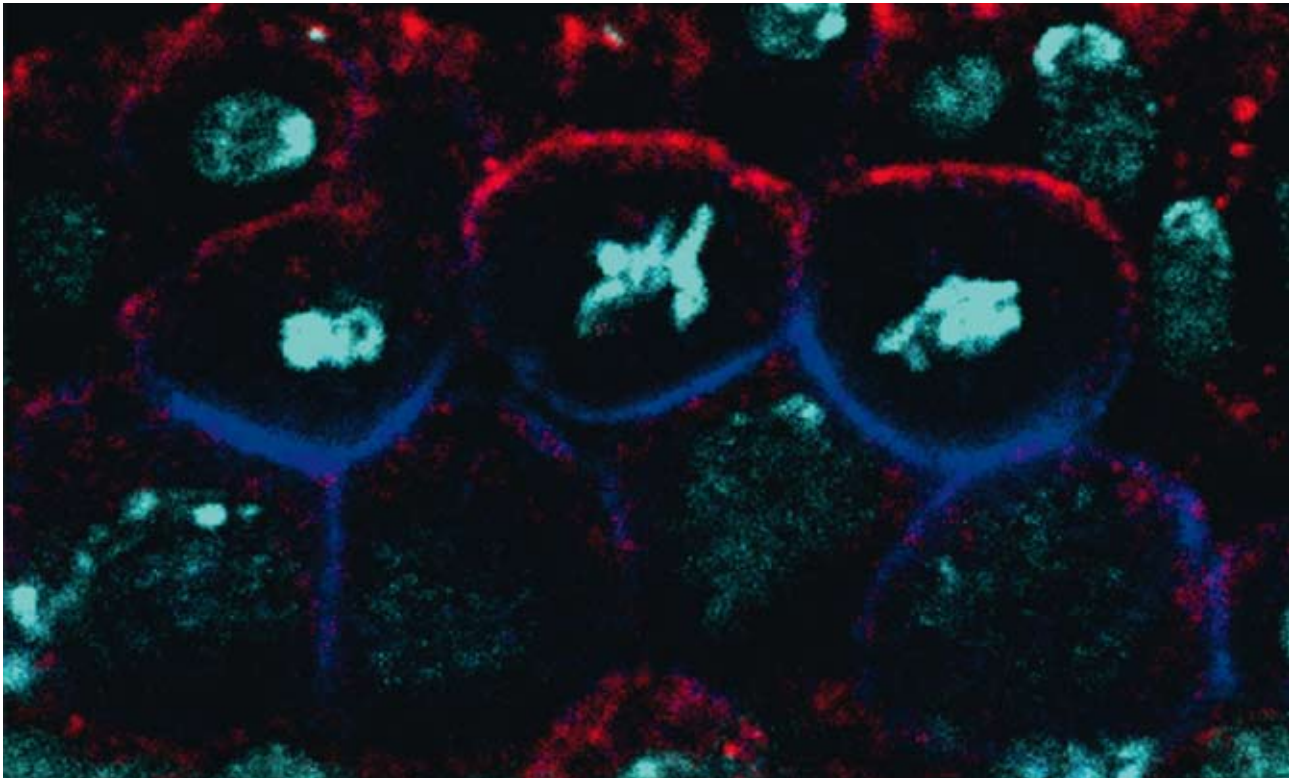


Interdisziplinäre Abteilungen - Abteilung Stammzellbiologie Interdisciplinary Departments - Department of Stem Cell Biology



Ein Embryo der Fruchtfliege *Drosophila* wurde angefärbt für die Proteine Bazooka (rot) und Miranda (blau). Die DNA ist in türkis dargestellt. Die drei großen runden Zellen in der Mitte sind neurale Stammzellen, die sich gerade in der Teilung befinden. Die Aufnahme wurde mit einem konfokalen Laser Scanning Mikroskop gemacht.
An embryo of the fruit fly *Drosophila* was stained for the proteins Bazooka (red) and Miranda (blue). DNA is shown in turquoise. The three large round cells in the center are neural stem cells in mitosis. The image was made with a confocal laser scanning microscope.

