

HARALD SAUMWEBER

## Das Institut für Biologie

**Das Jubiläumsjahr bietet eine willkommene Gelegenheit, ein Bild unseres Instituts zu zeichnen, das gleichzeitig Bestandsaufnahme sein und Perspektiven der künftigen Entwicklung zeichnen soll. Vom Molekül bis zum Ökosystem überspannt die Biologie mehrere Größenordnungen und die schnelle Zunahme unseres Wissens und der Leistungsfähigkeit verfügbarer Technologien sind Impulsgeber und stetige Herausforderung. Unser Ziel ist es, molekulare Reaktionen bis zum biologischen Gesamtsystem zu erfassen und so zu beschreiben, dass die entwickelten Modelle den real ablaufenden Prozessen möglichst genau entsprechen. Dies ist nur möglich durch interdisziplinäre Orientierung von Arbeitsgruppen, die in nationale und internationale Netzwerke eingebunden sind.**

### Die Biologie in Berlin-Mitte

Das Institut für Biologie ist in Berlin-Mitte angesiedelt, in unmittelbarer Nähe zur Charité – Universitätsmedizin Berlin und dem Museum für Naturkunde, dessen Konzeption und Entstehungsgeschichte eng mit der Biologie verknüpft ist. In den beiden Jahrzehnten vor der Wiedervereinigung lagen die Forschungsschwerpunkte in der »Sektion Biologie« im Bereich der Biophysik, Gewässerökologie, Pflanzengenetik, Pflanzenphysiologie und Verhaltensbiologie. Bei der Neugründung des Instituts für Biologie 1993 wurde auf Vorschlag der Struktur und Berufungskommission die molekulare Ausrichtung am Institut deutlich verstärkt ohne die systemische Biologie aus dem Blick zu verlieren. 2002 wurde nach einer Förderperiode durch das BMBF/die DFG die Theoretische Biologie als eine erfolgreiche neue Richtung an unserem Institut integriert. Mittlerweile haben sich aus der Biologie heraus mit dem interdisziplinären Zentrum für »Biophysik und Bioinformatik«, für »Infektionsbiologie und Immunität« sowie für »Genetische Varia-

### Internet

[www.biologie.hu-berlin.de](http://www.biologie.hu-berlin.de)



Abb. 1

Das Institut für Biologie in der Invalidenstraße in Berlin-Mitte.

bilität und Anpassungsfähigkeit« deutliche Schwerpunkte in Forschung und Lehre gebildet. Dies wird in der Sprecherfunktion bei verschiedenen Graduiertenkollegs und der Teilhabe an strukturierten Doktorandenprogrammen deutlich. Mit dem durch das BMBF geförderten Bernstein Center for Computational Neuroscience und den beiden aus unserem Institut hervorgegangenen SFBs sowie zwei Forschergruppen sind in den vergangenen Jahren international sichtbare Forschungsschwerpunkte durch unser Institut entstanden. Darüber hinaus ist unser Institut an zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsschwerpunkten und Netzwerken beteiligt.

Gegenwärtig sind rund 1360 Studierende in der Biologie eingeschrieben. Auf Grund politischer Vorgaben wurden ab 2003 die Diplomstudiengänge durch die konsekutiven Studiengänge ersetzt. Dazu wurden die Bachelorstudiengänge in »Biologie«, »Biophysik« und der so genannte »Kombinationsbachelor« geschaffen, der überwiegend an dem Bedarf der Studierenden der Lehrämter ausgerichtet ist. Mit den Masterstudiengängen »Biophysik«, »Molekulare Lebenswissenschaften«, »Organismische Biologie und Evolution« und dem »Master of Education« wurden leistungsfähige weiterführende Studiengänge eingerichtet, die sich an den Schwerpunkten am Institut orientieren, aber auch durch Kooperationen mit anderen Instituten die Stärken der Berliner Forschungslandschaft nutzen. Durch mehrere Graduiertenkollegs und der Mitorganisation von strukturierten Doktoranden-



programmen zusammen mit dem Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Biologie, dem Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie, der Charité und dem Deutschen Rheumaforschungszentrum sind für die Promovierenden attraktive Möglichkeiten geschaffen worden, neben einer hervorragenden wissenschaftlichen Ausbildung und Betreuung zusätzliche Qualifikationen, sogenannte »Soft Skills« erwerben zu können, die für die spätere Tätigkeit eminent wichtig sind. Diese Kooperation in der Ausbildung basiert auf einer Vernetzung unserer Forschung und wird durch zahlreiche Kooptationen und gemeinsame Professuren von externen Forschungsinstituten im Berliner Raum deutlich.

#### Forschung an der Biologie in Berlin-Mitte

Angeregt durch neue experimentelle Techniken hat die Biologie im letzten Jahrzehnt ungeahnte Fortschritte erzielen können und wird von vielen als die kommende Leitwissenschaft betrachtet. Die Flut experimenteller Daten und die Vielzahl unterschiedlicher Teildisziplinen erfordert eine Integration biologischen Wissens unter Einbeziehung theoretischer Konzepte. Mit den Schwerpunkten in der Molekularbiologie, der Biophysik und der Theoretischen Biologie ist das Institut für Biologie sehr gut gewappnet. Das Leitbild der Biologie ist die »Integrative und Quantitative Biologie«, einer



