

# Erfolgsgeschichten



*Nachwuchswissenschaftler im Porträt – Ergebnisse des Eliteprogramms für  
Postdoktorandinnen und Postdoktoranden der Landesstiftung Baden-Württemberg*

  
**LANDESSTIFTUNG**  
*Baden-Württemberg*

**Wir stiften Zukunft**

## **IMPRESSUM**

### **Erfolgsgeschichten**

Nachwuchswissenschaftler im Porträt – Ergebnisse des Eliteprogramms für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden der Landesstiftung Baden-Württemberg

### **Herausgeberin:**

LANDESSTIFTUNG Baden-Württemberg gGmbH  
Im Kaisemer 1  
70191 Stuttgart

### **Verantwortlich:**

Dr. Andreas Weber, Leiter des Bereichs Bildung

### **Text und Redaktion:**

konzeptundform Berlin | Halle | Nürnberg  
Julia Schwarz, LANDESSTIFTUNG Baden-Württemberg

Hinweis: Soweit in den Texten aus Gründen der leichteren Lesbarkeit bei der Bezeichnung von Personen die männliche Form verwendet wird, schließt diese grammatische Form Frauen ausdrücklich ein.

### **Layout:**

konzeptundform Berlin | Halle | Nürnberg

### **Abbildungen:**

LANDESSTIFTUNG Baden-Württemberg, Getty Images, aus den Forschungsprojekten

### **Druck:**

Salzland Druck, Staßfurt

Gedruckt auf PEFC-zertifiziertem Papier. Es stammt aus nachweislich nachhaltiger Forstwirtschaft. Weitere Informationen unter [www.pefc.de](http://www.pefc.de)

© April 2009, Stuttgart

Schriftenreihe der LANDESSTIFTUNG Baden-Württemberg; 38

ISSN: 1610-4269

# Inhalt

<b>5</b>		Vorwort der Landesstiftung
<b>7</b>		Grußwort des Ministers für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg
<b>9</b>		Das Eliteprogramm aus der Sicht eines Gutachters
<b>11</b>		Das Eliteprogramm – eine Erfolgsgeschichte

## ERFOLGSGESCHICHTEN

<b>22</b>	Sabine Glesner	Vertrauen ist gut, Verifikation ist besser!
<b>26</b>	Stefan Gumhold	David statt Goliath
<b>30</b>	Angelika Hausser	Wenn Zellen miteinander reden
<b>34</b>	Corinna Hermann	Wie ein Bakterium unser Immunsystem austrickt
<b>38</b>	Fedor Jelezko	Quanten in Diamanten
<b>42</b>	Jens-Peter Knemeyer	Wenn Basen am selben Strang ziehen
<b>46</b>	Andreas Komnik	Im Grenzbereich der Miniaturisierung
<b>50</b>	Richard Mayr	Mehr Sicherheit für komplexe Systeme
<b>54</b>	Andriy Mokhir	Schnelle Reaktionen – exakte Analysen
<b>58</b>	Mario Ohlberger	Die Energie der Zukunft
<b>62</b>	Heinz Reinders	No future? Von wegen!
<b>66</b>	Annette Reineke	Schädlingsbekämpfung mit einer Schlupfwespe
<b>70</b>	Kay Saalwächter	Mehr als nur Götterspeise
<b>74</b>	Walter Salzburger	Fish and Chips
<b>78</b>	Cornelia Spiegel	Narben, die die Zeit nicht heilt
<b>82</b>	Christian Straka	Ein Blick in die Vergangenheit
<b>86</b>	Yvonne Traa	Schwämme als Katalysatoren
<b>90</b>	Stefan Uhlenbrook	Quo vadis, Wasser?
<b>94</b>	Daniel Weiskopf	Die Wahrnehmung des Menschen im Blick
<b>98</b>	Jörg Wiedenmann	Leuchtende Proteine
<b>102</b>	ANHANG	Tabellen und Grafiken zum Eliteprogramm



Wir stiften Zukunft



*Herbert Moser  
Geschäftsführer der Landesstiftung  
Baden-Württemberg*



*Dr. Andreas Weber  
Leiter des Bereichs Bildung  
Landesstiftung Baden-Württemberg*

# Vorwort

Wie kann ein Bakterium unser Immunsystem austricksen? Wie arbeiten Synapsen im Gehirn, wenn ein Mensch an Demenz erkrankt? Wie kann der Einsatz von Computern beim Lernen anhand sinnvoller, kontextbezogener Aufgaben erfolgen? Was ist jenseits des Standardmodells? Dies sind nur vier von insgesamt 112 Fragestellungen und Themen, die in den letzten sechs Jahren im Eliteprogramm für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden der Landesstiftung erarbeitet wurden.

Mit dem Eliteprogramm hat die Landesstiftung ein Instrument geschaffen, das bundesweit in einmaliger Weise hervorragenden Nachwuchswissenschaftlern eine Option bietet, sich in einer wichtigen und produktiven Phase ihrer wissenschaftlichen Qualifikation mit eigenständigen Forschungsprojekten als Hochschullehrer zu qualifizieren. Unter insgesamt 260 Antragstellern wurden in den letzten sechs Jahren die 112 besten jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ausgewählt. Mit bis zu 80.000 Euro für zwei Jahre erhalten sie exzellente Arbeitsbedingungen für ihre Forschungsprojekte, die es ihnen ermöglichen, sich zielgerichtet für die Hochschullehrerlaufbahn zu qualifizieren. Die Aussagen der Geförderten dokumentieren dies: *„Das Eliteprogramm hat für mich in den letzten zwei Jahren einen erheblichen Freiheitsgrad in der Forschung dargestellt. Die eigene Budgetverantwortung und damit auch die Entscheidung über den Einsatz der Mittel passgenau zu den Bedürfnissen ... war ein ganz wesentlicher Vorteil. Hierzu konnte ich mich in meinem Interessensgebiet weiterentwickeln und Forschungskontakte im In- und Ausland knüpfen. Auch bei den im Herbst 2005 geführten Vorstellungsgesprächen war immer die Förderung durch die Landesstiftung ein Thema, das als Exzellenzkennzeichen anerkannt wurde.“* (Dr. Jochen Brill, Jahrgang 2003).

Die von der Landesstiftung flankierend im Programm durchgeführten Netzwerktreffen zeigen, dass zwischen den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern über die Disziplinen und Hochschulen hinweg ein überaus fruchtbarer Dialog in Gang kommt. Erste gemeinsame Projektpläne wurden bereits verfolgt und von der Landesstiftung unterstützt. Damit wird sichtbar, dass dieses Programm ein hohes Potential zur Zukunftssicherung des Wissenschaftsstandorts Baden-Württemberg beinhaltet.

Wir sind stolz darauf, dass die „Landesstiftungs-Postdocs“ in der wissenschaftlichen Welt gefragt sind und während und nach der Förderung weitere Auszeichnungen und die ersten Rufe wie etwa an die Universidade do Porto, The Rockefeller University New York oder die Technische Universität Dresden erhalten.

Mit dieser Publikation wollen wir Ihnen einen Gesamtüberblick über unser Eliteprogramm geben und Ihnen die Postdoktorandinnen und Postdoktoranden des ersten Jahrgangs vorstellen. Dadurch wird sichtbar, wie vielfältig die Forschungsfelder der einzelnen Postdocs sind.



Herbert Moser



Dr. Andreas Weber



*Prof. Dr. Peter Frankenberg  
Minister für Wissenschaft, Forschung  
und Kunst des Landes Baden-Württemberg*

# Grußwort

Als Mitglied des Aufsichtsrats der Landesstiftung Baden-Württemberg begleite ich das Eliteprogramm für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden seit Jahren mit großem Interesse.

Die Ergebnisse dieses Programms sind beeindruckend. So wurden in den nunmehr sieben Jahren seines Bestehens über 100 Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler bei ihren Forschungsprojekten mit einem Förder volumen von 6,5 Millionen Euro unterstützt. Mit der vorliegenden Publikation sollen nun auch die Menschen hinter den Statistiken ein Gesicht bekommen.

In 20 Portraits werden die Erfolge der im ersten Jahrgang unterstützten Postdoktorandinnen und Postdoktoranden dargestellt. Dabei wird neben den hervorragenden Leistungen der einzelnen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch das breite Spektrum und die Exzellenz der von der Landesstiftung im Eliteprogramm geförderten Forschung deutlich.

Benjamin Franklin, der US-Staatsmann, Ökonom und Naturforscher schrieb: „Eine Investition in Wissen bringt noch immer die besten Zinsen.“ Dieser Erkenntnis trägt das Eliteprogramm der Landesstiftung für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden in vorbildlicher Weise Rechnung. Dabei denke ich nicht nur an die beruflichen Chancen, die mit einer Förderung im Eliteprogramm der Landesstiftung verbunden sind. Ich denke auch an „Zinsen“ in Form von Engagement in Hochschulgremien, im interdisziplinären Forschungsaustausch und in der Lehre.

Mein Dank gilt der Landesstiftung für die bisher geleistete Arbeit und ihre wichtige Rolle bei der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Baden-Württemberg. Ich danke darüber hinaus den Postdoktorandinnen und Postdoktoranden, die mit ihren Projekten dazu beigetragen haben, den Forschungsstandort Baden-Württemberg weiter auszubauen und zu stärken.

Ich wünsche mir, dass mithilfe des Eliteprogramms für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden auch zukünftig viele interessante Forschungsvorhaben realisiert werden können.

Professor Dr. Peter Frankenberg  
**Minister für Wissenschaft, Forschung  
und Kunst des Landes Baden-Württemberg**



*Prof. Dr. Bernhard Schink  
Lehrstuhl für Mikrobielle Ökologie, Limnologie und  
generelle Mikrobiologie, Universität Konstanz*

# Das Eliteprogramm aus der Sicht eines Gutachters

Nachdem er jahrzehntelang verpönt war, hat der Begriff „Elite“ in Deutschland eine erstaunliche Popularität gewonnen und wurde in den vergangenen Jahren nur noch von der „Exzellenz“ überflügelt. Beide Begriffe kennzeichnen das Bemühen, eine Auslese bzw. etwas Herausragendes zu benennen, in jedem Fall ihren Gegenstand weit vom Durchschnitt abzuheben.

Das Elite-Programm für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden der Landesstiftung Baden-Württemberg benutzt diesen Begriff schon seit vielen Jahren mit sehr hohem Anspruch. Dieser Anspruch gilt für die in diesem Rahmen geförderten Projekte, er gilt aber auch für das Programm an sich. Bei der vergleichsweise kargen Förderung der Einzelprojekte, die zumeist die Finanzierung eines Doktoranden und eine gewisse Sachmittel-Unterstützung möglich macht, misst sich die Elite in erster Linie am ideellen Maßstab. Die sprichwörtliche schwäbische Großzügigkeit setzt sich das Ziel, mit sparsamem Einsatz bei den besten Kandidaten ein Maximum an Förderungseffekt zu bewirken. Oder, anders ausgedrückt: Der Korb hängt sehr hoch, auch wenn nicht viel drin ist! So ist es neben der sicherlich nützlichen finanziellen Unterstützung wesentlich das Renommee dieses Programms, das den Wert einer Bewilligung ausmacht. Wenigstens an meiner Universität hat eine Förderung durch das Elite-Programm immer auch eine deutliche Unterstützung durch hauseigene Mittel bzw. eine bevorzugte Berücksichtigung bei hauseigenen alternativen Förderprogrammen zur Folge gehabt.

Vor allem Projekte in den experimentellen Wissenschaften tun sich schwer mit einer Förderung in dem Rahmen, den das Elite-Programm vorgibt. Die Durchführung eines anspruchsvollen Projekts ist zumeist nur dann möglich, wenn weitere Mittel geschöpft werden, seien sie universitätsintern oder aus anderen Drittmittelquellen bezogen. Das erwähnte Renommee der Förderung aus dem Elite-Programm verleiht aber dem Geförderten eine Eigenständigkeit, die ihn mindestens subjektiv, aber auch objektiv gleichrangig stellt zu den fortgeschrittenen, etablierten Wissenschaftlern. Die Verbindung der Förderung aus dem Elite-Programm mit einer unterstützenden Finanzierung aus anderen Quellen ist aber in jedem Fall auch nützlich. Sie zwingt den Antragsteller dazu, sich persönlich mit fachnahen Aktivitäten im eigenen Haus und andernorts zu vernetzen und die verschiedenen Institutionen der Forschungsförderung in ihren Möglichkeiten und Strategien kennenzulernen.

Der Elite-Anspruch richtet sich auch an die Gutachter im Begutachtungsprozess. Aus einer Vielzahl sehr guter Bewerbungen müssen diejenigen wenigen herausgesucht werden, die noch ein bißchen besser als die anderen zu sein scheinen. Ich war immer wieder beeindruckt von dem bemerkenswerten wissenschaftlichen Profil der Antragsteller, die oft im Alter von Ende 20 und wenige Jahre nach der eigenen Promotion bereits eine beeindruckende Zahl von qualitativ ausgezeichneten Publikationen vorzuweisen hatten. Die Qualität der Projektbeschreibungen, die Konzeptionierung des Arbeitsplans und die vorgesehenen Kooperationen mit Partnern innerhalb und außerhalb Deutschlands ließen fast immer erkennen, dass hier junge Forscherpersönlichkeiten bereits einen hohen Grad an Eigenständigkeit erreicht hatten. Im

Gutachtergremium wurden grundsätzlich solche Vorhaben bevorzugt gefördert, die klar erkennen ließen, dass die Kandidaten sich vom Umfeld ihrer Promotionsarbeit deutlich abgenabelt und für die Zukunft neue Ideen entwickelt hatten.

Die Begutachtungstermine waren immer ausgezeichnet vorbereitet und die notwendigen Informationen von der Landesstiftung bereits im Vorfeld zusammengetragen worden. Der Umfang der Unterlagen hielt sich in einem Rahmen, den man innerhalb von knapp einer Stunde pro Projekt durcharbeiten und dabei das Gefühl gewinnen konnte, ein hinreichend zutreffendes Bild vom Antragsteller und seinem Vorhaben gewonnen zu haben. Meist war es ein überschaubarer Kreis von Gutachtern, ca. 20 – 25 Personen, denen man sich spätestens vom zweiten Zusammentreffen an fast freundschaftlich verbunden fühlte. Bei dem enorm breiten Spektrum der zu berücksichtigenden Fächer, von den Natur- und Lebenswissenschaften, der Mathematik und Informatik, über Geistes- und Sozialwissenschaften bis in die künstlerischen Fächer muss nahezu alles mit möglichst hoher Kompetenz abgedeckt werden, wobei zugleich noch mögliche Befangenheiten auszuschließen sind. So hatte jeder Gutachter bei einem Begutachtungstermin ca. vier bis acht Projekte zu referieren, die bei der notwendig groben fachlichen Rasterung oft deutlich vom eigenen Arbeitsgebiet entfernt zu lokalisieren waren.

Um so erfreulicher war es, wie schnell der Gutachterkreis sich immer wieder über die anzuwendenden Maßstäbe einig wurde. Immer waren die Diskussionen sachlich, auch wenn gelegentlich in der Beurteilung zwischen zwei Gutachtern Diskrepanzen auftraten. Erfreulich war in jedem Fall die hohe Kultur der Auseinandersetzung, die über die unmittelbaren Interessen des einzelnen Faches weit hinausreichte und den Eindruck vermittelte, dass hier eine Wissenschaftlergemeinschaft wirklich mit dem Ziel zusammenkam, die besten auszuwählen, unabhängig vom eigenen Fach und der persönlichen Neigung.

Ich habe die Begutachtungstermine der Landesstiftung immer als sehr harmonische Treffen empfunden, bei denen mit viel Sachverstand und Toleranz um das eigentliche Ziel des Programms gestritten wurde, und dieses Ziel war naturgemäß die Förderung der besten unter den sehr guten Anträgen, die sich die Landesstiftung in diesem Programm vorgenommen hat. Ihr sei für die Bereitstellung dieser Mittel, die perfekte Organisation des Begutachtungsverfahrens ganz herzlich gedankt – zum Wohle der Förderung der besten unter unseren Nachwuchswissenschaftlern, weiblich ebenso wie männlich!

Professor Dr. Bernhard Schink  
*Inhaber des Lehrstuhls für Mikrobielle Ökologie,  
Limnologie und generelle Mikrobiologie,  
Universität Konstanz*

# Das Eliteprogramm für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden – eine Erfolgsgeschichte\*

Das Eliteprogramm für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden (fortan: „Eliteprogramm“) schafft eine Brücke zwischen Bildungsprogrammen und Forschungsprogrammen – eine Brücke, die beispielhaft und Profil gebend diese zentralen Handlungsfelder der Landesstiftung verbindet. Im folgenden Überblick werden die Ziele und Elemente des Programms herausgearbeitet. Es wird gezeigt, warum das Programm als „Erfolgsgeschichte“ bezeichnet werden kann, bevor die individuellen „Erfolgsgeschichten“ der Postdocs des ersten Jahrgangs beschrieben werden. Dabei werden die Struktur des Programms und beispielsweise das Begutachtungsverfahren und die Netzwerkarbeit beleuchtet. Darüber hinaus wird das Auswahlverfahren erläutert und anhand einiger statistischer Daten dargestellt, wie sich die Gruppe der Programmteilnehmer bislang zusammensetzt.

Das Eliteprogramm wurde in einer der ersten Aufsichtsratssitzungen der Landesstiftung im Jahr 2001 aus der Taufe gehoben. Nach dem Ausschreibungs- und Begutachtungsverfahren nahmen die ersten „Landesstiftungs-Postdocs“ im November 2002 ihre Forschungsarbeit auf. „Wer Leistungsfähigkeit fordert, muss frühe Selbstständigkeit fördern“ so formulierte ein Podiumsteilnehmer beim 58. Hochschultag des DHV im März 2008 in Stuttgart die Herausforderung für die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Deutschland. Diese Aussage könnte als Überschrift über dem Eliteprogramm der Landesstiftung stehen. Die frühe Selbstständigkeit junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu unterstützen ist das wesentliche Ziel des Programms.

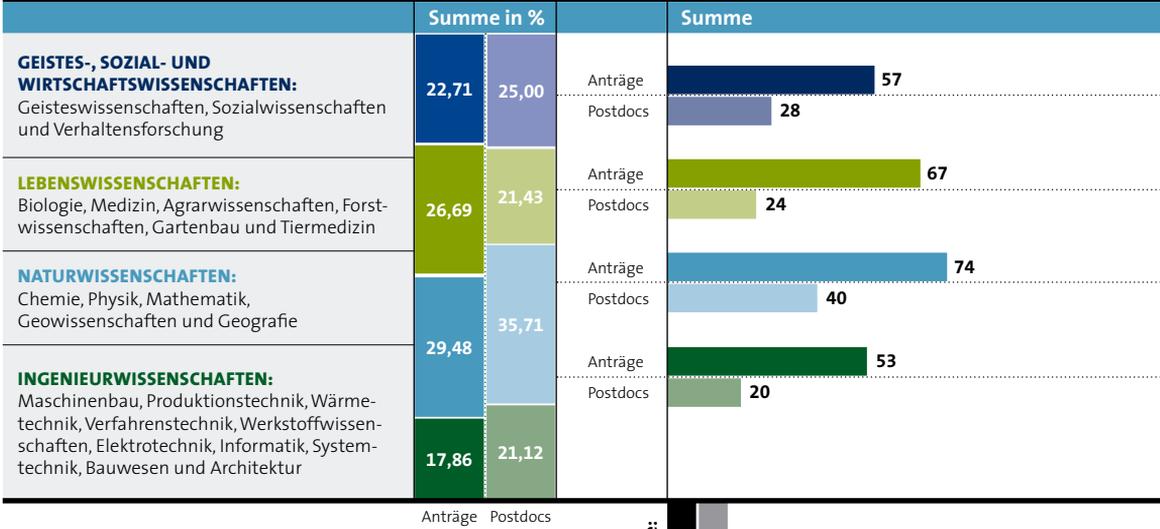
Dieses Ziel wird auch von den Wissenschaftlern selbst immer wieder hervorgehoben, wenn sie im Abschlussbericht ihre Rückmeldung geben. So wie Dr. Klaus Wehrle vom Jahrgang 2003 beispielsweise. Er betont: „Das Eliteförderprogramm hat eine weitgehend selbständige Forschungstätigkeit ermöglicht und somit einen wesentlichen Beitrag zur Qualifizierung zur Hochschullehrtätigkeit geleistet.“ Und Dr. Ralf Marienfeld aus dem Jahrgang 2004 hebt „als wichtigsten Punkt [...] die Möglichkeit“ hervor, „[...] dass mit diesem Programm die Unabhängigkeit der Nachwuchswissenschaftler zumindest teilweise sichergestellt wird.“

Das Eliteprogramm zielt darauf ab, den wissenschaftlichen Nachwuchs über die Durchführung von Forschungsprojekten zu qualifizieren. Damit wird Forschung in der produktivsten Phase der Wissenschaftler vorangebracht, und die „Ausbildung“ zum Hochschullehrer, der sich selbständig und in Eigenverantwortung in den Feldern akademische Selbstverwaltung, Projekt- und Personalmanagement, Lehre sowie Forschung bewähren muss, unterstützt.

Ein besonderes Element des Programms ist die Gründung eines Netzwerks aller Postdocs, das aktuelle und ehemalige Nachwuchswissenschaftler miteinander in Kontakt bringt. Die bisherigen Netzwerktreffen machen deutlich, dass gerade diese Vernetzung eine besondere Qualität des Programms ausmacht.

\* Die Programmdarstellung wurde verfasst von Dr. Andreas Weber unter Mitarbeit von Julia Schwarz

## Verteilung der Postdocs auf die Fächer



Anträge Postdocs

Summe:

112

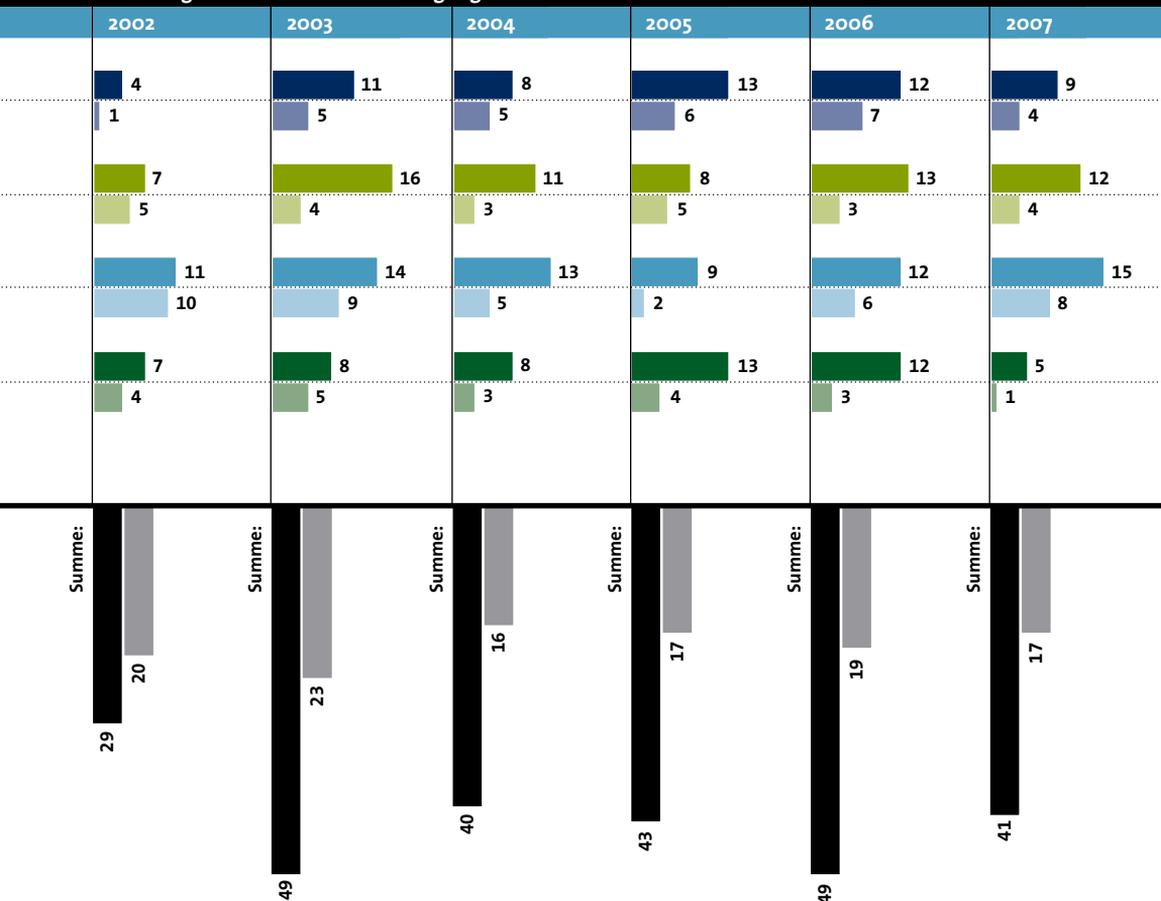
251

## Teilnehmer des Programms

Mit dem Eliteprogramm verfolgt die Landesstiftung drei Ziele: Sie will die Forschungskompetenz der Stipendiaten unterstützen, zur Ausweitung der Lehr-Erfahrung beitragen und es ihnen ermöglichen, durch die Arbeit im Projektmanagement Erfahrungen in der akademischen Selbstverwaltung zu sammeln. Diese Ziele werden in den verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen ganz unterschiedlich erreicht, wie ja auch Nachwuchsförderung und Drittmittelinwerbung in verschiedenen Disziplinen unterschiedlich gehandhabt werden. Das führt zu der Frage, ob im Teilnehmerfeld ein spezifischer Bias erkennbar ist, ob also bestimmte Fächer besonders und überdurchschnittlich stark vertreten sind.

Grundsätzlich werden durch das Eliteprogramm der Landesstiftung alle Fächer an den Hochschulen des Landes angesprochen – mit Ausnahme der klinischen Medizin, die andere Voraussetzungen für die Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses hat. Seit Beginn war bei den Anträgen eine große Fächervielfalt festzustellen, die allerdings von Jahr zu Jahr wechselt. Legt man die von der Landesstiftung abgefragte „angestrebte Lehrbefugnis“ zugrunde, findet man bei 251 Anträgen insgesamt 114 verschiedene Fächer, in denen die *venia legendi* angestrebt wird. Von diesen 251 bislang eingegangenen Anträgen waren bis einschließlich der 6. Ausschreibungsrunde 112 erfolgreich. Anträge aus den Naturwissenschaften stellen mit etwa 29 Prozent die Mehrzahl, doch sind die Geistes-

## Verteilung der Postdocs auf die Jahrgänge



wissenschaften bis hin zur Philosophie ebenfalls präsent (drei erfolgreiche Antragsteller und damit Teilnehmer streben die *venia legendi* in Philosophie an). Nimmt man die vier von der DFG definierten Fachgruppen als Basis, verteilen sich die Anträge folgendermaßen: Geistes- und Sozialwissenschaften 23 Prozent, Lebenswissenschaften 27 Prozent, Naturwissenschaften 29 Prozent und Ingenieurwissenschaften 21 Prozent. Bei den erfolgreichen Anträgen sieht die Verteilung etwas anders aus.

Von den 112 Postdocs, die am Programm teilnehmen, sind 25 Prozent den Geistes- und Sozialwissenschaften zuzurechnen, 21 Prozent den Lebenswissenschaften, 36 Prozent den Naturwissenschaften und 18 Prozent den Ingenieurwissenschaften. Naturwissenschaftler scheinen also überdurchschnittlich erfolgreiche Antragsteller zu sein. Das Einzelfach mit den meisten Anträgen ist die Physik (21 Anträge, 15 davon erfolgreich), gefolgt von der Informatik mit 20 (erfolgreich: 12).

Diese Zahlen spiegeln zunächst nur die Teilnahme am Eliteprogramm wider. Sie können noch nicht in Relation gesetzt werden mit der personellen Stärke oder Vertretung der Fächer an den Hochschulen. Die Übersichten zeigen, dass weder alle Fächer und Fachgruppen, noch diese in der zu erwartenden Größenordnung (etwa gleicher Prozentsatz an den Promotionen pro Fach) vertreten sind. Die fachliche Zu-

sammensetzung scheint eher von hochschulspezifischen Informationsnetzwerken abzuhängen als von fachspezifischen Situationen oder dem Bedarf an einem derartigen Programm. Man kann allerdings beobachten, dass ein erfolgreicher Antrag aus einer bestimmten Fakultät häufig weitere Anträge aus diesem Fachbereich nach sich zieht. Anhand solcher Häufungen ist festzustellen, dass das Programm nicht gleichmäßig in den Hochschulen und bei den Professoren bekannt ist.

Positiv hervorzuheben ist, dass es gelungen ist, Teilnehmer außerhalb der Universitäten, also von wissenschaftlichen Hochschulen, den Pädagogischen Hochschulen oder Kunsthochschulen, in das Programm einzubinden. Auch wenn hier, allein auf Grund der wesentlich geringeren Zahl von Habilitationen, die Antragszahl natürlich kleiner und die Rahmenbedingungen für eine wissenschaftliche Karriere vermutlich ungünstiger sind als an einer Universität, gibt es erfolgreiche Anträge.

Die Fächerverteilung im Eliteprogramm ist von vielen Faktoren bestimmt, sie entspricht sicher nicht der repräsentativen Verteilung der Fächer an den Hochschulen. Persönliche Initiative und Suche nach Finanzierungsmöglichkeiten bestimmen oft auch die Bewerbung. Aus Sicht der Landesstiftung ist aber keine bedenkenswerte Verschiebung festzustellen. Das Gesamtbild ist ausgewogen.

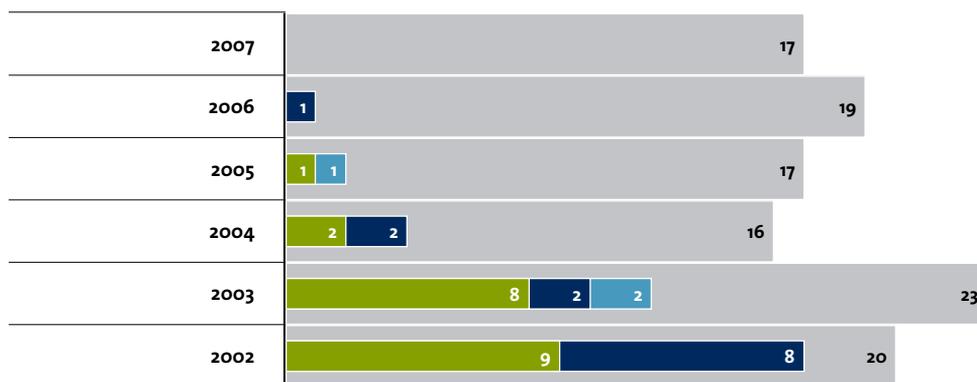
## Einige Fakten und Zahlen zur Programmabwicklung

Zur administrativen Abwicklung des Eliteprogramms arbeitet die Landesstiftung mit dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (MWK) zusammen, das die gesamte klassische Projektdienstleistung übernommen hat. Dazu zählen die Vorbereitung und Abwicklung des Ausschreibungsverfahrens, die Durchführung der Gutachtersitzungen und der Kontakt mit den Postdocs selbst. Dabei geht es zunächst um die Beratung der (potentiellen) Antragsteller; bei erfolgreichen Anträgen übernimmt das Ministerium die Bearbeitung der Bewilligungsvereinbarungen sowie das Management und Controlling der Mittelflüsse. Ganz zentral ist das MWK in Kontakt zu den Hochschulen und in der Gewinnung der Gutachterinnen und Gutachter tätig. Diese Auswahl hat eine besondere Bedeutung für das Programm, da durch die Gutachter ein wesentlicher Teil der Programmqualität definiert und garantiert wird. Der zweite Baustein der Qualitätssicherung sind die Postdoktoranden selbst. Das vom MWK aufbereitete und betreute Berichtswesen und die Evaluationen der Netzwerktreffen liefern ein kontinuierliches Feedback, das für die Gestaltung des Programms sowie die Netzwerktreffen von großer Bedeutung ist. Die Abschlussberichte, in denen zwei Fragen zur Gesamtbewertung des Programms enthalten sind (Welche individuellen Möglichkeiten, bzw. welche berufliche Zukunft hat das Eliteprogramm ermöglicht? Gibt es Empfehlungen oder Verbesserungsmöglichkeiten?), werden systematisch ausgewertet und bei der Arbeit im Programm und im Netzwerk berücksichtigt.

Das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst hat damit eine wichtige Schnittstellenfunktion für das Eliteprogramm und ist gleichzeitig auch ein begehrter Ansprechpartner für alle Fragen, die das Programm betreffen.

Die Beschreibung eines Programms ohne ein paar „harte“ Zahlen und Daten wäre unvollständig. Deshalb ist im Anhang eine kleine Auswahl statistischer Daten zusammengestellt: Von welchen Hochschulen kommen die Postdoktoranden, wie ist der Anteil von Männern und Frauen, welche Fächer sind vertreten? Bei einer

Gesamtzahl von 112 Teilnehmerinnen und 251 Antragstellern sind diese Zusammenstellungen auf Grund der kleinen Zahlen natürlich in einem strengen statistischen Sinn nur als Indikatoren zu sehen, sie ergeben sich aus einer eher zufälligen Auswahl. Aber die Statistiken der Karrierewege (Anteil Professuren oder Stellen in der Wirtschaft) lassen zumindest die Dynamik erkennen, die vom Programm ausgeht. Es ergibt sich eine schöne Kurve:



- Position 2008: Professor, Juniorprofessor
- Position 2008: sonstige Stelle an Hochschule oder Forschungsinstitut
- Position 2008: Wirtschaft
- bewilligte Anträge gesamt

Darüber hinaus zeigt sich, dass die Hochschulen unterschiedlich am Programm partizipieren. Vielleicht liegt dies in Fächerstrukturen begründet, vielleicht aber auch in den hochschulinternen Auswahlverfahren, die dem Auswahlverfahren vorgeschaltet sind. Die Hochschulen erhalten ein bestimmtes „Kontingent“ an Antragsmöglichkeiten nach Größe der Hochschule zugeteilt und müssen selbst eine Vorauswahl vornehmen, sobald mehr Nachwuchswissenschaftler der Hochschule einen Antrag stellen.

Der Anteil der Frauen am Eliteprogramm liegt bei etwa 30 Prozent – eine Größenordnung also, die in dieser Qualifizierungsstufe zu erwarten ist. Der Frauenanteil ist damit deutlich höher als der Anteil der Professorinnen in der Bundesrepublik (etwa 15 %), aber die Landesstiftung würde sich über mehr Antragstellerinnen freuen. Wir können jedoch feststellen, dass die Begutachtungsverfahren – die ohne Quotierung ablaufen und ihren Fokus ausschließlich auf die Qualität der Anträge richten – das Geschlechterverhältnis nicht verändern, der Frauenanteil bleibt bei etwa 30 % (vgl. dazu auch unten S. 18).

## Das Auswahlverfahren

Die Landesstiftung hat den Grundsatz, bei allen ihren Programmen eine Auswahl vorzunehmen, die nur von einem Kriterium geleitet ist: Ausschlaggebend ist die Qualität, die zudem möglichst unabhängig und so objektiv wie möglich festgestellt wird. Deshalb ist der Umgang mit den Begutachtungsverfahren in allen Programmen sehr sorgfältig und es wird Wert darauf gelegt, dass Gutachter und Gutachterinnen möglichst auch von außerhalb Baden-Württembergs einbezogen werden.

Bei manchen Programmen allerdings ist die Kenntnis der Situation in Baden-Württemberg von besonderer Bedeutung für die Auswahlentscheidung. Das gilt insbesondere für das Eliteprogramm, in dem es nicht zuletzt um die Beurteilung geht, ob das vorgesehene Qualifizierungskonzept an der Hochschule und dem Institut überhaupt umgesetzt werden kann. Das verlangt Ortskenntnis. Deshalb wurden für das Eliteprogramm Gutachter und Gutachterinnen aus Baden-Württemberg berufen. Es handelt sich dabei ausschließlich um renommierte Vertreter ihres Faches, die je nach Fächerverteilung von Sitzung zu Sitzung neu ausgewählt werden.

Die Arbeit wird somit zum einen durch einen kleinen „festen Stamm“ geprägt, der das Programm sehr lange begleitet, und zum anderen durch Gutachter, die von Fall zu Fall, teilweise auch im schriftlichen Verfahren, herangezogen werden. In den bisherigen sechs Gutachterrunden (Stand: Juni 2008) waren insgesamt 57 Gutachterinnen (44 männlich/13 weiblich) tätig. Die Gutachter benennen offen Fälle des Interessenkonflikts (falls die eigene Hochschule betroffen ist), so konnte bislang – gerade auch durch die sehr interdisziplinäre Zusammensetzung – immer sichergestellt werden, dass allein die Qualität der Bewerber entscheidend ist.

Jeder Antrag wird unabhängig von zwei Gutachtern, die in der Sitzung berichten, vertieft beurteilt. In Zweifelfällen oder bei Dissens werden Drittgutachten angefordert. Seit zwei Jahren werden in das Gutachtergremium ehemalige Postdocs mit einbezogen, deren eigene Erfahrung noch einmal einen ganz anderen Blick auf das Forschungsthema eines Antrags sowie auf die hochschuldidaktische Qualifizierung des Antragstellers und die Finanzplanung eröffnet. Davon profitiert die Gutachterrunde sehr.

## Netzwerktreffen – Philosophie und Inhalt

Von Beginn an war es ein Anliegen der Landesstiftung, junge Wissenschaftler nicht nur mit Forschungsgeld auszustatten, sondern ihnen darüber hinaus einen für die Landesstiftung spezifischen Programmbestandteil anzubieten. Damit soll die Unterstützung, die sie u.a. im Rahmen ihrer Teamarbeit an ihren Instituten und Fachbereichen erfahren, um ein weiteres Element ergänzt werden. Die Landesstiftung hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Teilnehmer des Programms, die sich während der Förderphase alle in einer vergleichbaren Lebenslage befinden, zusammenzubringen und ihnen die Möglichkeit zur Netzwerkbildung zu bieten.