Forschungsschwerpunkte Research Foci

- ▷ Asymmetrische Teilung von Stammzellen
 - ▷ Molekulare Kontrolle der Zellpolarität in Epithelien
 - ▷ Kontrolle Cadherin-vermittelter Zelladhäsion durch den Wnt Signalweg
 - ▷ Asymmetric Division of Stem Cells
 - ▷ Molecular Control of Epithelial Cell Polarity
 - ▷ Control of Cadherin Mediated Cell Adhesion by Wnt Signalling
-



Abteilungsdirektor Head of Department

Prof. Dr. rer. nat. Andreas Wodarz

Kontaktdaten Contact

Abteilung Stammzellbiologie

UNIVERSITÄTSMEDIZIN GÖTTINGEN

Justus-von-Liebig-Weg 11, D-37077 Göttingen

Telefon +49-551 / 39-13712, Fax +49-551 / 39-13713

awodarz@gwdg.de

www.gzmb.uni-goettingen.de/faculty/f_wodarz.html

Hochschullehrer/innen Professors and Lecturers

+49-551 /

Wodarz, Andreas

Prof. Dr. rer. nat.

awodarz@gwdg.de

39-13711

EINLEITUNG

Die Forschungsaktivitäten in der Abteilung Stammzellbiologie konzentrieren sich hauptsächlich auf verschiedene Aspekte der asymmetrischen Teilung neuraler Stammzellen. Die asymmetrische Zellteilung ist ein fundamentaler Mechanismus zur Erzeugung von Zelldiversität in komplexen Organismen. Gleichzeitig ist die Kontrolle der asymmetrischen Zellteilung von entscheidender Bedeutung für die Erhaltung des Gleichgewichts zwischen Stammzellen und differenzierenden Zellen im Organismus. Störungen dieses Gleichgewichts können zu schwerwiegenden Erkrankungen führen. Die asymmetrische Zellteilung steht in engem Zusammenhang mit der Kontrolle der Zellpolarität, die in einem zweiten Forschungsschwerpunkt untersucht wird. Die Etablierung und Aufrechterhaltung der Zellpolarität wiederum hängt eng zusammen mit der Regulation der Zelladhäsion, insbesondere in epithelialen Geweben. Hier untersuchen wir den Einfluss des evolutionär konservierten Wnt-Signalwegs auf Zelladhäsion und Zellmigration.

Als Modellorganismus für unsere Untersuchungen verwenden wir hauptsächlich die Taufliege *Drosophila melanogaster*, da sie genetisch sehr gut manipulierbar ist und sich hervorragend für zellbiologische Experimente unter Einsatz hochauflösender Lichtmikroskopie eignet.

PREFACE

The research activities in the Department of Stem Cell Biology focus mainly on different aspects of the asymmetric division of neural stem cells. Asymmetric cell division is a fundamental mechanism for the generation of cell diversity in complex organisms. At the same time, asymmetric cell division is essential for the balance between stem cells and differentiating cells in an organism. Disturbances of this balance can cause severe diseases. Asymmetric cell division is intricately linked to the control of cell polarity, which is investigated in a second research focus. The establishment and maintenance of cell polarity is connected to the regulation of cell adhesion, especially in epithelial tissues. In this context, we investigate the function of the evolutionarily conserved Wnt signal transduction pathway in the regulation of cell adhesion and cell migration.

The model organism of our research is mainly the fruit fly *Drosophila melanogaster*, as it is easily accessible to genetic manipulation and is very well suited for cell biological analyses using high resolution light microscopy.

1. Asymmetrische Teilung von Stammzellen

Stammzellen besitzen die einzigartige Eigenschaft, eine Vielzahl verschiedener Zelltypen hervorzubringen und gleichzeitig selbst in einem weitgehend undifferenzierten Zustand zu verbleiben. Diese Eigenschaft von Stammzellen beruht im Wesentlichen auf ihrer Fähigkeit zur asymmetrischen Zellteilung. Aus einer solchen Zell-

teilung gehen zwei verschiedene Tochterzellen hervor. Eine Tochterzelle ist in der Regel auf einen bestimmten Entwicklungsweg festgelegt und erzeugt nach einer oder mehreren weiteren Zellteilungen terminal differenzierte Zelltypen. Die andere Tochterzelle der Stammzelle hingegen behält ihre Stammzell-Eigenschaften und damit die Fähigkeit zur asymmetrischen Zellteilung. Auf diese Weise bleibt die Stammzellpopulation im Organismus erhalten und kann gleichzeitig fortwährend differenzierte Zelltypen hervorbringen.