Biologie in enger Verbindung mit den anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen. Das Ziel ist, molekulare Reaktionen bis zum biologischen Gesamtsystem so zu beschreiben, dass die damit verbundenen Abläufe den in der Realität ablaufenden Prozessen möglichst genau entsprechen. Daran wird gegenwärtig in 23 Abteilungen und 7 Nachwuchsgruppen an unserem Institut intensiv gearbeitet. Im Zuge der Exzellenzinitiative war die Biologie erfolgreich an der Einwerbung von zwei Exzellenzclustern beteiligt. Dadurch ist es gelungen, neue Professuren in der Strukturbio-logie bzw. Neurobiologie an unserem Institut einzurichten. In jüngster Zeit wurde durch die Berufung von Frau Prof. Klipp für die Theoretische Biophysik und Frau Prof. Rueß für die Ökologie der Frauenanteil unter den Hochschullehrer/innen deutlich erhöht. Im Folgenden sind einige Schwerpunkte der Forschung an unserem Institut dargestellt, die deutlich machen sollen, wie in der Biologie vom Molekül bis zum Ökosystem Fragestellungen bearbeitet werden, die viele Größenordnungen überspannen.

Abb. 2  
Das Institutsgebäude in der  
Chausseestraße

### ■ Biomoleküle und molekulare Netzwerke

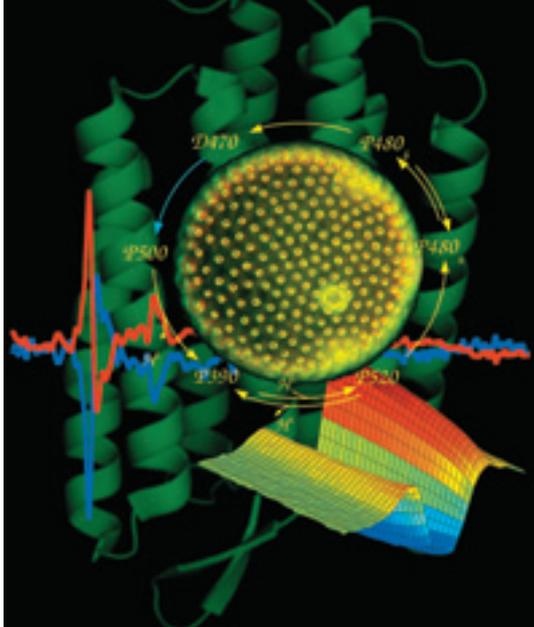
Die Professuren der **Biophysik** betrachten die Biophysik sowohl in der Forschung als auch in der Lehre als ein *integratives Wissenschaftsgebiet*, das die Synthese einerseits von Experiment und Theorie im Sinne einer quantitativen Wissenschaft und andererseits von Biologie und den anderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen, d.h. der Mathematik, Informatik, Physik und Chemie verfolgt. Interdisziplinäre Kooperation ist nicht nur unabdingbar für eine erfolgreiche Forschung und Lehre, sondern die Biowissenschaften sind heute ein wesentlicher Motor für die anderen naturwissenschaftlichen Fächer, insbesondere die Chemie und die Physik, aber auch der molekularen Medizin. Dieser Tatsache haben sich die Biophysiker in den zurückliegenden Jahren durch Initiierung von oder Beteiligung an nationalen und internationalen Forschungsverbänden gestellt und sind universitätsübergreifend im Interdisziplinären Zentrum für Biophysik und Bioinformatik (<http://www2.hu-berlin.de/biologie/bpi/>) vernetzt.

Die *Experimentelle Biophysik* (Prof. Hegemann) beschäftigt sich mit sensorischen Photorezeptoren aus Mikroalgen und charakterisiert diese *in vivo* und als isolierte rekombinante Proteine mittels biochemischer und biophysikalischer Methoden mit dem Schwerpunkt auf spektroskopischen und elektrophysiologischen Techniken in einer breiten Kooperation mit Charité sowie FU und TU Berlin. Unter diesen Proteinen sind ganz neue Photorezeptortypen wie die direkt durch *Licht aktivierten Ionenkanäle* (Channelrhodopsine) oder durch *Licht-aktivierte Enzyme* wie die »Photoaktivierte Adenylatzyklase«. Von Neurowissenschaftlern weltweit werden diese Proteine eingesetzt, um in Zellkulturen, Hirnschnitten oder lebenden Tieren mit Hilfe optischer Techniken neuronale Schaltkreise zu verstehen (Optogenetik). In der *Experimentellen Bio-*

*physik* werden im Rahmen der DFG-Forschergruppe 526 *Blue light photoreceptors* (Sprecher: Prof. Hegemann) die Photorezeptoren bezüglich Absorptionsspektrum, elektrischem Schaltverhalten, oder Substratspezifität in der Weise modifiziert, dass sie neue Einsatzgebiete und damit neue Wege für die neuronale Forschung eröffnen (Neurooptical Technologies).

Die *Molekulare Biophysik* (Prof. Herrmann) analysiert die molekularen Mechanismen sowohl des *Eindringens von Hüllviren*, z.B. Influenzaviren, in die Wirtszelle als auch die Bildung und *Abknospung neuer Viren* von der infizierten Zelle. Dabei werden neben verschiedenen spektroskopischen Methoden moderne Verfahren der Fluoreszenzmikroskopie angewendet, die Untersuchungen unmittelbar an lebenden, infizierten Zellen und einzelnen Viren gestatten (EU-Netzwerk »Virus Entry«, Koordinator Prof. Herrmann). Mit innovativen Firmen im Berliner Raum werden komplexe biophysikalische Methoden für die Untersuchung der Virus-Zell-Wechselwirkung adaptiert bzw. entwickelt. Gemeinsam mit Chemikern und Physikern der HU und FU werden neben der Aufklärung der dreidimensionalen Struktur viraler Proteine und der Entwicklung multivalenter antiviraler Substanzen synthetische, biomimetische Systeme entwickelt, die die untersuchten molekularen Mechanismen simulieren und für biotechnologische Anwendungen nutzbar gemacht werden sollen.