Dabei ist es der Landesstiftung wichtig, dieses Vernetzungsangebot immer auch mit Perspektivenwechseln und ungewohnten Blickwinkeln zu begleiten. Die Treffen finden bewusst nicht in einem Institut, einer Universität oder in einem Labor statt. Ziel ist es, Kontaktaufnahmen und Diskussionen unabhängig von den alltäglichen Arbeitszusammenhängen zu ermöglichen. Für die Netzwerktreffen wurden daher häufig Orte ohne Forschungsbezug gewählt. Sie wurden beispielsweise mit Besuchen im Badischen Landesmuseum, im Verpackungsmuseum Heidelberg oder interessanten Ausstellungsbesuchen verbunden. Bei einem Netzwerktreffen in Tübingen wiederum stand das Thema Stadtgeschichte auf dem Programm, ein Dezembertreffen auf dem Schauinsland bei Freiburg wurde zu einem ganz besonderen Naturerlebnis. Mit der Zeit hat sich ein Rhythmus von zwei Treffen im Jahr eingespielt: Im Frühjahrestreffen geht es um die „Teambildung“ und die Einbindung des jeweils neuen Jahrganges in das Netzwerk, in den Herbsttreffen werden Themen bearbeitet, die den Post-

docs besonders am Herzen liegen, wie beispielsweise die Forschungsförderung, der Bolognaprozess und natürlich Informationen zu Berufungsverfahren und der Rechtsstellung eines Hochschullehrers. Die Gestaltung der Treffen und die Auswahl der Themen werden stark von den Nachwuchswissenschaftlern selbst bestimmt. Die Veranstaltungen wurden von Beginn an evaluiert und dabei auch Anregungen für künftige Veranstaltungen und Themen abgefragt. Inzwischen werden auch die „Ehemaligen“ aus früheren Jahrgängen mit Referaten und Erfahrungsberichten aktiv in den Veranstaltungsablauf eingebunden. Seit dem Start des Eliteprogramms haben insgesamt zehn Netzwerktreffen stattgefunden, im Schnitt hat jeder Postdoc an 2,4 Treffen teilgenommen. Die Frühjahrestreffen nehmen eine besondere Rolle ein, denn dabei werden die neu ins Programm aufgenommenen Postdocs in unsere „Philosophie“ eingeführt.

*Im Jahr 2004 fand das 3. Netzwerktreffen der Postdoktorandinnen und Postdoktoranden auf dem Schauinsland bei Freiburg statt.*



Die Landesstiftung will bei den Netzwerktreffen bewusst Impulse setzen, die über die Forschungsthemen der Stipendiaten hinausführen. Seit etlichen Jahren wird sie durch die Studienleiterin der Akademie für Führung und Verantwortung der Evangelischen Akademie Bad Boll, Susanne Meyder-Nolte, begleitet. Sie stellt Brücken zwischen den Personen her und schafft damit die Voraussetzung für den Austausch über die gemeinsame Lebenslage und die unterschiedlichen Fächer. In ihren eigenen Worten: „Wunderbare junge Leute mit viel Esprit. Besonders gefällt mir, wenn es gelingt, das Gespräch der unterschiedlichen Disziplinen anzuregen. Darin liegt der eigentliche Mehrwert des Netzwerks.“ Gerade in einer von sehr starkem Wettbewerb geprägten Situation können die Netzwerke den Nachwuchswissenschaftlern stützenden Input vermitteln. Deshalb geht es nicht nur um das Kennenlernen und den persönlichen Austausch der Programmteilnehmer, es geht auch darum, Veranstaltungsangebote zu machen, die zu der momentanen Lebenslage der Postdocs „passen“. Und die Landesstiftung freut sich darüber, dass diese Interessen offenbar getroffen werden. So hebt Dr. Ralf Marienfeld, Jahrgang 2004, in seinem Abschlussbericht hervor: „Ein weiterer Punkt, den ich hier anführen möchte, ist die Netzwerkbildung, die durch die regelmäßigen Treffen voran getrieben wird. Obwohl es nicht immer zu konkreten Kooperationen kommt, ist dieser Erfahrungsaustausch von großer Bedeutung.“

## Veröffentlichungen der Postdocs

Wissenschaftler sind produktiv – das gilt insbesondere für Postdoktoranden, die mit ihren Veröffentlichungen und Entwicklungen den Grundstein für ihre Karriere legen. Wie auch immer die Aussage „publish or perish“ zu werten ist, der Druck in diese Richtung wird verspürt. Und auch wenn kein Stipendiat verpflichtet ist, alle Veröffentlichungen bei der Landesstiftung abzuliefern, so erhalten wir doch viele Publikationen als Belege zugeschickt. Dabei ist weniger die Anzahl von Bedeutung (es handelt sich um über 150, doch wir wissen aus den Berichten, dass die Gesamtzahl um mindestens den Faktor 10 höher ist), sondern die Qualität der Publikationen. Und die Veröffentlichungen in referierten Journalen wie etwa in Science oder Nature, der „Währung“ der Naturwissenschaftler, bestätigen die Auswahlentscheidungen immer wieder aufs Neue.

## Vereinbarkeit von Familie und Wissenschaft

Die Postdoktoranden im Eliteprogramm der Landesstiftung gehören einer demographischen Gruppierung an, die besonders im Fokus steht: hochqualifizierte Akademiker und Akademikerinnen. Bei diesen, so die einschlägigen Pressemeldungen und Statistiken, sei die Geburtenrate besonders niedrig, etwa 29 Prozent der Akademikerinnen bleiben kinderlos. Ohne Zweifel ist der Anfang einer wissenschaftlichen Karriere mit der damit verbundenen langen Unsicherheit kein allzu förderliches Umfeld für die Gründung einer Familie, so dass die Elternschaft oft zeitlich „geschoben“ wird. Eine gewisse positive Wirkung könnte dem Umstand zugeschrieben werden, dass wissenschaftliches Arbeiten mit einer vergleichsweise großen Freiheit bei der Disposition der Zeitressourcen einhergeht. Dieser Dispositionsfreiheit allerdings stehen gerade bei Postdocs zahlreiche Tagungsreisen und Auslandsaufenthalte entgegen.

Die Vereinbarkeit der wissenschaftlichen Karriere mit der Gründung einer Familie und den Anforderungen eines Familienlebens ist deshalb auch bei den Netzwerktreffen der Stipendiaten eines der zentralen Themen. Von Vereinsamung und grassierender Kinderlosigkeit allerdings kann keine Rede sein. Tatsächlich leben die meisten in einer Partnerschaft mit Kindern, häufig auch in sogenannten „double-career“-Situationen, bei denen der Partner ebenfalls wissenschaftlich tätig ist. Über die Zeit kamen etwa 30 Prozent der Anträge von Frauen, in etwa der gleiche Anteil war erfolgreich. Der Frauenanteil im Elitepostdoktorandenprogramm liegt damit etwas höher als der Anteil in der Kohorte der Personen nach der Promotion, der etwas über 20 Prozent liegt. Unter dem Aspekt des gender mainstreaming trägt das Eliteprogramm also möglicherweise dazu bei, dass nicht noch mehr Frauen von einer wissenschaftlichen Karriere abgehalten werden.

## Wir stiften Zukunft: Erfolge

Zum Abschluss noch ein kurzer Blick auf die Erfolge der Programmteilnehmer insgesamt. Der erste Jahrgang der Postdocs wird in diesem Band vorgestellt: Aus den Lebensläufen kann man die Karrierewege sehr gut nachvollziehen. Doch auch bei den späteren Jahrgängen lassen sich erste Erfolgsgeschichten erkennen. Man kann sagen, dass die Landesstiftung mit dem Eliteprogramm ihr Ziel erreicht.

Der Übergang der Teilnehmer in Professuren erfolgt kontinuierlich, bislang wurden fast 20 Prozent der Stipendiaten auf eine Hochschulprofessur berufen. Dies ist aber nur ein Teil des Erfolgs. Die Postdocs des Eliteprogramms finden sich auf der Liste der „Starting Grants“ des European Research Councils, sie waren sehr stark eingebunden in die Antragstellung bei der Exzellenzinitiative der Bundesregierung (die baden-württembergischen Erfolge müssen hier nicht weiter hervorgehoben werden, können aber gerne mit der Nachwuchsförderung in Verbindung gebracht werden) und finden Anerkennung in Wirtschaft oder Wissenschaft durch Preise, wie zuletzt beispielsweise die Auszeichnung als „Nachwuchswissenschaftler des Jahres 2007“, die von academics, einem Karriereportal der ZEIT, und von Forschung & Lehre vergeben wird, an Prof. Dr. Klaus Wehrle, Jahrgang 2003, der heute an der RWTH Aachen lehrt. Dazu kommen Rufe und Aufenthalte als Gastwissenschaftler an renommierten Einrichtungen im Ausland (u.a. New School for Social Research in New York, J. Paul Getty Museum, Los Angeles). Darüber hinaus sind sie selbstverständlich in andere Forschungsprojekte an den Hochschulen eingebunden, in Sonderforschungsbereiche, Berufungskommissionen und übernehmen Aufgaben der akademischen Selbstverwaltung.

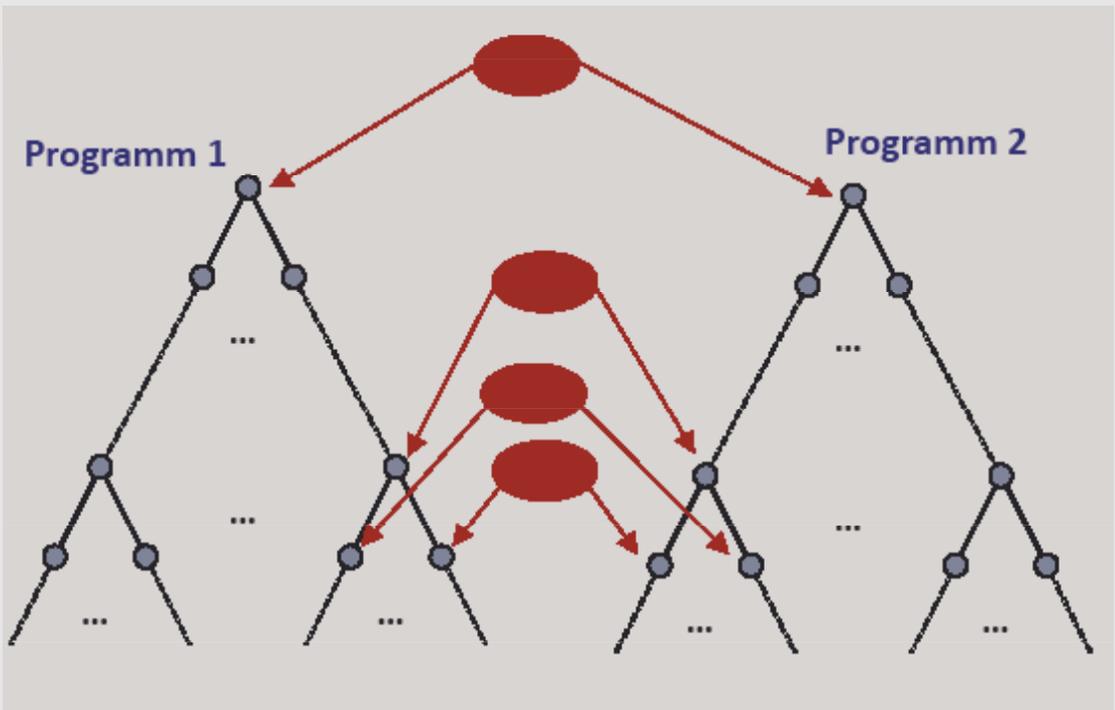
Wenn man sich die Menschen näher anschaut, die sich heute für die „Wissenschaft als Beruf“ entscheiden, kann man fünf Gruppen finden: die „Übergangswissenschaftler“, die „Gelegenheitswissenschaftler“, die „karriereorientierten Idealisten“, die „fragile Mitte“ und die „Prekaritätsmanager“. In diesen Bezeichnungen kommt zum Ausdruck, dass die Wissenschaft häufig als eine vom Übergang gekennzeichnete Lebenslage erlebt wird. Ein Artikel über den ersten Bundesbericht zur Lage des wissenschaftlichen Nachwuchses trägt die Überschrift „Wissenschaft als riskante Berufskarriere“. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Eliteprogramms der Landesstiftung sollen erfahren, dass dieses Risiko Anerkennung findet. Während sie den „Hazard“ (Max Weber) einer wissenschaftlichen Karriere auf sich nehmen, weil sie eine unerschöpfliche Neugierde der Natur und der Welt gegenüber verspüren und diese befriedigen wollen, gibt ihnen eine Institution, die sich dem Motto „Wir stiften Zukunft“ verschrieben hat, finanzielle Unterstützung. Mit dem Eliteprogramm will die Landesstiftung dazu beitragen, das Gefühl des „Hazards“ zu verringern.

Ziel ist es, dass die folgende Bewertung einer Postdoktorandin Bestand hat: „Das Eliteprogramm ist ein ganz wunderbares Programm, das hervorragend auf die Bedürfnisse von Nachwuchswissenschaftlerinnen zugeschnitten ist“ (*Sabine Huck, Jahrgang 2004*).



# Erfolgsgeschichten

Grundlage für die Verifikation von Compilern:  
Programmläufe, hier vereinfacht dargestellt als abstrakte Ablaufstrukturen (in blauer Farbe), und ihre jeweiligen Korrespondenzen (markiert in roter Farbe).





# Vertrauen ist gut, Verifikation ist besser!

**SABINE GLESNER** untersucht, entwickelt und verifiziert Compiler für moderne Prozessoren.

Wir können sie nicht sehen, und doch sind sie ein elementarer Bestandteil der Datenverarbeitung. Ohne sie wäre selbst der leistungsfähigste Prozessor nichts weiter als ein Bauteil in einem Gehäuse. Wenn es sie nicht gäbe, könnte uns kein Programmierer mit seiner neuesten Entwicklung beeindrucken – weil unser Computer gar nicht in der Lage wäre, sein Skript zu interpretieren. Die Rede ist von Übersetzern, auch Kompilierer oder Compiler genannt.

Ein Compiler ist dafür zuständig, ein in einer Quellsprache geschriebenes Programm – das Quellprogramm – in ein äquivalentes Zielprogramm umzuwandeln. Quellprogramme sind üblicherweise in einer höheren Programmiersprache wie C, Java, Lisp oder Pascal verfasst und werden von Compilern in maschinenlesbaren Code übersetzt. Oder anders ausgedrückt: Ideen werden digitalisiert; aus Konstrukten und Anweisungen entstehen Nullen und Einsen, die der Computer letztlich als ihm bekannte Befehle ausführt. Damit schließen Compiler die Lücke zwischen dem, was der Mensch versteht und programmiert, und dem, was ein Computer tatsächlich ausführt.

Die Programmierung von Compilern ist eine eigenständige Disziplin und gilt als eines der ältesten Gebiete der praktischen Informatik. Bereits 1952 hat die Mathematikerin Grace Hopper den ersten Kompilierer namens A-0 entwickelt. 1957 folgte der erste Fortran-Compiler, drei Jahre später der erste Cobol-Compiler. In den sechziger Jahren wurden viele der grundlegenden Architekturmerkmale heutiger Übersetzer entwickelt. Dazu zählt beispielsweise, dass Compiler im Wesentlichen in zwei Phasen arbeiten: Das Frontend – auch Analysephase genannt – analysiert den Quelltext und erstellt eine Zwischenrepräsentation. Das Backend – die Synthesephase – erzeugt daraus das entsprechende Zielprogramm.

Nun sind Compiler jedoch keine Dolmetscher, die alle Inputs eins zu eins in eine andere Sprache übersetzen. Sie haben vielmehr auch die Aufgabe, diverse Optimierungen vorzunehmen. Ziel ist es dabei, die Leistungsfähigkeit des Prozessors zu erhöhen, die Laufzeit des Zielprogramms zu verbessern oder dessen Speicherplatzbedarf zu minimieren. Das geschieht beispielsweise durch das geschickte Verwenden von Registern für schnelleren Datenzugriff, durch Eliminierung „toten“ Programmcodes und insbesondere ungenutzter Variablen, durch intelligente Bearbeitung von Schleifen, durch Verwendung äquivalenter, aber schnellerer Anweisungen oder durch das Überspringen von Laufzeitprüfungen.

Und genau das birgt Probleme, weil es passieren kann, dass bei der Optimierung nicht alle Randbedingungen berücksichtigt werden, unter denen das Programm ausgeführt wird. Nicht berücksichtigte Randfälle können dann zu Fehlverhalten führen. „Jeder kennt das Phänomen, dass man verzweifelt nach einem Fehler im Programm sucht und alles wieder bestens funktioniert, wenn man die Optimierungsstufen ausschaltet“, sagt Sabine Glesner.

Die Professorin beschäftigt sich sowohl mit der Optimierung als auch mit der Verifikation (d.h. dem Nachweis der Korrektheit) von Übersetzungsprogrammen. Denn korrekt arbeitende Compiler sind unbedingte Voraussetzung für korrekt funktionierende Anwendungsprogramme. Zentrales Ziel des von der Landesstiftung Baden-Württemberg geförderten Forschungsprojektes am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation der Universität Karlsruhe war die Verifikation optimierender Compiler. „Auch wenn man Compilern im Allgemeinen vertraut, haben diese Software-Werkzeuge dennoch ihre Schwächen, wie Fehlermeldungen gängiger Übersetzer immer wieder demonstrieren“, erklärt Sabine Glesner. „Vertrauen ist zwar gut, aber die Verifikation ist zweifellos besser.“

Aus semantisch-logischer Sicht ist die Forschungstätigkeit der Informatikerin besonders interessant, weil sie nicht nur verfeinernde, sondern auch strukturverändernde Transformationen untersucht, die mit konventionellen Verifikationsmethoden bislang nicht behandelt werden konnten. Dazu kommt die Herausforderung, dass bei der Verifikation optimierender Compiler sowohl abstrakt-logische als auch softwaretechnische Probleme zu lösen sind. So muss einerseits nachgewiesen werden, dass die angewandten Transformationsalgorithmen die Semantik (d.h. die Bedeutung) der übersetzten Programme erhalten – die sogenannte Transformationskorrektheit. Andererseits gilt es sicherzustellen, dass diese Algorithmen in einem Compiler auch korrekt implementiert sind (Implementierungskorrektheit). Zum Nachweis der Korrektheit der Algorithmen arbeitet Sabine Glesner mit Theorembeweisern. Das sind Computersysteme, in denen man mathematische Beweise formulieren und teilweise auch automatisch führen kann.

Im Rahmen des geförderten Forschungsprojektes ist es Sabine Glesner und ihren Mitarbeitern gelungen, formale Modelle der Software-Verifikation zu entwickeln, die allgemeingültige Prinzipien der Korrektheit von Systemtransformationen enthalten. „Mit unseren Ergebnissen tragen wir nicht nur dazu bei, optimierende Compiler als wichtige Werkzeuge der Softwaretechnik zu verifizieren. Wir entwickeln auch Methoden, die bei der Transformation von Hardware- und Softwaresystemen allgemein angewendet werden können.“ Sabine Glesner, inzwischen einem Ruf an die Technische Universität Berlin gefolgt, setzt diese Methoden allgemein bei Entwurf und Implementierung sicherer und effizienter, insbesondere eingebetteter Systeme ein und entwickelt sie weiter. So beschäftigt sie sich beispielsweise in dem von der DFG geförderten Projekt VATES mit der Entwicklung von Methoden zur Verifikation und Transformation eingebetteter Systeme, wobei das eingebettete sicherheitskritische Echtzeit-Betriebssystem BOSS, das unter anderem in einem Satelliten eingesetzt wird, als Fallstudie zum Praxistest der entwickelten Methoden dient.

Aktuell besteht Prof. Glesners Arbeitsgruppe aus acht wissenschaftlichen Mitarbeitern und zahlreichen Studenten.

# Prof. Dr. Sabine Glesner

Informatikerin



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1990</b>	Abitur	Darmstadt	
<b>1994</b>	Master of Science	University of California at Berkeley, USA	Constructing Flexible Dynamic Belief Networks from First-Order Probabilistic Knowledge Bases
<b>1996</b>	Diplom	Technische Universität Darmstadt	Mehrsortige Logik in einem Lernenden Beweiser
<b>1999</b>	Promotion	Universität Karlsruhe	Natürliche Semantik für imperative und objektorientierte Programmiersprachen
<b>2005</b>	Habilitation	Universität Karlsruhe	Verification of Optimizing Compilers

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>1991 – 1996</b>	Stipendiatin der Studienstiftung des deutschen Volkes
<b>1993 – 1994</b>	Fulbright-Stipendium zum Studium in Berkeley, USA
<b>1999</b>	Preis der Fördervereins „Forschungszentrum Informatik“ für eine der beiden besten Dissertationen der Fakultät für Informatik
<b>2001 – 2005</b>	Mitglied im Margarete von Wrangell-Habilitationsprogramm des Landes Baden-Württemberg
<b>2004 – 2009</b>	Förderung durch das Emmy Noether-Exzellenzprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) zur Förderung junger Wissenschaftler

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Haupterausgeber der Zeitschrift „Computer Science – Research and Development (Informatik – Forschung und Entwicklung)“, Springer Verlag.

Sabine Glesner. Finite Integer Computations: An Algebraic Foundation for Their Correctness.  
*In: Formal Aspects of Computing, Vol. 18, No. 2, Seiten 244–262, June 2006.*

Sabine Glesner and Wolf Zimmermann. Natural Semantics as a Static Program Analysis Framework.  
*In: ACM Transactions on Programming Languages and Systems (TOPLAS), Vol. 26, No. 3, Seiten 510 – 577, 2004.*

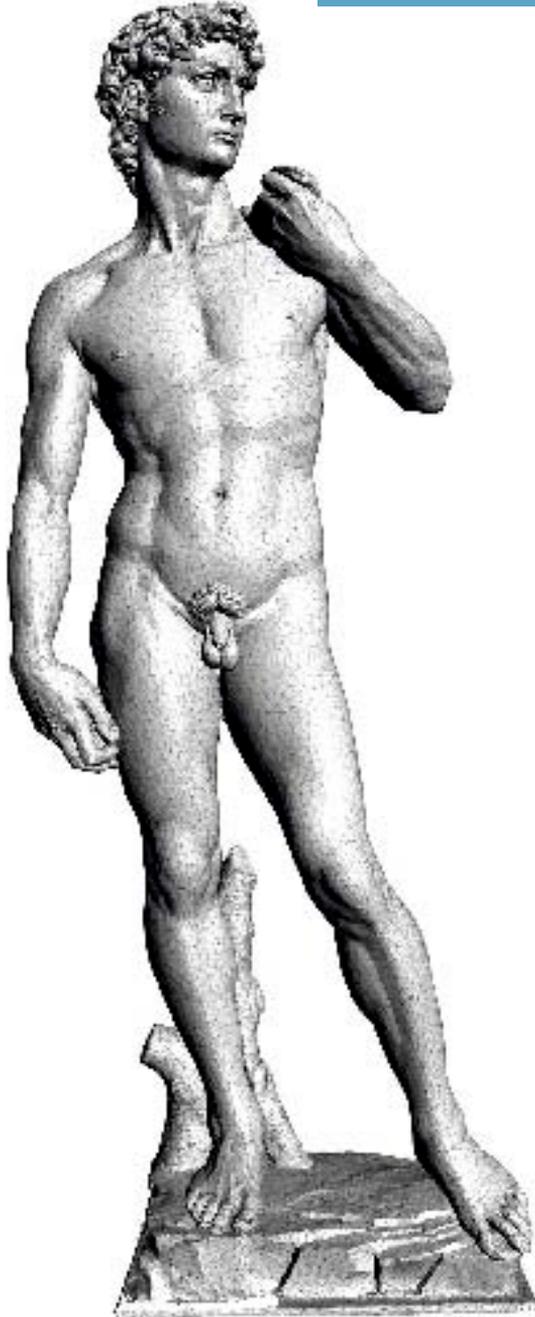
Sabine Glesner. An ASM Semantics for SSA Intermediate Representations.  
*In: Proceedings of the 11th International Workshop on Abstract State Machines, Seiten 144 – 160, Wittenberg, Germany, May 2004. Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3052*

Sabine Glesner. Program Checking with Certificates: Separating Correctness-Critical Code.  
*In: Proceedings of the 12th International FME Symposium (Formal Methods Europe), Seiten 758 – 777, Pisa, Italy, September 2003. Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2805.*

## Position 2008

Leitung des Fachgebiets „Programmierung eingebetteter Systeme“ an der TU Berlin  
[www.pes.cs.tu-berlin.de](http://www.pes.cs.tu-berlin.de)

*Adaptiv vergrößertes Modell von Michelangelos 3,8 Meter großen David-Statue. Das Vereinfachungsverfahren nach dem Streaming-Processing-Prinzip kommt mit einem Prozent der ursprünglichen Datenmenge aus.*



## David statt Goliath

**STEFAN GUMHOLD** entwickelt speichereffiziente Datenstrukturen für die 3-D-Visualisierung.

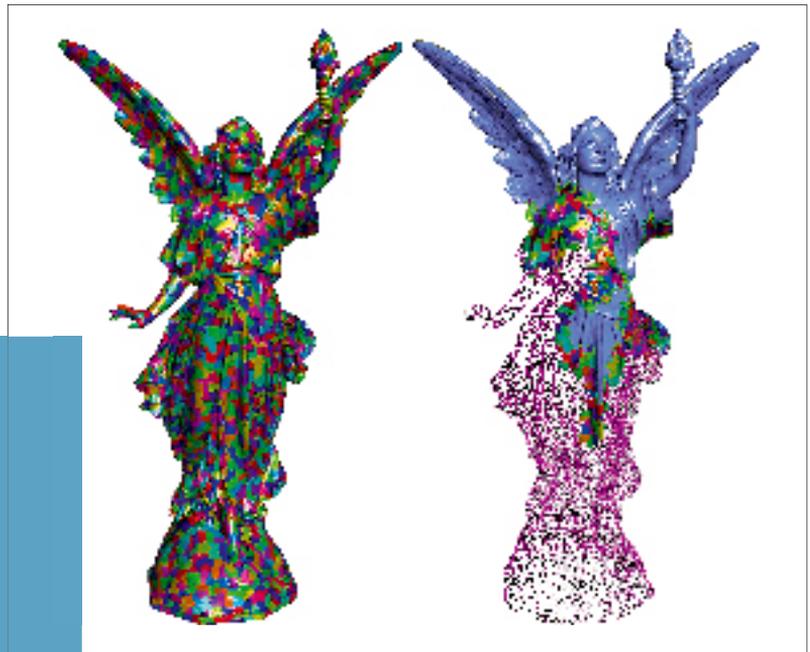
Computergrafiken simulieren die Welt, wie wir sie kennen, wie wir sie gerne hätten oder wie wir glauben, dass sie einmal war. Ob im Maschinenbau, der Architektur oder der Kunstgeschichte, Computermodelle gewähren uns einen faszinierenden Blick in die virtuelle Realität des Bekannten. Sie machen für uns das Unbekannte sichtbar. Computergrafiken helfen uns dabei, physikalische Phänomene zu visualisieren, die man eigentlich als Mensch weder hören noch sehen kann, wie beispielsweise bei der Computertomographie in der Medizin oder bei der Kernresonanzspektroskopie in der Stoffanalytik. Sie erlauben uns den Blick in das Innerste der Dinge, ohne dass wir etwas zerlegen oder gar zerstören müssen.

Im Prinzip sind dem Einsatz von Computergrafiken keine Grenzen gesetzt. „Doch wir haben dabei noch immer mit ganz realen Probleme zu kämpfen“, sagt Stefan Gumhold. „Trotz größerer Speicher und schnellerer Prozessoren geraten unsere Rechner immer wieder an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit.“ Der einzige Ausweg: bessere Programme aus intelligenteren Algorithmen.

Am Tübinger Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik arbeitete Gumhold mit Unterstützung der Landesstiftung Baden-Württemberg an der Optimierung großer realitätsnaher Rechenmodelle. „Unser Ziel war es, speichereffiziente Datenstrukturen zur Programmierung von rechenintensiven grafischen Computermodellen zu entwickeln“, erklärt der Wissenschaftler. Heraus kam das sogenannte „Streaming Processing“ – eine speicherschonende Datenstrukturierungsweise, die mittlerweile zu den Standardverfahren bei der Programmierung von grafischen Simulations- und Visualisierungsmodellen gehört.

„Wir können damit beispielsweise perspektivische und blickpunktabhängige Großmodelle am Rechner wiedergeben wie den ‚David‘ von Michelangelo“, sagt Stefan Gumhold. Um die 3,8 Meter große Marmorstatue mit einem 3-D-Scanner zu erfassen, braucht es gut zwei Wochen. So viele Daten gilt es abzutasten. „Bei einer Abbildungsgenauigkeit von einem Viertelmillimeter erhalten wir eine sieben Gigabyte große Datei, die zwar auf der Festplatte abgespeichert werden kann, den Arbeitsspeicher aber total überfordert“, so Gumhold. Um dann das Modell aus unterschiedlichen Blickrichtungen am Computer bewegen zu können, sind sogar 12 bis 15 GB erforderlich. „Da macht jede Grafikkarte schlapp“, sagt der Simulationsexperte. Mit „Streaming Processing“ kann die Dateigröße auf 350 Megabyte eingeschrumpft werden – das sind gerade einmal fünf Prozent des ursprünglich benötigten Speicherplatzes.

Wie aber funktioniert diese speicherplatzschonende Methode? Welche informatischen Besonderheiten macht sie sich zunutze? „Jeder dreidimensionale Körper lässt sich aufgliedern in Flächen und Volumina“, erklärt Gumhold. „Diese Oberflächen und die darunter eingeschlossenen Räume werden in der Computergrafik durch Netzgitterstrukturen repräsentiert.“ Das geschieht entweder durch strukturierte Gitter mit einer gleichmäßigen Gitterzellgeometrie oder durch sogenannte unstrukturierte Gitter, deren Punkte, Kanten, Facetten und Zellen so unregelmäßig sind, dass sie nicht durch ein und denselben mathematischen Algorithmus verarbeitet werden können, wie dies etwa bei regelmäßigen Tetraeder- oder Quadernetzgittern der Fall ist. Gumhold: „Wenn wir beispielsweise den David mit gleichförmigen Quadern aus Legosteinen nachbauen, dann ist das Ergebnis womöglich leicht zu berechnen, für das Auge ist das allerdings eher unbefriedigend. Deshalb werden bei der so genannten Diskretisierung von Flächen und Volumina in grafischen Rechenmodellen in der Regel unstrukturierte Netze eingesetzt.“



*Links: Der 0,8 GB große 3D-Scan wird in 200 einfach zu behandelnde Cluster unterteilt, die farblich markiert sind.  
Rechts: Das nach dem Streaming-Processing-Prinzip unter Ausnutzung der Clusterstruktur komprimierte Modell belegt nur noch 47 MB und kann in 45 min. berechnet werden.*

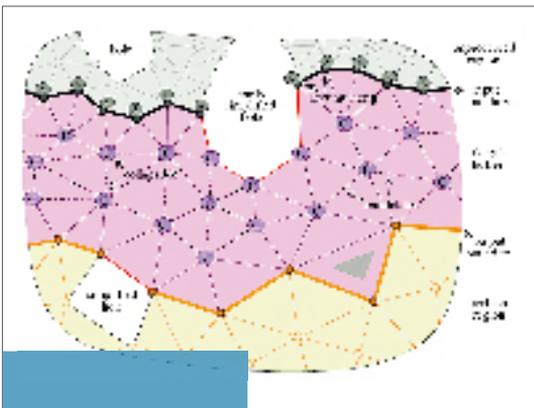
Aufgrund ihres variablen Facetten- und Zellaufbaus ermöglichen unstrukturierte Netze eine weitaus größere Wiedergabegenauigkeit als strukturierte. „Seifenschaum ist ein schönes Beispiel, um sich das Modell eines unstrukturierten polygonalen Netzes vorzustellen“, erklärt der Informatiker. „Unstrukturierte Netze sind allerdings wesentlich komplizierter zu verwalten, da der Speicheraufwand enorm ist.“ Denn zusätzlich zu den Positionskoordinaten und den zu simulierenden physikalischen Parametern müssen sämtliche „Verbundenheitsinformationen“ extra abgespeichert werden. Für jeden Knoten und jede Kante müssen die Anschlussknoten und -kanten festgehalten und in der Programmierung abgelegt werden – bei einem unregelmäßigen Tetraedernetz sind das im Schnitt 48 solcher „Konnektivitätsinformationen“ pro Knoten. Der Speicheraufwand steigt exponentiell in der Dimensionalität des Raumes.

Noch beträchtlich größer wird das Speicherproblem, wenn sogenannte hierarchisch unstrukturierten Netze verwendet werden. Hierarchische Datenstrukturen braucht man beispielsweise, wenn man unterschiedliche Auflösungsstufen algorithmisch realisieren will. Die unterschiedlichen Auflösungsstufen bestehen aus einer festgelegten Reihenfolge von Vereinfachungs- bzw. Verfeinerungsschritten, die samt Abweichungsfehler ebenfalls in den Datenstrukturen mit abgespeichert werden müssen.

Beim „Streaming Processing“ wird der Computer auch mit den Datenmengen fertig, die bei der Berechnung von hierarchisch unstrukturierten Netzen anfallen. Die Idee dahinter ist einfach: das polygonale Netz wird nicht komplett in den Hauptspeicher geladen und auf einmal berechnet. Dies führt bei großen Modellen in der Regel zum Systemzusammenbruch. Vielmehr werden die Daten über die Knoten und Kanten, aus denen die Facetten und Zellen bestehen, in einer umsorgten Reihenfolge angeordnet. „Man muss sich das wie ein wanderndes Bearbeitungsfenster vorstellen, das sich über das Netz bewegt und nur die Bereiche berechnet, die gerade an der Reihe sind“, illustriert Gumhold. Durch die effizientere Zugriffsmöglichkeit auf den Cache-Speicher wird dieses Verfahren zusätzlich beschleunigt. „Die Idee hierzu klingt einfach, aber die algorithmische Umsetzung hatte es in sich.“

Stefan Gumhold ist heute Professor für Computergraphik und Visualisierung an der Technischen Universität Dresden. „Offensichtlich hat die zweijährige Entwicklungsarbeit am ‚Streaming Processing‘ nicht nur die Berechnung von Computermodellen beschleunigt, sondern auch meiner Wissenschaftlerkarriere einen ordentlichen Schub gegeben“, freut sich der Computergrafikexperte. Schöner Nebeneffekte können solche Forschungserfolge eigentlich nicht haben!

Das 3D-Modell wird während der Bearbeitung in drei Regionen unterteilt: die unbearbeitete Region (oben), die Bearbeitungsregion (Mitte) und die schon bearbeitete Region (unten).



Das 3D-Modell wird während der Bearbeitung in drei Regionen unterteilt: die unbearbeitete Region (oben), die Bearbeitungsregion (Mitte) und die schon bearbeitete Region (unten).

# Prof. Dr. Stefan Gumhold

Informatiker



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1996</b>	Master of Science	University of Massachusetts at Boston	EPR-Experiments and Local Realism
<b>1998</b>	Diplom	Universität Tübingen	Compression of Discrete Multiresolution Models
<b>2000</b>	Promotion	Universität Tübingen	Mesh Compression
<b>2003</b>	Habilitation	Universität Tübingen	Entropy Extremes for Coding and Visualization in 3D

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>1997 – 2000</b>	Forschungsassistent, SFB 382 Teilprojekt D1 „Konzepte und Realisierung objektorientierter Graphik“, Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik, Graphisch-Interaktive Systeme, Universität Tübingen
<b>1999 – 2002</b>	Consulting des Spin-offs der egi.sys AG hinsichtlich beweglicher 3D-Objekte, Tübingen
<b>2000</b>	PhD Award, Universität Tübingen
<b>2000 – 2001</b>	Postdoc-Aufenthalt am Department of Computer Science, Technion, Haifa, Israel
<b>2001</b>	Postdoc-Aufenthalt am Scientific Computing and Imaging Institute, University of Utah, Salt Lake City, USA
<b>2001 – 2003</b>	Assistent am Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik, Graphisch-Interaktive Systeme, Universität Tübingen
<b>2003</b>	Südwestmetallpreis
<b>2003 – 2004</b>	Heisenberg-Stipendiat am Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universität Granada, Spanien
<b>2004 – 2005</b>	Heisenberg-Stipendiat und Gruppenleiter der Forschungsgruppe „3D Animation Processing“ am Max Planck Center for Visual Computing and Communication, MPI Saarbrücken

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Stefan Gumhold and Wolfgang Straßer. Real time compression of triangle mesh connectivity.  
*In Proceedings of ACM SIGGRAPH 98 Conference, pages 133–140, July 1998.*

Stefan Gumhold. Maximum entropy light source placement.  
*In Proceedings of IEEE Visualization, pages 275–282, Boston, MA, USA, October 2002.*

Martin Isenburg and Stefan Gumhold. Out-of-core compression for gigantic polygon meshes.  
*In Proceedings of ACM SIGGRAPH '03 Conference and ACM Transactions on Graphics 22(3), pages 935–942, July 2003.*

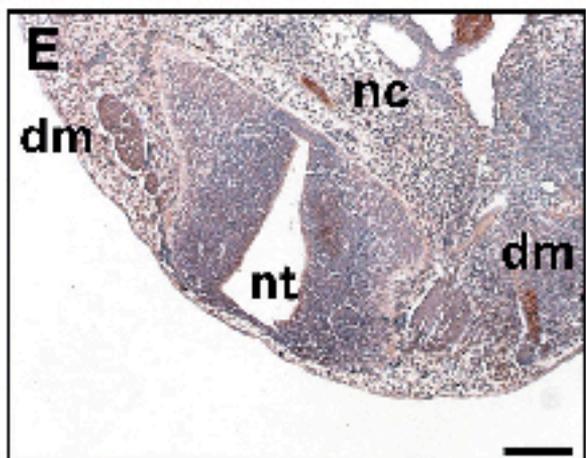
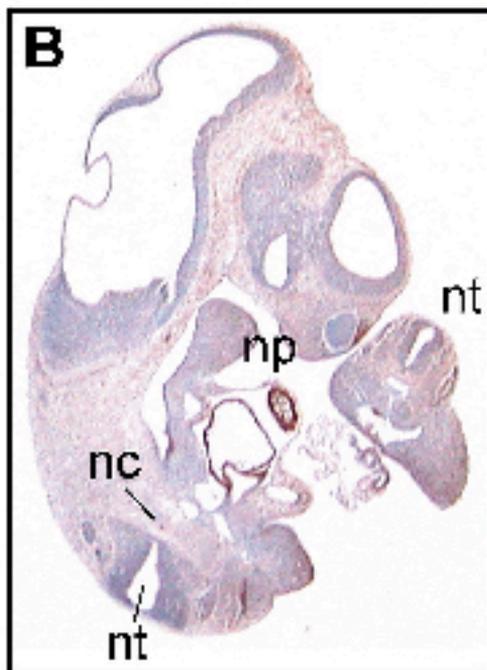
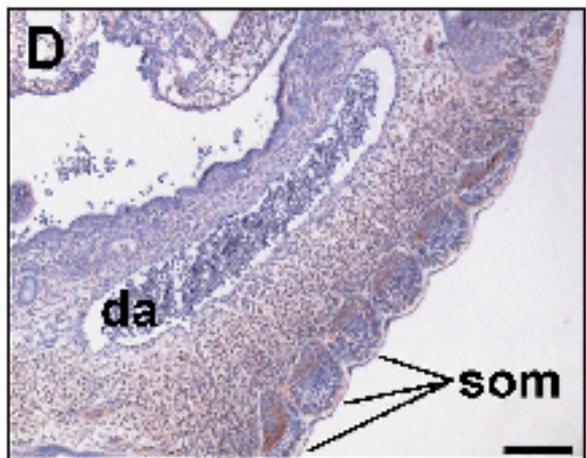
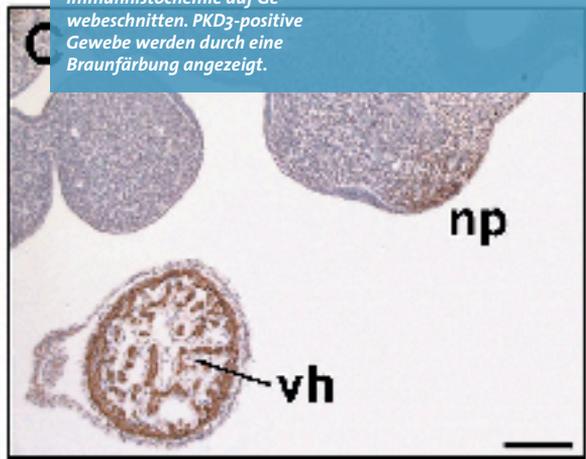
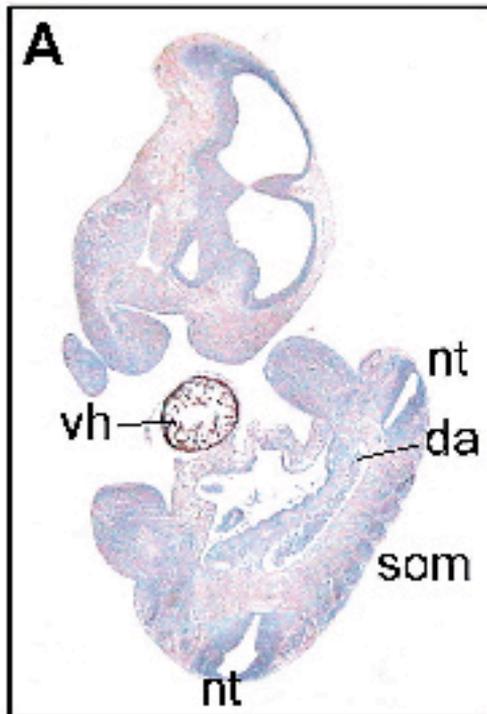
Stefan Gumhold. Optimizing Markov models with applications to triangular connectivity coding.  
*In Proceedings of the sixteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete Algorithms, pages 331–338, Vancouver, 2005.*

Carsten Stoll, Stefan Gumhold and Hans-Peter Seidel. Visualization with stylized line primitives.  
*In Proceedings of IEEE Visualization, pages 88–96, Minneapolis, October 2005.*

## Position 2008

Professor für Computergraphik und Visualisierung, Institut für Software- und Multimediatechnik, Fakultät Informatik, TU Dresden

Expressionsmuster von PKD3  
in Mausembryonen (E10).  
Immunhistochemie auf Ge-  
webeschnitten. PKD3-positive  
Gewebe werden durch eine  
Braunfärbung angezeigt.