Wir konnten zeigen, dass der evolutionär konservierte PAR/aPKC-Komplex eine Schlüsselfunktion bei der molekularen Kontrolle asymmetrischer Zellteilungen einnimmt. Insbesondere kontrolliert dieser Proteinkomplex die Polarisierung der Stammzelle, die für die asymmetrische Verteilung von Zellschicksalsdeterminanten, die korrekte Ausrichtung der mitotischen Spindel und für die unterschiedliche Zellgröße der Tochterzellen Voraussetzung ist. Um die Mechanismen aufzuklären, wie der PAR/aPKC-Komplex mit der Plasmamembran, dem Cytoskelett und der mitotischen Spindel interagiert, haben wir mehrere Protein-Protein-Interaktions-Experimente (Hefe 2-Hybrid Screens) mit verschiedenen Bereichen des Bazooka/PAR-3 Proteins als Köder durchgeführt. Dabei konnten wir mehrere hochinteressante Interaktionspartner identifizieren, deren Funktion bei der asymmetrischen Teilung von Stammzellen z. Zt. intensiv untersucht wird. Um Aufschluss über die funktionell relevanten Domänen einzelner Komponenten des PAR/aPKC-Komplexes zu erhalten, wurden Struktur-Funktionsanalysen durchgeführt und neue mutante Allele molekular und phänotypisch charakterisiert. Weiterhin konnten in zwei genetischen Screens neue Gene identifiziert werden, die für die asymmetrische Teilung von Stammzellen essentiell sind.

1. Asymmetric Division of Stem Cells

Stem cells possess the unique ability to generate a large spectrum of different cell types despite retaining an undifferentiated phenotype themselves. This property of stem cells is mainly due to their ability to divide asymmetrically. An asymmetric cell division generates two different daughter cells. In general, one daughter cell has a restricted developmental potential and will give rise to terminally differentiated cell types after one or more additional cell divisions. In contrast, the other daughter cell retains its stem cell character and its ability to divide asymmetrically. By this mechanism the stem cell population in the organism is maintained and can serve as a continuous source for the generation of differentiated cell types.

We have shown that the evolutionarily conserved PAR/aPKC complex has a key function in the molecular control of asymmetric cell divisions. In particular, this protein complex controls the polarization of the stem cell, which is the prerequisite for the asymmetric localization of cell fate determinants, the proper orientation of the mitotic spindle and the unequal size of the two daughter cells. In order to uncover the mechanisms of how the PAR/aPKC complex interacts with the plasma membrane, the cytoskeleton and the mitotic spindle, we have performed several protein-protein inter-

action screens (yeast two-hybrid screens) using different regions of Bazooka/PAR-3 as bait. These screens led to the identification of several very interesting interaction partners whose function in the asymmetric division of stem cells is currently under intense investigation. In order to gain insight into the functionally relevant protein domains of individual components of the PAR/aPKC complex, we have performed structure-function analyses and characterized novel mutant alleles at the molecular and phenotypic level. Furthermore, in two genetic screens we have identified new genes required for the asymmetric division of stem cells.

Arbeitsgruppenleiter/innen Group Leaders

Prof. Dr. Andreas Wodarz

Kooperationen Cooperations

Y. Bellaïche, Institut Curie, Paris, Frankreich

G. Bucher, Universität Göttingen

D. Bennett, University of Liverpool, Großbritannien

J. M. Carazo, Centro Nacional de Biotecnología, Madrid, Spanien

B. Giebel, Institut für Transplantationsdiagnostik und Zelltherapeutika, Universität Düsseldorf

C. Gonzalez, ICREA-IRB-PCB, Barcelona, Spanien

B. Moussian, MPI f. Entwicklungsbiologie, Tübingen

C. Schmidt, Universität Göttingen

Drittmittelförderung Funding

DFG, Forschungszentrum für Molekularphysiologie des Gehirns (CMPB), 2006-2010

DFG, SFB 523, TP B15, 2006-2008

DFG, SPP 1109, W0584/5-1, W0584/7-1, 2001-2006

DFG, SPP 1111, W0584/6-1, 6-2, 2001-2006

DFG, SPP 1111, KL588/15-1, 15-2, 2003-2007

Ausgewählte Publikationen Selected Publications

Wodarz A (2008) Extraction and immunoblotting of proteins from embryos. *Method Mol Biol* 420: 335-45.