Die *Theoretische Biophysik* (Prof. Klipp) entwirft *mathematische Modelle von zellulären Prozessen*. Diese Modelle beschreiben die dynamische Regulation verschiedener Netzwerke oder Zellbestandteile als Antwort auf Stress, veränderte Umweltbedingungen oder auch während der Zellteilung. In Kooperation mit Experimentatoren werden die Daten für die Parametrisierung der Modelle gewonnen und die



Modellvorhersagen wiederum experimentell überprüft. Die Arbeitsgruppe beschäftigt sich vorrangig mit der Hefe *Saccharomyces cerevisiae* als Modellorganismus, aber auch mit Prozessen an Säugerzellen wie der Wasserleitung an Nierenkanälchen oder der Reprogrammierung adulter Stammzellen in pluripotenten Zellen. Das mathematische Handwerkszeug besteht in der Beschreibung der Systemdynamik mit Differentialgleichungssystemen oder stochastischen oder Boole'schen Formalismen sowie in der Theorie dynamischer Systeme und in computergestützter Simulation. Ebenso werden Computerwerkzeuge zur Bearbeitung der Modelle, wie Parameterschätzung aus experimentellen Daten, Sensitivitätsanalyse oder der Zuweisung von standardisierten Begriffen, entwickelt. Diese Forschungsthemen sind z.T. Bestandteil des durch Frau Prof. Klipp koordinierten internationalen DFG-Graduiertenkollegs (IRTG 1340) *Genomics and Systems Biology of Molecular Networks*.

Die Abbildung 3 fasst Aspekte interdisziplinärer biophysikalischer Forschung zusammen (E. Ritter). Die Arbeit beginnt mit spezifischen Beobachtungen an einem lebenden Organismus, in diesem Falle der multizellulären Alge *Volvox globator*, die im Zentrum zu sehen ist. Ausgewählte Proteine werden *in vivo* studiert, z.B. mittels hoch auflösender Fluoreszenztechniken (A. Herrmann). Die Proteine werden dann entweder isoliert oder rekombinant in *E.coli* produziert und daraus auch isoliert. Im Hintergrund der Abbildung ist ein Modell eines Lichtaktivierten Ionenkanals mit 7 Helices zu sehen (Channelrhodopsin). Am gereinigten Protein können nun die verschiedensten biophysikalischen Techniken wie Elektrophysiologie oder zeitaufgelö-

ste Spektroskopie betrieben werden (A. Herrmann, P. Hegemann). Die Daten werden als lineare Spuren oder dreidimensionale »Landschaften« gewonnen und es wird daraus ein Reaktionsschema oder Reaktionszyklus entwickelt (Pfeile), die über mehrdimensionale theoretische Ansätze in das zelluläre Netzwerk eingepasst werden (E. Klipp).

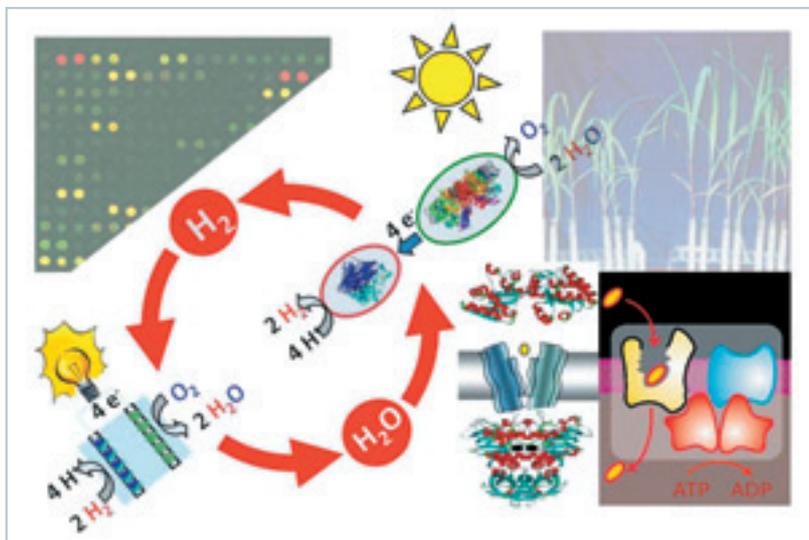
### ■ Funktionelle Genomik, Biokatalysatoren und die Biochemie der Bakterienzelle

Die Fachrichtung *Mikrobiologie* mit breiter naturwissenschaftlicher Ausrichtung gliedert sich gegenwärtig in die Professuren *Mikrobiologie* (Prof. Friedrich/Prof. Eitinger), *Physiologie der Mikroorganismen* (Prof. Schneider) und *Bakteriengenetik* (Prof. Borriss). Die Schwerpunkte der Forschung, die im Rahmen von Exzellenzcluster-Projekten, SFBs, BMBF-Projekten sowie DFG-Einzelbewilligungen gefördert werden, liegen auf den Gebieten der mikrobiellen Biotechnologie mit einem Fokus auf wasserstoffbasiereten Katalyseprozessen, postgenomischen Studien, Bakterien-Pflanzen-Interaktionen und Mechanismen des Transports über Biomembranen.