## Wenn Zellen miteinander reden

### **ANGELIKA HAUSSER** untersucht biomolekulare Informationsketten bei funktionellen Knock-out-Mäusen.

Komplexität erfordert Koordination – und damit Kommunikation. Dies gilt für Menschen wie für Zellen. Bei der interzellulären Kommunikation müssen sich die Zellen darüber verständigen, wer genau was wann zu tun hat. Zur Informationsübertragung werden zumeist chemische Botenstoffe, aber auch physikalische Reize ausgesandt. Werden diese Botenstoffe und Signale von Adressatzellen durch spezifische Rezeptoren erkannt, wird eine Signalübertragungskette in Gang gesetzt, die den eigentlichen Zielort im Inneren der Zelle über das Eintreffen von Signalmolekülen informiert. Die Adressatzelle „antwortet“ schließlich mit einer bestimmten biochemischen Reaktion.

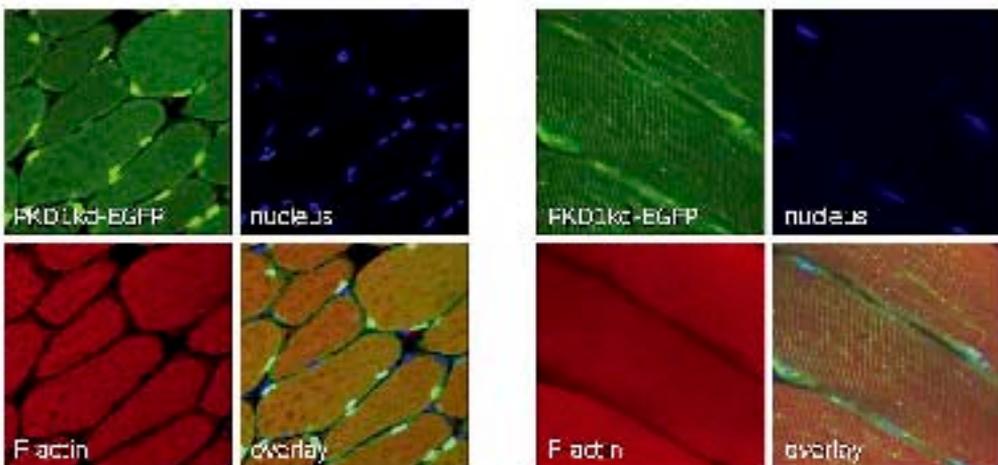
Ein wichtiger Weg zur Übertragung von chemischen Signalen in die Zelle ist die sogenannte Phosphorylierungskaskade. Diese Informationskette besteht aus mehreren hintereinander geschalteten Proteinen, die jeweils durch die Anbindung einer Phosphatgruppe aktiviert werden (Phosphorylierung). In einer Art Dominoeffekt wird der Signalimpuls vermittelt durch die reaktionsfreudigen Phosphatreste von Protein zu Protein weitergegeben, bis das Ende der Informationskette erreicht ist und ein bestimmter biologischer Prozess in Gang gebracht wird. Katalysiert werden diese Phosphorylierungsprozesse durch bestimmte Enzyme. Diese Proteinkinasen übertragen Phosphatgruppen aus ATP auf andere Enzym- oder Substrat-Moleküle.

„Doch nicht immer ist klar, welche Funktion diesen Enzymen im Organismus zukommt“, erklärt Angelika Hauser. Am Institut für Zellbiologie und Immunologie der Universität Stuttgart hat die Wissenschaftlerin erforscht, welche Rolle die Proteinkinasen aus der sogenannten D-Familie (PKD<sub>1</sub>, PKD<sub>2</sub> und PKD<sub>3</sub>) in der biomolekularen Dynamik der Zellen spielen. Bekannt ist, dass die Proteinkinasen aus der D-Familie die Substratproteine an den Aminosäuren Serin und Threonin phosphorylieren. „Aber wir wissen noch nicht, was genau in der Zelle passiert, wenn diese Enzyme aktiv sind“, so Hauser.

In ihrem von der Landesstiftung unterstützten Forschungsprojekt geht sie der Frage nach, welche Substrate durch PKDs aktiviert werden und wie sich diese Aktivierung auf die Tätigkeit bestimmter Zellorganellen und damit auf die zelluläre Funktion auswirkt. „Wir haben in unserem Projekt auf eine Doppelstrategie gesetzt und In-Vivo- mit In-Vitro-Techniken kombiniert“, sagt Angelika Hauser. Für das In-Vivo-Verfahren wurden durch gentechnische Veränderung spezielle funktionelle Knock-out-Mäuse gezüchtet. In die Mäuse wurde ein PKD<sub>1</sub>-Transgen (PKD<sub>1</sub>kd) eingebracht, das die endogene PKD<sub>1</sub> funktionell ausschaltet. Diese genveränderten Mäuse müssen schließlich phänotypisiert werden. „Das heißt nichts anderes, als dass wir im Vergleich mit Wildtypmäusen nach bestimmten funktionalen Eigenschaften suchen, die typisch sind für unsere genveränderte Mauslinie mit der abgeschalteten Proteinkinase“, erklärt die Biowissenschaftlerin. „So ziehen wir Rückschlüsse auf die physiologische Funktion des Phosphorylierungsenzyms PKD<sub>1</sub>.“

Für den In-Vitro-Ansatz wurden Mauszellen in Zellkultur genommen, deren PKD-Gene mit Hilfe der sogenannten RNA-Interferenz-Methode an der Expression gehindert wurden, so dass die Proteinkinasen aus der D-Familie nicht synthetisiert werden konnten. Im Vergleich mit Wildtyp-Mauszellen, deren PKD-Enzyme intakt blieben, konnten die Wissenschaftler der Arbeitsgruppe Hausser ein neues physiologisches Substrat von PKD1 und PKD2 identifizieren: die so genannte Lipidkinase Phosphatidylinositol 4-Kinase III beta (PI4KIIIbeta). Durch die Phosphorylierung von PKD1/2 aktiviert, produziert dieses Substrat ein bestimmtes Lipid: das Phosphatidylinositol-4-Phosphat PI(4)P. „Dieses Lipid ist notwendig, um Proteine als Frachtmoleküle in membranumhüllten Vesikeln zur Zelloberfläche zu transportieren“, sagt die Molekularbiologin. Nur so ist ein wichtiger biophysio­logischer Prozess möglich: die Sekretion. Hormonfreisetzung, Antikörper-Produktion und Drüsenfunktion beispielsweise sind ohne diese sekretorischen Transportprozesse nicht möglich.

Angelika Hausser ist überzeugt davon, dass das Eliteprogramm der Landesstiftung Baden-Württemberg zu ihrem Forschungserfolg beigetragen hat: „Ich konnte erstmals ein eigenes Projekt leiten und dabei finanziell und konzeptionell unabhängig arbeiten“, sagt sie. Auch die Erfahrungen im Umgang mit Mitarbeitern und bei der Verwaltung von Sachmittel waren ihr bei der beruflichen Weiterentwicklung sehr hilfreich. Hausser: „Das Eliteprogramm sollte unbedingt beibehalten werden! Es ist eine sehr gute Möglichkeit für junge Wissenschaftler, selbständig zu forschen.“



*Expression und Lokalisation des Transgens PKD1kd-GFP im Skelettmuskel von adulten Mäusen. Aufnahmen von Gewebeschnitten mittels konfokaler Laser-Scanning-Mikroskopie.*

# Dr. Angelika Hausser

Biologin



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1991</b>	Abitur	Stuttgart	
<b>1997</b>	Diplom	Universität Stuttgart	Untersuchungen zu TNF regulierten Lipidenzymen in der Signaltransduktion des Tumor Nekrose Faktors
<b>2000</b>	Promotion	Universität Stuttgart	Studien zu zellulärer Funktion und Regulation der humanen Proteinkinase C $\mu$ in T-Lymphozyten

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>2006</b>	Aufnahme in das WIN-Kolleg der Heidelberger Akademie der Wissenschaften
-------------	---

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Hausser, A.\*, P. Storz, S. Martens, G. Link, A. Toker, and K. Pfizenmaier. 2005. Protein kinase D regulates vesicular transport by phosphorylating and activating phosphatidylinositol-4 kinase III $\beta$  at the Golgi complex. *Nat. Cell Biol.* 7:880-886. \* *corresponding author*

Hausser, A.\*, G. Link, M. Hoene, C. Russo, O. Selchow, and K. Pfizenmaier. 2006. Phosphospecific binding of 14-3-3 proteins to phosphatidylinositol 4-kinase III {beta} protects from dephosphorylation and stabilizes lipid kinase activity. *J. Cell Sci.* 119:3613-3621. \* *corresponding author*

Maier, D., A. Hausser, A.C. Nagel, G. Link, S.J. Kugler, I. Wech, K. Pfizenmaier, and A. Preiss. 2006. Drosophila protein kinase D is broadly expressed and a fraction localizes to the Golgi compartment. *Gene Expr. Patterns.* 6:849-856.

Eiseler, T., M.A. Schmid, F. Topbas, K. Pfizenmaier, and A. Hausser. 2007. PKD is recruited to sites of actin remodelling at the leading edge and negatively regulates cell migration. *FEBS Lett.* 581:4279-4287.

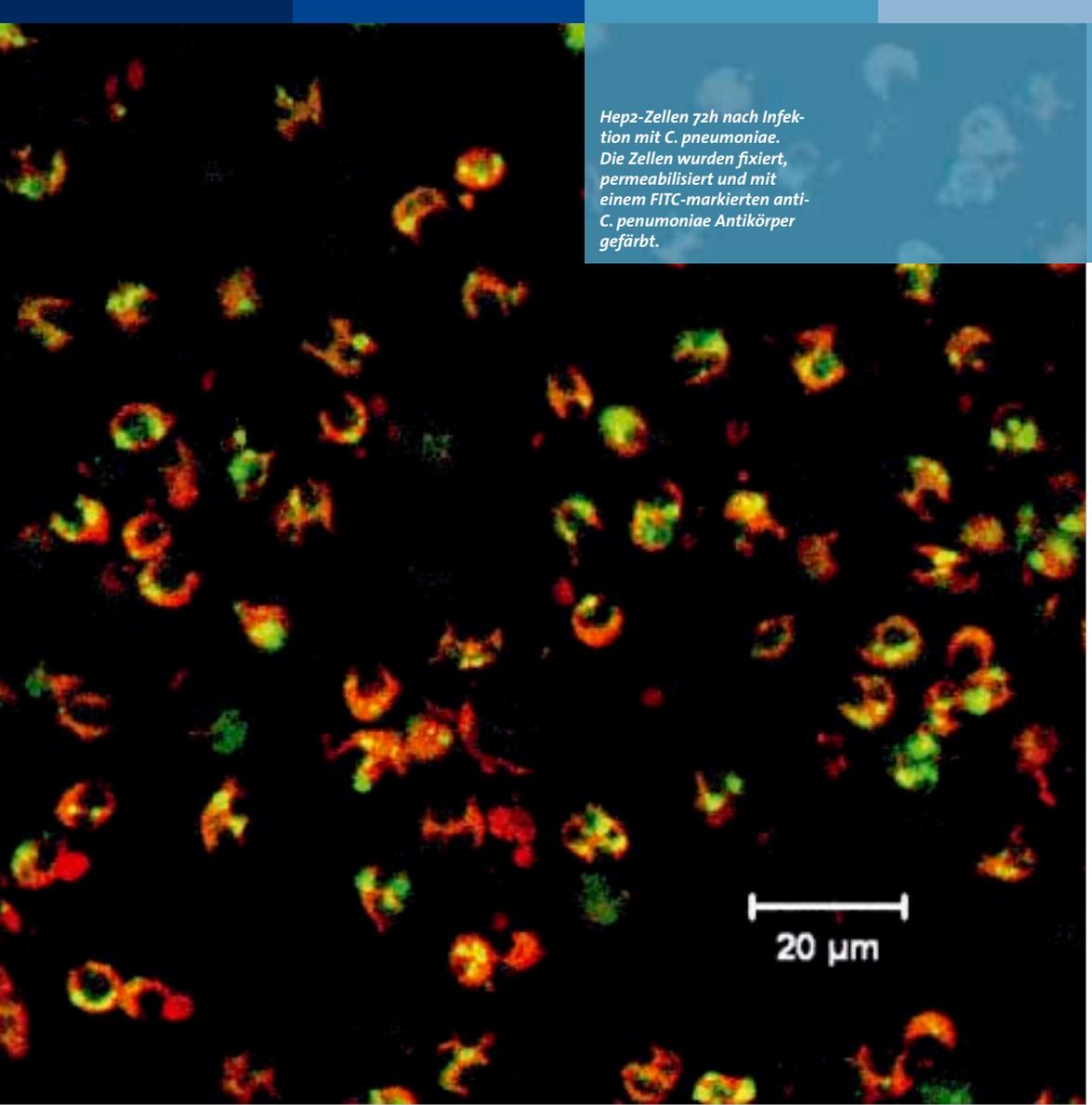
Ellwanger, K., K. Pfizenmaier, S. Lutz, and A. Hausser. 2008. Expression patterns of protein kinase D 3 during mouse development. *BMC Dev. Biol.* 8, 47.

Ellwanger, K., S. Lutz, J. Raasch, M.T. Wiekowski, K. Pfizenmaier, and A. Hausser. Protein Kinase D is essential for exercise-induced skeletal muscle remodeling in vivo. *under review.*

## Position 2008

Arbeitsgruppenleiterin am Institut für Zellbiologie und Immunologie, Universität Stuttgart

*Hep2-Zellen 72h nach Infektion mit C. pneumoniae. Die Zellen wurden fixiert, permeabilisiert und mit einem FITC-markierten anti-C. pneumoniae Antikörper gefärbt.*





# Wie ein Bakterium unser Immunsystem austrickst

***Chlamydomphila pneumoniae* kann Arteriosklerose verursachen – CORINNA HERMANN ist dem Krankheitserreger auf der Spur.**

Eigentlich sollte man froh sein, wenn man nicht zuviel davon hat: *Chlamydomphila pneumoniae*. Diese bakteriellen Erreger, die chronische Atemwegserkrankungen auslösen, stehen auch im Verdacht, Atherosklerose (auch Arteriosklerose genannt) hervorzurufen. Die Adernverkalkung kann zu Herzinfarkt und Schlaganfall führen und gehört zu den häufigsten Todesursachen in den westlichen Industrieländern.

Corinna Hermann allerdings kann von diesen Bakterien nicht genug haben. Die Wissenschaftlerin vom Institut für Biochemische Pharmakologie der Uni Konstanz hat diese Krankheitserreger in sogenannten Massenkulturen kultiviert, um zu erforschen, wie es diesen Bakterien gelingt, persistente Infektionen hervorzurufen. „Persistenz heißt, dass die Krankheitserreger vom Immunsystem erkannt und auch teilweise bekämpft wurden, aber nicht endgültig ausgeschaltet werden konnten“, erklärt Hermann. Eine versteckte Gefahr im Körper: Ein Teil der Bakterien hat im infizierten Organismus überlebt, ohne äußerlich sichtbare Krankheitssymptome zu zeigen – bis die Krankheit wieder ausbricht oder die Bakterien ihr Zerstörungswerk andernorts fortsetzen.

Die ***Chlamydomphila pneumoniae*** lässt sich in den Arterien von Atherosklerose-Patienten an den erkrankten Stellen nachweisen und steht damit im Verdacht, durch die Verursachung lokaler Entzündungen die fortschreitende Degeneration der Gefäßwände zu begünstigen. „Wir wissen also, dass es einen Zusammenhang zwischen Chlamydienbefall und Atherosklerose gibt“, sagt Corinna Hermann. „Aber wie es den Erregern gelingt, das Immunsystem so auszutricksen, dass sie sich unbehelligt an den Gefäßwänden anlagern können – das können wir noch nicht erklären.“

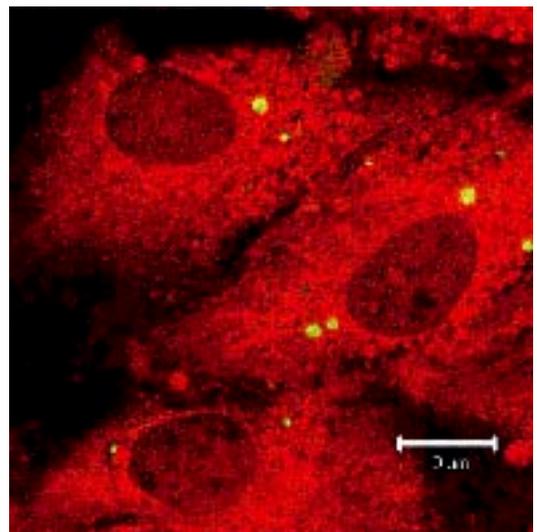
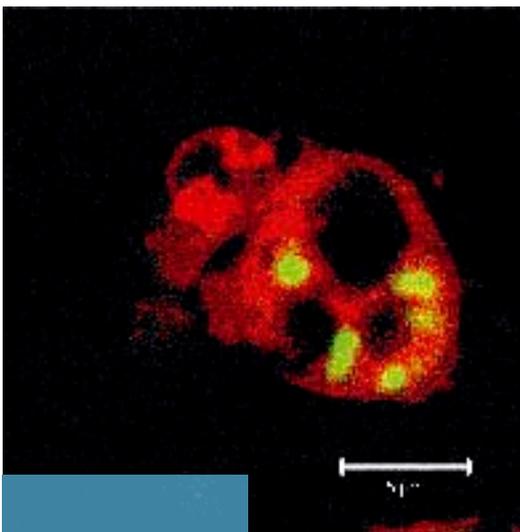
Die Forscherin vermutet, dass die Chlamydien auch die Immunzellen infizieren. Um dies zu beweisen, bedarf es jedoch aufwendiger Experimente mit bakteriellen Massenkulturen. „Die Massenkultivierung von Bakterien, die sich nicht außerhalb der Zelle vermehren, sondern intrazellulär, ist extrem mühselig und dadurch äußerst zeitaufwändig“, beschreibt die Wissenschaftlerin das Grundproblem ihres Forschungsprojektes. Außerdem kommen für die immunologischen Folgeexperimente nur menschliche Zellen in Frage, es müssen also menschliche Wirtszellen für die experimentelle Infektion und anschließende Kultivierung eingesetzt werden.

Beides allerdings sind Probleme, die Corinna Hermann im Laufe ihres von der Landesstiftung Baden-Württemberg unterstützten zweijährigen Postdoktorandenprojektes lösen konnte. So gelang es ihr, die Kultivierungsbedingungen von Massenkulturen nach monatelanger mühevoller Kleinarbeit zu optimieren. „Anfangs mussten wir häufig feststellen, dass die gewünschte Infektion unserer Wirtszellen durch die Bakterien ausgeblieben ist“, so die Forscherin. „Bis wir herausfanden, dass sich die Bakterien wesentlich besser vermehren und andere Zellen infizieren, wenn der Ansatz aus Wirtszellen und Bakterien zentrifugiert wird.“ Bei diesem Verfahren mussten allerdings bestimmte Verdauungsenzyme wie Trypsin eingesetzt werden,

um die Zellen von den Gefäßoberflächen abzulösen. In Vorversuchen musste erst geklärt werden, dass sich das Trypsin nicht negativ auf die Bakterienvermehrung auswirkt und damit das Experiment in seinem Ergebnis verfälscht.

Vier Wochen musste das Projektteam schließlich warten, bis sich auf dem Zellkompartiment der CELLLine-Flaschen eine deutlich vermehrte Bakterienkultur fand, die die Wissenschaftler für die Weiterzucht in Massenkultur verwenden konnten. Hermann: „Mit diesen Massenkulturen können wir uns endlich den eigentlichen Fragen zuwenden, die die medizinische Forschung interessiert: Wie können die Bakterien der Eliminierung durch das Immunsystems entgehen und in die Blutgefäße entkommen? Wie kann letztlich die Serumdiagnose als Nachweisverfahren verbessert werden?“

Nach der „Ernte“ haben die Forscher zunächst versucht, die im Körper ablaufenden Reaktionen experimentell zu simulieren. Dabei wird menschliches Blut mit Immunzellen mit infizierten Zellen gemischt und in sogenannte Eppendorf-Reaktionsgefäße eingebracht. Im Rahmen eines DFG-Anschlussprojektes konnte unter anderem gezeigt werden, dass *Chlamydomphila-pneumoniae*-Bakterien von infizierten Phagozyten (Fresszellen) sowohl auf HEp-2-Wirtszellen als auch auf primäre Endothelzellen übertragen werden, die die inneren Gefäßwände auskleiden. „Dies ist ein erster konkreter Hinweis darauf, dass diese Erreger durchaus ihren Anteil an der Entstehung einer Atherosklerose haben“, berichtet Hermann. Wie genau die Krankheitserreger dabei das Immunsystem austricksen, muss nun in den entsprechenden Folgeexperimenten geklärt werden. „Doch das ist jetzt für uns kein Problem mehr“, freut sich die Forscherin, „denn Bakterien hierfür haben wir jetzt endlich in Massen!“



Links: Humaner Phagozyt (neutrophiler Granulozyt) 48h nach Phagozytose von *C. pneumoniae*.  
Rechts: Humane Endothelzellen (HUVEC) 96h nach Infektion mit *C. pneumoniae*.

# Dr. Corinna Hermann

Biologin



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1990</b>	Abitur	Konstanz	
<b>1996</b>	Diplom	Universität Konstanz	Charakterisierung des immunstimulatorischen Potentials Grampositive Zellwandkomponenten
<b>1999</b>	Promotion	Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt	Charakterisierung der molekularen Grundlagen des protektiven Effekts von Shear Stress auf die Apoptose von Endothezellen
<b>2006</b>	Habilitation	Universität Konstanz	Venia Legendi für Immunologie und Pharmakologie

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>1997</b>	Stipendiatin des Boehringer Ingelheim Fonds
<b>2000</b>	Post-Doc-Stipendium des Graduierten Kollegs „endogene Gewebszerstörung“
<b>2003</b>	Margarete von Wrangell Habilitationsstipendium

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Hermann C, Graf K, Groh A, Straube E and Hartung T (2002)  
Comparison of eleven commercial tests for Chlamydia pneumoniae-specific IgG in asymptomatic healthy individuals.  
*J Clin Microbiol* 40 (5):1603-9 (IF 3.49).

Hermann, C., K. Gueinzus, A. Oehme, E. Straube, and T. Hartung (2004)  
Comparison of quantitative and semi-quantitative ELISAs for immunoglobulin G against Chlamydomydia pneumoniae to a microimmuno-fluorescence test for use with patients with respiratory tract infections.  
*J Clin Microbiol* 42(6):2476-79.

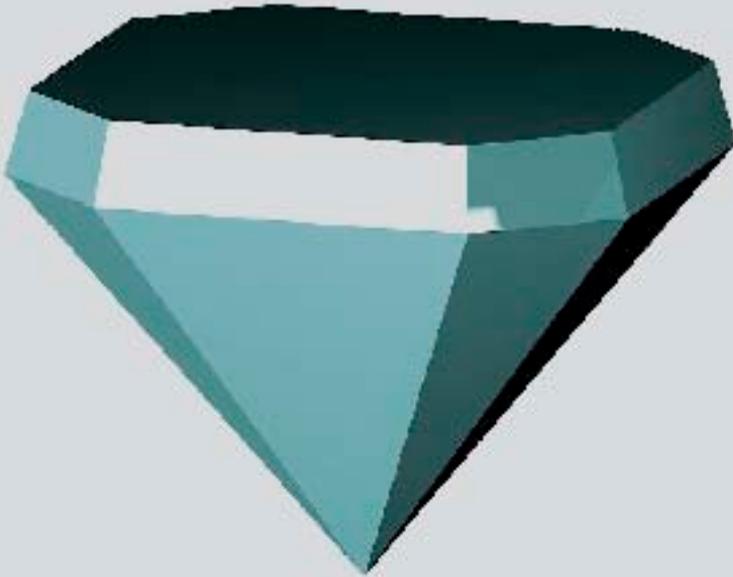
Mueller, M., S. Postius, J. G. Thimm, K. Gueinzus, I. Muehldorfer, T. Hartung, and C. Hermann (2004)  
Toll-like receptors 2 and 4 do not contribute to clearance of Chlamydo-phila pneumoniae in mice, but are necessary for the release of monokines. *Immunobiol* 209:599-608.

Gueinzus K, Magenau A, Wittke V, Urbich C, Fernando-May E, Dimmeler S, and Hermann C (2008)  
Endothelial cells are protected against phagocyte-transmitted Chlamy-dophila pneumoniae infections by laminar shear stress. *Atherosclerosis, im Druck*.

Bunk S, Susnea I, Rupp J, Summersgill JT, Maass M, Stegmann W, Schratzenholz A, Wendel A, Przybylski M, and Hermann C (2008)  
Immunoproteomic identification and serological responses to novel Chlamydia pneumoniae antigens that are associated with persistent Chlamydia pneumoniae infections.  
*J Immunol, im Druck*.

## Position 2008

Wissenschaftlerin bei der Baxter AG in Wien



## Quanten in Diamanten

**FEDOR JELEZKO** entwickelt optische Hochleistungscomputer.

Eine Kaffeetasse, die auf dem Tisch steht, ist nicht gleichzeitig im Schrank. Dies gebieten ihr die Gesetze der klassischen Physik. Denn ein Objekt ist nie an zwei Orten zugleich. Es existiert auch nicht gleichzeitig in verschiedenen Zuständen. Unser gesunder Menschenverstand würde sich solche Vorstellungen ebenfalls verbieten.

Bis die Quantentheorie in die Welt kam und die Gesetze der Physik revolutioniert hat. „Wer diese Theorie nicht verrückt findet, der hat sie nicht verstanden!“, meinte der berühmte Physiker Niels Bohr dazu. Plötzlich sind Zwischenzustände möglich. Das heißt: Quantenobjekte wie Photonen, Elektronen und Protonen können an mehreren Orten gleichzeitig sein. „Superposition“ nennt man dieses quantenmechanische Phänomen der Überlagerung.

Eine erstzunehmende Vorstellung, die auch die Quanteninformatik umtreibt. Die Wissenschaftler verfolgen dabei ein ganz bestimmtes Ziel: die Entwicklung eines Quantencomputers, der dank seiner exorbitanten Rechenleistung den herkömmlichen Digitalrechner in die Kreisliga der elektronischen Datenverarbeitung verbannen wird. Seit Jahren schon gibt es Algorithmen, die das gigantische Rechenpotential von Quantenrechnern theoretisch erahnen lassen. Allerdings gestaltet sich die praktische Umsetzung äußerst problematisch. Mit Hochdruck forschen Wissenschaftler weltweit an der Überwindung quantenphysikalischer Hindernisse.

Im Kampf um die beste technisch-physikalische Lösung ist ein regelrechter Wettlauf entbrannt. Und Fedor Jelezko vom 3. Physikalischen Institut der Universität Stuttgart hat gute Chancen auf einen wichtigen Etappensieg. „Unser Ziel war die Entwicklung eines funktionsfähigen Quantencomputers auf der Grundlage einer sehr vielversprechenden Technologie“, so Jelezko. Die Idee: Stickstoffatomimplantate in reinem Diamant. Angeregt durch Laserlicht, leuchtet das optische Stickstoffzentrum im Diamanten noch eine Weile nach – es fluoresziert. „Die hohe Transparenz und die außerordentlichen Quanteneigenschaften machen den extrem harten Kohlenstoffkristall zum idealen Träger optischer Zentren“, erläutert der Physiker die Grundidee seiner Entwicklung. Der Stickstoff, eine an sich hochreaktive Substanz, wird vom Diamanten völlig isoliert, so dass unerwünschte Wechselwirkungen mit der Umgebung unterdrückt werden können.

Dies ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass ein zweiter wichtiger quantenmechanischer Effekt zum Tragen kommen kann: die „Verschränkung“. Diese „spukhafte Fernwirkung“, wie Einstein sie nannte, sorgt dafür, dass zwei Atome oder Elementarteilchen durch ein Beziehungsgeflecht untrennbar miteinander verbunden sind, ohne dass dabei erkennbare physikalische Kräfte im Spiel sind. Ändert sich der Zustand des einen, überträgt sich das auf den Zustand des anderen Teilchens. Die Verschränkung ist die physikalische Voraussetzung dafür, dass Quanteninformationsträger logisch so miteinander verknüpft werden können. Im Vergleich zu einem Digitalcomputer lässt sich so ein Vielfaches an Schaltmöglichkeiten realisieren.

Wie funktioniert nun das Stickstoffimplantat als Quanteninformationsträger? Stickstoffatomkerne und -elektronen haben spezifische Drehimpulsmomente, so genannte „Spins“, die – festgelegt innerhalb möglicher Freiheitsgrade – nur ganz bestimmte Rotationsformationen zulassen. Zur Beobachtung und gezielten Manipulation dieser Spins verwendet der Wissenschaftler eine ODMR-Apparatur, die die Kernspinresonanz optisch erfasst. „Angeregt durch Laserlicht lassen sich diese Spins sichtbar machen und in Kombination mit Mikrowellenstrahlung sogar rotieren und gezielt in unterschiedliche Positionen ausrichten“, so Jelezko. „Parallel zur Magnetquelle“ heißt dabei „1“ und „antiparallel zur Magnetquelle“ bekommt die Ziffer „0“ zugewiesen. Jelezko: „Aus diesen Ziffern bilden wir dann sogenannte Quantenbits und rechnen damit.“ Diese kombinierte Technik erlaubt nicht nur die Initialisierung des Systems durch die gezielte Festlegung eines bestimmten Ausgangszustandes, sondern es ermöglicht zudem auch das sogenannte „read out“.

Das Auslesen der Rechenergebnisse bzw. die Messung der damit korrespondierenden physikalischen Zustände gestaltet sich unter quantenphysikalischen Bedingungen jedoch äußerst tückisch. Denn in der Quantenwelt lässt der Messvorgang das System nicht unbeeinflusst. Zwischenzustände werden durch die Messung aufgehoben und in ihrer diskreten Form stabilisiert. „Zudem konnte bisher zumeist immer nur ein Ergebnis ausgelesen werden, weil die anderen durch die Messung selbst verfälscht wurden“, erklärt Jelezko. Das Problem lässt sich umgehen, wenn man auf Einzelmessungen verzichtet und stattdessen versucht, die Ordnung der Daten zu erhalten, indem man die Gesamtinformation des Systems auf einmal ausliest. „Unser System der optischen Erfassung von Magnetresonanz hilft uns dabei, die Spinzustände zuverlässig und vollständig zu erfassen“, sagt der Physiker.

Für die physikalische Implementierung von Hochleistungsalgorithmen zur parallelen Datenverarbeitung ist eine komplexe logische Schaltstruktur erforderlich. Die in Diamant eingebetteten Stickstoff-Farbzentren, die jeweils ein Qubit realisieren,

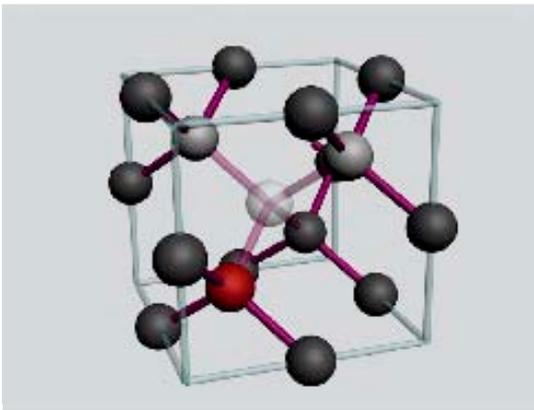
müssen dafür in Reihe angeordnet und zusammen geschaltet werden können. Nur so kann der Quantencomputer sein Rechenpotenzial wirklich entfalten. „Ein herkömmliches Byte aus 8 Bit kann 256 Werte speichern und verarbeiten“, erklärt der Wissenschaftlicher. „Ein Quanten-Byte aus 8 Qubits kann dagegen 65.536 Werte gleichzeitig abspeichern.“ Mehrere Qubits müssen dafür in eine lineare Anordnung gebracht werden.

Fedor Jelezko und seinen Mitarbeitern ist es im Rahmen des von der Landesstiftung Baden-Württemberg unterstützten Forschungsprojektes gelungen, ein nanotechnologisches Instrumentarium zu entwickeln, das genau das leistet: die Diamanten mit den implantierten Stickstoffzentren so in Reihung zu bringen, dass sie einzeln ausgelesen und angesteuert werden können. Der Abstand muss dabei so festgelegt sein, dass die einzelnen Farbzentren miteinander interagieren können.

Ein letztes, bis dahin noch weitgehend ungelöstes Problem konnte im Anschluss an das Projekt mit Unterstützung der DFG im Rahmen einer internationalen Forschungskoooperation erfolgreich bewältigt werden: die physikalische Realisierung von „Verschränkungseffekten“ zwischen Elementarteilchen. „Erstmals ist es im Festkörper gelungen, beliebige Quantenzustände zwischen Qubits bei Raumtemperatur zu übertragen“, erklärt Jelezko. „Wir konnten Interaktionen zwischen einzelnen Kernspin-Qubits beobachten, die solch ausgezeichnete Kohärenzeigenschaften aufwiesen, dass sie unsere hohen Erwartungen weit übertrafen“, freut sich der Physiker mit seinen Kooperationspartnern aus Stuttgart, Harvard und Texas.

Gekrönt wurde dieser Forschungserfolg im Juni 2007 mit einer Veröffentlichung in „Science“. „So wie es aussieht, steht jetzt der konkreten Realisierung von leistungsfähigen Quantencomputern nichts Quanten-

mechanisches mehr im Wege“, sagt Fedor Jelezko. Fedor Jelezko erhält den 2008 „Walter-Schottky-Preis“ der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Mit diesem Nachwuchspreis für hervorragende Beiträge zur Physik werden seine Arbeiten zur Manipulation einzelner Atome in Festkörpermaterien ausgezeichnet.



*Durch den Einschuss von Stickstoff-Atomen werden beabsichtigte Verunreinigungen erzeugt, die Farbe des Diamanten ändert sich zu pink. Für die Quantencomputerforscher entscheidend sind allerdings die Defektknoten in der Gitterstruktur des Diamanten, die bei den Einschüssen entstehen. Kohlenstoffatome des Isotops  $C_{13}$  haben ein magnetisches Moment und wechselwirken mit dem Stickstoffatom. Das erlaubt die  $C_{13}$ -Kerne gezielt in jene verschränkten Quantenzustände bringen, die Quantencomputer möglich machen.*

# Dr. Fedor Jelezko

Physiker



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1988</b>	Abitur	Minsk, Weißrussland	
<b>1993</b>	Diplom	Universität Minsk	Spektrale Lochbrennen in Systemen mit inhomogen verbreiterten Absorptionslinien
<b>1998</b>	Promotion	Universität Minsk und Universität de Bordeaux, Frankreich	Pump-Probe Spectroscopy with single molecules

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>2008</b>	„Walter-Schottky-Preis“ der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) für richtungweisenden Arbeiten zur Festkörper-Quanteninformationsverarbeitung mit Spin in Diamantstrukturen
-------------	---

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Dutt, M. V. G. et al.  
Quantum register based on individual electronic and nuclear spin qubits in diamond.  
*Science* 316, 1312-1316 (2007).

Childress, L. et al.  
Coherent dynamics of coupled electron and nuclear spin qubits in diamond.  
*Science* 314, 281-285 (2006).

Batalov, A. et al.  
Temporal coherence of photons emitted by single nitrogen-vacancy defect centers in diamond using optical Rabi-oscillations.  
*Physical Review Letters* 1, 077401 (2008).