Wodarz A, Näthke IS (2007) Cell polarity in development and cancer. *Nature Cell Biol* 9: 1016-24.

Wodarz A (2007) Polar expeditions - Cell polarity and asymmetric cell division in the fruit fly *Drosophila*. *B.I.F. FUTURA*: 22, 71-5.

Wodarz A, Gonzalez C (2006) Connecting cancer to the asymmetric division of stem cells. *Cell*, 124: 1121-3.

2. Molekulare Kontrolle der Zellpolarität in Epithelien

Epithelien sind Gewebe, die eine ausgeprägte Polarität entlang der apiko-basalen Achse aufweisen und fast immer eine Grenze zwischen verschiedenen Kompartimenten eines Organismus darstellen. So trennt beispielsweise das Darmepithel das Darmlumen vom Blutgefäßsystem und ist für den Transport von Nährstoffen aus dem Lumen ins Blut verantwortlich. Damit Epithelien ihre Funktion ausüben können, müssen die Epithelzellen polarisiert sein. Das bedeutet, dass die Zellen verschiedene Plasmamembran-kompartimente etablieren und aufrechterhalten müssen, die sich in ihrer Protein- und Lipidzusammensetzung unterscheiden und durch Zellkontaktstrukturen voneinander getrennt werden.

Wir untersuchen die molekularen Mechanismen, die in der Taufliège *Drosophila* für die Ausbildung und Aufrechterhaltung epithelialer Polarität verantwortlich sind. In den letzten Jahren konnten wir eine Reihe von Genen identifizieren und funktionell charakterisieren, die eine Schlüsselfunktion in diesem Prozess ausüben. Hier kommt den Komponenten des so genannten PAR/aPKC-Komplexes eine besondere Bedeutung zu, da sie nicht nur die Polarität von Epithelien, sondern auch die Polarität zahlreicher anderer Zelltypen, einschließlich Stammzellen und Eizellen, kontrollieren. Wir haben in dem bereits unter (1.) erwähnten Interaktions-Screen mehrere Interaktionspartner des Bazooka/PAR-3 Proteins identifiziert, die spezifisch in ektodermalen Epithelien exprimiert sind. Eines dieser Proteine ist ausschließlich im apikalen Cytokortex lokalisiert und stellt somit einen exzellenten Kandidaten für ein Protein mit einer Funktion in der Kontrolle der Zellpolarität dar. Außerdem untersuchen wir in Struktur-Funktionsanalysen die Bedeutung verschiedener Proteindomänen von Bazooka/PAR-3 und der atypischen Proteinkinase C (aPKC) bei der Kontrolle der Zellpolarität in embryonalen und adulten Epithelien.

2. Molecular Control of Epithelial Cell Polarity

Epithelia are tissues with a pronounced polarity along the apical-basal axis that very often form a boundary between different compartments of an organism. The gut epithelium, for instance, separates the gut lumen from the vascular system and is responsible for the transport of nutrients from the lumen into the blood. Epithelia have to be polarized to function properly. This means that the cells have to establish and maintain different plasma membrane compartments that differ in their protein- and lipid composition and are separated by intercellular junctions.

We investigate the molecular mechanisms that are responsible for the establishment and maintenance of epithelial cell polarity in the fruit fly *Drosophila*. We have recently identified several genes that function as key regulators of cell polarity and have analyzed their function in this process. The components of the so called PAR/aPKC complex are of particular importance in this context, because they do not only control epithelial polarity but also the polarity of many other cell types, including stem cells and oocytes. In the protein-protein interaction screen that was already mentioned before (1.), we have identified several interaction partners of Bazooka/PAR-3 that are specifically expressed in ectodermal epithelia. One of these proteins is localized exclusively in the apical cytotortex and thus is a prime candidate for a protein that functions in the control of cell polarity. In addition to this approach, we also investigate the requirements for individual protein domains of Bazooka/PAR-3 and atypical protein kinase C in the control of cell polarity in embryonic and adult epithelia by means of structure-function analyses.

