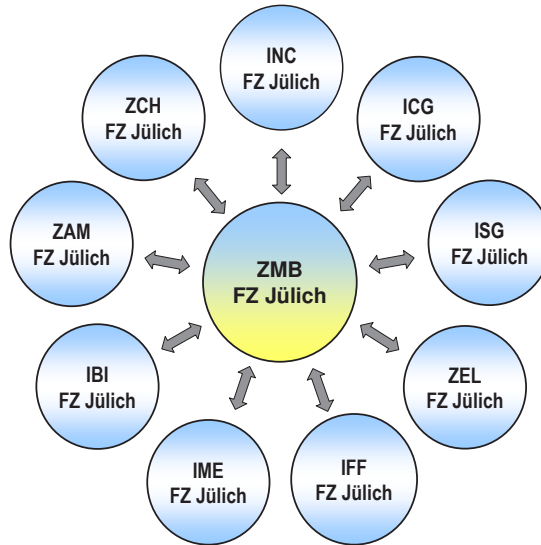


Abb. 2: Einbindung des Zentrums für Mikrobielle Biotechnologie (ZMB) in das Forschungszentrum (FZ) Jülich

krobiellen Aminosäuresekretion mit der Universität zu Köln (Univ.-Prof. Dr. R. Krämer); die Beteiligung am Europäischen Graduiertenkolleg 795 mit der Ruhr-Universität Bochum (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. M. Rögner) auf dem Gebiet der Biokatalyse; eine Kooperation auf dem Gebiet der mikrobiellen Genomforschung mit der Universität Bielefeld (Univ.-Prof. Dr. A. Pühler); die Beteiligung am Centrum Molekulare Biotechnologie (Masterstudiengang „Molekulare Biotechnologie“) an der Universität Bonn (Sprecherin: Univ.-Prof. Dr. H. Schnabel); die Beteiligung am Studiengang „Biochemie“ der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. H. Weiss); die Beteiligung am Graduiertenkolleg „Biokatalyse in unkonventionellen Medien“ der RWTH Aachen (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. J. Büchs) sowie eine Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Bioinformatik mit der Gesamthochschule Siegen (Univ.-Prof. Dr. W. Wiechert).

## Kooperation mit der Industrie

Das ZMB kann auf langjährige erfolgreiche Industriekooperationen aufbauen. Durch die nunmehr realisierte Integration der Forschungsaktivitäten, die einen gemeinsamen Weg „vom Gen zum Produkt“ ermöglichen, dürfte die Attraktivität des Zentrums für zahlreiche Industriepartner noch weiter steigen. In der Vergangenheit haben die Jülicher Biotechnologieaktivitäten in erheblichem Maße zur Etablierung der fermentativen Aminosäuregewinnung bei der Degussa AG sowie zur Gründung der Firma Rhein Biotech und einer Reihe von Start-up-Firmen beigetragen. Im Februar 2005 gab die vom Institut für Biotechnologie mitinitiierte Firma Jülich Fine Chemicals ihre Fusion mit der amerikanischen Firma Codexis unter dem neuen Namen „Jülich Chiral Solutions“ bekannt. Dies hat eine

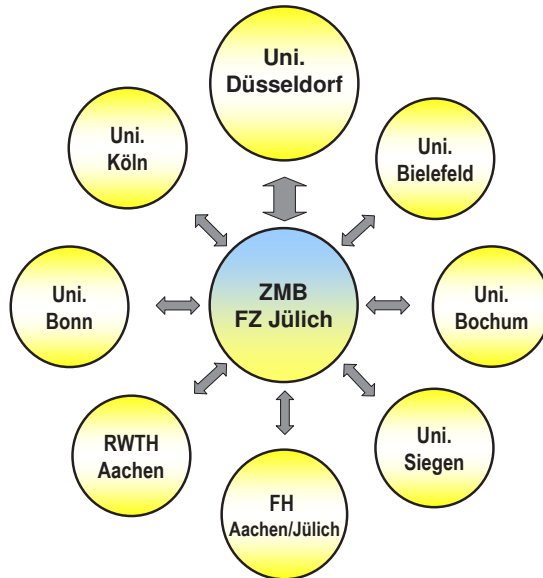


Abb. 3: Einbindung des Zentrums für Mikrobielle Biotechnologie (ZMB) in die Hochschullandschaft in Nordrhein-Westfalen