Gaebel, T. et al.  
Room-temperature coherent coupling of single spins in diamond.  
*Nature Physics* 2, 408-413 (2006).

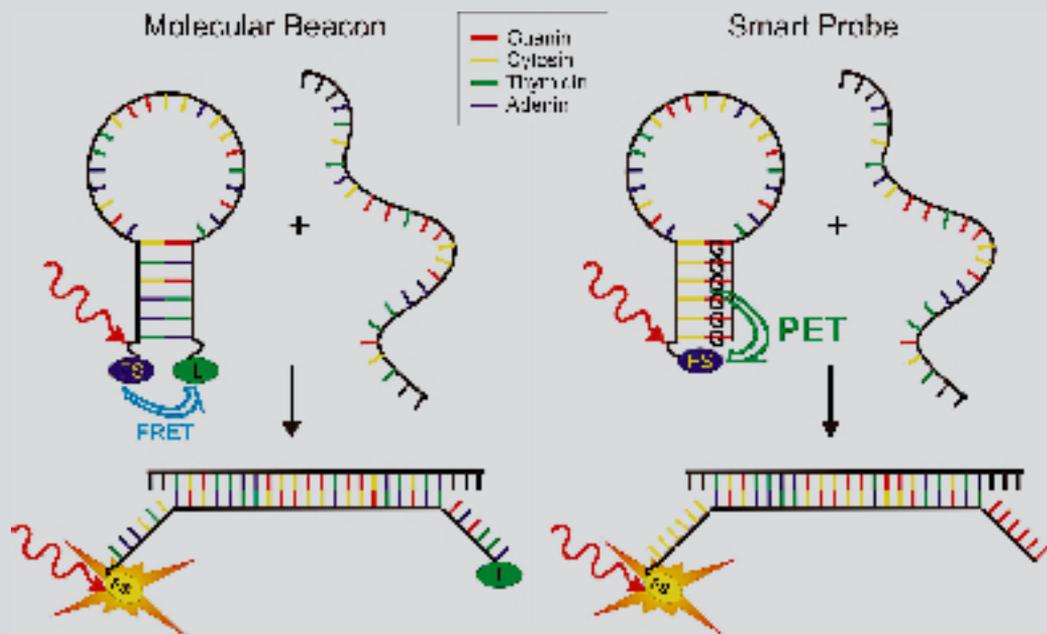
Neugart, F. et al.  
Dynamics of diamond nanoparticles in solution and cells.  
*Nano Letters* 7, 3588-3591 (2007).

Jelezko, F., Gaebel, T., Popa, I., Gruber, A. & Wrachtrup, J.  
Observation of coherent oscillations in a single electron spin.  
*Physical Review Letters* 92, 076401 (2004).

## Position 2008

Akademischer Rat, Universität Stuttgart

Funktionsprinzip der Molecular Beacons und Smart Probes. Aufgrund der Haarnadelstruktur der DNA-Sonden befinden sich die Farbstoffe (FS) in räumlicher Nähe zu einem Löschmolekül (L) bzw. zu mehreren Guaninresten, wodurch die Fluoreszenzintensität gelöscht wird. Durch Hybridisierung an eine komplementäre Ziel-DNA wird die Haarnadelstruktur aufgebrochen und der Farbstoff beginnt zu fluoreszieren.





## Wenn Basen am selben Strang ziehen

**JENS-PETER KNEMEYER entwickelt hochsensible DNA-Sonden zum Nachweis von Antibiotika-resistenten Erregern.**

Schlimm genug, dass sich Krankheiten wie die Tuberkulose in Europa wieder ausbreiten. Dass sich unter den Krankheitserregern auch zahlreiche antibiotikaresistente Stämme des *Mycobacterium tuberculosis* tummeln, ist für die behandelnden Ärzte ein großes Problem. Vor allem auftretende Multiresistenzen stellen für die Patienten eine große Gefahr dar.

Doch wie kann der Arzt erkennen, ob ein Tuberkulose-Kranker mit resistenten Bakterien infiziert ist? Die Standard-Diagnostikverfahren, die hierüber Auskunft geben, benötigen viel Zeit und verzögern so eine effektive Therapie mit geeigneten Medikamenten. „Ein schnelles und sensibles Diagnostik-Instrument zum Nachweis resistenter Krankheitserreger wäre für die Patienten eine große Hilfe“, sagt Dr. Jens-Peter Knemeyer. Mit seinen Kollegen am Physikalisch-Chemischen Institut der Universität Heidelberg hat er eine DNA-Sonde entwickelt, die so empfindlich ist, dass damit sogar Punktmutationen nachgewiesen werden können – und das schnell und zuverlässig.

„Viele Antibiotika-Resistenzen lassen sich auf den Austausch einer einzelnen DNA-Base zurückführen“, erklärt Knemeyer. „Wenn wir den mutierten Gen-Abschnitt identifizieren können, in dem sich die Basenabfolge geändert hat, können wir Rückschlüsse ziehen, ob bestimmte Antibiotika-Resistenzen vorliegen“, so der Biophysiker. Die Idee des Forschungsprojekts: Eine Sonde aus DNA-Bausteinen (so genannte Oligonukleotide) ist mit einem Fluoreszenzmolekül verbunden, das erst Leuchtsignale abgibt, wenn die schadhafte Ziel-DNA erreicht ist. „Das setzt voraus, dass das Leuchtmolekül vorher abgeschaltet ist“, schildert Dr. Knemeyer das Grundproblem des Verfahrens. Erst seit Mitte der 90er Jahre gibt es DNA-Sonden, die genau das leisten – so genannte „Leuchtfeuer“. Die Idee dahinter ist so simpel wie genial, die molekulare Umsetzung allerdings sehr komplex.

Bisher war die biochemische Synthese solcher Sonden aufwändig und teuer, weil der DNA-Sondenstrang an einem Ende mit einem Leuchtstoff (Oxazin-Derivat) und am anderen mit einem Löschmolekül gekoppelt werden musste. „Wir haben nun entdeckt, dass man auf die Kopplung eines gesonderten Löschmoleküls verzichten kann, was die biomolekulare Herstellung der ‚Smart probes‘ sehr vereinfacht“ sagt Knemeyer. Die Herstellung wird dadurch wesentlich günstiger und ermöglicht damit einen viel breiteren diagnostischen Einsatz.

Der Trick dabei: Die DNA-Base Guanin ist ebenfalls ein Leuchtenergie-Räuber, wenn mehrere dieser G-Basen hintereinander gekoppelt sind und dann sozusagen am selben Strang ziehen. Die Empfindlichkeit, die diese DNA-Sonden als „Smart Probes“ für den Nachweis von Punktmutationen auszeichnet, beruht auf der Kopplung mit hochleistungsfähigen optischen Detektionsverfahren. In Verbindung mit der so genannten konfokalen Fluoreszenz-Einzelmolekül-Spektroskopie ist dieses Verfahren 10.000-mal empfindlicher als die Standard-Fluoreszenzspektrometrie. Dieses hochsensitive Messverfahren erlaubt sogar die Zählung einzelner Photonen.

## Wie funktionieren molekulare „Leuchtfener“-Sonden?

Die Sondenforscher haben sich bei der Entwicklung von DNA-Fehler-Detektoren (auch „Smart Probes“ genannt) ein genetisches Grundgesetz zunutze gemacht: Wenn sich DNA-Einzelstränge zu einer Doppelhelix verbinden und miteinander „hybridisieren“, gehen die Basen nur ganz bestimmte Paarbindungen ein. Dabei bilden sich stabile Guanin-Cytosin- und Adenin-Thymin-Basenpaare. Andere Kombinationsformen sind nicht möglich.

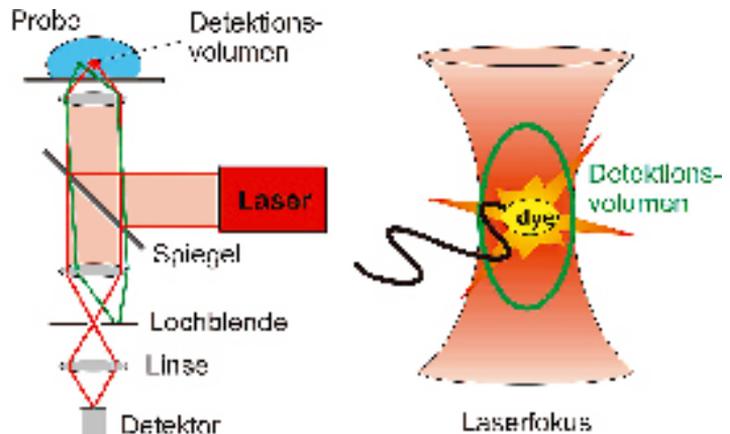
Die Sonde besteht nun aus einem kurzen DNA-Strang aus so genannten Oligonukleotiden, einer Verbindung aus mehreren Nukleotiden. Nukleotide sind DNA-Bausteine mit jeweils einer Base (Adenin, Thymin, Guanin oder Cytosin), einem Zucker (Desoxyribose) und einer Phosphorgruppe. Kernstück der Sonde ist ein besonderer Strang-Abschnitt im Mittelteil, der komplementär ist zur mutierten Basenfrequenz der Bakterien-DNA und so mutierte Stellen durch erfolgreiche Hybridierung „finden“ kann. An einem Ende des DNA-Strangs sitzt der Fluoreszenzfarbstoff, ans andere Ende ist das „Löschmolekül“ gekoppelt. Der eigentliche Trick besteht darin, dass auch die Basensequenz der beiden DNA-Strang-Enden zueinander komplementär ist und sich die beiden Enden zu einer kurzen Doppelhelix hybridisieren können.

Aufgrund ihrer Form werden die „Smart Probes“ auch Haarnadel-Sonden („hairpins“) genannt. Beide Enden liegen so nah beieinander, dass sich Leuchtstoff und Löschmolekül gegenseitig ins Gehege kommen. Wird der Farbstoff mit Laserlicht angeregt, gibt er die Energie nicht in Form von Fluoreszenz ab, sondern überträgt sie auf das Löschmolekül. Dieser Energieübertragungsprozess verläuft als so genannter Fluoreszenz-Resonanz-Energie-Transfer (FRET). Bei der Guanin-basierten Löschung der Fluoreszenz, wie sie Knemeyer und Kollegen entwickelt haben, entsteht der Löscheffekt durch photoinduzierten Elektronentransfer, also durch PET-Effekte.

Das Leuchtmolekül bleibt solange „gelöscht“, bis die DNA-Sonde ihre räumliche Form verändert. Genau dies geschieht, wenn die DNA-Sonde den mutierten Ziel-Abschnitt der Bakterien-DNA gefunden hat. Die DNA-Sonde „zwirbelt“ sich zu einem linearen Strang und hybridisiert mit der bakteriellen DNA-Zielsequenz. Löschmolekül und Leuchtstoff sind plötzlich voneinander getrennt. Das heißt: Die Sonde hat Kontakt mit mutierter DNA und schlägt Alarm.

Mittlerweile forscht Knemeyer am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg, wo er gemeinsam mit seinen Uni-Kollegen die Möglichkeiten zur Kombination von Einzelmolekülspektroskopie und Chiptechnologie auslotet. „Wenn uns das gelingt, wäre dies ein Quantensprung für die Diagnostik und könnte die Früherkennung von Krankheiten wie Krebs oder Tuberkulose revolutionieren“, sagt der Sonden-Experte. Knemeyer: „Ohne die von der Landesstiftung Baden-Württemberg geförderten Forschungsjahre wären wir weit weniger hoffnungsvoll, dass uns das bald gelingt.“

*Fluoreszenz-Einzelmolekülspektroskopie. Links: Schematische Darstellung eines konfokalen Mikroskopaufbaus. Durch eine Lochblende (100 Mikrometer), ein Objektiv mit 100facher Vergrößerung und einen fokussierten Laserstrahl wird ein Detektionsvolumen von 100 nm erreicht. Immer wenn ein Farbstoffmolekül den Laserfokus bzw. das Detektionsvolumen (rechts) passiert, wird ein Fluoreszenzsignal erzeugt.*



# Dr. Jens-Peter Knemeyer

Biophysiker



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1993</b>	Abitur	Münster	
<b>1998</b>	Diplom	Universität Heidelberg	
<b>1999</b>	Forschungs-aufenthalt	Berkeley University, USA	
<b>2001</b>	Promotion	Universität Heidelberg	Entwicklung intelligenter Sonden für den hochempfindlichen Nachweis spezifischer DNA/RNA Sequenzen in der in vitro- und in vivo-Diagnostik
<b>2001</b>	Habilitand	Universität Heidelberg	
<b>2003</b>	Forschungs-aufenthalt	Florida State University, USA	
<b>2006</b>	Forschungs-aufenthalt	JILA; University of Colorado, Boulder, USA	

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>1999</b>	Sophie-Bernthsen-Preis der Universität Heidelberg
<b>2004</b>	PHD Award des „6 <sup>th</sup> Workshop on BioAnalytical $\mu$ -Techniques in Environmental and Clinical Analysis“, Rom, Italien
<b>2005</b>	Klaus-Georg und Sigrid Hengstberger-Preis für den wissenschaftlichen Nachwuchs der Universität Heidelberg
<b>2006</b>	Reise-Stipendium des Boehringer Ingelheim Fonds
<b>2006</b>	Stipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung im Feodor Lynen-Programm

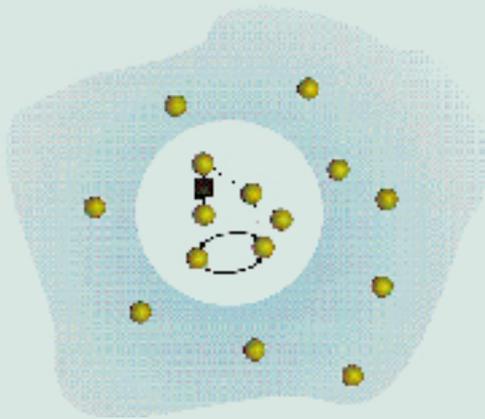
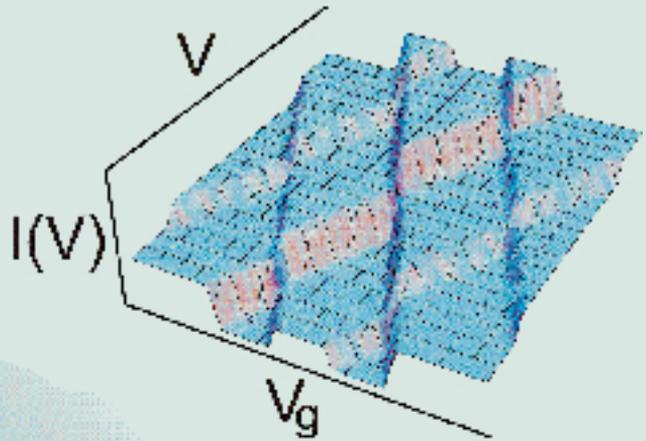
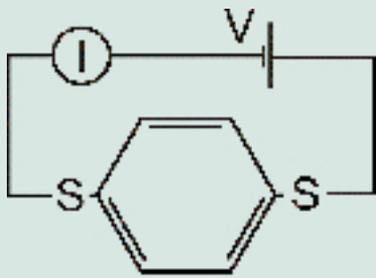
## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

- Knemeyer JP, Marmé N, Sauer M "Probes for detection of specific DNA Sequences at the single-molecule level" *Anal. Chem.* 2000, 72, 3717-3724.
- Knemeyer JP, Herten DP, Sauer M "Detection and Identification of Single Molecules in Living Cells Using Spectrally-Resolved Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy (SFLIM)" *Anal. Chem.* 2003, 75(9), 2147-2153.
- Marmé N, Friedrich A, Müller M, Nolte O, Wolfrum J, Hoheisel JD, Sauer M, Knemeyer JP "Identification of single-point mutations in mycobacterial 16S rRNA sequences by confocal single-molecule fluorescence spectroscopy" *Nucleic Acids Res.* 2006, 34, *ego*.
- Marmé N, Friedrich A, Hoheisel JD, Knemeyer JP "DNA-Probes for the Highly Sensitive Identification of Single-Nucleotide-Polymorphism Using Single-Molecule-Spectroscopy" *FEBS Lett.* 2007, 581, 1644-1648.
- Marmé N, Knemeyer JP "Sensitive Bioanalytics: Combining Single-Molecule Spectroscopy with Mono-Labeled Self-Quenching Probes" (review) *Anal. Bioanal. Chem.* 2007, 388, 1075-1085.

## Position 2008

Nachwuchsgruppenleiter in der Abteilung „Funktionelle Genomanalyse“ am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg

*Detaillierte Kenntnisse der Transportcharakteristiken einzelner Moleküle und extrem kleiner Quantenpunkte sind sehr wichtig für weitere Fortschritte in der Mikroelektronik.*





## Im Grenzbereich der Miniaturisierung

**ANDREAS KOMNIK** untersucht Quanteneffekte in  
der Nanoelektronik.

Früher – und das ist noch gar nicht einmal so lange her – waren Computer so groß wie Turnhallen. Und obwohl ihre Rechenleistung vergleichsweise bescheiden war, wollte und konnte die Wissenschaft nicht mehr auf die elektronischen Helfer verzichten. Im Gegenteil, der rasante technische Fortschritt in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts führte dazu, dass die Rechenmaschinen immer kleiner und gleichzeitig schneller und leistungsfähiger wurden. Dabei blieben sie allerdings weiterhin extrem kostspielig. Deshalb war ihre Nutzung eng beschränkt auf den Einsatz beim Militär, in Großforschungseinrichtungen oder Datenverarbeitungszentren.

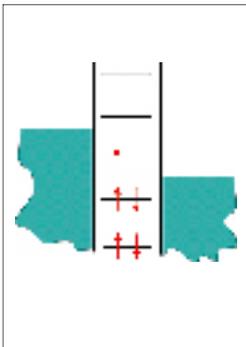
1981, das Jahr, in dem IBM den ersten Computer für den nichtkommerziellen Bereich auf den Markt brachte, sollte die Welt nachhaltig verändern: In den vergangenen drei Jahrzehnten hat die Mikroelektronik fast alle Bereiche unseres Alltags erfasst und revolutioniert. Egal ob in der Medizin- oder in der Verkehrstechnik, in der Telekommunikations- oder in der Finanzwirtschaft, in Forschung oder Entwicklung, nirgends läuft noch irgendetwas ohne die winzigen integrierten Schaltkreise. Ihre Allgegenwart verdanken sie vor allem der kontinuierlichen und stets erfolgreichen Miniaturisierung. Wenige Gramm leicht und nur einige Quadratmillimeter groß, finden sie heute quasi überall ihren Platz.

Jetzt aber scheinen erstmals physikalische Grenzen erreicht, denn die Leitungen der elektronischen Bauteile sind nur noch wenige Atomschichten dick. Und in diesem Bereich der Nanoskala ist nichts mehr so, wie wir uns das normalerweise vorstellen. Denn dort verhalten sich die winzigen Teilchen nicht mehr wie feste Materie, sondern nehmen die Eigenschaften von Wellen an. Oder sie sind in der Lage, Barrieren aus massivem Material zu ignorieren und einfach hindurchzutauchen. Wissenschaftler beschreiben diese Phänomene der Quantenphysik als Welle-Teilchen-Dualismus und als Tunneleffekt.

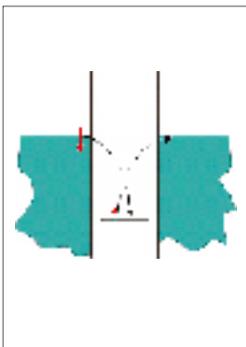
Andreas Komnik untersucht solche Effekte der Mikroelektronik. Mit seiner Forschergruppe am Physikalischen Institut der Universität Freiburg ist er vor allem drei zentralen Phänomenen der Schaltkreisminiaturisierung auf der Spur: den Strom-Spannungs-Charakteristiken von Quantendrähten, den Rauscheigenschaften von Elektronensystemen und transportbegleitenden Luminiszenzeffekten. „Mein Ziel ist die theoretische Beschreibung dieser Phänomene“, sagt Andreas Komnik. „Ich entwickle zwar keine mikroelektronischen Systeme, aber ich möchte wichtige Grundlagen dafür liefern.“

Das Beispiel der Rauscheffekte zeigt eindrucksvoll, mit welchen Problemen die Nanoelektronik zu kämpfen hat: In der Physik wird dieses Phänomen als Störgröße mit breitem unspezifischen Frequenzspektrum bezeichnet. Konkret kann Rauschen als Überlagerung mehrerer elektromagnetischer Schwingungen oder Wellen mit unterschiedlicher Amplitude und Frequenz interpretiert werden. Das kommt zwar in allen uns bekannten elektronischen Leitern vor, aber je kleiner das Gerät, umso größer wird der Störungseinfluss des Teilchenrauschens bei der Übermittlung von Signalen. „Erfreulicherweise hat sich herausgestellt, dass das System, das wir untersucht haben, die Ermittlung der verschiedenen Rauschspektren erlaubt“, so Komnik. „Außerdem ist es uns gelungen, den kompletten Ladungstransfer zu erfassen.“

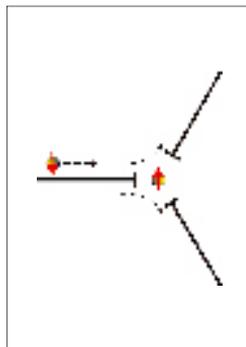
Die Forscher um Andreas Komnik konnten im Rahmen des von der Landesstiftung Baden-Württemberg finanzierten Projektes ein breites Spektrum theoretischer Probleme beim Teilchentransport in mikroelektronischen Systemen analytisch lösen und zahlreiche experimentell und theoretisch relevante Fragen mit maximal möglicher Präzision beantworten. „Der Projektetat des Eliteprogramms und die damit verbundene Forschungsautonomie waren von unschätzbarem Wert“, sagt Andreas Komnik. „Beide Aspekte haben mir die Möglichkeit gegeben, relativ früh eine eigene Forschungsgruppe aufzubauen und wichtige Erfahrungen im Projektmanagement zu sammeln. All dies ist sehr wichtig für meine berufliche Zukunft als Wissenschaftler.“



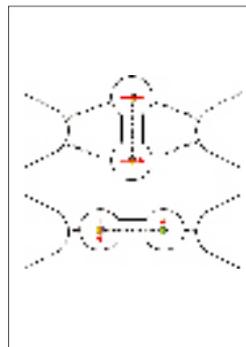
*Aufgrund ausgeprägter Quanteneffekte sind die Elektronenenergien in den zukünftigen Nanotransistoren quantisiert. Nur jeweils zwei von ihnen können gleiche Energien haben.*



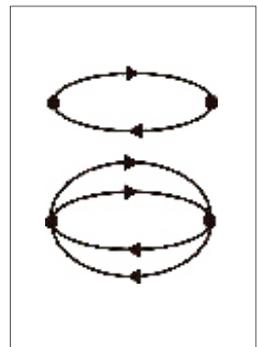
*In sehr kleinen Transistoren kann der elektrische Strom nur durch korrelierte Tunnelprozesse getragen werden.*



*Für die zukünftigen Anwendungen ist es wichtig, die Transporteigenschaften von Geräten mit mehr als zwei Zuleitungen ...*



*... sowie von mehreren hintereinander oder parallel geschalteten Transistoren im Detail zu verstehen.*



*Eine sehr effiziente mathematische Methode für die Untersuchung der Transporteigenschaften von Nanosystemen ist die Diagrammtechnik.*

# Prof. Dr. Andreas Komnik

Physiker



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1989</b>	Hochschulreife	Stary Oskol (Russland)	
<b>1997</b>	Diplom	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg	
<b>1999</b>	Promotion	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg	Tiefentemperaturrelaxation in Luttinger Flüssigkeiten
<b>2005</b>	Habilitation	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg	Transporteigenschaften von eindimensionalen wechselwirkenden Fermionensystemen

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>1997</b>	Gustav-Mie-Preis für ausgezeichnete Diplomarbeit		
<b>2002</b>	Feodor Lynen-Stipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung für einen Aufenthalt an der Service de Physique Théorique beim CEA Saclay, Frankreich		

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

T.L. Schmidt, A. Komnik, und A.O. Gogolin  
“Hanbury Brown–Twiss Correlations and Noise in the Charge Transfer Statistics through a Multiterminal Kondo Dot”.  
*Physical Review Letters* 98, 056603 (2007).

A. Komnik und H. Saleur  
“Full Counting Statistics of Chiral Luttinger Liquids with Impurities”.  
*Physical Review Letters* 96, 216406 (2006).

A. Komnik and A.O. Gogolin  
“Full Counting Statistics for the Kondo Dot”.  
*Physical Review Letters* 94, 216601 (2005).

B. Gao, A. Komnik, R. Egger, D. C. Glattli, and A. Bachtold  
“Evidence for Luttinger-Liquid Behavior in Crossed Metallic Single-Wall Nanotubes”.  
*Physical Review Letters* 92, 216804 (2004).

A. Komnik and A.O. Gogolin  
“Resonant Tunneling between Luttinger Liquids: A Solvable Case”.  
*Physical Review Letters* 90, 246403 (2003).

## Position 2008

Universitätsprofessor am Institut für Theoretische Physik, Universität Heidelberg



*Blick ins Cockpit eines Verkehrsflugzeuges. Die Piloten werden von leistungsfähigen Computern unterstützt – und sind darauf angewiesen, dass diese fehlerfrei funktionieren.*



## Mehr Sicherheit für komplexe Systeme

**RICHARD MAYR** entwickelt automatische Werkzeuge zur Software-Verifikation.

In einem Krankenhaus werden Tumorkranke mit einer zu hohen Dosis bestrahlt. Grund: Eine falsche Einschätzung der Matrix. Ein Flugzeug zerschellt in der Antarktis, weil Änderungen im Bordcomputer ignoriert wurden. In Japan stoßen zwei Hochgeschwindigkeitszüge zusammen. Schuld war ein versagendes Signalsystem.

Das sind nur drei Beispiele für Katastrophen, die sich in unserer technisierten und hochkomplexen Welt immer wieder ereignen und uns fragen lassen: Wie sicher sind eigentlich die Software-Systeme, die mittlerweile in allen Bereichen des Alltags eingesetzt werden? Auch wenn nicht immer Menschenleben auf dem Spiel stehen – der wirtschaftliche Schaden, verursacht durch Systemfehler, kann schnell gewaltige Dimensionen erreichen. Eine große amerikanische Fluggesellschaft machte Ende der achtziger Jahre rund 50 Millionen Dollar Verlust, weil das Reservierungssystem versagte.

Einen Garantieschein für die reibungslose Funktion komplexer Software-Systeme gibt es derzeit nicht – und wird es auch in Zukunft nicht geben. Das weiß auch der Informatiker Richard Mayr. Er ist der „Optimierung von automatischen Werkzeugen zur formalen Software-Verifikation“ auf der Spur – so jedenfalls lautet der Titel seines Forschungsprojektes, das von der Landesstiftung Baden-Württemberg im Rahmen des Eliteprogramms unterstützt wurde. Gegenstand seiner Untersuchungen sind vor allem Anwendungen in kritischen Umgebungen, etwa Maschinen-, Kraftwerks- und Flugzeugsteuerungen, bei denen Fehler gravierende Auswirkungen haben können.

„Ziel meiner Arbeit ist es, eine mathematische Methode zu entwickeln, mit der man mit relativ geringem Aufwand hochkomplexe Systeme analysieren kann“, erklärt Richard Mayr. „Diese Methode soll Software-Entwicklern bei der Fehlervermeidung helfen.“ Bei der Überprüfung bestimmter Software-Eigenschaften an abstrakten Modellen geht es ihm nicht darum, Algorithmen und Prozesse hundertprozentig abzubilden, sondern vielmehr um einen Kompromiss zwischen Vollständigkeit und Effizienz.

Bei den sogenannten Buffer Overflows zum Beispiel. Pufferüberläufe zählen zu den häufigsten Sicherheitslücken in heutigen Software-Anwendungen und ermöglichen vor allem Angriffe über das Internet. Hacker nutzen dabei einen Fehler im Programm, durch den zu große Datenmengen in einen zu kleinen Speicherbereich geschrieben – und ursprüngliche Informationen damit überschrieben werden. Die Folgen sind Programmabstürze, Verfälschung von Anwendungsdaten oder die Beschädigung von Datenstrukturen der Laufzeitumgebung des Programms. Letzteres führt in der Regel dazu, dem Angreifer einen komfortableren Zugang zum System zu verschaffen. Außerdem sind Buffer Overflows in verbreiteter Server- und Clientsoftware häufigste Türöffner für Internetwürmer.

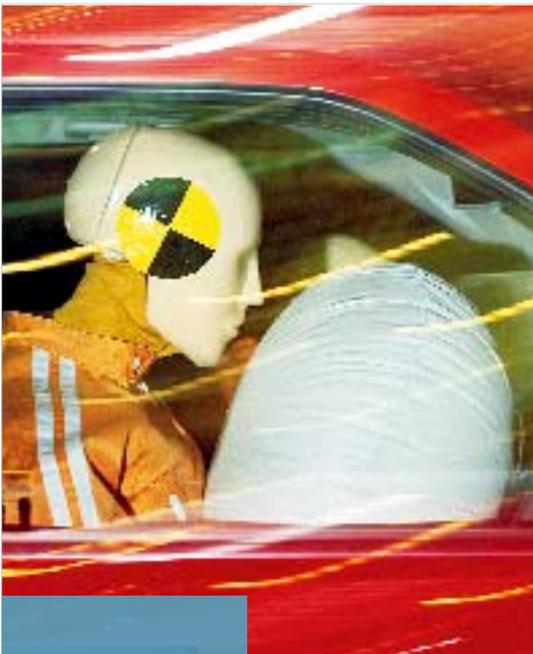
Richard Mayr sucht in seinen Projekten nach praxistauglichen Methoden, die solche Fehlerquellen schon bei der Systementwicklung vermeiden helfen. „Mit mathematischen Modellen, die auf Abstraktionen beruhen, können Pufferüberläufe a priori festgestellt und Kapazitäten effizient berechnet werden“, erklärt Richard Mayr. Effizient heißt in diesem Fall, nicht den jeweils konkreten Speicherplatzbedarf einer Anwendung, sondern die obere Grenze einer sicheren Datenübertragung zu definieren.

Ein weiteres Beispiel für die Anwendung praxisorientierter Software-Verifikation sind Echtzeitsysteme. Von Echtzeitsystemen spricht man, wenn Ergebnisse innerhalb festgelegter Zeitintervalle garantiert berechnet werden. Die Größe des

Intervalls kann dabei erheblich variieren: Während die Steuerung verfahrenstechnischer Anlagen noch bei einer Reaktionszeit von mehreren Minuten als echtzeitfähig gilt, muss das Antiblockiersystem im Auto innerhalb einer Millisekunde reagieren.

„In Echtzeitsystemen spielt es keine Rolle, wann genau etwas geschieht“, sagt Richard Mayr. „Solange die Ereignisse in den definierten Zeiträumen liegen, ist alles in Ordnung.“ Bei der Entwicklung seiner Verifikationsmethoden abstrahiert Mayr deshalb von „unendlich vielen“ Zeitpunkten zu „endlich vielen“ Intervallen. „Dabei gehen zwar Daten verloren, aber man bekommt wichtige Informationen.“ Welche Informationen von Interesse sind, muss der Forscher definieren, bevor er die Modelle mathematisch berechnet. Denn ob Eigenschaften kritisch sind oder nicht, hängt von der jeweiligen Anwendung ab.

Inzwischen arbeitet Richard Mayr als Lecturer in Computer Science an der University of Edinburgh, Schottland.



*Sicherheit durch Computer:  
Bei einem Unfall ermittelt  
ein Steuersystem die Art  
und Wucht des Aufpralls  
und entscheidet darüber,  
ob der Airbag aufgeblasen  
wird oder nicht.*

# Dr. Richard Mayr

Informatiker



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1989</b>	Abitur	Landsberg am Lech	
<b>1994</b>	Diplom	TU München	Konfluenz bei Termersetzungssystemen auf $\lambda$ -Termen
<b>1998</b>	Promotion	TU München	Decidability and Complexity of Model Checking Problems for Infinite-State-Systems
<b>1999</b>	Postdoktorand	University of Edinburgh	Complexity of checking semantic equivalences
<b>2000</b>	Postdoktorand	Université Paris 7	Lossy FIFO-channel systems bzw. Timed Petri nets

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>1999 – 2000</b>	Postdoktoranden-Stipendium des DAAD
<b>2000 – 2001</b>	Postdoktoranden-Stipendium der DFG

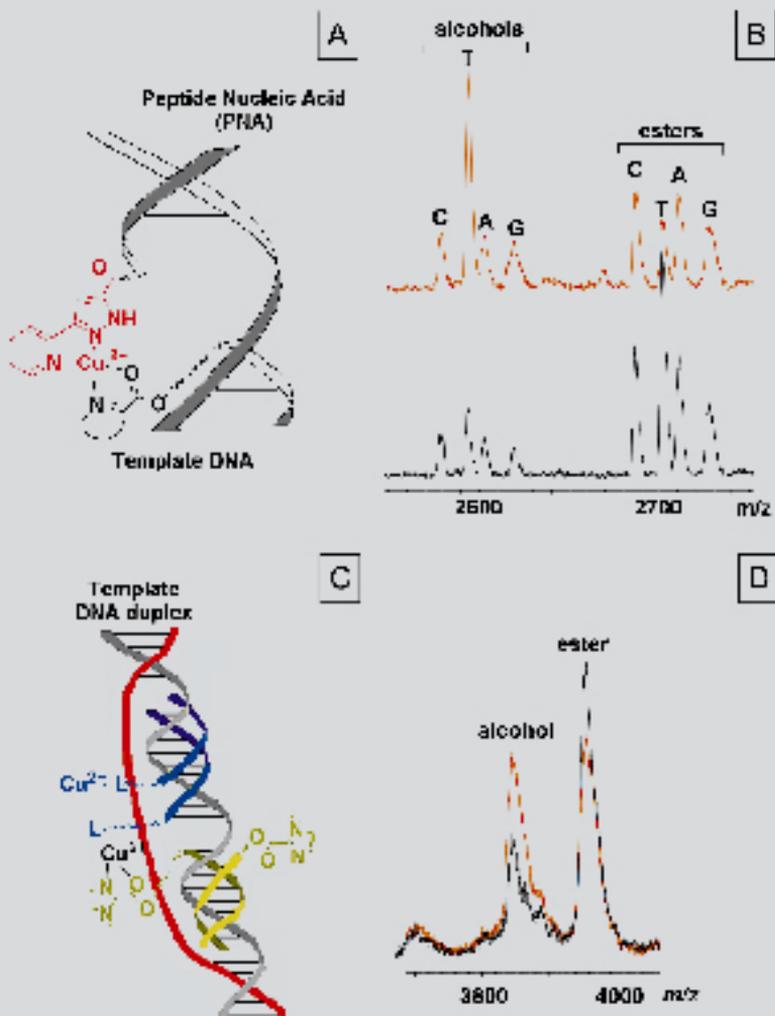
## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

R. Mayr Undecidable problems in unreliable computations. <i>Theoretical Computer Science</i> 297 (1-3), 2003.
R. Mayr Undecidability of Weak Bisimulation Equivalence for 1-Counter Processes. <i>Proc. Int. Colloquium on Automata, Languages and Programming, 2003.</i>
J. Esparza, A. Kucera and R. Mayr Model Checking Probabilistic Pushdown Automata. <i>Logical Methods in Computer Science. LMCS-2(1:2)2006.</i>
P.A. Abdulla, P. Mahata and R. Mayr Dense-Timed Petri Nets: Checking Zenoness, Token liveness and Boundedness. <i>Logical Methods in Computer Science. LMCS-3(1:1)2007.</i>
P.A. Abdulla, N.B. Henda and R. Mayr Decisive Markov Chains. <i>Logical Methods in Computer Science. LMCS-3(4:7)2007.</i>

## Position 2008

Wissenschaftler am Institut für Informatik der University of Edinburgh, Schottland

Konzept einer sequenzspezifischen und sensitiven Methode zur Detektion einzel- und doppelsträngiger DNA:  
 A) Cu(II)-Komplex, gebildet an einem einzelsträngigen DNA-Template  
 B) Beobachtung einer durch einzelsträngige Nukleinsäure induzierten Hydrolysereaktion  
 C) Cu(II)-Komplex, gebildet an einem doppelsträngigen DNA-Template  
 D) Beobachtung einer durch doppelsträngige Nukleinsäure induzierten Hydrolysereaktion





## Schnelle Reaktionen – exakte Analysen

**ANDRIY MOKHIR** entwickelt Methoden zur Verbesserung der DNA-Analyse.

Woher kommt das Neue? Wie entsteht es und unter welchen Bedingungen sind Innovationen erfolgreich? Mit diesen Fragen beschäftigen sich Natur- und Geisteswissenschaften schon seit Jahrhunderten. Allerdings mit völlig unterschiedlichen Erwartungen und Erfolgen.

In der einen Forschungstradition spielt der Verweis auf geniale Künstler und charismatische Führerpersönlichkeiten eine zentrale Rolle, um neue kulturelle Ausdrucksformen oder gesellschaftlichen Wandel zu erklären. Viel zu komplex hingegen ist die soziale Welt handelnder Individuen, um beispielsweise eine zuverlässige Prognose über die weitere Entwicklung der Weltreligionen, der politischen Entwicklung im Orient, der europäischen Verfassung oder auch nur eines neuen Produkts auf dem Markt abgeben zu können.

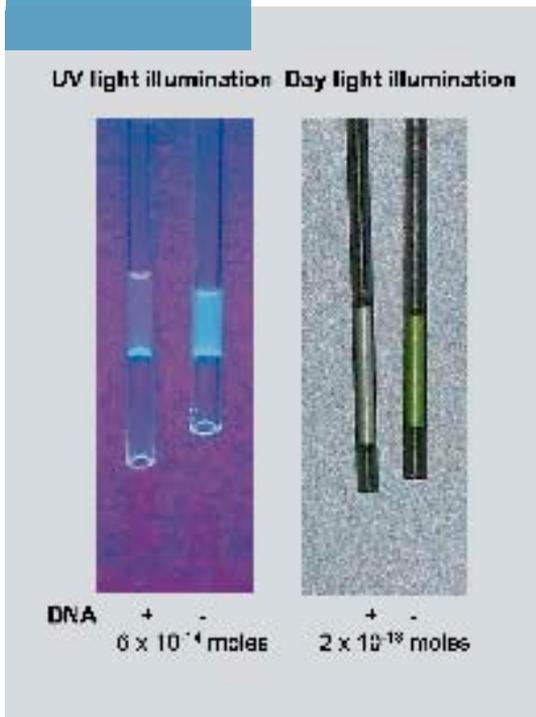
Leichter haben es da schon die Naturwissenschaften: Auf der Suche nach neuen Stoffen verbinden sie bekannte Moleküle miteinander und schaffen damit nach Belieben völlig neue Substanzen. Freilich, ganz so einfach ist es auch wieder nicht, denn die Natur ist mitunter etwas widerspenstig. Zum einen lassen sich bei weitem nicht alle Stoffe so einfach herstellen, wie wir das gerne hätten – der uralte Wunsch, Gold zu machen, wird wohl für immer ein Traum bleiben. Zum anderen sind die Reaktionen bei der Synthese keineswegs immer unproblematisch und auch nicht immer leicht kontrollierbar.