Arbeitsgruppenleiter/innen Group Leaders

Prof. Dr. Andreas Wodarz

Kooperationen Cooperations

H. Grubmüller, MPI f. Biophysikalische Chemie, Göttingen

B. Moussian, MPI f. Entwicklungsbiologie, Tübingen

W. J. Nelson, Stanford University, USA

M. Schneider, Lund University, Schweden

Drittmittelförderung Funding

DFG, Forschungszentrum für Molekularphysiologie des Gehirns (CMPB), 2006-2010

DFG, SFB 523, TP B15, 2006-2008

DFG, SPP 1109, WO584/5-1, WO584/7-1, 2001-2006

DFG, SPP 1111, WO584/6-1, 6-2, 2001-2006

DFG, SPP 1111, KL588/15-1, 15-2, 2003-2007

Ausgewählte Publikationen Selected PublicationsWodarz A, Näthke IS (2007) Cell polarity in development and cancer. *Nature Cell Biol* 9: 1016-24.Wodarz A (2007) Polar expeditions - Cell polarity and asymmetric cell division in the fruit fly *Drosophila*. *B.I.F. FUTURA*: 22, 71-5.Schneider M, Khalil A, Poulton J, Castilejo-Lopez C, Egger-Adam D, Wodarz A, Deng W, Baumgartner S (2006). Perlecan and Dystroglycan act at the basal side of the *Drosophila* follicular epithelium to maintain epithelial organization. *Development* 133: 3805-15.Giebel B, Wodarz A (2006) Tumour suppressors: Control of signalling by endocytosis. *Curr Biol*, 16: R91-2.

3. Kontrolle Cadherin-vermittelter Zelladhäsion durch den Wnt Signalweg

Der Wnt/Wingless Signalweg ist von großer Bedeutung für die Musterbildung während der Entwicklung und für die Kontrolle der Zellproliferation und Differenzierung in adulten Geweben. Eine zentrale Komponente des Wnt/Wingless Signalwegs ist beta-Catenin, das bei Aktivierung des Signalwegs im Zellkern akkumuliert und dort als Transkriptions-Koaktivator die Transkription verschiedener Zielgene anschaltet. beta-Catenin besitzt außerdem eine zentrale Funktion als Bestandteil des Cadherin-Catenin-Komplexes an Zellkontaktstrukturen, wo es für die Etablierung Cadherin-abhängiger Zelladhäsion erforderlich ist. Die Wnt Signalkaskade ist nach neueren Erkenntnissen nicht strikt linear organisiert, sondern verzweigt sich nach der Rezeption des Wnt Signals an der Zelloberfläche. Eine Schlüsselrolle kommt hierbei dem zytoplasmatischen Protein Dishevelled (Dsh) zu, das sowohl bei der Kontrolle planarer Zellpolarität als auch im beta-Catenin-abhängigen kanonischen Wnt-Signalweg benötigt wird. Sowohl bei der Kontrolle der planaren Zellpolarität als auch bei der Kontrolle der Cadherin-vermittelten Zelladhäsion gibt es neuerdings starke Hinweise auf eine transkriptionsunabhängige Funktion des Wnt Signalwegs.

Wir untersuchen den Einfluss des Wnt Signalwegs auf die Cadherin-vermittelte Zelladhäsion. Dabei konnten wir zeigen, dass als unmittelbare Folge der Aktivierung des Wnt-Signalwegs die Cadherin-vermittelte Zelladhäsion stark reduziert wird. Bei langanhaltender Stimulation wird dieser Effekt durch eine transkriptionelle Aktivierung des E-cadherin Gens wieder kompensiert. Wir schließen daraus, dass der Wnt Signalweg eine wichtige Funktion bei der Modulation Cadherin-abhängiger Zellkontakte ausübt. Diese

Untersuchungen werden im Rahmen der DFG Forschergruppe 942 „Wnt-assoziierte Signalwege in Entwicklung und Tumorrogression“ im Hinblick auf ihre Bedeutung für die Steuerung morphogener Prozesse weitergeführt und sollen später auch auf das Säugersystem übertragen werden. Es ist damit zu rechnen, dass die in *Drosophila* aufgedeckten Prinzipien auch für das Verständnis normaler Entwicklungsvorgänge in Epithelien von Säugern und deren Entartung bei der Progression von epithelialen Tumoren von großer Relevanz sind.