Nach Sequenzierung mehrerer bakterieller Genome steht jetzt die *funktionelle Genomik* im Vordergrund. Durch computergestützte Analysen von Genomsequenzen, Transkriptom-, Proteom- und Metabolomstudien wurden pflanzenwachstumsfördernde Mechanismen in Bakterien identifiziert (Prof. Borriss), die Grundlagen zur Produktion isotope-markierter Biomoleküle geschaffen (Prof. Friedrich/Dr. Pohlmann) und neuartige Mechanismen der Vitamin-Aufnahme in Bakterien entdeckt (Prof. Eitinger). Erkenntnisse über Bakterien-Pflanzen-Interaktionen (Prof. Borriss) und die Kopplung von Photosystem mit Hydrogenase zur biologischen Wasserstoffproduktion (Prof. Friedrich/Dr. Lenz) werden gegenwärtig im Pilotmaßstab in *biotechnologische Anwendungen* transferiert. Umfangreiche Grundlagenforschung auf den Gebieten *Sen-*

Abb. 3  
Aspekte interdisziplinärer biophysikalischer Forschung  
(Erläuterungen siehe Text)

sorik, *Metabolismus* und *Proteinstruktur* dient dem Verständnis des bakteriellen Umsatzes von Stickoxiden (Dr. Cramm), der Synthese von  $H_2$ -aktivierenden Hydrogenasen (Prof. Friedrich) und von Enzymen, die Phosphat aus der Speicherform Phytinsäure freisetzen (Prof. Borriss/Dr. Makarewicz), der Bedeutung des Diabetes-Medikaments Acarbose für die den Wirkstoff produzierenden Bakterien (Schneider) sowie der Mechanismen, die Bakterien Stresstoleranz verleihen (Dr. Hunke). Hier werden sich künftig enge Zusammenarbeiten mit der Professur Biochemie/Strukturbiologie (Prof. Dobbek) ergeben. *Stofftransport über Biomembranen* (Prof. Eitinger/Prof. Schneider) bildet einen weiteren Schwerpunkt. Die Arbeiten konzentrieren sich ei-



**Abb. 4**  
Links oben: DNA-Chip zur Untersuchung der Genexpression.  
Mitte: Lichtgetriebene biologische  $H_2$ -Produktion und Brennstoffzelle.  
Rechts oben: Stimulierung des Pflanzenwachstums durch Bakterien.  
Rechts unten: Stoffaufnahme durch modulare Transportsysteme.

nerseits auf echte »ABC«-Transporter (Prof. Schneider), eine ubiquitäre Gruppe von Membranproteinen, deren Bedeutung von der Nährstoffaufnahme in Bakterien bis zu menschlichen Erbkrankheiten reicht. Andererseits steht eine verwandte und erst kürzlich beschriebene Klasse von Vitamin-Transportern im Fokus (Prof. Eitinger), deren Vertreter in humanpathogenen Bakterien essenziell sind.

### Die Molekularbiologie der Pflanzenzelle: Signalwege, Stoffwechsel und Transport

Die *Molekularen Pflanzenwissenschaften* am Institut für Biologie der Humboldt-Universität repräsentieren die Vielfalt moderner genetischer und physiologischer Forschung innerhalb der Botanik. Die experimentellen Schwerpunkte erfassen die Bereiche Biochemie, Genetik, Physiologie, Systematik, Zellbiologie, Entwicklungsbiologie und Ökologie und erlauben somit sowohl eine interessante und umfassende Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses als auch eine projektorientierte Zusammenarbeit der am Institut vertretenen Arbeitsgruppen. Im Mittelpunkt der Forschungsaktivität stehen einzigartige Leistungen und Funktionen pflanzlicher Zellen, die so nicht in anderen Organismen beobachtet werden können. Ein verbindendes Merkmal aller am Institut vertretenen Forschungsrichtungen ist der Fokus auf molekulare Grundlagen des pflanzlichen Stoffwechsels, was zu einer starken Vernetzung der Pflanzenwissenschaften führte. Dies wird durch die Organisation von gemeinsam organisierten Kolloquien und durch die gemeinsame Einbindung in überregionale Forschungsverbände sichtbar.

Beispielsweise sind genetische und pflanzenphysiologische Projekte innerhalb des eigenen SFBs 429 (Sprecher: Prof. Börner) vernetzt, um die *Regulation des pflanzlichen Primärstoffwechsels* zu untersuchen. Besonderheiten pflanzlicher Organellen, insbesondere für die Photosynthese relevante Vorgänge in Chloroplasten werden von mehreren Arbeitsgruppen gemeinsam durchleuchtet. Aus diesen Arbeiten heraus ist auch eine DFG-Forschergemeinschaft (FOR 804, Sprecher: Prof. Grimm) initiiert worden, die sich mit *intrazellulären pflanzlichen Signalwegen* beschäftigt. Weitere Projekte beschäftigen sich mit *pflanzlichen Transportprozessen*, u.a. mit der Physiologie der Eisenaufnahme oder dem



Langstreckentransport der Kohlenhydrate. Weiterhin werden bedeutsame botanische Fragestellungen zur Systematik und *Reproduktionsbiologie von Samenpflanzen* mit anwendungsorientierten Zielstellungen verknüpft. Alle Arbeitsgruppen setzen state-of-the-art Techniken zur genetischen Manipulation von Pflanzen und zur Analyse pflanzlicher Genexpression und Metabolite ein. Den diversen inhaltlichen Schwerpunkten entsprechend sind die molekularen Pflanzenwissenschaften an verschiedenen Studiengängen des Instituts für Biologie beteiligt. Grundlagen der Botanik und Pflanzenphysiologie werden in den Bachelorstudiengängen der Biologie gelehrt, während moderne Methoden der Molekularbiologie pflanzlicher Systeme in den Masterstudiengängen *Molekulare Lebenswissenschaften* und *Organismische Biologie und Evolution* vermittelt werden. Für fortgeschrittene Studenten und Doktoranden beteiligen sich die botanisch orientierten Arbeitsgruppen an der Organisation einer jährlichen Zusammenkunft von Nachwuchswissenschaftlern aus der Region Berlin-Brandenburg (Havel-Spree-Kolloquium).