Dennoch wurden in den vergangenen Jahren erhebliche Fortschritte bei der Herstellung neuer Stoffe gemacht. Eine bedeutende Rolle dabei spielte die Erforschung der Desoxyribonukleinsäure (DNS) an der Schnittstelle zwischen Biologie und Chemie. Die Nukleinsäure – im wissenschaftlichen Sprachgebrauch ist eher die englische Abkürzung DNA für deoxyribonucleic acid gebräuchlich – kommt in allen Organismen vor. Sie ist der Träger sämtlicher Erbinformationen. Diese Eigenschaft ist weithin bekannt, nicht zuletzt durch den enormen Erfolg von Steven Spielbergs Film Jurassic Park. Viel weniger bekannt hingegen ist eine andere, nicht minder spektakuläre Eigenschaft der DNA: Sie spielt bei der gezielten Herstellung neuer Moleküle mit definierten Charakteristika eine ganz wesentliche Rolle. Darunter verstehen die Wissenschaftler erwünschte Eigenschaften, die sie vor der Synthese festlegen und die sie beliebig oft reproduzieren können.

DNA kann die Bildung neuer chemischer Substanzen erleichtern, indem sie als Vorlage – oder im gebräuchlichen englischen Vokabular „Template“ – eingesetzt wird. In diesem Fall sind die Reagenzien bekannte Moleküle, die an die Enden kurzer Oligonukleotide angehängt sind. In Abwesenheit des DNA-Templates in der verdünnten Lösung ist die chemische Reaktion der Reagenzien sehr langsam. Im Gegensatz dazu sind in Anwesenheit der DNA die Moleküle, die miteinander reagieren sollen, so am Template angeordnet, dass die Interaktion erleichtert wird und die Reaktion effizient ablaufen kann. Die dabei entstehenden neuen Komponenten können in vielen Bereichen genutzt werden. So können beispielsweise Nanomaterialien hergestellt, neue Medikamente erforscht und Untersuchungsmethoden zur DNA-Bestimmung entwickelt werden.

Reaktionen, die auf DNA-Templates basieren, sind in der Regel allerdings sogenannte stöchiometrische Prozesse. Das bedeutet, dass pro Einheit des DNA-Templates nur eine Einheit des angestrebten Produkts gebildet wird. Es liegt auf der Hand, dass ein derartiges Vorgehen nicht sehr effizient ist. An der Lösung dieses Problems arbeiten Dr. Andriy Mokhir und die Mitglieder seiner Arbeitsgruppe am Anorganisch-Chemischen Institut der Universität Heidelberg. Hier erforschen sie insbesondere die chemischen Prozesse, die durch DNA-Templates katalysiert werden, d.h. deren Reaktionsgeschwindigkeit durch die Anwesenheit von DNA-Templates erhöht wird. Derzeit können auf diese Weise in dem ertragreichsten Prozess über 6000 Moleküle eines Produkts pro Molekül DNA-Template erzeugt werden. Dr. Mokhir wendet diese Reaktionen für die Entwicklung eines sensitiven und sequenzspezifischen Nachweises natürlicher Nukleinsäuren sowohl *in vitro* als auch *in vivo* an.

*Dieser Bloße-Augen-Nachweis von Nukleinsäuren wurde in der Arbeitsgruppe von Dr. Mokhir entwickelt.*



# Dr. Andriy Mokhir

Chemiker



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1990</b>	Abitur	Nejin, Ukraine	
<b>1995</b>	Diplom	Kiev Shevchenko Universität, Ukraine	Structural and coordination properties of novel cyanoxyme ligands
<b>1997</b>	Promotion	Kiev Shevchenko Universität, Ukraine	Novel analogs of althiomycin as metal binding ligands
<b>1999</b>	Postdoktorand	North Dakota State University (Fargo), USA	Synthese und strukturelle Charakterisierung von nichtsymmetrischen Porphyrinen und ihren Metallkomplexen
<b>2001</b>	Postdoktorand	Tufts University (Boston), USA	Kombinatorische Synthese von modifizierten Oligonukleotiden. Betreuung eines MALDI-TOF-Massenspektrometers

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>1996 &amp; 1997</b>	Promotionsstipendium der „International Science Foundation“		
<b>2005</b>	Emmy Noether-Stipendiat (DFG)		

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Rotaru, A.; Mokhir, A. „Caged“ nucleic acid binders, which can be activated by light of selectable wavelength. <i>Angewandte Chemie</i> (2007), 119(32), 6293-6296.
Kovács, J.; Rödler, T.; Mokhir, A. Chemodosimeter for CuII detection based on cyclic peptide nucleic acids. <i>Angewandte Chemie</i> (2006), 118(46), 7979-7981.
Kiel, A.; Kovacs, J.; Mokhir, A.; Kraemer, R.; Herten, D.-P. Einzelmolekülfluoreszenzspektroskopische Beobachtung der Bildung und des Zerfalls individueller Metallkomplexe. <i>Angewandte Chemie</i> (2007), 119(18), 3427-3430.
Boll, I.; Jentzsch, E.; Kraemer, R.; Mokhir, A. Metal complex catalysis on a double stranded DNA template. <i>Chemical Communications</i> (2006), 3447-3449.
Boll, I.; Kraemer, R.; Brunner, J.; Mokhir, A. Templated Metal Catalysis for Single Nucleotide Specific DNA Sequence Detection. <i>Journal of the American Chemical Society</i> (2005), 127(21), 7849-7856.

## Position 2008

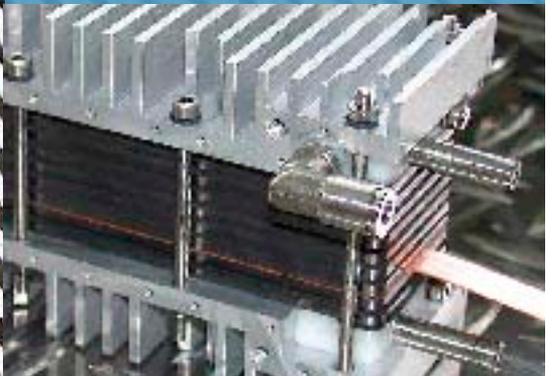
Habilitand am Anorganisch-Chemischen Institut der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

*Unterschiedliche Skalen eines  
Brennstoffzellensystems  
Quelle: Fraunhofer ISE,  
Freiburg und Fraunhofer  
ITWM, Kaiserslautern*

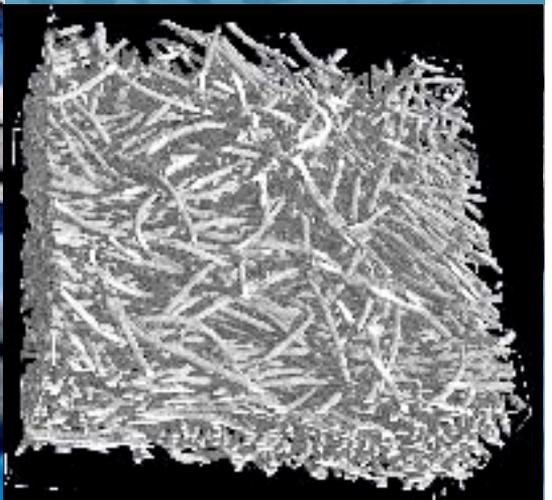
*Bipolarplatte einer Brennstoffzelle (Fraunhofer ISE, Freiburg)*



*Brennstoffzellensystem (Fraunhofer ISE, Freiburg)*



*Brennstoffzellenstapel (Fraunhofer ISE, Freiburg)*



*Detailaufnahme einer Gasdiffusionsschicht  
(Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern)*



# Die Energie der Zukunft

## **MARIO OHLBERGER** simuliert Strömungsverhältnisse in PEM-Brennstoffzellen.

Brennstoffzellen sind die Energieerzeuger der Zukunft. Sie arbeiten so gut wie emissionsfrei und sind sehr klimafreundlich. U-Boote werden damit schon angetrieben und auch die Automobilindustrie hat das Potenzial der galvanischen Powerkammern längst erkannt. Mittlerweile gibt es sogar Angebote für private Haushalte. Der theoretische Wirkungsgrad von Brennstoffzellen liegt im Prinzip bei 100 Prozent, weil sie chemische Reaktionsenergie direkt in Elektrizität umwandeln – ganz ohne Zwischenschritte.

Die einfachste Version einer Brennstoffzelle ist der Polymer-Elektrolyt-Membran-Aufbau. Eine PEM-Brennstoffzelle braucht Wasserstoff, Sauerstoff, eine Elektrode mit Anode und Kathode, einen Elektrolyten sowie eine Ionen-Membran, die nur für Protonen durchlässig ist. „Die Crux mit den Brennstoffzellen ist allerdings, dass die theoretisch mögliche Ausbeute in der Praxis noch längst nicht erreicht wird“, sagt Mario Ohlberger. Der elektrische Wirkungsgrad von PEM-Zellen liegt in der Praxis bei 65 Prozent, theoretisch sind bis zu 85 Prozent möglich. „Das erfordert allerdings eine entsprechend optimierte Bauweise“, erläutert der Mathematiker. Die chemisch-physikalischen Verhältnisse in der Brennstoffzelle müssen dafür genau bekannt sein. „Hierzu müssten in jahrelangen Untersuchungen aber erst die unterschiedlichsten Material- und Designparameter experimentell durchgeprüft werden“, so Ohlberger.

Zu viele Fragen sind hier noch offen: Wie porös müssen die Elektroden sein, damit die elektrochemische Umsetzung an den vergrößerten Oberflächen am besten funktioniert? Welche Membrandicke und -beschaffenheit sorgt für eine hohe Stabilität bei einer ausreichenden Ionen-Durchlässigkeit? Wie groß sollten die eingefrästen Gaskanäle in den Graphitplatten sein, durch die die Brenn- und Oxidationsgase am besten in die Kammern eingeleitet werden und in die Elektrolytflüssigkeit diffundieren können?

Auch Mario Ohlberger beschäftigen solche Fragen. Doch sein Zugang ist nicht das physikalische Experiment, sondern das mathematische Modell zur numerischen Simulation. In der Abteilung für Angewandte Mathematik der Universität Freiburg hat er an der Entwicklung und Analyse sogenannter Mehrskalenalgorithmen gearbeitet, die in der Lage sind, die Strömungsverhältnisse in komplexen Geometrien, wie etwa bei der PEM-Brennstoffzelle, am Computer nachvollziehbar zu machen.

Die Simulation von Gas-Wasser-Strömungen in Brennstoffzellen ist äußerst komplex. „Wir brauchen hierzu sogenannte Mehrphasen-Strömungsmodelle, die Transport- und Bewegungsprozesse in flüssig-gasförmigen Medien näherungsweise berechnen können“, erklärt Ohlberger. Doch das ist nicht immer ganz einfach, denn teilweise diffundieren Gasmoleküle in die Flüssigkeit, teilweise werden sie aber auch mit der Flüssigkeit im konvektiven Stofftransport mitgerissen wie ein Tintenlecks auf Wasser.

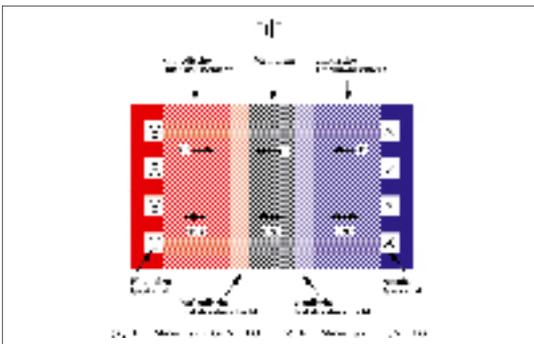
Mathematisch werden solche „Zweiphasen-Mehrkomponenten-Strömungen“ in partiellen Differentialgleichungen zum Ausdruck gebracht. „Eine detaillierte Modellierung solcher komplexen physikalischen Vorgänge verlangt eine äußerst komplexe Simulationsgeometrie und extrem viel Rechenzeit“, erklärt der Wissenschaftler. Die Lösung dieses Problems gelang Mario Ohlberger im Rahmen seines von der Landesstiftung Baden-Württemberg finanzierten Postdoc-Projektes an der Universität Freiburg. „Ich habe dieses Thema zum Schwerpunkt meiner Forschung gemacht und damit wohl auch den Grundstein dafür legen können, dass ich im April 2007 auf die Professur für Numerische und Angewandte Mathematik an die Universität Münster berufen wurde“, erzählt Ohlberger.

Ohlbergers adaptiver Mehrskalenalgorithmus kann je nach Betrachtungsebene unterschiedliche Informationstiefen berücksichtigen und damit Datenspeicher entlasten. Die Idee dahinter: Bei einer Simulation sind nicht alle physikalischen Messwerte von Interesse. „Eigentlich genügen uns die Mittelwerte“, so der Mathematiker. Die detaillierten Vorgänge interessieren nur in den Poren. Hier braucht man die mikroskopische physikalische Beschreibung. „Aber wenn wir die Gesamtvorgänge in den Zellen auf der Makroebene betrachten, brauchen wir die Beobachtungen auf der Mikroebene nicht“, erklärt Ohlberger. „Uns interessiert hier nur das makroskopische Verhalten, das Grundprinzip.“

Zur Erfassung und Berechnung der Gas-Flüssigkeits-Strömungen wird also auf der Mikro- und der Makroebene auf unterschiedliche Skalen zurückgegriffen. Adaptive

Mehrskalenalgorithmen sind in der Lage, bei einer vorgegebenen Fehlertoleranz diejenigen lokalen Skalen zu ermitteln, die zur Simulation der Vorgänge an den entsprechenden Orten der Brennstoffzelle ausreichen. Mit diesen lokal unterschiedlichen Skalen lassen sich die Strömungsvorgänge in der Brennstoffzelle nicht nur angemessen genau, sondern auch äußerst speicherschonend berechnen.

„Die wissenschaftliche Bearbeitung eines solchen Problems an der Schnittstelle zwischen Physik, Informatik, Maschinenbau und Mathematik ist ungeheuer faszinierend“, sagt Mario Ohlberger. „Sie verbindet konkrete Probleme aus der Praxis mit hochabstrakten Theorien aus der Mathematik.“ Wie gut sein mathematisches Modell bei der Simulation von Strömungsverhältnissen in Brennstoffzellen tatsächlich ist, muss die Realität zeigen. Hierzu unterhält der Professor für numerische und angewandte Mathematik zahlreiche Kooperationen die durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert werden – mit dem Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE), der Freudenberg-Unternehmensgruppe sowie der Proton Motor Fuel Cell GmbH. Ohlberger: „Den empirischen Beweis für die Richtigkeit meines Modellalgorithmus liefert letztlich wieder das physikalische Experiment. Und so schließt sich der Kreis zwischen Theorie und Praxis.“



**Aufbau und Funktionsweise einer PEM-Brennstoffzelle:**

Die Zelle besteht aus zwei elektrolytgefüllten Kammerhälften, die durch eine Polymer-Membran voneinander getrennt sind. Auf der Seite, wo sich die Anode (+) befindet, wird Wasserstoff oder ein H<sub>2</sub>-Lieferant (wie Methanol) in die Zellenkammer eingeleitet, auf der Seite mit der Kathode (-) der Sauerstoff. Beim Kontakt mit der positiv geladenen Anode gibt der Wasserstoff seine Elektronen ab und wandert als Proton durch die Membran auf die andere Seite der Zelle. Die Elektronen machen sich gleichzeitig auf den Weg zum anderen Ende der Elektrode und springen dort an der Kathode auf die Sauerstoffmoleküle über, die jetzt als negativ geladene Kationen die Nähe zu den positiv geladenen Wasserstoffprotonen suchen. Aus den unterschiedlich geladenen Wasserstoff- und Sauerstoffionen wird Wasser – gemäß der Formel:  $4 H^+ + 2 O^{2-} = 2 H_2O$ . Wenn die Elektronen vom Wasserstoff durch die Elektrode zum Sauerstoff wandern, fließt Gleichstrom. Umgewandelt durch einen Wechselrichter kann der so entstandene Wechselstrom nun gesammelt oder gleich verbraucht werden.

# Prof. Dr. Mario Ohlberger

Mathematiker



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1990</b>	Abitur	Simmern	
<b>1997</b>	Diplom	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg	Konvergenz eines Gemischte Finite Elemente – Finite Volumen Verfahrens für den Zweiphasenfluss in porösen Medien
<b>2001</b>	Promotion	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg	A posteriori error estimates and adaptive methods for convection dominated transport processes

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>1994</b>	Landeslehrpreis als Mitglied der Tutorengruppe Mathematik
<b>2001</b>	Ferdinand-von-Lindemann-Preis (Universität Freiburg)

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

M. Ohlberger  
A posteriori error estimates for the heterogeneous multiscale finite element method for elliptic homogenization problems. *Multiscale Modeling and Simulation*.  
*A SIAM Interdisciplinary Journal* 4 (2005) 1, 88 – 114.

A. Dedner, C. Makridakis, M. Ohlberger  
Error control for a class of Runge Kutta Discontinuous Galerkin methods for nonlinear conservation laws.  
*SIAM J. Numer. Anal.*, 45 (2007) 2, 514-538.

R. Klöforn, D. Kröner, M. Ohlberger  
Parallel and adaptive simulation of fuel cells in 3D. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Russian-German Advanced Research Workshop on Computational Science and High Performance Computing.  
July 23-27, 2007, Novosibirsk, Russia.

K. Steinkamp, J. Schumacher, F. Goldsmith, M. Ohlberger, C. Ziegler  
A non-isothermal PEM fuel cell model including two water transport mechanisms in the membrane.  
*Journal of Fuel Cell Science and Technology*, 2008.

P. Bastian, M. Blatt, A. Dedner, C. Engwer, R. Klöforn, R. Kornhuber, M. Ohlberger, O. Sander.  
A Generic Grid Interface for Parallel and Adaptive Scientific Computing. Part II: Implementation and Tests in DUNE.  
*Computing* 82 (2008), 121-138.

## Position 2008

Professor am Institut für Numerische und Angewandte Mathematik der Universität Münster



Nur unsere Schüler, Eltern  
und Lehrkräfte dürfen das  
Schulgelände betreten.

Hunde müssen draußen bleiben!

Die Schulleitung



## No future? Von wegen!

**HEINZ REINDERS** untersucht die Entwicklungsnormen Jugendlicher und zeigt, dass klassische Werte wie Zukunftsplanung, Fairness und Sparsamkeit „in“ sind.

Jugendliche haben nur Vergnügen im Kopf und kennen weder Verantwortung noch Pflichten. Ihre Karriere ist ihnen egal; wer lernt, gilt als Streber. Coolness und Stärke sind die wichtigsten Tugenden – und wer Geld hat, gibt es mit vollen Händen aus. Kurz: Ein Blick auf die jungen Menschen von heute zeigt, dass es bergab geht mit unserem Land. Oder etwa nicht?

Heinz Reinders wollte es genauer wissen. Im Rahmen des von der Landesstiftung Baden-Württemberg finanzierten Projektes „Jugend. Werte. Zukunft!“ hat der zum damaligen Zeitpunkt an der Universität Mannheim forschende Erziehungswissenschaftler die Entstehung und Bedeutung von Entwicklungsnormen im Jugendalter untersucht. Zu diesem Zweck führte Reinders eine Befragung von insgesamt 1200 Mädchen und Jungen der Klassenstufen sieben bis neun an Haupt- und Realschulen sowie Gymnasien im Rhein-Neckar-Raum durch. Im Mittelpunkt des Forschungsinteresses standen Einstellungen zu Schule und Beruf, Zukunftsorientierung, Sozial- und Konsumverhalten. „Entwicklungspsychologisch werden solche Normen in der Adoleszenz als wichtige Leitlinien dafür betrachtet, den Übergang in den Erwachsenenstatus erfolgreich zu absolvieren“, erklärt Reinders. „Es wird davon ausgegangen, dass Werte sowohl von den Eltern als auch von Freunden an die Jugendlichen herangetragen werden und die Heranwachsenden je nach Relevanz ihrer Bezugsgruppe eine Auswahl der für sie gültigen Entwicklungsnormen treffen.“

Die Ergebnisse der qualitativen Interview- und quantitativen Fragebogenstudie überraschten selbst die Wissenschaftler des Mannheimer Lehrstuhls für Erziehungswissenschaft. Bestätigten sie doch nicht einmal ansatzweise die gängigen gesellschaftlichen Vorurteile über diese Altersgruppe. „Die Auswertung der Befragung zeigte, dass die Jugendlichen heute überwiegend nach klassischen Werten streben: Sie planen ihre Zukunft, sie nehmen die Vorbereitung auf ihr Berufsleben sehr ernst, sie messen fairem Verhalten untereinander eine hohe Bedeutung bei und erachten Sparsamkeit als Tugend“, fasst Heinz Reinders die zentralen Befragungsergebnisse zusammen.

Dabei hat die Studie ans Licht gebracht, dass bezogen auf Wertvorstellungen Jugendliche weder so rebellisch noch so orientierungslos sind wie häufig dargestellt. Knapp 80 Prozent der befragten Schüler geben an, genau zu wissen, welche Werte ihnen im Leben wichtig sind. Die „Vorbereitung auf den späteren Beruf“ steht an erster Stelle, gefolgt von „fairem und verantwortungsvollem Verhalten“. Auf Platz drei der Werteskala liegt „Sparsamkeit und der vernünftige Umgang mit Geld“. „Wir können nicht feststellen, dass die heutige Jugend sich von den Werten der älteren Generation abwendet. Die Jugendlichen orientieren sich an klassischen Wertvorstellungen, auch wenn deren Umsetzung im Alltag nicht immer einfach ist“, sagt Heinz Reinders.

Die heutige Jugend ist keine „No-Future“-Generation. Vier von fünf Befragten gaben an, die Vorbereitung auf die Zukunft ernst oder sehr ernst zu nehmen und das Gefühl zu haben, die Zukunft auch planen zu können. Fast ebenso viele Mädchen und Jungen finden es wichtig bzw. sehr wichtig zu wissen, was man im Alter von 40 Jahren erreichen will. Dieses Interesse an der eigenen Zukunft zeigt sich vor allem daran, welchen Stellenwert dem Lernen in der Schule beigemessen wird: 93,4 Prozent der befragten Jugendlichen stimmten der Aussage zu, dass es wichtig ist, sich durch schulisches Lernen auf den späteren Beruf vorzubereiten.

Die Studie widerspricht dem allgemeinen Bild, das die heutige Jugend als rücksichtslos, egoistisch und wenig sozial darstellt. Knapp 90 Prozent der Schüler geben an, dass es ihnen wichtig oder sogar sehr wichtig ist, sich fair gegenüber anderen Menschen zu verhalten und Konflikte friedlich zu lösen. „Gewalt an Schulen mag ein Problem sein, aber es wird von den Medien häufig übertrieben dargestellt“, sagt Reinders. „Wir dürfen nicht den Fehler machen, die Gruppe der Jugendlichen über Extreme zu definieren und die Mehrzahl damit zu stigmatisieren. Neun von zehn Jugendlichen haben einen besten Freund. Den haben sie doch nicht, weil sie sich gegenseitig verprügeln.“ Auch wenn etwa ein Drittel der Jugendlichen im Alltag Schwierigkeiten hat, sich immer fair gegenüber anderen zu verhalten, so geben doch zwei Drittel an, das ihnen ein fairer Umgang mit anderen Menschen in der Regel gelingt.

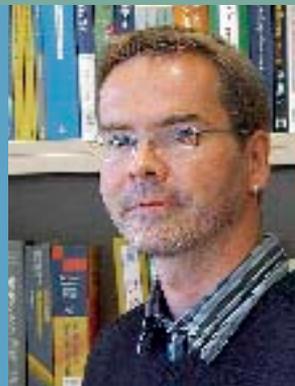
Wirklich überrascht hat den Wissenschaftler aber die Erkenntnis, dass der Einfluss der Familie auf die Entwicklung der Jugendlichen geringer ist als bisher angenommen. Denn die Ergebnisse der Studie zeigen, dass soziales Verhalten weniger von den Eltern als vielmehr von Gleichaltrigen gelernt wird. „Natürlich ist den Eltern das Verhalten ihrer Kinder wichtig. Ob sich die Jugendlichen jedoch tatsächlich fair verhalten, hängt stärker mit den Erwartungen ihrer Freunde zusammen“, so Reinders. Konkret bedeutet das: Je mehr die Freunde Wert auf Fairness und Gleichberechtigung legen, umso sozialer verhalten sich die Jugendlichen auch im Alltag.

Mit der Studie leistet Heinz Reinders einen wichtigen Beitrag zum besseren Verständnis der Wertorientierung Jugendlicher in Deutschland. Dabei geht es keinesfalls nur um theoretische Aussagen. Wirksame sozial- und bildungspolitische Maßnahmen beispielsweise können nur auf einer fundierten Wissensbasis getroffen werden. Inzwischen ist Heinz Reinders einem Ruf an die Universität Würzburg gefolgt und arbeitet dort als Professor für Empirische Bildungsforschung.



# Prof. Dr. Heinz Reinders

Erziehungswissenschaftler



Studium und wissenschaftlicher Werdegang			
1991	Abitur	Neuenhaus	
1998	Diplom	Freie Universität Berlin	Familienbilder bei Berliner Eltern und Kindern
2001	Promotion	Freie Universität Berlin	Politische Sozialisation Jugendlicher in der Nachwendezeit
2006	Postdoktorand	Universität Mannheim	Jugendtypen zwischen Bildung und Freizeit
2007	Gastprofessur	Université de Fribourg, CH	
Auszeichnungen / Stipendien			
1999	Promotionsstipendium des Landes Berlin		
2002	Nachwuchspreis für „Ausgezeichnete Arbeiten junger Erziehungswissenschaftler“ der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft		
2003/04	DAAD-Stipendium, Forschungsaufenthalt am Life Cycle Institute der Catholic University of America, Washington, D.C.		
Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)			
Jugendtypen zwischen Bildung und Freizeit. Theoretische Präzisierung und empirische Prüfung einer differenziellen Theorie der Adoleszenz. (Types of Adolescent Development) <i>Münster: Waxmann, 2007.</i>			
School-Based Required Community Service and Civic Development in Adolescents. <i>Applied Developmental Science, (2006) 10(01), 2-12. (gem. mit Youniss, J.)</i>			
Value Orientations and Action Conflicts in Students' Everyday Life: An Interview Study. <i>European Journal of Psychology of Education, 2005, 20 (03), 259-274. (gem. mit SCHMID, S., HOFER, M., DIETZ, F. &amp; FRIES, F.)</i>			
Diagnostik jugendlichen Kompetenzerwerbs durch außerschulische Aktivitäten (Measuring adolescent competence gain in extracurricular activities). <i>Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 10, Beiheft 08/2007, 71-86.</i>			
Der Einfluss perzipierter Entwicklungsnormen auf Entwicklungsziele Jugendlicher in Abhängigkeit der subjektiven Valenz von Eltern und Freunden (Impacts of Perceived Parental and Peer-Norms on Adolescents' Developmental Goals) . <i>Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisationsforschung, 2006, 26(04), 361-382.</i>			
Geschäftsführender Herausgeber der Fachzeitschrift „Diskurs Kindheits- und Jugendforschung“			
Position 2008			
W3-Professor für Empirische Bildungsforschung an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg			

*Die Schlupfwespe Venturia canescens bei der Parasitierung ihrer Wirtsraupe Ephestia kuehniella.*





# Schädlingsbekämpfung mit einer Schlupfwespe

**ANNETTE REINEKE** untersucht neue Möglichkeiten des biologischen Pflanzenschutzes.

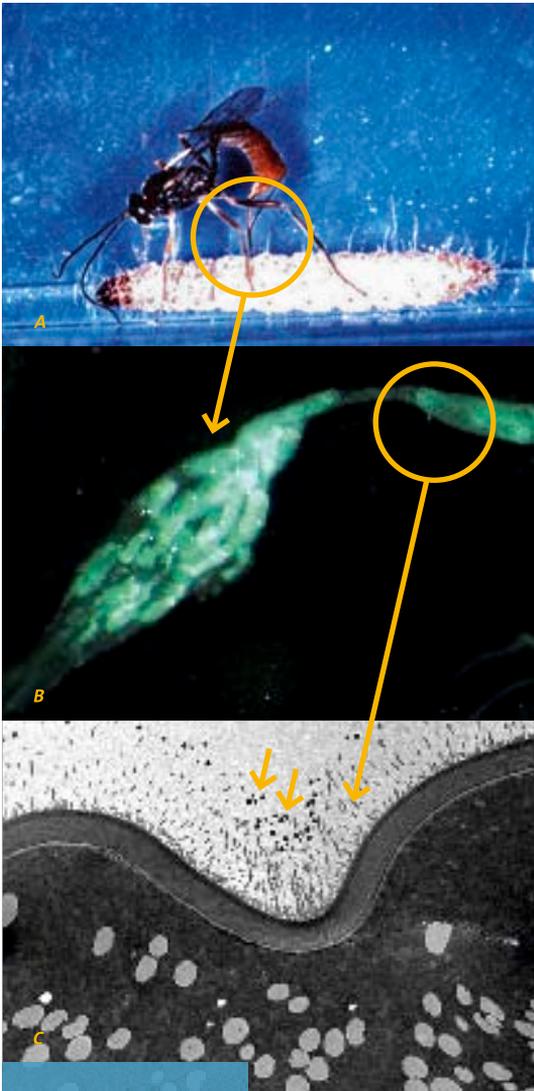
Das Leben als Insekt ist hart: Fressen und gefressen werden, darum geht es. Man muss stark sein, um zu überleben. Oder sich – manchmal sogar auf Kosten anderer – optimal an seine Umgebung anpassen. So wie beispielsweise die Schlupfwespe *Venturia canescens* und ihre Wirtsraupe, die Mehlmotte *Ephestia kuehniella*. Die beiden verbindet als Parasitoid und Wirt ein sehr enges Verhältnis, das allerdings nur einer von beiden überleben kann.

Schlupfwespen entwickeln sich aus Eiern, die im Inneren eines Wirtes, zum Beispiel in der Raupe eines Schmetterlings, abgelegt werden. Von außen ist davon nichts zu sehen, im Inneren der Raupe jedoch geht es ganz schön zur Sache: Bei der Entwicklung vom Ei zur erwachsenen Wespe wird die Schmetterlingsraupe von innen aufgefressen. Am Ende bleiben eine tote Hülle der Raupe und eine Wespenlarve übrig – gut für den Fortbestand der Schlupfwespe, schlecht für den des Schmetterlings. Von Bedeutung für eine erfolgreiche Entwicklung der Wespe sind hierbei ganz bestimmte Proteine.

Für Phytomediziner wie Annette Reineke ergibt sich daraus eine interessante Fragestellung: „Wir wollen wissen, was das für Proteine sind und welche Eigenschaften sie haben“, erläutert die Forscherin von der Universität Hohenheim. „Wenn wir sie charakterisieren können und ihre Genetik verstehen, dann könnten wir sie möglicherweise auch nachbauen und im Pflanzenschutz nutzen.“

Der Grund für dieses Interesse ist nicht ausschließlich akademischer Natur, sondern hat handfeste, auch wirtschaftliche Gründe. Denn viele Insekten – und hierzu gehören auch einige Schmetterlingsraupen – sind direkte Nahrungskonkurrenten des Menschen, da sie sich von Pflanzen und pflanzlichen Erzeugnissen ernähren. Deshalb werden Schlupfwespen in der Schädlingsbekämpfung eingesetzt, zahlreiche Firmen – mehrere davon auch in Deutschland – haben sich auf ihre Züchtung spezialisiert. Man kann die gezüchteten Insekten dort bestellen und im eigenen Gewächshaus oder auch im Freiland als natürliche Gegenspieler der Schadinsekten einsetzen. Die Wespen suchen sich einen Wirt, legen in ihm ihre Eier ab und beseitigen so die für das Pflanzenwachstum schädlichen Schmetterlingsraupen.

Der Trick, mit dem sie dabei die Abwehrmechanismen der Raupe überstehen, ist für die Schädlingsbekämpfung insgesamt interessant. Denn einige Schmetterlingsraupen haben mittlerweile auch gegen andere Pflanzenschutzmittel Abwehrmechanismen entwickelt, und das Vorgehen der Schlupfwespe könnte ein möglicher Weg sein, diese Abwehrmechanismen ins Leere laufen zu lassen. „Ein langfristiges Ziel ist es“, so Reineke, „die Proteine der Schlupfwespe als Hilfsstoffe in bestimmte Pflanzenschutzmittel zu integrieren. Denn dann dürften die Schädlinge die Gifte nicht mehr als solche erkennen, sie starten also keine Abwehrreaktion.“



Im Hinterleib der Schlupfwespe *V. canescens* befinden sich Ovarien, aus denen einzelne Eier mit Hilfe eines Legeapparates in die Wirtsraupe abgelegt werden (A, B). In den Ovarien werden die Eier mit virusähnlichen Partikeln (VLPs) beschichtet (B), die im Elektronenmikroskop (C) als dunkle Proteinpartikel auf der Eioberfläche sichtbar sind (Pfeile).

Um den Proteinen auf die Spur zu kommen, hat Annette Reineke die Reproduktionsorgane der Schlupfwespe untersucht, in denen die Eier gebildet werden. „Wir haben“, beschreibt sie ihr Vorgehen, „die Eier und die Proteine voneinander getrennt und die Aminosäuren der Wespenproteine bestimmt.“ Über den Abgleich mit entsprechenden Datenbanken – die bekannteste findet sich am National Center for Biotechnology Information (NCBI) in Bethesda, Maryland – lässt sich anschließend herausfinden, ob für einzelne Proteine bereits etwas über deren Funktionen bekannt ist. Mit Hilfe von Enzymtests kann man dann klären, ob diese Proteine bei der Schlupfwespe die gleichen Funktionen haben und welche Proteine auf welche Weise in den Stoffwechsel der Schmetterlingsraupe eingreifen. Dadurch lässt sich herausfinden, mit welchen Mitteln die Schlupfwespe die Abwehrmechanismen der Schmetterlingsraupe umgeht und wie man sich diese Mittel in der Schädlingsbekämpfung zunutze machen kann.

Die von der Landesstiftung unterstützten Forschungsarbeiten waren Bestandteil des Habilitationsvorhabens von Annette Reineke an der Universität Hohenheim. Nach Abschluss der Habilitation wechselte Reineke als Gruppenleiterin an das Max-Planck-Institut für Chemische Ökologie in Jena und leitete dort in der Abteilung Entomologie die Arbeitsgruppe Populationsgenetik. Inzwischen ist Reineke einem Ruf an die Fachhochschule Wiesbaden gefolgt und arbeitet dort zugleich als Professorin für Phytomedizin und als Fachgebietsleiterin für Phytomedizin an der Forschungsanstalt Geisenheim.

# Prof. Dr. Annette Reineke

Agrarwissenschaftlerin



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1987</b>	Abitur	Gevelsberg	
<b>1994</b>	Diplom	Universität Hohenheim	Isozym- und Proteinanalyse von <i>Beauveria brongniartii</i> (Sacc.) Petch zur Differenzierung von Stämmen unterschiedlicher Virulenz gegenüber Scarabeiden
<b>1998</b>	Promotion	Universität Hohenheim	Differenzierung von verschiedenen Populationen des Schwammspinners mit Hilfe molekularer Marker
<b>1999 – 2000</b>	Postdoktorandin	University of Adelaide, Australien, Department of Applied and Molecular Ecology	Genetische Variabilität und sympatrische Parasitierungsstrategien bei asexuellen Schlupfwespen-Populationen als Merkmal einer evolutionären Adaptation an den Wirt
<b>2001 – 2005</b>	Habilitation	Universität Hohenheim	Molecular basis of parasitoid-host-interactions analysed in the endoparasitic wasp <i>Venturia canescens</i> Gravenhorst (Hymenoptera: Ichneumonidae) and her lepidopteran host <i>Ephestia kuehniella</i> Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>2001</b>	Teilnahme am „Margarete von Wrangell-Habilitationsprogramm für Frauen des Landes Baden-Württemberg“ (Wissenschaftliche Angestellte am Institut für Phytomedizin der Universität Hohenheim)		
-------------	--	--	--

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Asser-Kaiser, S., Fritsch, E., Undorf-Spahn, K., Kienzle, J., Eberle, K.E., Gund, N.A., Reineke, A., Zebitz, C.P.W., Heckel, D.G., Huber, J., Jehle, J.A., 2007: Rapid emergence of baculovirus resistance in codling moth due to dominant, sex-linked inheritance. *Science* 317: 1916-1918.

Reineke, A., Asgari, S., Schmidt, O., 2006: Evolutionary origin of *Venturia canescens* virus-like particles. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 61: 123-133.

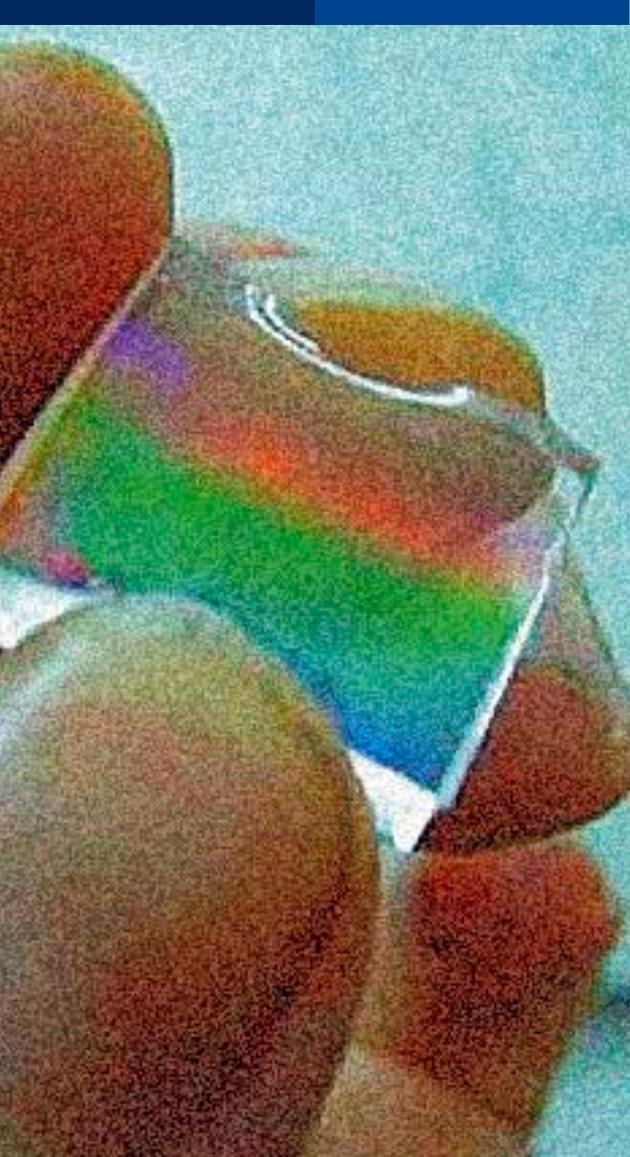
Reineke, A., 2005: Identification and expression of a small heat shock protein in two lines of the endoparasitic wasp *Venturia canescens*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 141: 60-69.