3. Control of Cadherin Mediated Cell Adhesion by Wnt Signalling

The Wnt/Wingless signalling pathway is of great importance for pattern formation during development and for the control of cell proliferation and differentiation in adult tissues. A central component of the Wnt pathway is beta catenin which upon activation of the pathway accumulates in the nucleus where it functions as a transcriptional co-activator to switch on downstream target genes. Beta catenin has a second important function as a component of the cadherin catenin complex at cell junctions, where it is required for the establishment of cadherin dependent cell adhesion. According to recent results, the Wnt pathway is not organized in a simple, linear fashion, but rather branches after reception of the Wnt signal at the cell surface. A key switch at this branchpoint appears to be the cytoplasmic protein Dishevelled (Dsh), which is required both for the planar polarity branch of the pathway and for canonical, beta catenin dependent Wnt signalling. There is growing evidence of transcription-independent functions of the Wnt pathway both in planar polarity signalling as well as in the control of cadherin dependent cell adhesion.

We have analyzed the effects of Wnt signalling on cadherin mediated cell adhesion. We have shown that cadherin-mediated adhesion is reduced upon short term exposure of the cells to the Wnt signal. On extended stimulation of the cells by Wnt, this effect is compensated for by the transcriptional up regulation of the E-cadherin gene. We conclude that Wnt signalling has an important function in the modulation of cadherin-mediated cell adhesion. These studies are being continued in the framework of the DFG research consortium 942 (Forschergruppe) with respect to the relevance of these phenomena for morphogenetic movements and will subsequently be extended to mammalian cell culture systems. We expect that the biological principles uncovered in the *Drosophila* system will help to understand epithelial development in mammals and pathological aberrations of these processes during tumour progression.

Arbeitsgruppenleiter/innen Group Leaders

Prof. Dr. Andreas Wodarz

Kooperationen Cooperations

A. Borchers, Universität Göttingen

W. J. Nelson, Stanford University, USA

R. Nüsse, Stanford University, USA

Drittmittelförderung Funding

DFG, Forschergruppe 942, TP 7

Ausgewählte Publikationen Selected Publications

Koestner U, Shnitsar I, Linnemanstons K, Hufton AL, Borchers A (2008) Semaphorin and neuropilin expression during early morphogenesis of *Xenopus laevis*. *Dev Dynam* 237: 3853-63.

Wodarz A, Näthke IS (2007) Cell polarity in development and cancer. *Nature Cell Biol* 9: 1016-24.

Wodarz A, Stewart DB, Nelson WJ, Nusse R (2006) Wingless signalling modulates cadherin-mediated cell adhesion in *Drosophila* imaginal disc cells. *J Cell Science*, 119: 2425-34.

Anhang Appendix

Naturwissenschaftliche und andere Dissertationen (Dr. rer. nat. und andere) Doctorate Theses (Dr. rer. nat. and others)

Kim, Soya, Dr. rer. nat., Die Funktion der atypischen Proteinkinase C in der Etablierung der Zellpolarität in *Drosophila melanogaster*, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2007.

Fischer, Nannette, Dr. rer. nat., Die Untersuchung des *Drosophila melanogaster* Proteins Bazooka hinsichtlich seiner Struktur und Funktion, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2006.

Takizawa, Chieko, Dr. rer. nat., Functional analysis of a new dominant-negative allele of miranda during CNS development in *Drosophila*, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2006.

von Stein, Walter, Dr. rer. nat., Charakterisierung von PTEN, FKBP59 und CG4420, Interaktionspartnern des PDZ-Domänen-Proteins Bazooka aus *Drosophila melanogaster*, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2006.

Diplom- und Masterarbeiten Diploma and Master Theses

Bang, Claudia, Dipl. Biol., Untersuchungen zum Vergleich der asymmetrischen Neuroblastenteilung in *Drosophila* und *Tribolium*. Universität Göttingen 2008.