**Neurone, neuronale Filter und Verhalten**

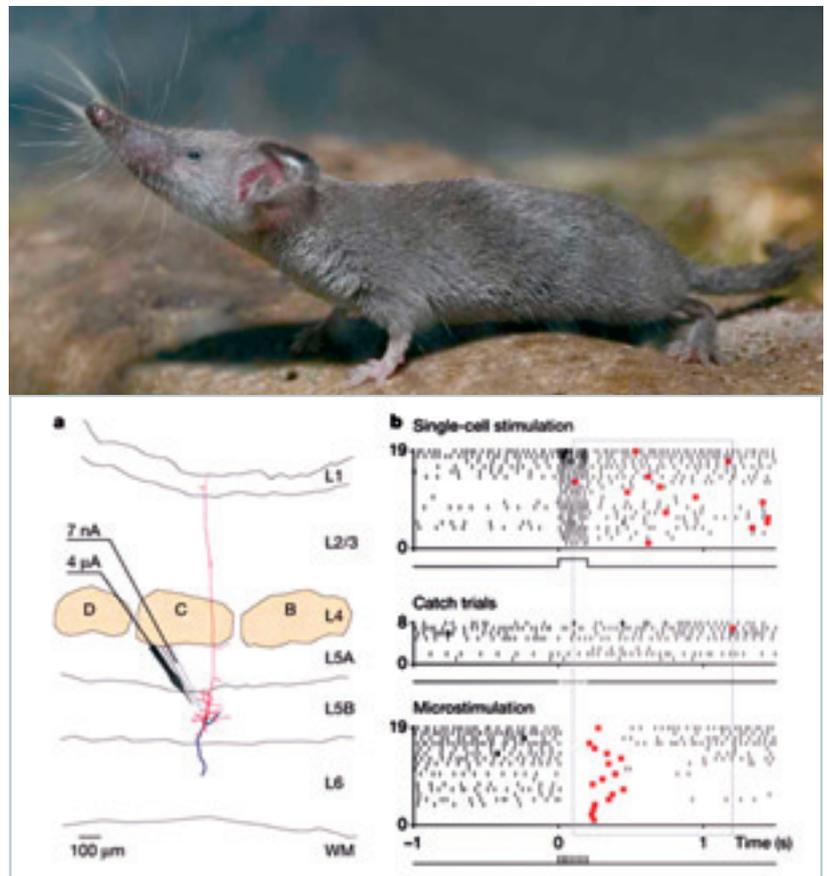
Die *Neurowissenschaften*, ein wichtiger Forschungsschwerpunkt unseres Instituts, sind repräsentiert durch die *Verhaltensphysiologie* (Prof. Ronacher), die *Tierphysiologie/Systemische Neurobiologie* (Prof. Brecht) und die *Theoretische Neurobiologie* (derzeit vertreten durch Prof. Kempster). Weiterhin wur-

de das Bernstein Center for Computational Neuroscience (BCCN; siehe SPEKTRUM 3/2007) vom Institut für Biologie aus initiiert und wird auch von dort aus koordiniert (Prof. Brecht). Die Gründung des BCCN, die Partizipation am Exzellenzcluster NeuroCure mit einer engen klinischen Anbindung und der Graduiertenschule Mind & Brain sowie weitere Beteiligungen an Forschungsverbänden, EU-Projekten, Sonderforschungsbereichen (SFBS) und Graduiertenkollegs belegen den großen Erfolg der neurobiologischen Forschung.

Die *Verhaltensphysiologie* (Prof. Ronacher) untersucht die erstaunlichen Leistungen von Miniaturgehirnen bei der Orientierung »im Gelände« (Wüs-

Abb. 5 Organellen der Pflanzenzelle: elektronenmikroskopische Aufnahmen von Chloroplasten aus Mais

Abb. 6 Die Spitzmaus, Modell zur Ableitung von Signalen an definierten Einzelneuronen (Prof. Brecht)



tenameisen) und der Erkennung akustischer Kommunikationssignale (Heuschrecken und Grillen). Die Arbeitsgruppe von Prof. Brecht analysiert unter Einsatz eines breiten methodischen Spektrums die Rolle von einzelnen Nervenzellen im Gehirn von Säugetieren, deren Bedeutung sich bei Wahrnehmungsleistungen, Bewegungskontrolle und Lernvorgängen nachweisen lässt. Die Dynamik einzelner Neurone und deren Beitrag zu Gedächtnisleistungen auf verschiedenen Zeitskalen steht im Mittelpunkt der theoretisch-experimentell kombinierten Analyse der AG von Prof. Kempfer. Ebenfalls im Rahmen eines theoretischen Ansatzes, aber in enger Zusammenarbeit mit experimentell arbeitenden Wissenschaftlern untersucht die Nachwuchsgruppe von Frau Dr. Schreiber die Sig-

nalprozessierung durch einzelne Neurone und neurale Netzwerke. Ziel ist, die beobachtete Signalübertragung mit den molekularen Vorgängen auf der Ebene der Ionenkanäle neuronaler Zellen zu verknüpfen. Im Rahmen der Exzellenzinitiative wurde die neurowissenschaftliche Forschungsrichtung erheblich ausgeweitet: im Exzellenzcluster NeuroCure wurden zwei neue neurobiologisch ausgerichtete Professuren geschaffen, und auch die Graduiertenschule Mind & Brain arbeitet eng mit dem Institut für Biologie zusammen.