Reineke, A., Asgari, S., 2005: Presence of a novel small RNA-containing virus in a laboratory culture of the endoparasitic wasp *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Journal of Insect Physiology* 51: 127-135.

Reineke, A., Schmidt, O., Zebitz, C.P.W., 2003: Differential gene expression in two strains of the endoparasitic wasp *Venturia canescens* identified by cDNA-AFLP analysis. *Molecular Ecology* 12: 3485-3492.

## Position 2008

Leiterin des Fachgebiets Phytomedizin an der Forschungsanstalt Geisenheim und Professorin an der Fachhochschule Wiesbaden



*Links: Dieses Silicongummi besteht aus einem einzigen Riesenmolekül, das aus verknüpften Polymerketten aufgebaut ist. Rechts: Konstruktionszeichnung für das von der Landesstiftung finanzierte konfokale Mikroskop (G. Modesti, 2003).*

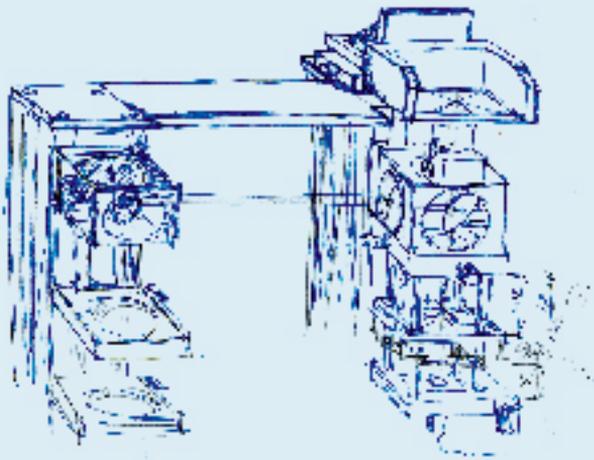


## Mehr als nur Götterspeise

**KAY SAALWÄCHTER** erforscht die molekulare Struktur von Polymernetzwerken.

Kay Saalwächter hat es geschafft. Der Chemiker ist seit 2005 Professor für experimentelle Physik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Sein Steckpferd: die physikalisch orientierte Polymerforschung. Sein Forschungsinteresse gilt vor allem der Struktur und Dynamik von Polymeren und Flüssigkristallen. „Ich betreibe Grundlagenforschung“, sagt Saalwächter. „Für mich steht das Material als solches im Vordergrund, weniger seine potenzielle Anwendung.“

Wenn der Naturwissenschaftler die Beschaffenheit von Elastomeren (also makromolekularen Netzwerken) wie Gummi untersucht, dann geht es ihm letztlich um den Zusammenhang zwischen molekularer Struktur und Materialeigenschaft. Die Welt der Polymerforschung ist für ihn noch immer ein rätselhaftes Feld mit vielen Unbekannten. „Die Herausforderung besteht für mich vor allem darin, kritisch zu bleiben“, so Saalwächter. Gerade auch gegenüber scheinbar etablierten Theorien, die sich bei näherem Hinsehen in der Praxis nicht wirklich quantitativ bewährt haben.



Eine wissenschaftliche „Kampfansage“ in bester Popperscher Tradition war auch sein von der Landesstiftung Baden-Württemberg unterstütztes Forschungsprojekt am Institut für Makromolekulare Chemie der Universität Freiburg. Der etwas sperrige Titel „Einfluss der Mikrostruktur gequollener Netzwerke auf

die Ordnung der Netzketten und die Diffusion im Netzwerk“ verrät noch nichts über die offensive Stoßrichtung des Projektes. Gegenstand einer aktuellen wissenschaftlichen Auseinandersetzung ist die klassische „Flory-Rehner-Theorie“ zum Quellverhalten von Polymeren. Unter „Quellung“ versteht man hier die Aufnahme von Lösungsmitteln. „Die Theorie geht davon aus, dass man aus dem Quellungsmaximum Rückschlüsse ziehen kann auf die Vernetzungsdichte, also auf die molekulare Struktur des Gummis“, erklärt der Physikochemiker. Flory und Rehner postulierten, dass sich bei Quellung die Netzkettenmatrix affin, also homogen deformiert. Auf dieser Homogenitätsannahme beruht die allseits angewandte Standardmethode zur Strukturbestimmung von Elastomeren, und eben diese wird von Saalwächter und inzwischen immer mehr Kollegen in Frage gestellt.

„Wir glauben vielmehr, dass es bei der Aufnahme von Lösungsmitteln durch Polymere stark gequollene und weniger stark gequollene Bereiche in unmittelbarer Nähe zueinander gibt“, erklärt der damalige Forschungsgruppenleiter. „Wenn wir hierfür weitere experimentelle Nachweise liefern würden, wäre dies der Anstoß zu einer zeitgemäßen Revision dieser – zu ihrer Zeit überaus erfolgreichen – affinen Netzwerktheorie und vieler darauf basierender Ansätze.“ Doch hierfür brauchte man neben viel Zeit und Geld auch technisch äußerst anspruchsvolle Apparaturen und entsprechende Methoden zur genauen Messung der Dynamik von Netzketten und von Diffusionsprozessen, also Bewegungen von Fremdmolekülen in molekularen Netzwerkstrukturen. Und diese gab es so noch nicht; sie mussten erst entwickelt werden. „Ohne die entsprechenden wissenschaftlichen Vorarbeiten in Form von Publikationen wäre es für mich als unbeschriebenes Blatt bei der DFG äußerst schwierig gewesen, ausreichend Forschungsmittel zu bekommen“, beschreibt Saalwächter seine damalige Situation. „Mit dem Eliteförderprogramm der Landesstiftung Baden-Württemberg konnte dieses ehrgeizige Projekt schließlich zügig und recht unbürokratisch in Angriff genommen werden.“

Ziel des Projektes war es, zuverlässige experimentelle Nachweise von Quellungs-heterogenitäten zu führen. Saalwächter entschied sich für eine doppelte Stoßrichtung: Erstens galt es mit Hilfe neu zu entwickelnder Methoden der Festkörper-Kernmagnetresonanz-Spektroskopie (FK-NMR) aufzudecken, welche Veränderungen sich bei der Quellung im Ordnungszustand der einzelnen Netzketten ergaben und ob diese Veränderungen eher auf Basis eines heterogenen denn eines homogenen Szenarios erklärt werden könnten. Zweitens sollte ein konfokales Mikroskop zur Flu-

oreszenzkorrelationsspektroskopie (FCS) gebaut werden, mit dem die Diffusion von fluoreszierenden Sondenmolekülen in polymeren Stoffen orts aufgelöst gemessen werden konnte. „Ich erhoffte mir damit Aufschluss über den Einfluss der Quellungs-heterogenität auf die Transporteigenschaften im Netzwerk“, so Saalwächter. Die Annahme: Das Farbstoffmolekül diffundiert dort schneller, wo die Netzpunktdichte geringer ist.

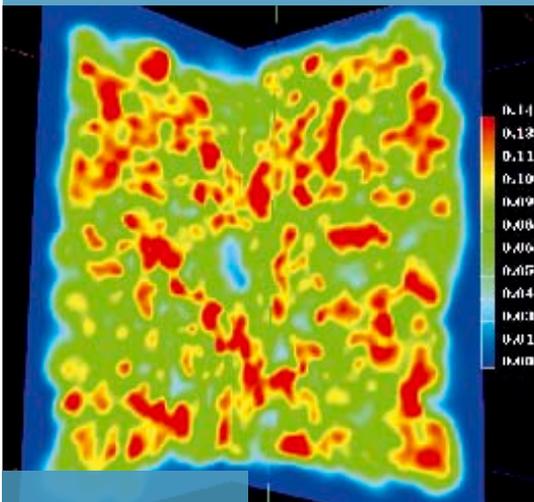
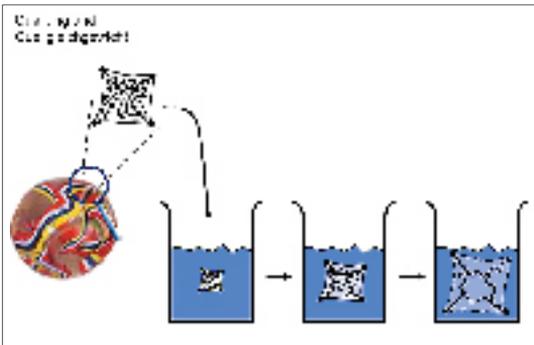
Die Wissenschaftler haben hierzu unterschiedliche Polymere synthetisiert, die in Vernetzungsgrad, Netzbogenlänge und chemischer Zusammensetzung variieren. Hierbei fand man unter anderem heraus, dass der durch das Polymer auf das sich bewegende Farbstoffmolekül ausgeübte „Obstruktionseffekt“ unterschiedlich stark und in charakteristischer Weise von der Menge des aufgenommenen Quellmittels abhängt. Das muss man sich so vorstellen: Die Netzketten des Polymers (die Ma-

schenstruktur) werden vom Quellmittel aufgeweitet, wodurch sie die Farbstoffsonden unterschiedlich stark in ihrer Bewegung behindern. „Entscheidend ist aber nicht allein die Netzwerkdichte, sondern auch das Bestreben des Lösungsmittels, dem Netzwerk eine räumlich heterogene Struktur aufzuprägen, die dem Sondenmolekül nur relativ schwach behinderte Bewegungspfade eröffnet“, erläutert der Wissenschaftler.

Die Ergebnisse der FK-NMR bestätigten die Heterogenitätsannahme der Wissenschaftler. Die gemessenen Netzkettenordnungsparameter waren tatsächlich so breit verteilt, dass von Homogenität nicht die Rede sein konnte. Kollegen in Frankreich ist es später sogar gelungen, das von den Freiburgern belegte Quellungsphänomen mit Hilfe eines vereinfachten Netzwerkmodells auf dem Computer fast quantitativ zu simulieren. Mittlerweile gehört die von Saalwächter und seinem Doktoranden neu etablierte NMR-Methode zu den routinemäßig angewandten Verfahren, um die Netzpunktdichten in den verschiedensten Elastomersystemen zu untersuchen.

„Ich freue mich, dass inzwischen auch die Polymer-industrie an diesem Verfahren Interesse zeigt. Mein wichtigster Antrieb ist und bleibt allerdings die freie Grundlagenforschung“, bekräftigt Kay Saalwächter. „In einem forschungspolitischen Umfeld, in dem mehr und mehr auf ökonomische Ergebnisorientierung geschieht und mit Schlagworten wie ‚nano‘ oder ‚bio‘ nach Forschungsgeldern gefischt werden muss,

wird es immer schwieriger, erkenntnisorientierte Grundlagenforschung zu finanzieren“, bedauert der Forscher. „Umso erfreulicher ist es, dass sich hier Einrichtungen wie die Landesstiftung hervortun und enthusiastische Nachwuchsforscher mit unkonventionellen Ideen tatkräftig unterstützen.“



Oben: Quellung durch Lösemittelaufnahme bis zum Quellgleichgewicht. Unten: Computersimulation der inneren Struktur eines gequollenen Netzwerkes.

# Prof. Dr. Kay Saalwächter

Physikochemiker



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1990</b>	Abitur	Ingelheim	
<b>1994/95 und 1999</b>	Forschungsaufenthalte	University of Massachusetts, Amherst, USA	
<b>1997</b>	Diplom	Albert-Ludwigs Universität Freiburg	Cellulose in neuen koordinierenden Lösungsmitteln
<b>2000</b>	Promotion	Max-Planck-Institut für Polymerforschung, Mainz	Heteronuclear Recoupling Methods in Solid-State NMR
<b>2004</b>	Habilitation	Albert-Ludwigs Universität Freiburg	Order Phenomena and Dynamics in Polymers

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>1998</b>	Steinhofer-Preis der Albert-Ludwigs Universität Freiburg „für herausragende wissenschaftliche Leistungen in der Diplomarbeit“
<b>1999</b>	DAAD-Stipendium für einen Forschungsaufenthalt in Amherst, Massachusetts

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Fechtenkötter, K. Saalwächter, M. A. Harbison, K. Müllen, H. W. Spiess  
Highly Ordered Columnar Structures from Hexa-peri-hexabenzocoronenes – Synthesis, X-ray Diffraction, and Solid-State Heteronuclear Multiple-Quantum NMR Investigations. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **38**, 3039-3042 (1999).

K. Saalwächter, W. Burchard, P. Klüfers, G. Kettenbach, P. Mayer, D. Klemm, S. Dugarmaa  
Cellulose Solutions in Water Containing Metal Complexes. *Macromolecules* **33**, 4094-4107 (2000).

K. Saalwächter, H. W. Spiess  
Heteronuclear  $1\text{H}$ - $13\text{C}$  multiple-spin correlation in solid-state NMR: combining REDOR recoupling and multiple-quantum spectroscopy. *J. Chem. Phys.* **114**, 5707-5728 (2001).

K. Severing, K. Saalwächter  
A Biaxial Nematic Phase in a Thermotropic Liquid-Crystalline Side-Chain Polymer. *Phys. Rev. Lett.* **92**, 125501 (2004).

K. Saalwächter, F. Kleinschmidt, J.-U. Sommer  
Swelling Heterogeneities in End-Linked Model Networks: A Combined Proton Multiple-Quantum NMR and Computer Simulation Study. *Macromolecules* **37**, 8556-8568 (2004).

K. Saalwächter. Proton Multiple-Quantum NMR for the Study of Chain Dynamics and Structural Constraints in Polymeric Soft Materials. *Progr. NMR Spectrosc.* **51**, 1-35 (2007).

## Position 2008

Professor für Experimentelle Physik (Hochfrequenzspektroskopie) und Leiter der Fachgruppe NMR am Institut für Physik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



*Abendstimmung auf dem  
Tanganjikasee. Hier leben  
über tausend verschiedene  
Buntbarscharten. Ein Eldorado  
für Genforscher wie Walter  
Salzburger.*



## Fish and Chips

**WALTER SALZBURGER** ist den Geheimnissen der Evolution auf der Spur.

Seit Charles Darwins revolutionären Forschungsergebnissen Ende des 19. Jahrhunderts ist klar, dass die Entstehung der Arten nicht göttlicher Vorsehung, sondern den Gesetzen der Natur unterliegt. Wie genau allerdings die Natur funktioniert, welche Reize und Umwelteinflüsse zu welchen Entwicklungslinien führen, ist bei weitem noch nicht vollständig geklärt. Zwar gilt beispielsweise längst als unbestrittener Stand der Forschung, dass sich Lebewesen im Laufe der Zeit an ihren natürlichen Lebensraum und an gewandelte Lebensbedingungen anpassen und dass auf diese Weise unterschiedliche Arten entstehen. Nach wie vor weitgehend auf Spekulationen ist die Forschung allerdings angewiesen, wenn es darum geht, genaue Zeiträume und exakte Ursachen für die Entwicklung neuer Formen anzugeben. Noch im letzten Jahrhundert waren die Biologen bei der Bestimmung unterschiedlicher Arten und deren Entwicklungslinien hauptsächlich auf phänotypische Beobachtungen angewiesen. Der Nachteil dieser Methode liegt auf der Hand: Nicht alles, was gleich aussieht, ist auch gleich. Und Unterschiede bei den äußeren Merkmalen haben manchmal eine geringere Bedeutung als ursprünglich angenommen.

Die Fortschritte bei der DNA-Analyse haben den Evolutionsbiologen völlig neue Möglichkeiten eröffnet. Sie können jetzt direkt in die Zellen hineinsehen und sind nicht mehr nur auf die äußere Erscheinung angewiesen. Walter Salzburger ist ein Biologe, der die allerneueste Technik der DNA-Analyse mit Hilfe von so genannten DNA-Chips virtuos beherrscht. Bei dieser Untersuchungsmethode werden kleinste DNA-Proben auf einen Objektträger gespottet. „Das funktioniert so ähnlich wie die Technik eines Tintenstrahldruckers“, erklärt Salzburger. „Dank der enormen Präzision haben auf den nur wenige Quadratzentimeter großen Chips mehrere tausend Proben Platz.“ Aufgrund der heute verfügbaren modernen Labortechnik lassen sich große Mengen dieser Proben in kurzer Zeit automatisiert testen und mit speziellen Computerprogrammen auswerten.

Salzburger bevorzugte Forschungsobjekte sind Buntbarsche. Von diesen besonders formenreichen Fischen gibt es über 1600 Arten. Etwa 1300 leben in den drei großen ostafrikanischen Seen – dem Malawisee, dem Tanganjikasee und dem Viktoriasee. Das besondere daran: Obwohl sich die Lebensräume der Barsche überschneiden, unterscheiden sich die einzelnen Arten ganz erheblich voneinander. Größe, Farben, Formen, Ernährungsweise variieren auf engstem Raum. Nirgendwo sonst auf der Welt haben Biologen die Möglichkeit, Entwicklung und Vielfalt einzelner Lebensformen unter so günstigen Bedingungen zu erforschen. Und noch etwas ist außergewöhnlich an diesen Seen. Sie sind im erdgeschichtlichen Maßstab extrem jung. Der Viktoriasee beispielsweise ist vor etwa 500 000 Jahren entstanden und vor 14 700 Jahren fast vollständig ausgetrocknet. Das heißt, dass viele der Buntbarscharten erst einige Hundert Generationen alt sind. Deshalb bietet sich hier die einzigartige Chance herauszufinden, wie die Arten mit einander verwandt sind, wie sie sich entwickelt und wie sie sich im Laufe der Zeit an ihre Lebensräume angepasst haben.

Salzburger ist es gelungen, mit Hilfe sogenannter DNA-Expressionsanalysen bei Buntbarschen nachzuweisen, welche Gene bei der so auffälligen wie unterschiedlichen Farbgebung der Arten eine Rolle spielt. So ist beispielsweise das Gen *csfira* bei der Herausbildung der Eiflecken beteiligt. Die Eiflecken auf der Analflosse der Männchen haben eine besondere Funktion bei der Fortpflanzung der Buntbarsche. Bei der Paarung legt das Weibchen die unbefruchteten Eier ab und nimmt sie im Maul auf. Das Männchen zeigt dem Weibchen anschließend seine Eiflecken, die den echten Eiern sehr ähnlich sehen. Das Weibchen nähert sich den vermeintlichen Eiern, um sie aufzunehmen. In diesem Augenblick entlässt das Männchen sein Spermium und befruchtet die Eier.

Walter Salzburger konnte zeigen, dass das Gen *csfira* im Laufe der Evolution einer positiven Selektion unterlag. Das heißt, dass bestimmte genetische Veränderungen und die damit zusammenhängende Ausprägung der Eiflecken erfolgreich waren.

Der DNA-Chip für Buntbarsche, den Salzburger und seine Kollegen hergestellt haben, ist ein voller Erfolg. Statt der ursprünglich vorgesehenen 200 Gene, die auf den Chip aufgespottet werden sollten, ist es gelungen, Chips mit mehreren Tausend Genen herzustellen. Die Analysemöglichkeiten für Evolutionsbiologen sind dadurch enorm gewachsen und damit natürlich auch die Chancen, Darwins Theorie der Artenbildung mit modernsten Instrumenten immer wieder aufs Neue zu präzisieren. Auch wenn sich die Forschungsbedingungen in den letzten Hundert Jahren erheblich gewandelt haben, ist für die Evolutionsbiologen eines gleich geblieben: Sie müssen selbst hinaus in die Natur. Salzburger hat fast alle seine Gewebeproben aus Fischen gewonnen, die er eigenhändig in Ostafrika gefangen hat.

Inzwischen arbeitet Salzburger als Professor für Zoologie an der Universität Basel. Seine Forschung wird u.a. durch einen „Starting Grant“ vom Europäischen Forschungsrat (ERC) unterstützt.



Walter Salzburger bei der Feldarbeit in Ostafrika. Gewebeproben dienen als Ausgangsmaterial für genetische Untersuchungen.

# Prof. Dr. Walter Salzburger

Biologe



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1993</b>	Abitur	Wörgl, Österreich	
<b>1998</b>	Diplom	Universität Innsbruck, Österreich	Comparative phylogenetic analysis of Lake Tanganyika cichlids using different mitochondrial gene segments
<b>2001</b>	Promotion	Universität Innsbruck	Speciation in Lake Tanganyika Cichlids

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>1999 – 2001</b>	DOC Stipendium der Österreichischen Akademie der Wissenschaften		
<b>1999</b>	Würdigungspreis des Österreichischen Ministers für Wissenschaft und Forschung für herausragende Leistungen während der Diplomarbeit		
<b>2002 – 2004</b>	Marie Curie Stipendium der Europäischen Union		
<b>2008 – 2013</b>	Starting Grant INTERGENADAPT des Europäischen Forschungsrates (ERC)		

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Verheyen E, W Salzburger, J Snoeks & A Meyer (2003)  
On the origin of the superflock of cichlid fishes from Lake Victoria, East Africa.  
*Science* 300: 325-329.

Salzburger W, T Mack, E Verheyen & A Meyer (2005)  
Out of Tanganyika: Genesis, explosive speciation, key-innovations and phylogeography of the haplochromine cichlid fishes.  
*BMC Evolutionary Biology* 5: 17.

Salzburger W, H Niederstätter, A Brandstätter, B Berger, W Parson, J Snoeks & C Sturmbauer (2006)  
Color-assortative mating in the cichlid species *Tropheus moorii* from Lake Tanganyika, East Africa.  
*Proceedings of the Royal Society London B* 273: 257-266.

Barluenga M, KN Stieling, W Salzburger, M Muschick & A Meyer (2006)  
Sympatric speciation in Nicaraguan crater lake cichlid fish.  
*Nature* 439: 719-724.

Salzburger W, I Braasch & A Meyer (2007)  
Adaptive sequence evolution in a color gene involved in the formation of the characteristic egg-dummies of male haplochromine cichlid fishes.  
*BMC Biology* 5: 51.

## Position 2008

Professor für Zoologie an der Universität Basel



Unten: Polierter Apatit-Kristall aus der Karibik mit durch Uran-Zerfall entstandenen Spaltspuren (schwarze längliche Strukturen). Rechts: Lokalitäten der beprobten Tiefseebohrungen.

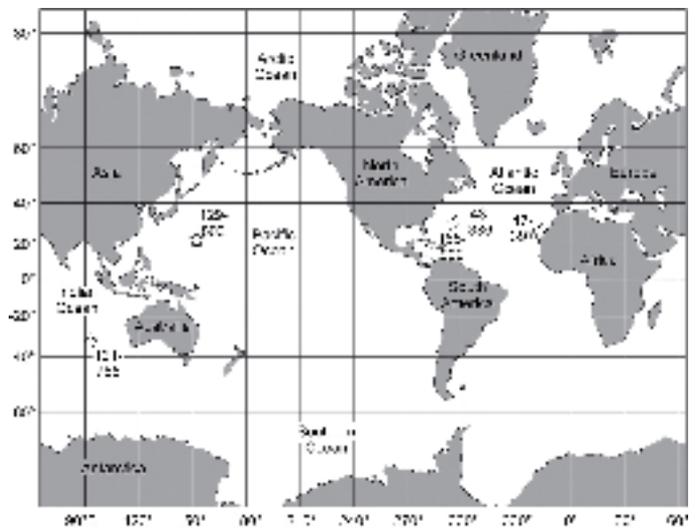
## Narben, die die Zeit nicht heilt

**CORNELIA SPIEGEL** verfeinert Methoden zur Altersbestimmung von Gesteinen.

„Radioaktivität hat auch ihre guten Seiten“, findet Cornelia Spiegel. Die Geochronologin erforscht an der Universität Tübingen die Altersbestimmung von Gesteinen. Hier werden zumeist Messmethoden eingesetzt, die sich den Zerfall radioaktiver Stoffe zunutze machen: Die chronologischen „Uhren“ messen in der Regel die Zerfallsraten, die sich aus der jeweiligen Halbwertszeit des Radioisotops und dem Verhältnis zwischen sogenannten Mutter- und Tochterisotopen ergeben, und erschließen daraus das Alter eines Gesteins. Ein Beispiel: Das Mutterisotop Uran  $U^{238}$  zerfällt bei einer Halbwertszeit von 4,46 Milliarden Jahren über verschiedene Tochterisotope schließlich zu stabilem  $Pb^{206}$ , einem Bleiisotop.

Die meisten dieser auf radiogenem Zerfall beruhenden chronometrischen Verfahren geben nicht wirklich das Entstehungsalter des Gesteins an, sondern den Zeitpunkt, an dem das Gestein unter eine bestimmte Temperatur abgekühlt ist. „Schließungstemperatur nennt man diesen Punkt, an dem das Mineral soweit erkalte ist, dass die Zerfallsprodukte des jeweiligen Isotopensystems nicht mehr entweichen können“ erläutert die Wissenschaftlerin. Das sogenannte „Isotopensystem“ wird hierbei geschlossen.

Mit der Apatit-Spaltspur-Methode kann Cornelia Spiegel feststellen, wann das Gestein auf eine Temperatur zwischen 110 und 60°C abgekühlt ist. Apatit ist ein Kalzium-Phosphat-Mineral mit hexagonaler Kristallgitterstruktur, das Spuren von Uran enthält. „Auch die Spaltspurdatierung basiert auf dem Zerfall von Uran“, erklärt Spiegel. Doch das Grundprinzip ist ein anderes: Das Uran-Atom zerbricht in zwei Teile, die sich mit hoher Geschwindigkeit voneinander wegbewegen und dabei das Kristallgitter beschädigen wie Kanonenkugeln ein Mauerwerk.



Diese Schäden im Kristallgitter werden Spaltspuren (fission tracks) genannt. Die Spaltspuren können durch Anätzen lichtmikroskopisch sichtbar gemacht und dann ausgezählt werden. So wird die Zeit ermittelt, die vergangen ist, seitdem das Gestein unter etwa  $60^{\circ}\text{C}$  erkaltet ist. Denn oberhalb dieser Temperatur beginnen die Spaltspuren wieder zu verheilen. „Sie verkürzen sich, bis sie bei ca.  $110^{\circ}\text{C}$  komplett ausgeheilt sind“, so die Geologin. Das Spaltspuralter ist dann wieder auf Null gesetzt.

Die Spaltspurmethode eignet sich besonders zur Datierung sogenannter Exhumierungen von Erdkrustenplatten wie sie beispielsweise bei der Gebirgsbildung entstehen. Ist ein Gestein sehr schnell zur Oberfläche gelangt oder hat es sich in den flachen Bereichen der Erdkruste aufgehalten, bevor es herausgehoben wurde? War das Gestein bereits einmal abgekühlt, bevor es versenkt und dabei wieder erhitzt wurde? Die Spaltspurenmethode erlaubt die Rekonstruktion der thermischen Geschichte von Gebirgsbildungen wie beispielsweise der Alpen, einem recht jungen Faltengebirge. „Wenn Erdkrustenplatten durch Plattentektonik aufgefaltet und emporgehoben werden, kühlt sich deren Gestein ab und die Spaltspuren können nicht mehr verheilen“, erklärt Cornelia Spiegel. „Die Verkürzungsmuster der Spaltspuren verraten uns so den Verlauf des Abkühlpfades.“

Die Messmethode hat jedoch einen Haken: Das Chronometer muss wie jedes Messinstrument richtig geeicht bzw. kalibriert sein, um zuverlässige Ergebnisse liefern zu können. Die Rekonstruktion von Abkühlpfaden erfolgt durch thermische Modellierung. Die hierfür verwendeten Algorithmen basieren auf Laborexperimenten und formulieren das Verheilverhalten als eine Funktion von Zeit und Temperatur. Die gemessenen Ergebnisse müssen allerdings über die Zeit von Jahrtausenden hinweg extrapoliert werden, um Aussagen über solche Zeiträume überhaupt treffen zu können.

„Diese Annäherungsverfahren stehen jedoch auf tönernen Füßen, wenn nicht wirklich klar ist, wie sich der Niedrigtemperaturbereich auf das Spaltspur-Verheilverhalten tatsächlich auswirkt“, gibt Spiegel zu bedenken. Zumal noch ein anderes Problem aufgetaucht ist: die Diskrepanz zwischen der Länge natürlich vorkommender Spaltspuren und den Zerstörungsschneisen, die die Uranteilchen anrichten, wenn der radioaktive Stoff im Experiment durch gezielten Neutronenbeschuss zum Zerfall

animiert wurde. „Die künstlich angeregten Spaltspuren sind mit 16,3  $\mu\text{m}$  deutlich länger als die natürlich gefundenen mit maximal 15  $\mu\text{m}$ “, so die Geologin. „Diese Diskrepanz lässt sich nur erklären, wenn es auch im Niedrigtemperaturbereich Heilprozesse gibt, die zur Verkürzung der Narben führen.“

Wie lässt sich diese Wissenslücke schließen? Mit Bohrkernen aus der Karibik, von den Bermudas, den Kanaren und aus Tiefseegebieten im Pazifik und dem indischen Ozean. Gewonnen wurden diese Proben im Rahmen internationaler Forschungsprojekte unter deutscher Beteiligung. „Das ‚Ocean Drilling Project‘ hat mir die Bohrproben für meine Forschungen zur Verfügung gestellt“, sagt Cornelia Spiegel. Ausgewählt wurden hierfür vulkanische Aschelagen mit Apatit-Bestandteilen, die sich auf einer alten, thermisch inaktiven Kruste abgelagert haben, wo sie weder thermischen noch tektonischen Turbulenzen ausgesetzt waren. Mit diesem Material sollte nun der Nachweis gelingen, dass die Mineralnarben auch unter Niedrigtemperaturbedingungen zu heilen beginnen.

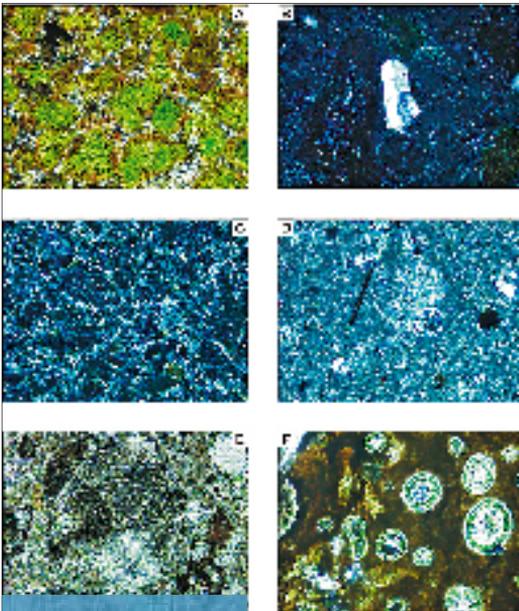
„Die Aufbereitung der Proben ist ungeheuer mühsam“, so Spiegel. „Auswaschen, Sieben, Separieren, Reinigen – das alles braucht Zeit und Geld.“ Die Landesstiftung

Baden-Württemberg hat diesen Projektabschnitt finanziell unterstützt und damit die Voraussetzungen geschaffen, dass das Material chronometrisch untersucht werden konnte. An der „School of Earth Science“ der Uni Melbourne, wo die weltweit größte Thermochronologiegruppe an innovativen Altersbestimmungsmethoden forscht, analysierte Spiegel die aufgereinigten Apatite nach der beschriebenen Spaltspurenmethode. Ermöglicht wurde dieser Forschungsaufenthalt in Australien durch das Emmy-Noether-Programm der DFG.

Zurück in Tübingen verglich Cornelia Spiegel die Ergebnisse mit den Daten zweier anderer chronometrischer Verfahren, der Uran-Thorium/Helium-Methode und der sogenannten Vitrinit-Reflexions-Technik. So konnte sie die thermische Geschichte der Aschelagen bestimmen und feststellen, wieviel Millionen Jahre seit der Abkühlung des Gesteins auf 80 bis 40°C vergangen sind. „Nur so konnte ich herausfinden, ob meine Proben überhaupt geeignet waren“, erklärt die Geologin. Doch die Wissenschaftlerin hatte Glück: „Ich habe Material, das abgekühlt auf 12°C um die 10

Millionen Jahre hinter sich gebracht hat.“

Und das Ergebnis? „Tatsächlich hat sich auch bei diesen Proben gezeigt, dass die natürlichen Spaltspuren 1  $\mu\text{m}$  kürzer sind als die durch Neutronenbeschuss hervorgerufenen“ sagt Cornelia Spiegel. Das heißt: Es gibt tatsächlich auch im Niedrigtemperaturbereich Heilprozesse, die die Kristallgitternarben kleiner werden lassen. „Diese Erkenntnis macht es uns möglich, die Spaltspurmethode durch entsprechende Neukalibrierung so zu verfeinern, dass in Zukunft noch genauere Ergebnisse möglich sind“, so die Geologin. Ihr Fazit: „Die Zeit heilt nicht alle Wunden, und das ist gut so!“ Inzwischen arbeitet Spiegel als Professorin für Geodynamik der Polargebiete an der Universität Bremen.



*Mikroskopische Aufnahmen der untersuchten Proben. A: Glaukonit (Indischer Ozean), B: Feldspat, umgeben von vulkanischem Glas (Karibik), C: Vulkanisches Glas (Karibik), D: Foraminifere (kalkiges, einzelliges Lebewesen), umgeben von feinkörnigem Kalk (Karibik), E: Pyroxen (Bermuda), F: Entglasungsstrukturen (Bermuda).*

# Prof. Dr. Cornelia Spiegel

Geologin



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1990</b>	Abitur	Hannover	
<b>1995/96</b>	Forschungs-aufenthalt	Universitat de Barcelona, Spanien	
<b>1998</b>	Diplom	Universität Kiel	Metamorphose und Mylonitisierung der ehemaligen kontinentalen Unterkruste Kalabriens (Süd-Italien)
<b>2001</b>	Promotion	Universität Tübingen	Post Collisional Exhumation History of the Central Alps

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>2002</b>	Emmy-Noether-Stipendium der DFG		
<b>2007</b>	Hans-Cloos-Preis der Geologischen Vereinigung		
<b>2007</b>	Hermann-Credner-Preis der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften		

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Spiegel, C., Kohn, B., Raza, A., Rainer, Th., Gleadow, A., 2007  
The effect of long-term low-temperature exposure on fission track stability: a natural annealing experiment in the deep sea. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 71, 4512-4537.

Spiegel, C., Kohn, B., Belton, D., Gleadow, A., 2007  
Morphotectonic evolution of the central Kenya rift flanks: implications for Late Cenozoic environmental change in East Africa. *Geology* 35/5, 427-430.

Spiegel, C., Kuhlemann, J., Frisch, W., 2007  
Tracing sediment pathway by zircon fission track analysis: Oligocene marine connections in Central Europe. *International Journal of Earth Sci-ences* 96, 363-374.

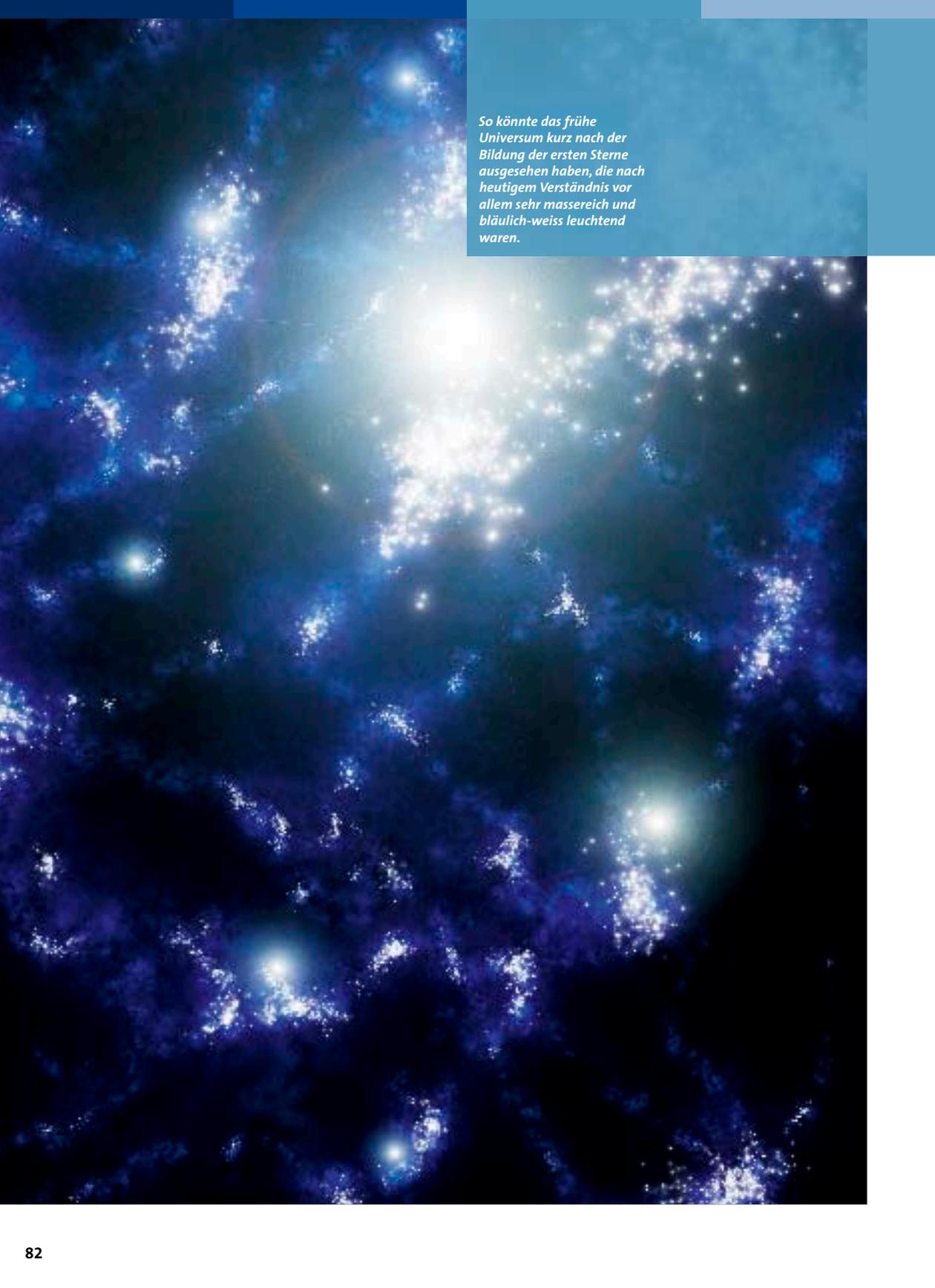
Spiegel, C., Sachsenhofer, R.F., Privalov, V.A., Zhykalyak, M.V., Panova, E.A., 2004  
Thermo-tectonic evolution of the Ukrainian Donbas Foldbelt: evidence from zircon and apatite fission track data. *Tectonophysics* 383, 193-215.