Trierweiler, Claudia, Dipl. Biol., *Drosophila melanogaster* als Modellorganismus zur Untersuchung von Dymeclin im Kontext der Dyggve-Melchior-Clausen Dysplasie. Universität Göttingen 2008.

Gailite, Ieva, MSc, Analysis of CG14782, the putative interaction partner of Bazooka in *Drosophila melanogaster*. Universität Göttingen 2007.

Prüßing, Katja, Dipl. Biol., Untersuchung der Rolle des Transkriptionsfaktors Lilliputian während der embryonalen Neurogenese in *Drosophila melanogaster*. Universität Göttingen 2007.

Neugebauer, Julia, Dipl. Biol., Untersuchungen zur Funktion des Gens CG31534 bei der Entwicklung ektodermaler Epithelien in *Drosophila*. Universität Göttingen 2007.

Förster, Ankatrin, Dipl. Biol., Molekulare und phänotypische Charakterisierung neuer mutanter Allele des Gens CG17064 aus *Drosophila melanogaster*. Universität Göttingen 2006.

Mitgliedschaften und Mitarbeit in wissenschaftlichen Gremien und Kommissionen Memberships and Activities in Scientific Boards and Committees

Prof. Dr. Andreas Wodarz

Fakultätsmitglied Faculty of 1000, Sektion Zellbiologie

Universitäre Gremien University Boards

Prof. Dr. Andreas Wodarz

Koordinator des Bereichs B1 „From neurogenesis to synaptogenesis“ des DFG Forschungszentrums „Molekularphysiologie des Gehirns“ (CMPB)

Vorstandsmitglied des DFG Forschungszentrums „Molekularphysiologie des Gehirns“ (CMPB)

Stellvertretender Sprecher der DFG Forschergruppe 942 „Wnt-assoziierte Signalwege in Entwicklung und Tumorprogression“

Mitglied der Studienkommission des Master-Studiengangs „Molekulare Medizin“

Mitglied der Studienkommission des PhD-Studiengangs „Molekulare Medizin“

Mitglied der Studienkommission des PhD-Studiengangs „Molecular Biology of Development and Interaction between Organisms“ (GGNB)

Stellvertretendes Mitglied der Zulassungskommission der Universitätsmedizin Göttingen

Fachgutachtertätigkeit Function as Expert Consultant

Prof. Dr. Andreas Wodarz

Für wissenschaftliche Fachzeitschriften:

Cell; Current Biology; Development; Developmental Cell; Developmental Dynamics; Development, Genes and Evolution; EMBO Journal; Gene; Genes and Development; Journal of Cell Biology; Journal of Cell Science; Mechanisms of Development; Molecular and Cellular Biology; Nature; Nature Cell Biology; Trends in Genetics

Für Institutionen der Forschungsförderung:

Boehringer Ingelheim Fonds; Cancer Research UK; CNRS/INSERM, Frankreich; Deutsche Forschungsgemeinschaft; Deutscher Akademischer Austauschdienst; Estonian Science Foundation; Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF; Österreich); Französisches Wissenschaftsministerium; German Israeli Foundation for scientific research and development (GIF); Horizon Programm, The Netherlands Organisation for Health Research and Development; Institute of Science and Technology, Austria; Italian Association for Cancer Research (AIRC); Minerva Foundation; Volkswagenstiftung; Wellcome Trust, Yorkshire Cancer Research

Internationale wissenschaftliche Kooperationen International Scientific Cooperations

Y. Bellaiche, Institut Curie, Paris, Frankreich

D. Bennett, University of Liverpool, Großbritannien

J. M. Carazo, Centro Nacional de Biotecnología, Madrid, Spanien

C. Gonzalez, ICREA-IRB-PCB, Barcelona, Spanien

W. J. Nelson, R. Nusse, Stanford University, USA

R. Nusse, Stanford University, USA

M. Schneider, Lund University, Schweden

Vorhandene forschungsrelevante Großgeräte Specialised Research Equipment

Fluoreszenzmikroskop Zeiss AxioImager Z1 m. Apotom

Fluoreszenz-Stereomikroskop Leica MZI6-FA

Konfokales Laser Scanning Mikroskop Zeiss LSM 510 Meta