erhebliche Erweiterung ihrer Aktivitäten zur Folge. Im September 2006 erfolgte die erste Ausgründung einer Biotechnologie-Firma aus dem ZMB: die EVOcatal GmbH wird neue Biokatalysatoren für biotechnologische Anwendungen bereitstellen und wird geleitet vom Geschäftsführer Dr. Thorsten Eggert (IMET); als Gründungsgesellschafter fungieren außerdem apl. Prof. Dr. Werner Hummel und Univ.-Prof. Dr. Karl-Erich Jaeger (beide IMET) sowie Univ.-Prof. Dr. Detlef Riesner (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf).

Die Kooperation mit der Industrie erfolgt sowohl mit etablierten Firmen auf nationaler, aber auch europäischer und internationaler Ebene, als auch, wie oben beschrieben, über die Initiierung von Start-up-Firmen, die sich vornehmlich in Jülich angesiedelt haben. Während es bei der Kooperation mit größeren Firmen meist um produktbezogene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten geht, sind kleinere Firmen auch an Technologieentwicklungen (*enabling technologies*) interessiert, die sie ihrerseits vermarkten können. Die zahlreichen Industriekooperationen tragen dazu bei, dass die Mitarbeiter des ZMB, insbesondere promovierte und technische Mitarbeiter, ohne Probleme Arbeitsplätze in der Industrie finden. Kooperationsprojekte mit der Industrie wurden sowohl bei den Jülicher Forschern als auch bei den Industriepartnern mit zahlreichen Preisen ausgezeichnet.

Durch seine erfolgreichen Arbeiten unterstützt das ZMB unmittelbar den Strukturwandel am Chemiestandort Nordrhein-Westfalen. Die Globalisierung der Chemiemärkte hat bereits zu einer Abwanderung von Massenprodukten und damit zum Verlust von Arbeitsplätzen geführt. Biotechnologisch gewonnene Produkte sind gleichsam Produkte mit hohem „Software“-Anteil, für die die Rohstoffkosten weniger entscheidend sind und für

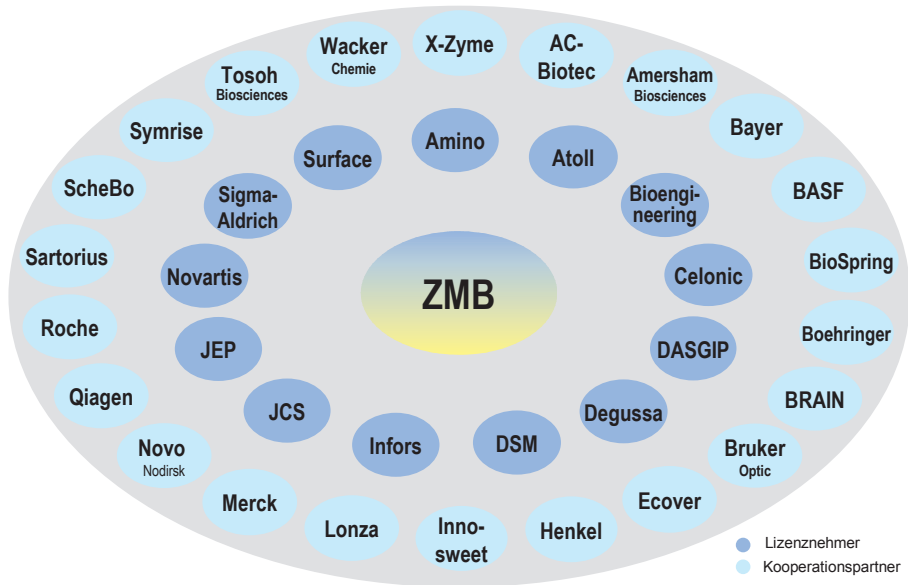


Abb. 4: Kooperationen des Zentrums für Mikrobielle Biotechnologie (ZMB) mit Unternehmen der Biotechnologieindustrie