Spiegel, C., Siebel, W., Kuhlemann, J., Frisch, W., 2004  
Toward a comprehensive provenance analysis: a multimethod approach and its implications for the evolution of the Central Alps. In: „Detrital thermochronology – Provenance Analysis, Exhumation, and Landscape Evolution in Mountain Belts“, edited by Matthias Bernet and Cornelia Spiegel. *GSA Special Paper* 378, 37-50.

Glötzbach, C., Reinecker, J., Danisik, M., Rahn, M., Frisch, W., Spiegel, C., 2008  
Neogene exhumation history of the Mont Blanc massif. *Tectonics* 27, TC4011.

## Position 2008

Professorin am Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen

The image depicts a dense field of stars, primarily in shades of blue and white, set against a dark, almost black background. The stars vary in brightness and size, with some appearing as sharp points of light and others as soft, glowing clouds. The overall effect is one of a rich, multi-colored stellar population. In the upper right corner, there is a semi-transparent blue rectangular box containing white text.

*So könnte das frühe  
Universum kurz nach der  
Bildung der ersten Sterne  
ausgesehen haben, die nach  
heutigem Verständnis vor  
allem sehr massereich und  
bläulich-weiss leuchtend  
waren.*



## Ein Blick in die Vergangenheit

**CHRISTIAN W. STRAKA** erforscht die Entstehung der Ur-Sterne.

Der Weltraum – unendliche Weiten. Schon immer waren die Menschen fasziniert von den schier unergründlichen Dimensionen und Konstellationen unseres Universums. Was anfänglich nur mit bloßen Augen betrachtet werden konnte, brachte uns später das Fernglas näher. Heute dringen gigantische Weltraumteleskope selbst in fremde Galaxien vor und liefern uns – zumeist computerunterstützte – Bilder von Sternenhaufen, Supernovae und Spiralnebeln.

Doch auch wenn uns Teleskope und Marssonden dabei helfen, fremde Welten zu entdecken, eines können sie nicht: in die Vergangenheit blicken. Sieht man einmal davon ab, dass das Licht eines Himmelskörpers sehr lange unterwegs sein kann und selbst unsere Sonne immer acht Minuten älter ist, als wir sie gerade sehen. Wie aber hat alles angefangen? Woraus bestanden die ersten Sterne unseres Universums? Wie sahen sie aus? Und wie groß waren sie?

Mit genau diesen Fragen der theoretischen Astrophysik beschäftigte sich Christian W. Straka im Rahmen des Eliteprogramms der Landesstiftung. „Einige Erkenntnisse gelten als gesichert“, sagt Straka, „beispielsweise die Zusammensetzung der Urmaterie aus Wasserstoff und Helium. Das junge Universum kannte noch keine schweren Elemente wie Kohlenstoff und Eisen und auch keine komplexen Aggregate wie Staub. Diese besonderen Eigenschaften des Urgases erlaubten nach unserem heutigen Verständnis nur die Bildung sehr massereicher Sterne, wie es sie heute nicht mehr gibt.“

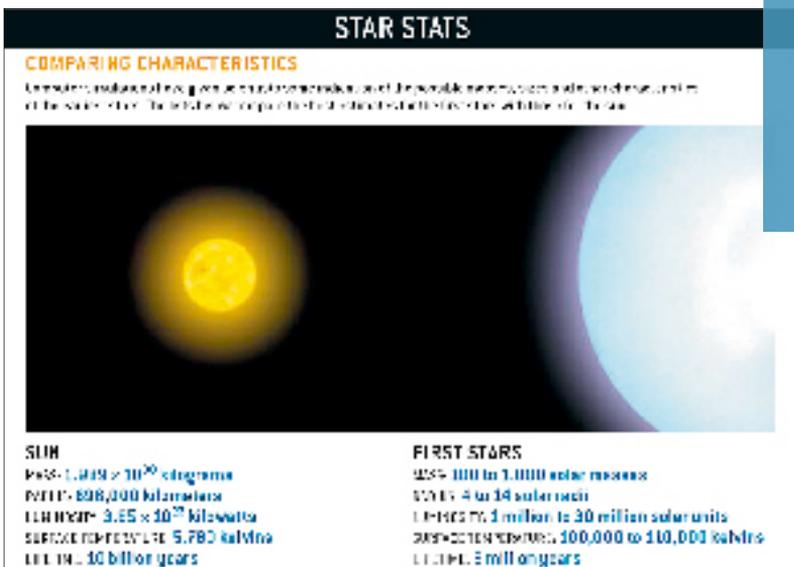
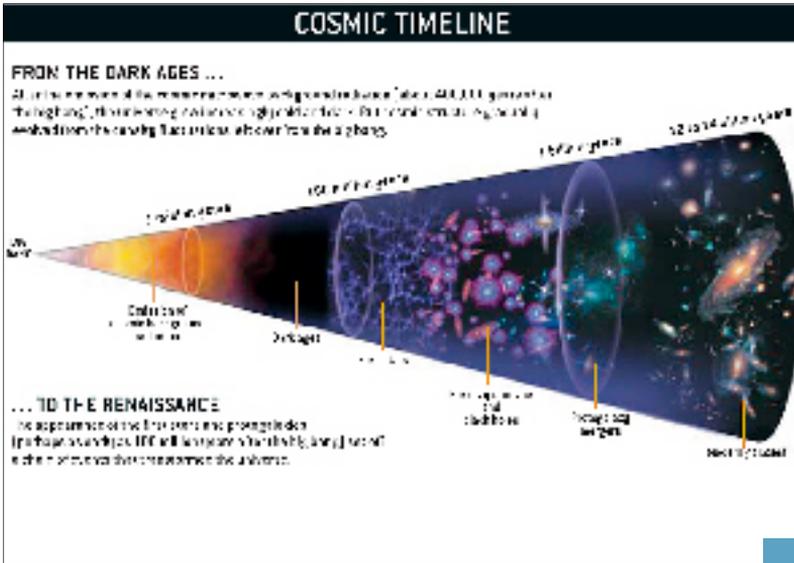
Um die Dimensionen einmal zu verdeutlichen: Man vermutet, dass die Ursterne bis zu 1000-mal massereicher waren als unsere Sonne, aber nicht sehr beständig. Einer der Forschungsschwerpunkte Strakas ist deshalb die Untersuchung der Stabilität dieser Sterne, denn erste Ergebnisse des Projektes zeigen, dass die Gasgiganten linearen Instabilitäten ausgesetzt waren. Mit anderen Worten: Je schwerer ein Stern ist, umso instabiler wird er. „Wir gehen davon aus, dass oberhalb von 550 Sonnenmassen starke pulsationsgetriebene Massenausströme den Stern auf eine geringere Masse zurückschrumpfen“, sagt Christian Straka.

Da Beobachtungen aktueller Phänomene nur bedingt Aufschluss über Bildung, Entwicklung und Stabilität der ersten Sterne unseres Universums geben, bedient sich die Forschergruppe um Christian Straka aufwendiger Computersimulationen. „Wir wenden bekannte physikalische Gesetze auf astronomische Objekte an, auf deren Bildungs- und Funktionsmechanismen und auf Interdependenzen. Nur so können wir Aussagen über das wahrscheinliche Verhalten von Objekten treffen, die es nicht mehr gibt.“ Voraussetzung dieser theoretischen Untersuchungen ist die möglichst realistische Modellierung der Sternenmodelle – einschließlich der Atmosphäre und der Sternenhülle. „In der äußeren Hülle liegen dämpfende Schichten, die letztlich darüber entscheiden, wie stark sich die Instabilitäten des Kerns auswirken können“, erzählt Straka.

Dass dabei die Computercodes auf Basis mathematischer Numerik und numerischer Hydrodynamik ständig weiterentwickelt werden, zeigt nicht nur die Innovationsfreude des Forschers, sondern zugleich auch die Interdisziplinarität des Projektes. Und: Bei der Verbesserung der Sternentwicklungssimulationen entstand zugleich ein konzeptionell eigenständiger Code, der für weitere astrophysikalische Fragestellungen nutzbar gemacht werden kann.

Die Erweiterung seines Forschungsgebietes auf Instabilitäten und Pulsationen führte Christian Straka im Herbst 2003 von Heidelberg zunächst für eine begrenzte Zeit als sogenannter Visiting Astronomer an die Universität von Yale, wo er mit Pierre Demarque zusammenarbeitete. Bereits ein Jahr später wurde ihm dort die

renommierte Stelle eines Postdoktoranden angeboten, die er gern annahm. Christian Straka: „Das sehr individuell zugeschnittene Eliteprogramm der Landesstiftung hat sicherlich das Angebot der Stelle an der Yale University begünstigt und mir interessante Perspektiven in Forschung und Lehre eröffnet.“



*Oben: Etwa 100 Millionen Jahre nach dem Urknall haben sich die ersten Sterne im Universum gebildet. Unten: Die ersten Sterne im Vergleich zur Sonne: 100- bis 1000-fach massereicher, 4- bis 14-fach ausgedehnter, millionenfach leuchtkräftiger.*

# Dr. Christian W. Straka

Astrophysiker



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1993</b>	Abitur	Gießen	
<b>1997</b>	Forschungs-aufenthalt	Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg	
<b>1998</b>	Forschungs-aufenthalt	University of Massachusetts, Amherst, USA	
<b>1999</b>	Master of Science	University of Massachusetts	Infrared Spectra from Irradiated Disks
<b>2002</b>	Promotion	Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg	Thermonukleares Brennen und Mischen mit einer zeitabhängigen Konvektionstheorie in massereichen Population-III-Sternen

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Straka, C.W., Lebreton, Y. and Monteiro, M. J.P.F.G. (Hrsg.) 2007  
Stellar Evolution and Seismic Tools for Asteroseismology: Diffusive Processes in Stars and Seismic Analysis.  
*EAS Publication Series, Vol. 26, EDP Sciences*

Demarque, P., Guenther, D.B., Li, L.H., Mazumdar, A., & Straka, C.W. 2007  
YREC: the Yale rotating stellar evolution code.  
*ApSS, 447*

Straka, C.W., Demarque, Guenther, D.B., Li, L.H., Robinson, F.J. 2006  
Space- and Ground-based Pulsation Data of Bootis Explained with Stellar Models Including Turbulence.  
*Apl, 636, 1078*

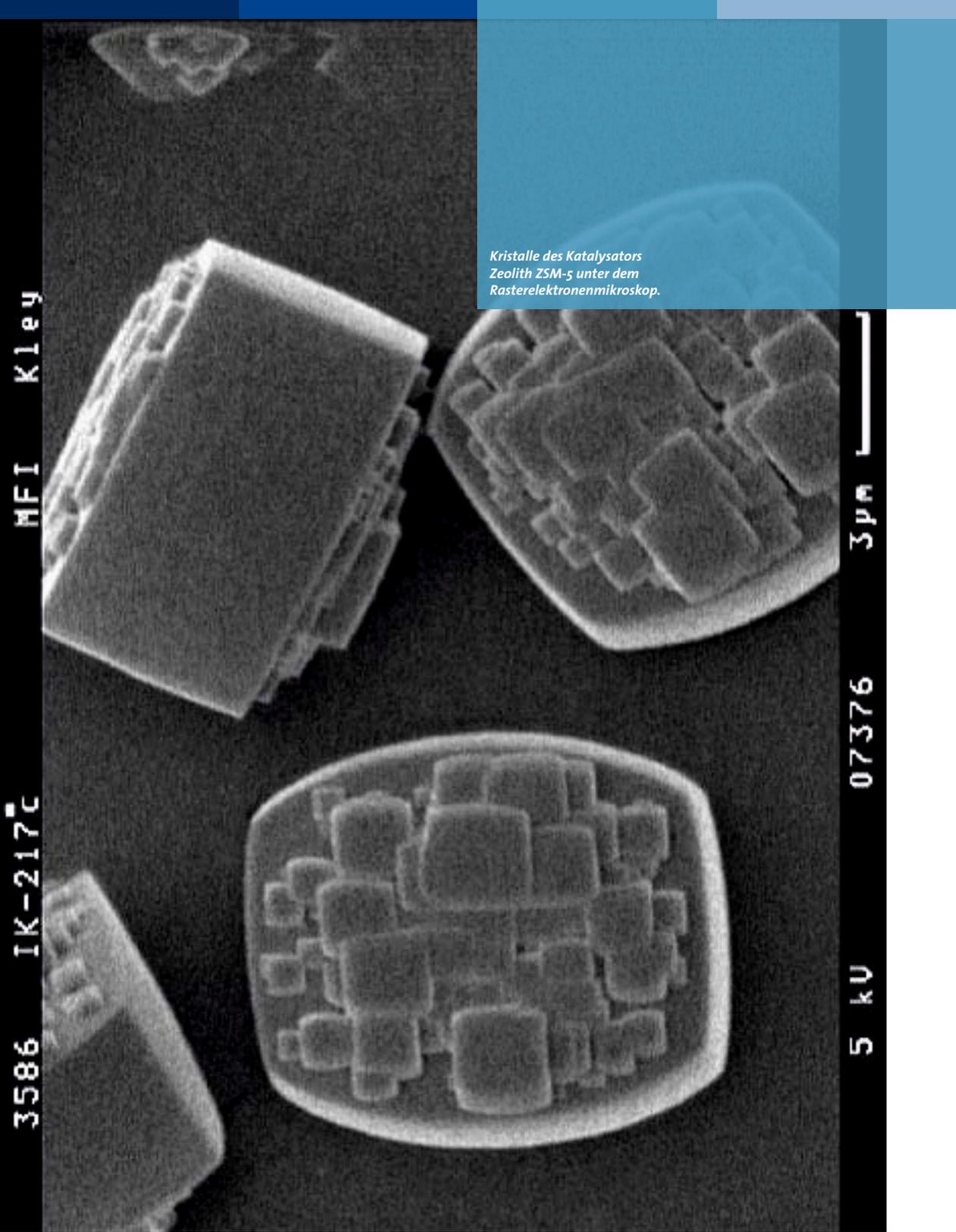
Ventura, P., Castellani, M., Straka, C.W. 2005  
Diffusive convective overshoot in core He-burning intermediate mass stars. I.  
*The LMC metallicity, A&A, 440, 623*

Straka, C.W., Demarque, P., Guenther, D.B. 2005  
Core Overshoot: An Improved Treatment and Constraints from Seismic Data.  
*Apl, 629, 1075*

Straka, C.W., Tscharnuter, W.M. 2001  
Massive zero-metal stars: Energy production and mixing.  
*A&A, 372, 579*

## Position 2008

Wissenschaftler und Dozent am Centro de Astrofísica da Universidade do Porto (CAUP), Portugal;  
Projekt-Koordinator im European Helio- and Asteroseismology Networks (HELAS).



*Kristalle des Katalysators  
Zeolith ZSM-5 unter dem  
Rasterelektronenmikroskop.*

3586 IK-217C MFI Kley

5 kV 07376 3µm



## Schwämme als Katalysatoren

**YVONNE TRAA** bringt reaktionsträge Moleküle auf Trab.

Jeder weiß, wie ein Schwamm funktioniert. Im Verhältnis zu seiner Größe kann er jede Menge Flüssigkeit aufnehmen, speichern und natürlich auch wieder abgeben, wenn man ihn zusammendrückt. Doch wer weiß schon, dass es auch Makromoleküle mit ähnlichen Eigenschaften gibt – Schwämme im Nanokosmos, die man allenfalls unter dem Rasterelektronenmikroskop betrachten kann?

Zeolithe sind solche molekularen Schwämme. Durch die Kapillarwirkung ihrer porösen Struktur sind sie in der Lage, große Wassermengen aufzunehmen und in Poren und Hohlräumen zu speichern. Bekanntes Anwendungsbeispiel sind Doppelglasscheiben, die deshalb nicht beschlagen, weil eben jene Zeolithe als Trockenmittel für freien Durchblick sorgen. In Labors werden Zeolithe aber auch eingesetzt, um Lösemittel und Gase zu trocknen.

Die Aufnahmefähigkeit von Zeolithen ist jedoch nicht nur auf Wassermoleküle beschränkt. Zeolith Natrium-A beispielsweise wird auch in Waschmitteln eingesetzt, um freie Magnesium- oder Kalzium-Ionen aus dem Wasser zu binden und dadurch die Bildung unlöslicher Kalkseifen zu verhindern. Mit anderen Worten: Zeolithe machen das Wasser weich und sind der heute übliche Ersatzstoff für Phosphate, weil sie als umweltneutral gelten und ungiftig sind. Das breite Anwendungsspektrum hat den synthetischen, farblosen, kristallinen Zeolith A zu einer Massenchemikalie gemacht, von der pro Jahr mehrere hunderttausend Tonnen hergestellt werden.

Yvonne Traa erforscht solche synthetischen Zeolithe. Allerdings geht es der Wissenschaftlerin vom Institut für Technische Chemie der Universität Stuttgart nicht um Trockenmittel und Wasserenthärter, sondern um Katalysatoren. Denn Zeolithe haben noch eine weitere grundlegende Eigenschaft: Sie können reaktionsträge Moleküle aktivieren.

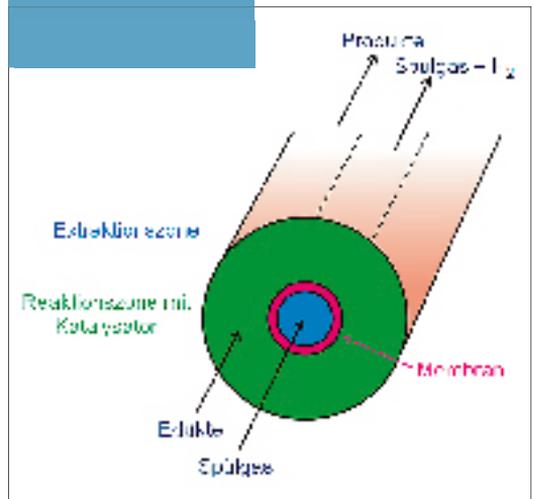
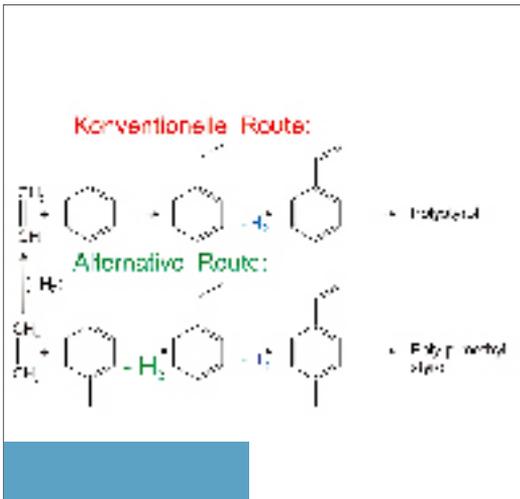
Auch für ihre Verwendung als Katalysatoren ist die poröse Struktur des Materials entscheidend: „Durch Ionenaustausch können aktive Zentren in die Poren der Zeolithe eingebracht und Reaktionen damit selektiv beeinflusst werden“, erklärt Yvonne Traa. Selektiv heißt, dass man von verschiedenen möglichen Reaktionen eine bestimmte gezielt ablaufen lässt, ohne unerwünschte Nebenreaktionen in Kauf nehmen zu müssen. Und das beliebig oft, weil die Zeolithe als Katalysatoren selbst nicht verbraucht werden.

In ihrem von der Landesstiftung Baden-Württemberg unterstützten Forschungsprojekt „Aktivierung von Kohlendioxid und Alkanen an nanostrukturierten Materialien als Katalysatoren“ hat Traa den Versuch unternommen, mit Hilfe von Zeolith-Katalyse reaktionsträge Alkane und CO<sub>2</sub> zur Reaktion zu bringen. „Kohlendioxid und leichte Alkane aus Erdgas sind in ausreichendem Maße und relativ preiswert verfügbar“, sagt Yvonne Traa.

Obwohl beide Stoffe nur schwer zu aktivieren sind, ist es der Chemikerin gelungen, mit Hilfe des Zeoliths einen Kunststoffvorläufer herzustellen – das Molekül Ethyltoluol, aus dem in weiteren Schritten der Spezialkunststoff Poly-p-methylstyrol hergestellt werden kann. „Konventionell wird Polystyrol ausschließlich aus Erdöl erzeugt – eine aufwändige und teure Angelegenheit“, erklärt die Forscherin. „Mit der Zeolith-Katalyse können die preiswerten Alkane des Erdgases genutzt und obendrein auch noch eine Herstellungsstufe eingespart werden. Wird die Reaktion im Membranreaktor durchgeführt, kann zusätzlich noch wertvoller Wasserstoff gewonnen werden.“

Das Projekt belegt eindrucksvoll, welche Praxisrelevanz die Erkenntnisse der Grundlagenforschung haben können. Denn in Zeiten knapper werdender fossiler Energieträger wird die Nutzung leicht verfügbarer Rohstoffe zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil. Und die Einsparung konventioneller Herstellungsschritte reduziert nicht nur Kosten, sondern auch den Energieverbrauch und ist damit ein elementarer Beitrag zum Klimaschutz.

*Membranreaktor zur Abtrennung von Wasserstoff*



*Vergleich von konventioneller und alternativer Route zur Herstellung von Polystyrol-Kunststoffen.*

## Dr. Yvonne Traa

Chemikerin



### Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1989</b>	Abitur	Stuttgart	
<b>1994</b>	Diplom	Universität Stuttgart	Kinetische Untersuchungen zur katalytischen Methanisierung von Kohlendioxid an Ruthenium auf Titandioxid
<b>1994/95</b>	Forschungsaufenthalt	University of Cape Town, Südafrika	Gerüstisomerisierung von Buten zu Isobuten
<b>1999</b>	Promotion	Universität Stuttgart	Selective katalytische Reduktion von Stickoxiden mit Propen an edelmetallhaltigen Zeolithen

### Auszeichnungen / Stipendien

<b>1991 – 1994</b>	Förderung durch die Studienstiftung des deutschen Volkes		
<b>1995</b>	Procter & Gamble-Förderpreis für den Fachbereich Chemie der Universität Stuttgart		
<b>1995</b>	Preis der Freunde der Universität Stuttgart für besondere wissenschaftliche Leistungen		
<b>1999 – 2000</b>	Forschungsstipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft		
<b>2001</b>	Förderung im Rahmen des Margarete von Wrangell-Habilitationsprogramms		
<b>2003</b>	DGMK-Förderpreis für Nachwuchswissenschaftler (Carl-Zerbe-Preis)		
<b>2007</b>	Hochschullehrer-Nachwuchspreis der DECHEMA e.V.		

### Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

D. Singer, S.A. Sadat Rezaei, S. Sealy, Y. Traa, „Influence of Pressure during the Alkylation of Toluene with Ethane“, *Ind. Eng. Chem. Res.* **46** (2007), 395-399.

A. Bressel, T. Donauer, S. Sealy, Y. Traa, „Influence of Aluminum Content, Crystallinity and Crystallite Size of Zeolite Pd/H-ZSM-5 on the Catalytic Performance in the Dehydroalkylation of Toluene with Ethane“, *Microporous Mesoporous Mater.* **109** (2008), 278-286.

Y. Traa, „Non-Oxidative Activation of Alkanes“, in „Handbook of Heterogeneous Catalysis“, 2. Auflage, G. Ertl, H. Knözinger, F. Schüth, J. Weitkamp, Hrsg., Wiley-VCH, Weinheim, Band 7 (2008), 3194-3206.

S.A.S. Rezaei, Y. Traa, „Dehydroalkylation of Toluene with Ethane in a Packed-Bed Membrane Reactor with a Bifunctional Catalyst and a Hydrogen-Selective Membrane“, *Chem. Comm.* (2008), 2382-2384.

Regionale Herausgeberin der Zeitschrift „Microporous and Mesoporous Materials“

### Position 2008

Wissenschaftlerin am Institut für Technische Chemie, Universität Stuttgart (Abschluss der Habilitation: Mai 2008)



*Wasserfall in Österreich:  
Wieviel Grundwasser ist  
wohl in dem Fluss? Eine  
sehr wichtige Frage für die  
Forscher.*





*Geländearbeiten in den Alpen und in Südafrika: Erkundung unterirdischer Fließwege mit Geophysik und Tracertechniken.*



## Quo vadis, Wasser?

**STEFAN UHLENBROOK** erforscht unterirdische Fließprozesse.

Der Klimawandel ist in aller Munde. Umweltforschern zufolge wird die stetige Erwärmung der Erdatmosphäre dazu führen, dass wir einerseits mit stärkeren Unwettern und punktuell ergiebigen Niederschlägen zu rechnen haben, während in anderen Gebieten der Erde Dürre herrscht und die Ausbreitung der Wüsten immer rasanter voranschreitet. Oder anders ausgedrückt: Während einige Länder sich zunehmend mit der Bedrohung durch Hochwasser beschäftigen müssen, beginnt für andere der Kampf um Trinkwasser.

Aber wie genau verhält sich das Wasser in der Erde? Woher kommt es, wo fließt es hin? Verfügen wir über alle Daten, um den Wassertransport in der Natur zu verstehen? „Man könnte denken, diese Prozesse seien klar“, sagt Stefan Uhlenbrook vom Institut für Hydrologie der Universität Freiburg. „Aber was im Untergrund vor sich geht, wie genau beispielsweise Grundwasser und Oberflächenwasser miteinander interagieren, ist kaum bekannt. Die Forschungslücken sind in diesem Bereich immer noch recht hoch.“ Um wenigstens einen Teil dieser Lücken zu schließen, hat Uhlenbrook in seinem von der Landesstiftung finanzierten Forschungsvorhaben die Fließprozesse des Wassers in oberflächennahen Boden- und Grundwasserkörpern untersucht und dafür Experimente im Südschwarzwald, in den Kitzbüheler Alpen und in Südafrika durchgeführt.

Nachdem sich in Voruntersuchungen sowohl die elektromagnetische Induktionsmessung als auch die Georadarmessung als unzureichend erwiesen hatten, investierte der Hydrologe in die sogenannte Gleichstromgeoelektrik. Mit Erfolg: Ein entsprechendes Analysegerät lieferte präzise Daten über den elektrischen Widerstand des Bodens und damit über seine Struktur. „Wenn wir wissen, wie tiefgründig die Erdschichten sind und welche Gesteinsformationen vorliegen, dann können wir auch Aussagen über das Fließverhalten des Wassers treffen“, erklärt Stefan Uhlenbrook.

*Oben: Einspeisung von künstlichen Tracern an einem Hang im Schwarzwald.*

*Mitte: Professor Uhlenbrook gratuliert seinen ersten MSc-Studenten (beide aus Äthiopien) bei der Graduierungsfeier in Delft. Unten: Grafische Darstellung der Ergebnisse der Hangabflussforschung.*

Zusätzlich zum geoelektrischen Messverfahren setzt der Forscher auch auf die Untersuchung der Wasserbeschaffenheit anhand natürlicher Tracer. Tracer sind Ionen, Silikate und Isotope, die Aufschluss über Alter und Herkunft des Wassers geben. „Damit bringen wir in Erfahrung, ob es aus tieferen Schichten oder aus Schneeschmelzen stammt oder ob es sich um frisches Regenwasser handelt“, erklärt Stefan Uhlenbrook. „Durch die Kombination klassischer geophysikalischer Verfahren und Tracer-Methoden können wir Herkunftsräume und Transportwege des Wassers viel präziser einschätzen.“ Das ist beispielsweise für die Hochwasservorhersage enorm wichtig. Schließlich ist Hochwasser häufig nichts anderes als altes Grundwasser, das von neuer Schneeschmelze verdrängt und vor allem in der Nähe von Bächen und Flüssen an die Oberfläche gedrückt wird.

Gefahrenpotenziale anderer Art haben eher mit zuwenig als mit zuviel Wasser zu tun. Das Aufspüren von Grundwasser als wertvolle Ressource für Menschen und Tiere ist ebenfalls ein wichtiges Anliegen der Hydrologen. „Wir müssen beobachten, woher das Wasser stammt“, sagt Stefan Uhlenbrook. Auskunft darüber geben wiederum die Tracer, mit denen sich das Alter des Grundwassers bestimmen lässt. „Wenn nichts nachfließt, sind die Vorräte schnell erschöpft.“ Erschöpfte Wasservorräte bedeuten nicht nur Not und Leid in den ohnehin benachteiligten Entwicklungsländern, sie bergen auch ein erhebliches Konfliktpotenzial. Verlässliche Voraussagen über die Ressourcenverfügbarkeit zu machen, kann also auch ein Beitrag zur Linderung von Not und zur politischen Stabilität sein.

Und schließlich ist es nicht egal, wie sich das Wasser chemisch zusammensetzt: Viele Tierarten, beispielsweise Fische, benötigen Wasser mit bestimmten physikalischen und chemischen Eigenschaften zum Überleben. Veränderte Habitatbedingungen können fatale Folgen für das Ökosystem haben. Auch solche Veränderungen können mit Tracer-Methoden berechnet und dokumentiert werden.

Stefan Uhlenbrook ist inzwischen einem Ruf auf die Professur für Hydrologie an das renommierte UNESCO-IHE Institute for Water Education in Delft, Niederlande, gefolgt. „Die mit dem Eliteprogramm der Landesstiftung verbundenen Forschungsergebnisse und die daraus resultierende Teilnahme an wichtigen Konferenzen waren entscheidende Voraussetzungen für die erfolgreiche Bewerbung“, stellt Uhlenbrook rückblickend fest. „Außerdem bin ich in den letzten Jahren in verschiedene nationale und internationale Gremien wissenschaftlicher Initiativen berufen worden. Ohne die Arbeiten innerhalb des Programms hätte ich mich in der hydrologischen Prozessforschung nicht so stark profilieren können.“



# Prof. Dr. Stefan Uhlenbrook

Hydrologe



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1988</b>	Abitur	Wangen im Allgäu	
<b>1993</b>	Forschungs-aufenthalt	Hebrew University of Jerusalem, Israel	Sturmflutentstehung in Trockengebieten
<b>1995</b>	Diplom	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg	Experimentelle Untersuchung von schnellen Abflusskomponenten
<b>1999</b>	Promotion	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg	Untersuchung und Modellierung der Abflussbildung in einem mesoskaligen Einzugsgebiet
<b>2003</b>	Habilitation	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg	Abflussbildung und prozessbasierte Modellierung

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>1992 – 95</b>	Begabtenförderung der Friedrich-Ebert-Stiftung	
<b>1999</b>	„Carl-Theodor-Kromer-Preis“, Universität Freiburg (Auszeichnung der Dissertation)	
<b>2000</b>	„Tison Award 2000“, International Association of Hydrological Sciences (IAHS)	

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Didszun, J., Uhlenbrook S. 2008  
Scaling of dominant runoff generation processes: Nested catchments approach using multiple tracers.  
*Water Resour. Res.*, 44, W02410, doi:10.1029/2006WR005242.

Uhlenbrook S., 2007: Biofuel and water cycle dynamics: what are the related challenges for hydrological processes research?  
*HPToday, Hydrological Processes, Volume 21, Issue 26, 3647-3650, doi: 10.1002/hyp.6901.*

Wissmeier L., Uhlenbrook S., 2007: Distributed, high-resolution modelling of 18O signals in a meso-scale catchment.  
*Journal of Hydrology*, 332, 497-510, doi:10.1016/j.jhydrol.2006.08.003.

Uhlenbrook S., Roser S., Tilch N. 2004: Development of a distributed, but conceptual catchment model to represent hydrological processes adequately at the meso scale.  
*Journal of Hydrology*, 291, 278-296.

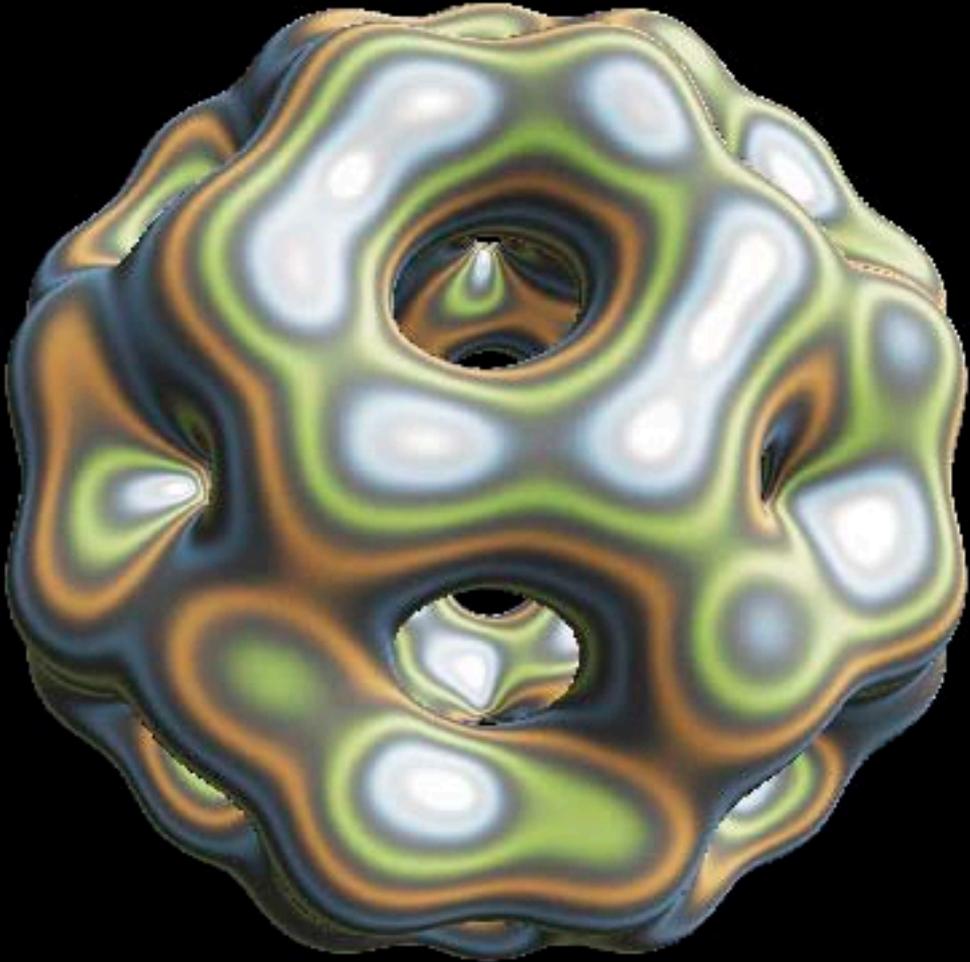
Uhlenbrook S., Frey M., Leibundgut Ch., Maloszewski P., 2002: Hydrograph separations in a mesoscale mountainous basin at event and seasonal timescales.  
*Water Resources Research*, 38, 6, 1-14.

Uhlenbrook, S., Didszun, J., and Wenninger, J., 2008: Source areas and mixing of runoff components at the hillslope scale—a multi-technical approach.  
*Hydrological Science Journal*, 53, 4, 741-753.

## Position 2008

Professor (Lehrstuhlinhaber) am UNESCO-IHE Institute of Water Education, Delft (Niederlande) und an der Freien Universität Amsterdam

*Volumenvisualisierung eines dreidimensionalen Bucky-Ball-Datensatzes durch eine besondere Art der nichtfotorealistischen Beleuchtung (farbige Strukturen).*





# Die Wahrnehmung des Menschen im Blick

**DANIEL WEISKOPF** arbeitet an neuen Formen wissenschaftlicher Visualisierung.

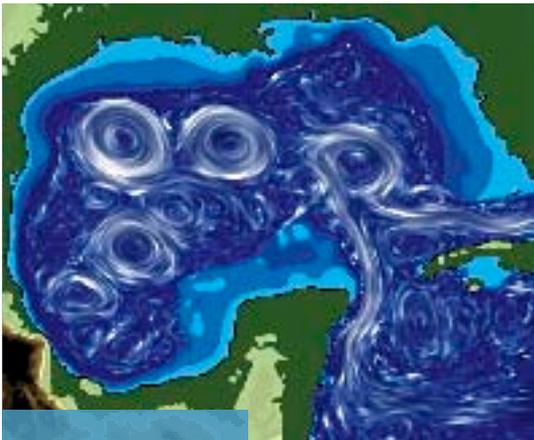
Visualisierung ist Teil unseres Alltags. Eines der prominentesten Beispiele für die Veranschaulichung von abstrakten Daten und Informationen ist die Produktwerbung im Fernsehen. Hier werden Funktionsweisen und Zusammenhänge, die sprachlich oder logisch nur schwer zu formulieren sind, in visuelle Medien übersetzt und damit verständlich gemacht. Manche Spots, vor allem die der Automobilbranche, kommen sogar ganz ohne Worte aus. Bilder werden von uns Menschen leicht verstanden, wecken schnell Emotionen und können zentrale Botschaften gezielt transportieren.

Weniger emotional, aber doch denselben Prinzipien folgend, werden Daten auch in Wissenschaft und Forschung immer häufiger visualisiert. Vor allem im technischen, naturwissenschaftlichen und medizinischen Bereich. Bleiben wir beim Beispiel Automobilindustrie: Computerunterstützte Simulationen, etwa des Unfallverhaltens oder des Luftwiderstands neuer Modelle, haben die Fahrzeugentwicklung revolutioniert. Die Entwicklungszeiten konnten verkürzt werden, und weniger Versuche im Windkanal und weniger Crashtests haben zu erheblichen Kosteneinsparungen geführt. Doch nicht nur berechnete, sondern auch gemessene Daten werden aufgrund ihrer Komplexität bildlich dargestellt, etwa bei der Kernspintomografie. Anstatt Zahlenreihen auszuwerten, können sich die Mediziner Anatomie und Funktionen des menschlichen Körpers direkt am Bildschirm ansehen und so eine schnellere und bessere Diagnose stellen.