#### ■ Entwicklung theoretischer Konzepte zum Verstehen von Molekülen, Zellen und Systemen

Die *Theoretische Neurobiologie* (Prof. Kempfer i.V.) bildet zusammen mit der *Molekularen und Zellulären Evolution* (Prof. Herzel) und der *Organismischen Evolution* (Prof. Hammerstein) den Bereich der *Theoretischen Biologie* an unserem Institut. Prof. Herzel befasst sich unter anderem mit der statistischen Analyse von DNA und Proteinsequenzen, mit dem Ziel, regulatorisch bedeutsame DNA Abschnitte herauszufiltern und Näheres über die Faltung und den modularen Bau von Proteinen zu erfahren. Prof. Hammerstein befasst sich mit Konzepten der Evolution bei der Spieltheorie und der Bedeutung von Konflikt und Kooperation bei der Evolution. Neben seinen Beiträgen zum Schwerpunkt Infektionsbiologie und Immunität (siehe nächsten Abschnitt) beschäftigt er sich mit Konzepten der Entwicklungsplastizität bei Musterbildungsprozessen. Nachwuchsgruppen der Theoretischen Biologie untersuchen Konzepte der circadianen Uhr in Cyanobakterien (Dr. Axmann, Dr. Kollmann). Zusammen mit Experimentatoren entwickeln sie Theorien zur Erklärung der Robustheit molekularer Netzwerke (Dr. Kollmann), der Bedeutung nichtkodierender kleiner RNAs in Cyanobakterien und modellieren regulatorische Verschaltungen in Cyanobakterien (Dr. Axmann). Die stärker



experimentell orientierte Nachwuchsgruppe von Frau Dr. Or-Guil untersucht den Mechanismus der molekularen Erkennung bei Antikörpern und die Vorgänge bei der Reifung der Affinität von Antikörpern in den Keimzentren der Milz. Bei der erfolgreichen Begutachtung des SFB 618 »Theoretische Biologie« wurde erst vor kurzem wieder betont, dass die Etablierung einer breit aufgestellten, Experiment-nahen Theoretischen Biologie Pioniercharakter hatte und immer noch einzigartig in Deutschland ist. Die Theoretische Biologie ist heute mit drei Professuren und fünf Nachwuchsgruppen ein international sichtbarer Schwerpunkt, der neben dem SFB und dem BCCN auf vielen weiteren Verbundprojekten basiert (IRTG, FORSYS-Gruppen des BMBF, ColoNET). Durch die Gruppen der Theoretischen Biologie wird auch eine intensive Ausbildung der Studierenden in Mathematik, Biostatistik, Modellierung und Evolutionstheorie geleistet, wobei ein besonderer Schwerpunkt darauf liegt, die Studierenden bereits frühzeitig an Methoden und Konzepte der Theoretischen Biologie heranzuführen. Das jüngst akkreditierte Master-Programm Computational Neuroscience vermittelt ebenfalls Kompetenzen an der Schnittstelle zwischen Theorie und Experiment. Jährliche Herbstschulen (z.B. Circadian Clocks, Evolutionary Medicine, Learning and Memory, Biology of Aging, Epigenetics) belegen den integrativen Charakter der Theoretischen Biologie.

**Parasiten und ihre Wirte: Kommunikation und Konkurrenz im Tierreich**

Die Infektionsbiologie hat an der Humboldt-Universität eine starke Tradition, die unter anderem mit Namen wie Rudolf Virchow und Robert Koch verbunden ist. Dementsprechend forschen auch am Institut für Biologie mehrere Gruppen an Infektionsthemen, und in der Lehre sind Virologie, Bakteriologie, Parasitologie und Immunologie sehr

gut vertreten. Schwerpunkt der Forschungsarbeiten ist die Interaktion von Pathogenen mit ihren Wirten auf molekularer Ebene.

»Wie dringen Viren in ihre Wirtszelle ein und verlassen sie?« fragt die Arbeitsgruppe des Biophysikers Prof. Herrmann. Die Strukturaufklärung der beteiligten Proteine kann Hinweise zur Entwicklung antiviraler Wirkstoffe geben, wie bereits im Abschnitt »Biophysik« näher erläutert. Der Bakteriengenetiker Prof. Borriss charakterisiert Faktoren, die die Pathogenität des Bakteriums *Paenibacillus larvae* für seinen Wirt, die Honigbiene, bedingen. »Welche Molekülsysteme verwenden Bakterien zur Kommunikation mit den Zellen ihrer Wirte?« lautet eine der Forschungsfragen in der Arbeitsgruppe der Bakterienphysiologin Sabine Hunke. In der Molekularen Parasitologie (Prof. Lucius) liegt ein Schwerpunkt auf der Auseinandersetzung parasitärer Nematoden mit dem Immunsystem ihrer Wirte. Diese hemmen Immunantworten, um nicht von der Abwehr ausgeschaltet zu werden. Dazu produzieren sie Proteine, die auch Allergien und Darmentzündungen blockieren, so dass

sich ein Einsatz als Therapeutika anbietet. Nematoden sind auch in der Entwicklungsbiologie und der Ökologie ein prominentes Thema, sodass hier Verbindungen zu weiteren Arbeitsgruppen der Biologie bestehen. Viele parasitische Mikroorganismen manipulieren ihre Wirte mit raffinierten Strategien. So kann z. B. das intrazelluläre Bakterium *Wolbachia*