die häufig auch noch ein Patentschutz zu erreichen ist. Über 200 Biotechnologen, die bisher in Jülich ihre Doktorarbeit angefertigt haben, haben nicht zuletzt in Nordrhein-Westfalen zum Teil schon während der Arbeit an ihrer Dissertation und auch danach während ihrer industriellen Tätigkeit zum Aufbau des erforderlichen *intellectual property* beigetragen.

Während in der Vergangenheit insbesondere die „Rote Biotechnologie“ mit ihrer hohen Wertschöpfung industriell erfolgreich war, bestehen über den Ansatz „quantitative Biologie“ jetzt auch große Chancen für das neue Arbeitsfeld „Weiße Biotechnologie“. Die Etablierung dieser Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts in Deutschland haben Jülicher Forscher maßgeblich begleitet, unter anderem durch die Bestandsaufnahme vorhandener und die Definition neuer biotechnologischer Prozesse.<sup>1</sup> Diese gemeinsam mit Industriepartnern durchgeführten Analysen lassen erkennen, dass über „maßgeschneiderte Mikroorganismen“ (*designer bugs*) neue biotechnologische Prozesse zugänglich werden, für die bisher kein alternativer Zugang mit Hilfe der klassischen „Feuer- und Schwertchemie“ bestand. Darüber hinaus können neue biotechnologische Produkte hergestellt werden, für die es bisher keine klassisch-chemischen Produktionsweisen gab.

<sup>1</sup> siehe z. B. Positionspapier der DECHEMA „Weiße Biotechnologie – Chancen für Deutschland“, BMBF-Initiative Futur „Biological Engineering“, Initiative der Deutschen Bundesstiftung Umwelt zur „Weißen Biotechnologie“.

## **Zusammenfassung**

Die verbindende Klammer zwischen den vier Instituten des ZMB ist die Erforschung und Entwicklung mikrobieller Biokatalysatoren, sowohl als ganze Zellen wie auch in Form isolierter Enzyme. Im IBT-1 steht die intelligente Verknüpfung von mikrobieller Systembiologie und Stammentwicklung im Zentrum des Interesses. Die rationale Entwicklung von Mikroorganismen für die Weiße Biotechnologie ist ein entscheidender Faktor für deren zukünftigen Erfolg. Im IBT-2 soll der Weg von der Systembiologie zur Systembiotechnologie beschritten werden. Die technische Evolution von Biokatalysatoren wird durch eine gerichtete Evolution von Bioprozessen unter nicht natürlichen Bedingungen ergänzt. Im IMET werden die molekularen Grundlagen der Vorgänge untersucht, die bei der Expression, Faltung und Sekretion von Enzymen in Mikroorganismen ablaufen. Ferner werden Methoden der gerichteten Evolution eingesetzt, um gezielt Enzyme mit neuen Eigenschaften zu identifizieren und für biotechnologische Anwendungen zu optimieren. Im IBOC steht die Anwendung enzymatischer Methoden in der Natur- und Wirkstoffsynthese im Vordergrund. Durch die Bereitstellung geeigneter Substrate und Referenzsubstanzen sollen neue Enzyme auf breiter Basis in der Synthesechemie nutzbar werden.

Die vorhandene Konzentrierung von wissenschaftlicher Expertise, methodischer Breite und apparativer Ausstattung machen das ZMB am Forschungszentrum Jülich zu einer in Deutschland einmaligen und international angesehenen wissenschaftlichen Einrichtung auf dem Gebiet der mikrobiellen Biotechnologie, die bei der Bewältigung der immensen Herausforderungen zur Etablierung einer neuen „bio-basierten Chemie“ eine entscheidende Rolle spielen wird.