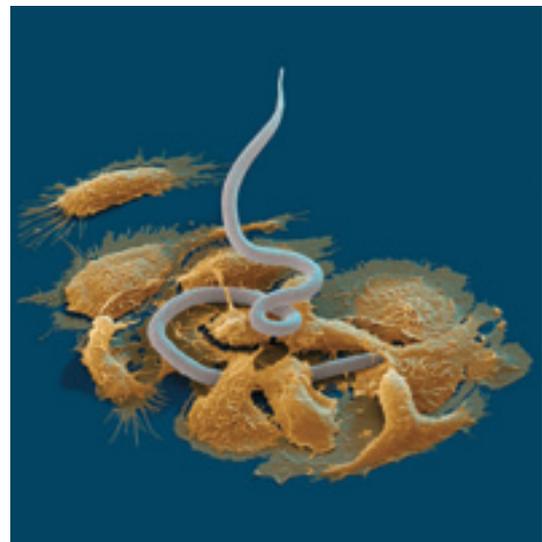


Abb. 7 Makrophagen greifen die Larve eines parasitären Nematoden an.

das Geschlecht von Wirbellosen verändern, um seine Übertragung sicher zu stellen. Mit solchen Strategien befasst sich die Arbeitsgruppe des Theoretikers Prof. Hammerstein aus der Sicht der Spieltheorie.

Ein herausragendes Merkmal ist die ausgezeichnete Vernetzung dieser Gruppen untereinander und mit außeruniversitären Forschungsinstitutionen, wie dem MPI für Infektionsbiologie, dem Robert Koch-Institut, dem Deutschen Rheumaforschungszentrum, dem Institut für Zoo- und Wildtierkunde sowie dem Landesinstitut für Bienenkunde. Mit diesen Partnern kooperieren die infektionsorientierten Biologie-Gruppen in Forschungsnetzwerken, wie dem Interdisziplinären Zentrum für Infektionsbiologie der HU (ZIBI, siehe [www.zibi-berlin.de](http://www.zibi-berlin.de)), mehreren SFBs und der ZIBI Graduate School.

#### ■ Wechselwirkungen zwischen Tier und Umwelt

Die moderne Ökologie hat einen weiten Weg zurückgelegt seit den Zeiten, als Forscher ausgestattet mit Botanisiertrommel, Linse und Schmetterlingsnetz das Wechselspiel von Flora und Fauna untersuchten. Als typische Brückenwissenschaft nutzt die Ökologie an der Humboldt-Universität heute aktuelle biochemische und molekulare Techniken zur Untersuchung der Natur und ihrer Kreisläufe. Die hochdiverse Gruppe der Fadenwürmer hat dabei das Interesse der Forscher gefunden.

Die Erde ist unsere Lebensgrundlage – dies gilt sowohl für unseren Planeten »Erde« als auch die »Erde« unter unseren Füßen – den Boden. Die Abteilung *Ökologie* (Prof. Rueß) beschäftigt sich mit der Bodenbiologie. Aufgrund des schwierigen Zugangs und der geringen Größe der Organismen blieb der Boden lange Zeit eine »black box«. Die Arbeitsgruppe *Ökologie* nutzt Fettsäuren und stabile Isotope als Biomarker um die Prozesse in die-

sem kryptischen Habitat sichtbar zu machen. Biochemische Fingerprints, die bisher in der Lebensmittelchemie eingesetzt wurden, finden damit Einzug in die Erforschung der Nahrungsnetze des Bodens. Der Fokus liegt hierbei auf dem Kreislauf des Kohlenstoffs und der Aufstellung entsprechender Modelle. Diese sind gefragt, wenn es um so weitreichende Probleme geht wie den globalen Klimawandel, wo der Boden als Quelle oder Senke für CO<sub>2</sub> agieren und damit die atmosphärische Bilanz nachhaltig beeinflussen kann.

Die Arbeitsgruppe *Gewässer- und Stressökologie* (Prof. Steinberg) studiert den Einfluss von Stressoren auf wasserlebende Wirbellose. Nicht jeder Stress ist negativ – was auch für Wirbellose gilt. Die Arbeitsgruppe untersucht, warum wirbellose Tiere freiwillig eine chemisch stressvolle Umgebung aufsuchen, in

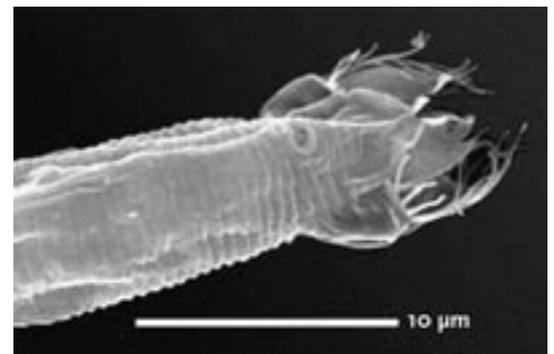


Abb. 8  
Wilsonema otophorum, ein Bakterienfresser des Bodens.

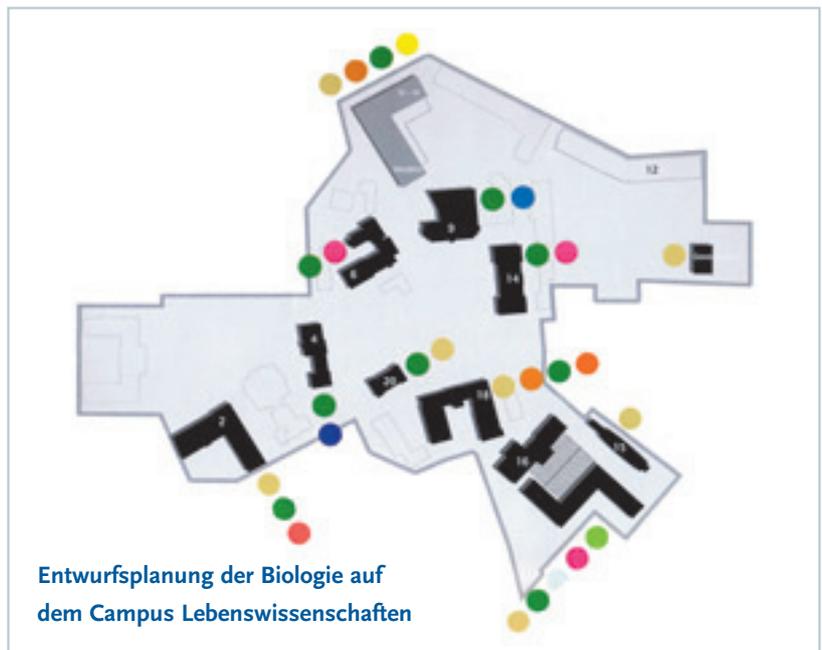
der sie die auftretenden Stresssymptome nur durch Energieaufwand kompensieren können. Solange der Stress milde bleibt, verlängern Fadenwurm und Wasserflöhe ihr Leben beträchtlich. Eine wichtige, aber nicht ausschließliche Rolle hierbei spielt die Regulierung über den *Insulin-like growth factor 1*. Die Stressoren sind Huminstoffe, die in nicht belasteten Böden und Gewässern in hohen Konzentrationen

vorkommen, und ihre Bausteine wie Polyphenole. Die Lebensverlängerung geht meist einher mit dem Erwerb einer multiplen Stressresistenz; das heißt, die länger lebenden Tiere ertragen auch höhere Temperaturen und Salzgehalte.

**Ausblick**

Trotz massiver Einschnitte im Personalbestand, bedingt durch die Einsparungen in den vergangenen Jahren, ist es unserem Institut gelungen, leistungsfähige und international sichtbare Forschungsschwerpunkte zu entwickeln. Dabei war die ständig fortentwickelte Orientierung der Forschung und Vernetzung unserer Arbeitsgruppen, international wie auch im Berliner Raum, für unser Institut von besonderer Bedeutung. Beim Umzug der Naturwissenschaften nach Berlin-Adlershof ist die Biologie an verschiedenen Standorten in Berlin-Mitte geblieben. Unser Ziel ist es jetzt, die Abteilungen der Biologie in einem Campus Lebenswissenschaften in enger räumlicher Nachbarschaft zur Charité, dem MPI für Infektionsbiologie und dem Deutschen Rheumaforschungszentrum zu konzentrieren, wobei die Nähe zum Leibniz-Institut Museum für Naturkunde gewahrt bleibt.

Einige unserer Arbeitsgruppen und das Bernsteinzentrum für Neurobiologie sind bereits auf dem Campus angesiedelt. Mit einem Neubau eines Forschungs- und Lehrgebäudes Molekularbiologie ist der Umzug der molekular arbeitenden Gruppen, die bislang in einem Mietgebäude untergebracht sind, in der Planung weit fortgeschritten und auch ein Umzug der Abteilungen der Theoretischen Biologie aus dem Museum für Naturkunde wird zeitnah stattfinden müssen. Mit der Konzentration unserer Arbeitsgruppen auf dem Campus erhoffen wir uns neben Synergieeffekten eine noch intensivere Vernetzung unserer Gruppen mit neuen Impulsen für die Forschung. Durch die erwähnte en-



**Entwurfsplanung der Biologie auf dem Campus Lebenswissenschaften**

ge räumliche Nachbarschaft leistungsfähiger Forschungsinstitute, die wahrscheinlich noch durch das Berlin Institute for Medical Systems Biology ergänzt wird, wird ein in Forschung und Lehre weit hin sichtbares Zentrum der Lebenswissenschaften in Berlin-Mitte entstehen.

**Abb. 8**  
Planung der Biologie auf dem Campus Lebenswissenschaften (Philipstraße). Grau unterlegt sind geplante Neubauten. In Haus 2, 6, 12, 14, 15 und 18 sind bereits Teile der Biologie untergebracht. (Plan-Zeichnung: Planungsbüro EUROLABORS, leicht modifiziert)



**Prof. Dr. Harad Saumweber**  
Jg. 1949, seit 1993 Professor für Zytogenetik am Institut für Biologie der Humboldt-Universität zu Berlin und bis Juli 2009 Geschäftsführender Direktor des Instituts.

**Humboldt-Universität zu Berlin  
Institut für Biologie  
E-Mail: hsaumweber@gmx.net  
www.biologie.hu-berlin.de**