Die nichtfotorealistische Darstellung wissenschaftlicher Daten ist das Spezialgebiet von Daniel Weiskopf. Am Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme der Universität Stuttgart arbeitet er an der Verbesserung der computergrafischen Abbildung von Simulations- und Messdaten. „Die klassische Vorgehensweise in der Wissenschaft ist die möglichst exakte, fotorealistische Wiedergabe von Informationen“, sagt Weiskopf. „Dabei werden die menschlichen Wahrnehmungsmuster völlig außer acht gelassen.“

Im Rahmen des Eliteprogramms der Landesstiftung beschäftigt sich Daniel Weiskopf mit interaktiven Visualisierungstechniken, einem Teilgebiet der praktischen Informatik. Voraussetzung für Interaktion ist eine schnelle Berechnung der Visualisierung, damit Benutzeraktionen ohne merkliche Verzögerung durchgeführt werden. Ein typisches Beispiel ist die Darstellung des Verhaltens verschiedener Baugruppen eines Fahrzeugs bei einem Aufprall. „Für diese Form der Simulationsdarstellung benötigen wir sehr hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten“, erklärt Weiskopf. Aus diesem Grund hat der Forscher neue und effiziente Visualisierungsverfahren für programmierbare Grafikkhardware entwickelt.

Doch das ist nur eine Seite der Interaktion. Die andere bezieht sich auf das Zusammenspiel von Mensch und Computer. „Unser Ziel ist es, komplexe Informationen verständlich darzustellen“, so Daniel Weiskopf. „Deshalb ist es unbedingt erforderlich, möglichst viele Erkenntnisse über die visuelle Wahrnehmung des Menschen in unsere Forschung einzubeziehen.“ Zwar ist wissenschaftliche Visualisierung



Oben: nichtfotorealistische  
Schnittzeichnung  
Mitte: dreidimensionale  
Strömungsvisualisierung  
eines Tornados  
Unten: zeitabhängige  
Strömungssimulation im  
Golf von Mexiko

letztlich immer die geometrische Abbildung von Originaldaten, die Frage jedoch ist, wie stark die Projektion geometrischer Daten abstrahiert wird. Weiskopf: „Die grundlegende Idee unseres Projektes besteht darin, nicht an der Geometrie selbst zu arbeiten, sondern am zweiten Schritt, an der Darstellung des Bildes auf dem Monitor.“ Dabei geht es dem Wissenschaftler um die Definition einfacher Regeln, ohne den Anspruch, die Realität zu 100 Prozent abzubilden. Regeln, die Weiskopf unter anderem aus zum Teil handgezeichneten Illustrationen wissenschaftlicher Publikationen abgeleitet hat.

Abstrahieren heißt in diesem Fall nichts anderes als die Hervorhebung primärer und die Unterdrückung sekundärer Informationen. Mit anderen Worten: Was uns interessiert, wird verstärkt in unser Blickfeld gerückt, was uns nicht interessiert, das steht im Hintergrund oder ist gar nicht zu sehen. Dafür müssen bekannte Wahrnehmungsmodelle in Algorithmen umgewandelt werden. Beispielsweise wird die Tatsache, dass wir in der Natur entfernte Objekte durch Blässe und bläuliche Färbung wahrnehmen, in der computergrafischen Tiefendarstellung berücksichtigt. Und nicht nur das: „Der Mensch kann dynamische Veränderungen wie Ausbreitungsrichtung und -geschwindigkeit gleich heller Farben nicht erkennen. Dieses Wahrnehmungsdefizit können wir durch die Darstellung strukturierter Oberflächen gezielt kompensieren“, erklärt Daniel Weiskopf.

Die Integration kognitionswissenschaftlicher Erkenntnisse in mathematische Modellberechnungen ist ein beeindruckendes Beispiel für die interdisziplinäre Forschung über die Grenzen der Naturwissenschaft hinaus. Und es gibt bereits ganz konkrete Kooperationen und Anwendungen, auch wenn in diesem Projekt überwiegend Grundlagenforschung betrieben wird und vor allem prototypische Modelle erarbeitet wurden. So konnten im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 382 Strömungsdaten aus der Astrophysik erfolgreich dargestellt werden.

Und der bayerische Automobilhersteller BMW visualisiert mit den Programmen aus Stuttgart den Luftwiderstand seiner neuen Pkw-Modelle.

Von 2005 bis 2007 arbeitete Daniel Weiskopf an der School of Computing Science der Simon Fraser Universität in Kanada als Assistant Professor. Seit 2007 ist er Professor am Visualisierungsinstitut der Universität Stuttgart.

# Prof. Dr. Daniel Weiskopf

Informatiker und Physiker



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1993/94</b>	Auslandsstudium	San Francisco State University und University of California, Berkeley, USA	
<b>1997</b>	Diplom	Eberhard-Karls-Universität Tübingen	Spezielle Relativitätstheorie: Visualisierung und Virtuelle Realität
<b>2001</b>	Promotion	Eberhard-Karls-Universität Tübingen	Visualization of 4D Spacetimes
<b>2005</b>	Habilitation	Universität Stuttgart	GPU-Based Interactive Visualization Techniques

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>2000</b>	Auszeichnung „Best Case Study“ während der IEEE Visualization 2000 Konferenz für den Beitrag „Non-linear ray tracing as a visualization tool for gravitational physics“
-------------	---

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

D. Weiskopf  
GPU-Based Interactive Visualization Techniques.  
*Springer, 2006.*

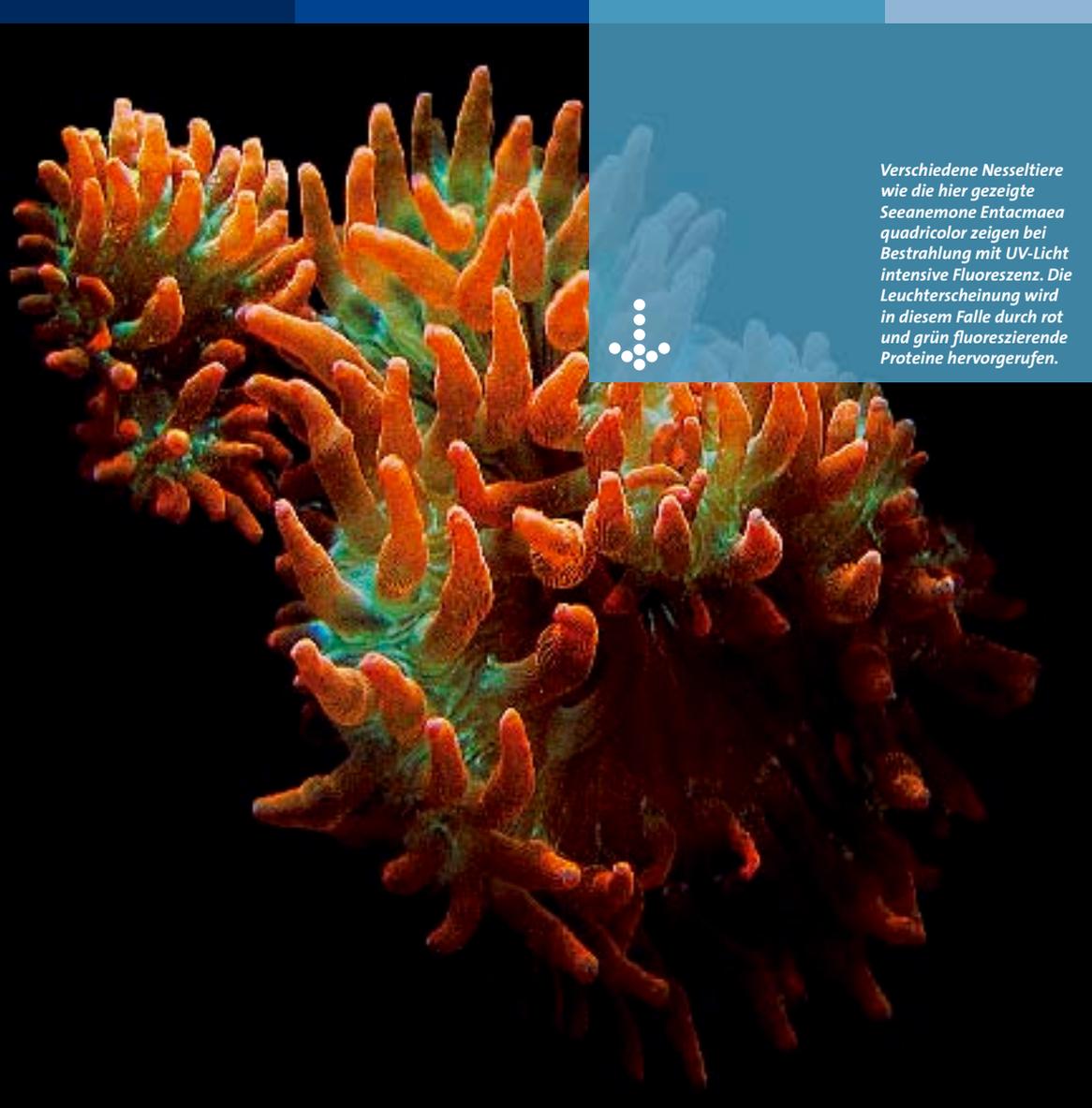
K. Engel, M. Hadwiger, J. M. Kniss, C. Rezk-Salama, D. Weiskopf  
Real-Time Volume Graphics.  
*AK Peters, 2006.*

D. Weiskopf  
On the Role of Color in the Perception of Motion in Animated Visualizations.  
*IEEE Visualization 2004 Proceedings, 305-312, 2004.*

D. Weiskopf, K. Engel, and T. Ertl  
Interactive Clipping Techniques for Texture-Based Volume Visualization and Volume Shading.  
*IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 9(3):298-312, 2003.*

## Position 2008

Professor am Visualisierungsinstitut der Universität Stuttgart



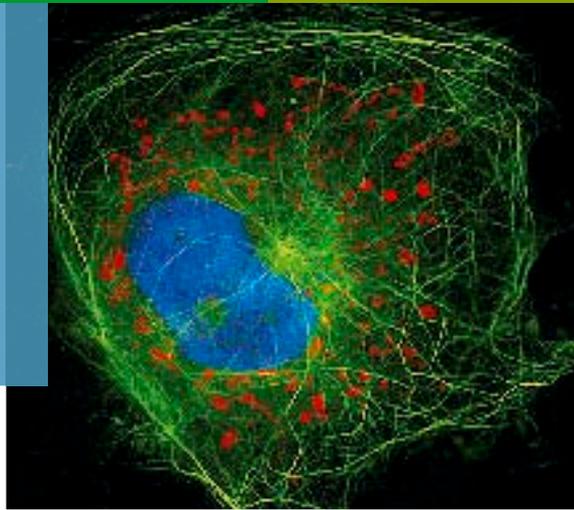
*Verschiedene Nesseltiere wie die hier gezeigte Seeanemone *Entacmaea quadricolor* zeigen bei Bestrahlung mit UV-Licht intensive Fluoreszenz. Die Leuchterscheinung wird in diesem Falle durch rot und grün fluoreszierende Proteine hervorgerufen.*

## Leuchtende Proteine

**JÖRG WIEDENMANN** forscht nach neuen Lebezell-Markern.

Das Phänomen der Biolumineszenz war bereits den alten Römern bekannt. Im ersten Jahrhundert beschrieb Plinius der Ältere das helle Leuchten bestimmter Quallenarten. Was die Menschen damals noch nicht wissen konnten: Die Farbe des Lichts, das die Tiere ausstrahlen, wird in einigen Arten von winzigen fluoreszierenden Proteinen umgewandelt. Vor allem Meeresbewohner warten mit dieser ungewöhnlichen Eigenschaft auf – freischwimmende, wie die erwähnten Medusen, aber auch festsitzende wie die sogenannten Seefedern.

*Mehrfarbmarkierungen in einer menschlichen kultivierten Tumorzelle. Teile des Zytoskeletts zeigen durch ein GFP-markiertes Protein grüne Fluoreszenz. Die rote Fluoreszenz der Mitochondrien wird durch ein neues Markerprotein aus *Entacmaea quadricolor* ausgelöst. Der Zellkern wurde mit Hilfe des Fluoreszenzfarbstoffes DAPI blau gefärbt. (Fotografie F. Oswald und J. Wiedenmann)*



„Erst in den vergangenen fünfzehn Jahren haben solche lichtemittierenden Proteine das Interesse der biomedizinischen Forschung erregt“, sagt Dr. Jörg Wiedenmann von der Abteilung Allgemeine Zoologie und Endokrinologie der Universität Ulm. Eine Art Pionierrolle spielte dabei eine im Pazifik beheimatete Qualle namens *Aequorea victoria*. Das mit Seeanemonen und Korallen verwandte Nesseltier besitzt ein kleines Protein mit zylinderförmig strukturierter Polypeptidkette, die im Inneren einen grün fluoreszierenden Farbstoff enthält. „Die Farbstoffmoleküle bilden sich in einer autokatalytischen Reaktion aus drei Aminosäuren“, erklärt Wiedenmann. „Mit Ausnahme molekularen Sauerstoffs werden keine weiteren Substanzen für das Leuchten benötigt.“

Das grün fluoreszierende Protein, in der Fachwelt mit dem Kürzel GFP bezeichnet, wird beispielsweise für bildgebenden Verfahren in der Zellbiologie eingesetzt. Für diesen Zweck wird die GFP-DNA mit der DNA des zu untersuchenden Proteins verbunden und in die Zelle eingebracht. Erstaunlicherweise sind Körperzellen in der Lage, das Fusionsprotein selbstständig zu reproduzieren. Wiedenmann: „Die modifizierten Proteine leuchten bei Bestrahlung mit blauem Licht grün auf und können unter einem Fluoreszenzmikroskop verfolgt werden – nahezu in Echtzeit.“ Aufgrund der besonderen Eigenschaften wird GFP als Lebezell-Marker in der klinischen Forschung eingesetzt: bei der Medikamentenentwicklung und -erprobung, in der AIDS- und Krebsforschung sowie in der Gentherapie.

Der Einsatz von GFP hat jedoch auch Nachteile. Grün fluoreszierende Proteine müssen mit energiereichem ultraviolettem oder blauem Licht angeregt werden, was zu Schädigungen der Zelle führen kann – ein gravierender Nachteil für einen Lebezell-Marker. „Außerdem können mit einfarbigen Fluoreszenzmarkern Proteinwanderungen nur dann auf einfache Weise verfolgt werden, wenn größere Konzentrationsvariationen zwischen den verschiedenen Zellkompartimenten vorliegen, etwa zwischen Zellplasma und -kern“, so Jörg Wiedenmann.

Die Ulmer Forschergruppe ist deshalb seit Jahren auf der Suche nach Alternativen. Die Arbeit der Wissenschaftler konzentriert sich vor allem auf die Verschiebung der Lichtemission in den langwelligen roten Spektralbereich. Wiedenmann: „Rot emittierende Proteine können im Gegensatz zu den GFP durch energiearmes grünes oder orangefarbenes Licht angeregt werden. Zugleich ist die Eigenfluoreszenz der untersuchten Zellen im roten Lichtspektrum deutlich niedriger als im grünen. Damit steigt natürlich die Nachweisbarkeit der Markersubstanz.“

Doch viele Versuche, das Aequorea-GFP durch gentechnische Manipulation dauerhaft rot zu färben, scheiterten. Die Natur aber hatte bereits gezeigt, dass es möglich ist: „Im Jahr 1996 entdeckte ich, dass fluoreszierende, zur GFP-Familie gehörende Proteine mit den unterschiedlichsten spektralen Eigenschaften in nicht-biolumineszenten Nesseltieren vorkommen. Überraschenderweise fanden sich auch Spezies mit roter Färbung darunter“, erzählt Wiedenmann. Klar, dass solche Entdeckungen nicht ausschließlich im Labor gemacht werden können: Neben zahlreichen Forschungsaufenthalten am Mittelmeer arbeitete Wiedenmann viermal am australischen Great Barrier Reef, der größten Korallenansammlung der Welt; zweimal war er Gast am Whitney Laboratory in Florida.

Dann, 2004, ein weiterer Durchbruch. Im Rahmen des von der Landesstiftung finanzierten Projekts isolierten die Ulmer ein neues fluoreszentes Protein aus der Steinkoralle *Lobophyllia hemprichii*. Dessen Besonderheit: Wenn es von der Zelle hergestellt wird, leuchtet es zunächst grün, ähnlich dem bekannten GFP. „Bestrahlen wir das Protein jedoch kurz mit violettem Licht, verlagert sich das Emissionsspektrum in den roten Bereich“, erklärt Jörg Wiedenmann. Die Wissenschaftler haben das Protein deshalb auf den Namen EosFP getauft – benannt nach Eos, der Göttin der Morgenröte aus der griechischen Mythologie. Die Umwandlung des grünen Fluorophors in die rote Form geht mit einer Photodissoziation des Peptidrückgrats einher und ist daher irreversibel. Mit anderen Worten: Ist das Protein einmal rot, dann bleibt es auch rot.

Der Forschergruppe um Jörg Wiedenmann ist es gelungen, EosFP gentechnisch so zu modifizieren, dass damit fusionierte Proteine ihre biologische Aktivität beibehalten und in der untersuchten Zelle korrekt lokalisiert werden können. Die steuerbare Farbkonversion des neuen Markers ist vor allem für Untersuchungen der zellulären Proteinbewegung von großem Nutzen. „Mit EosFP ist es möglich, dynamische Prozesse auch bei gleichmäßiger Verteilung der Proteine zu beobachten“, so Wiedenmann. „Hierzu wird innerhalb der Zelle ein kleiner Teil des Markers mit

einer stark fokussierten Lichtquelle von der grünen in die rot fluoreszierende Form umgewandelt.“ Die lokal markierten Proteine können auf diese Weise gut von der grün fluoreszierenden Restpopulation unterschieden werden.

Für Jörg Wiedenmann sind fluoreszente Proteine wie EosFP Meilensteine in der biomolekularen Forschung: „Das Protein hilft uns ganz entscheidend dabei, Prozesse und Funktionsweisen von Zellen und Genen besser zu verstehen. Mit diesem Marker kann bereits heute das Schicksal eines Proteins, einer einzelnen Zelle oder einer Zellgruppe auf einfachste Weise verfolgt werden. Kürzlich wurde von einer amerikanischen Forschergruppe EosFP als Marker eingesetzt, um die Beugungsgrenze von Lichtmikroskopen zu durchbrechen. Und die Forschungen dazu stehen erst am Anfang.“

Jörg Wiedenmann ist heute Lecturer am National Oceanography Centre Southampton (University of Southampton).



*Oben: aus Seeanemonen, Zylinderrosen und Korallen isolierte und gereinigte Fluoreszenzproteine  
Unten: Fluoreszenz der Proteine bei Bestrahlung mit UV-Licht*

# Dr. Jörg Wiedenmann

Zoologe und Molekularbiologe



## Studium und wissenschaftlicher Werdegang

<b>1989</b>	Abitur	Wasseralfingen	
<b>1996</b>	Diplom	Universität Ulm	Zur Biologie der Ökotypen der Wachsrose <i>Anemonia sulcata</i> (PENNANT)
<b>2000</b>	Promotion	Universität Ulm	The identification of new proteins homologous to GFP from <i>Aequorea victoria</i> as coloring compounds in the morphs of <i>Anemonia sulcata</i> and their biological function
<b>2005</b>	Habilitation	Universität Ulm	Gene hunting in Poseidon's garden

## Auszeichnungen / Stipendien

<b>1996 – 2000</b>	Promotionsstipendium der Graduiertenförderung des Landes Baden-Württemberg		
<b>2002</b>	Promotionspreis der Ulmer Universitätsgesellschaft		
<b>2005</b>	Merckle Forschungspreis (5000 Euro)		
<b>2006</b>	Kooperationspreis Wissenschaft-Wirtschaft (4000 Euro)		

## Veröffentlichungen und Herausgebertätigkeiten (Auswahl)

Kredel, S., Nienhaus, K., Wolff, M., Oswald, F., Ivanchenko, S., Cymer, F., Jeromin, A., Michel, F.J., Spindler, K.D., Heilker, R., Nienhaus, G.U., and Wiedenmann, J. (2008). Optimized and Far-red Emitting Variants of Fluorescent Protein eqFP611. *Chem. Biol.* 15, 224-233.

Wiedenmann, J., Ivanchenko, S., Oswald, F., Schmitt, F., Röcker, C., Salih, A., Spindler, K.D., and Nienhaus, G.U. (2004). EosFP, a fluorescent marker protein with UV-inducible green-to-red fluorescence conversion. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 101, 15905-15910.

Wiedenmann, J., Schenk, A., Röcker, C., Girod, A., Spindler, K.-D., & Nienhaus, G. U. (2002). A far-red fluorescent protein with fast maturation and reduced oligomerization tendency from *Entacmaea quadricolor* (Cnidaria, Anthozoa, Actinaria). *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 99, 11646-11651.

Wiedenmann, J., Elke, C., Spindler, K.-D. & Funke W. (2000). Cracks in the  $\beta$ -can: fluorescent proteins from *Anemonia sulcata*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 97, 14091-14096.

Wiedenmann, J. (1997). Die Anwendung eines orange fluoreszierenden Proteins und weiterer farbiger Proteine und der zugehörigen Gene aus der Artengruppe *Anemonia* sp. (*sulcata*) Pennant, (Cnidaria, Anthozoa, Actinaria) in Gentechnologie und Molekularbiologie. *Patent DE 197 18 640. Deutsches Patent- und Markenamt.*

## Position 2008

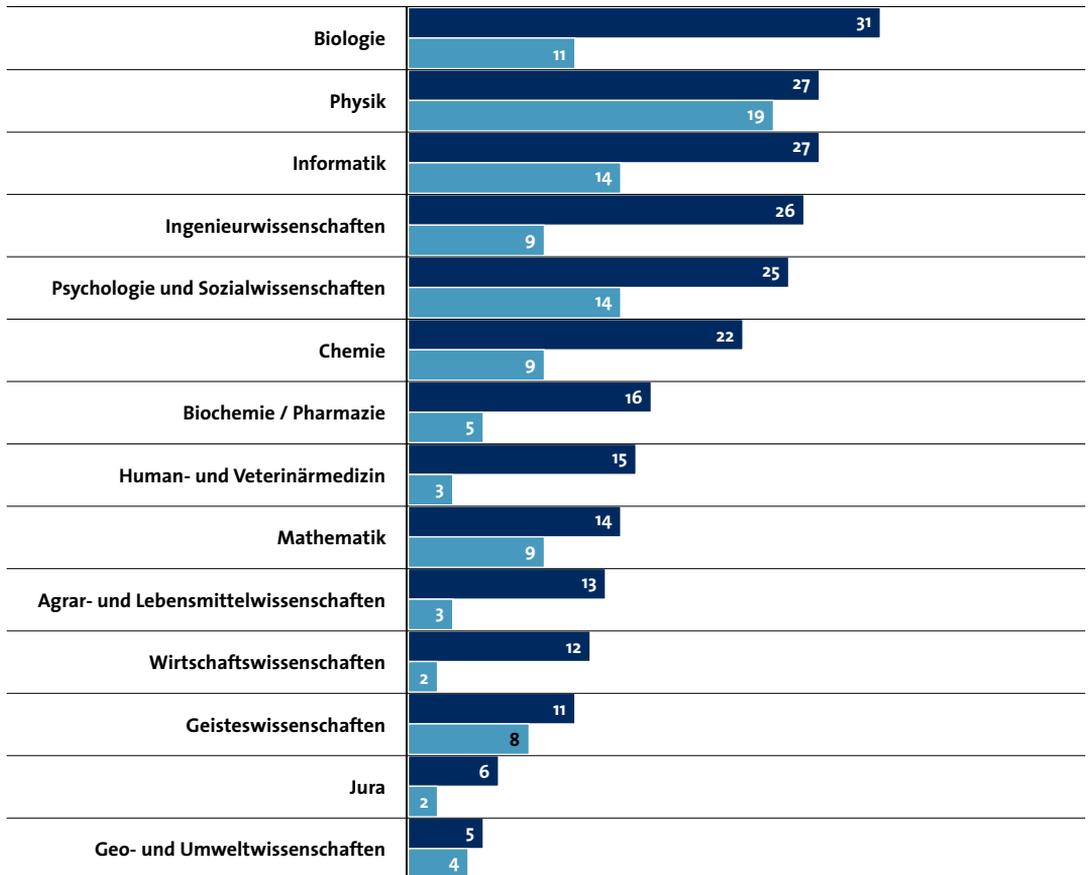
Lecturer und Gruppenleiter am National Oceanography Centre, University of Southampton, Großbritannien

# Anhang

Im Anhang finden Sie verschiedene Tabellen und Grafiken zum Eliteprogramm seit 2002 sowie einen Überblick über die ersten sechs Postdoc-Jahrgänge:

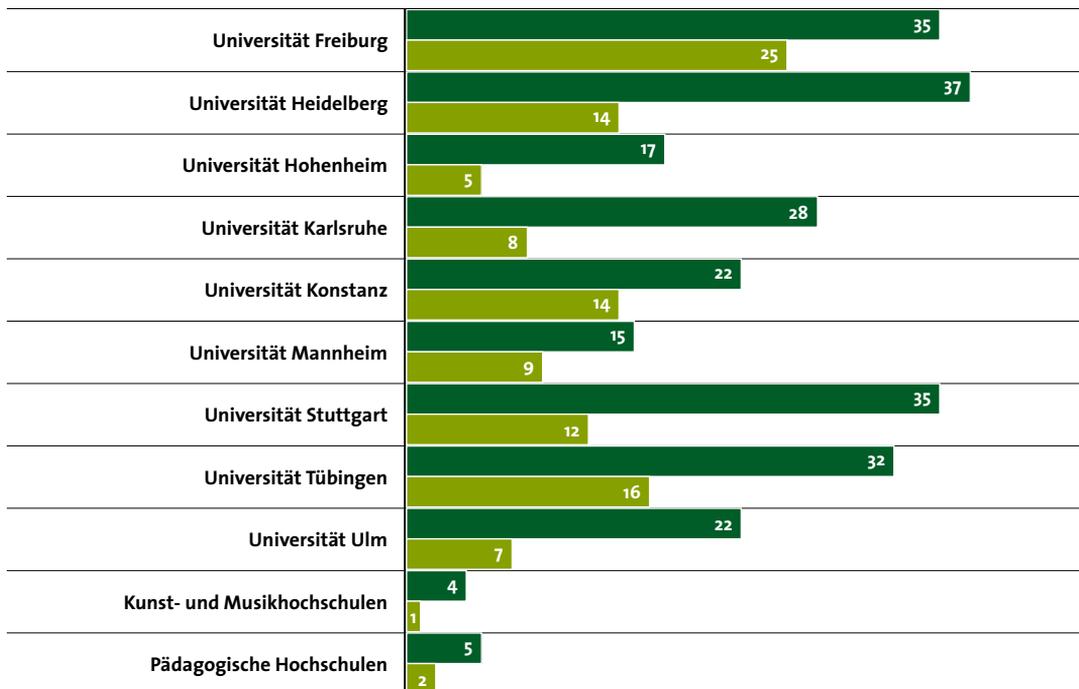
- die Gesamtzahl der Anträge aufgeteilt in 14 Fachgruppen im Vergleich zu den bewilligten Anträgen,
- die eingereichten Anträge pro Hochschule im Verhältnis zu den bewilligten Anträgen,
- den Frauenanteil bei den Anträgen und Bewilligungen,
- die Auflistung aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer am Eliteprogramm vom Jahrgang 2002 bis zum Jahrgang 2007,
- eine Übersicht über die Netzwerktreffen, die Themen und die Veranstaltungsorte.

## Eingereichte und bewilligte Anträge nach Fachgruppen



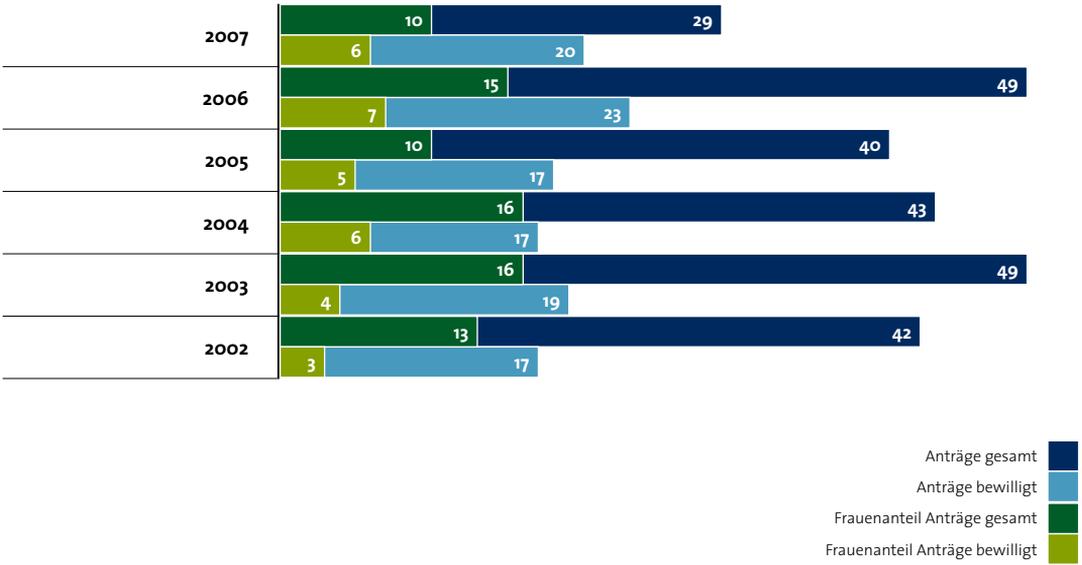
Anträge gesamt ■  
 Anträge bewilligt ■

## Eingereichte und bewilligte Anträge nach Hochschulen



Anträge gesamt ■  
 Anträge bewilligt ■

# Frauenanteil an eingereichten und bewilligten Anträgen



## Postdocs des Eliteprogramms (Jahrgänge 2002 bis 2007)

Jahrgang 2002	
Name	Hochschule
Sabine Glesner	Universität Karlsruhe
Stefan Gumhold	Universität Tübingen
Angelika Hausser	Universität Stuttgart
Corinna Hermann	Universität Konstanz
Fedor Jelezko	Universität Stuttgart
Jens-Peter Knemeyer	Universität Heidelberg
Andreas Komnik	Universität Freiburg
Richard Mayr	Universität Freiburg
Andriy Mokhir	Universität Heidelberg
Mario Ohlberger	Universität Freiburg
Heinz Reinders	Universität Mannheim
Annette Reineke	Universität Hohenheim
Kay Saalwächter	Universität Freiburg
Walter Salzburger	Universität Konstanz
Cornelia Spiegel	Universität Tübingen
Christian Straka	Universität Heidelberg
Yvonne Traa	Universität Stuttgart
Stefan Uhlenbrook	Universität Freiburg
Daniel Weiskopf	Universität Stuttgart
Jörg Wiedenmann	Universität Ulm

2002

**Jahrgang 2003**

Name	Hochschule
Jochen Brill	Universität Stuttgart
Anja Fischer	Universität Hohenheim
Urs Gasser	Universität Konstanz
Daniel Gembris	Universität Mannheim
Almut Helmes	Universität Freiburg
Stefan Hoderlein	Universität Mannheim
Gerd Kästle	Universität Ulm
Andreas Krause	Universität Freiburg
Gerald Künstle	Universität Konstanz
Vladimir Matveev	Universität Freiburg
Jan Münch	Universität Ulm
Jian-Wei Pan	Universität Heidelberg
Axel Rosenhahn	Universität Heidelberg
Cornelia Ruhe	Universität Konstanz
Svetlana Santer	Universität Freiburg
Lars Schmidt-Thieme	Universität Karlsruhe
Cornelia Schön	Universität Karlsruhe
Ursula Schröter	Universität Konstanz
Jürgen Stuhler	Universität Stuttgart
Markus Wacker	Universität Tübingen
Claudia Waskow	Universität Ulm
Klaus Wehrle	Universität Tübingen
Roland Wester	Universität Freiburg

2003

**Jahrgang 2004**

Name	Hochschule
Michael Bauer	Universität Konstanz
Markus Biesalski	Universität Freiburg
Lars Dening	Universität Freiburg
Martina Gerken	Universität Karlsruhe
Edward Goldobin	Universität Tübingen
Regina Hoffmann-Vogel	Universität Karlsruhe
Simone Huck	Universität Hohenheim
Mathias Kläui	Universität Konstanz
Katja Krüger	Universität Heidelberg
Uwe Maier	PH Schwäbisch Gmünd
Ralf Marienfeld	Universität Ulm
Pedro Marrón	Universität Stuttgart
Jonas Obleser	Universität Konstanz
Dirk Schneider	Universität Freiburg
Marcus Schwarz	Universität Konstanz
Antje Tumat	Universität Heidelberg

2004



**Jahrgang 2007**

Name	Hochschule
Nicole Breusing	Universität Hohenheim
Peter Bayer	Universität Tübingen
Sascha Caron	Universität Freiburg
Peter Fiebig	Universität Freiburg
Rainer Greifeneder	Universität Mannheim
Markus Huff	Universität Tübingen
Petra Imhof	Universität Heidelberg
Joachim Kimmerle	Universität Tübingen
Sabine Ludwigs	Universität Freiburg
Andriy Luzhetskyy	Universität Freiburg
Victor Pankratius	Universität Karlsruhe
Stefan Pfister	Universität Heidelberg
Biprajit Sarkar	Universität Stuttgart
Christian Sevenheck	Universität Mannheim
Kilian Singer	Universität Ulm
Christian Spannagel	PH Ludwigsburg
Marco Thines	Universität Hohenheim

2007

## Netzwerktreffen 2003-2008

Nr.	Datum	Ort	Stadt
1	27.06.03	Deutsches Verpackungs-Museum	Heidelberg
2	09.06.04	Internationales Begegnungszentrum (IBZ) „Eulenhof“	Stuttgart
3	07.12.04	Berghotel Schauinsland	Freiburg
4	25.05.05	Inselhotel	Konstanz
5	14.10.05	Schloss Solitude	Stuttgart
6	21.04.06	Badisches Landesmuseum	Karlsruhe
7	20.10.06	Landesstiftung Baden-Württemberg	Stuttgart
8	20.04.07	Reiss-Engelhorn-Museen - Museum Zeughaus	Mannheim
9	09.11.07	Landesstiftung Baden-Württemberg	Stuttgart
10	30.04.08	Hotel Krone	Tübingen
11	17.10.08	Hochschule für Musik und Darstellende Kunst	Stuttgart

Thema	Referenten
„Das Netzwerk für eine erfolgreiche Zukunft“ „Bildung eines Netzwerkes“	Prof. Dr. Dieter Strecker, Akademie für Lebensgestaltung
„Vorbereitung auf das Berufungsverfahren“	Prof. Dr. Bärbel Schön, PH Heidelberg
Netzwerkbildung	Susanne Meyder-Nolte, Evangelische Akademie Bad Boll
„Bolognaprozess“	Dr. Martin Winter, Institut für Hochschulforschung Wittenberg
Netzwerkbildung	Susanne Meyder-Nolte, Evangelische Akademie Bad Boll
„Berufungsverfahren“	Prof. Dr. Kay Saalwächter, Jahrgang 02 Prof. Dr. Markus Wacker, Jahrgang 03 Prof. Dr. Bärbel Schön, PH Heidelberg
„Rechte und Pflichten eines Hochschullehrers“	RA Birgit Ufermann, Deutscher Hochschulverband Bonn
Netzwerkbildung	Susanne Meyder-Nolte, Evangelische Akademie Bad Boll
„Forschungsfinanzierung: Instrumente und Antragsverfahren“	Rudi Beer, Landesstiftung Dr. Jonathan Loeffler, Steinbeis-Europa-Zentrum Dr. Daniel Gembris, Jahrgang 03
Netzwerkbildung	Susanne Meyder-Nolte, Evangelische Akademie Bad Boll
Auf dem Weg zur Professur – das Berufungsverfahren	Senni Hundt, Stellvertretende Kanzlerin und Leiterin des Personaldezernats der Universität Heidelberg

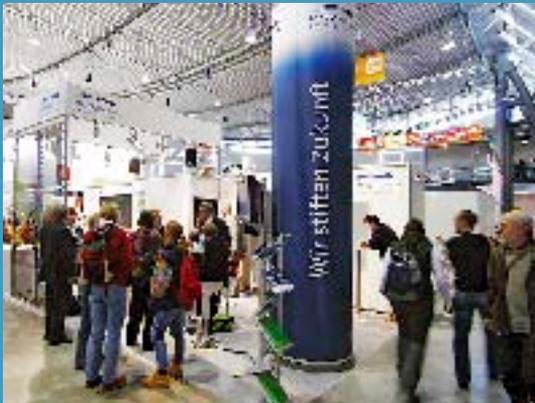
## Schriftenreihe der LANDESSTIFTUNG Baden-Württemberg

Nr.	Titel	erschieden
37	<b>Kinder nehmen Kinder an die Hand</b> Dokumentation der Förderinitiative der Stiftung Kinderland Baden-Württemberg	2009
36	<b>Zeit nutzen – Innovative pädagogische Freizeitangebote für Kinder und Jugendliche während der Ferienzeit</b> Dokumentation des Förderprogramms der Stiftung Kinderland Baden-Württemberg	2008
35	<b>E-LINGO – Didaktik des frühen Fremdsprachenlernens</b> Erfahrungen und Ergebnisse mit Blended Learning in einem Masterstudiengang	2008
34	<b>Visionen entwickeln – Bildungsprozesse wirksam steuern – Führung professionell gestalten</b> Dokumentation zum Masterstudiengang Bildungsmanagement der Landesstiftung Baden-Württemberg (erschienen im wbv W. Bertelsmann Verlag Bielefeld)	2008
33	<b>Forschungsprogramm „Klima- und Ressourcenschutz“</b> Berichte und Ergebnisse aus den Forschungsprojekten der Landesstiftung Baden-Württemberg	2008
32	<b>Nanotechnology – Physics, Chemistry, and Biology of Functional Nanostructures</b> Results of the first research programme “Competence Network Functional Nanostructures”	2008
31	<b>„Früh übt sich...“ Zugänge und Facetten freiwilligen Engagements junger Menschen</b> Fachtagung am 21. und 22. Juni 2007 in der Evangelischen Akademie Bad Boll	2008
30	<b>beo – 6. Wettbewerb Berufliche Schulen</b> Ausstellung, Preisverleihung, Gewinner und Wettbewerbsbeiträge 2007	2007
29	<b>Forschungsprogramm „Mikrosystemtechnik“</b> Berichte und Ergebnisse aus den Forschungsprojekten	2007
28	<b>Frühe Mehrsprachigkeit – Mythen – Risiken – Chancen</b> Dokumentation über den Fachkongress am 5. und 6. Oktober 2006 in Mannheim	2007
27	<b>„Es ist schon cool, wenn man viel weiß!“ KOMET – Kompetenz- und Erfolgstrainings für Jugendliche</b> Dokumentation der Programmlinie 2005-2007	2007
26	<b>Jugend und verantwortungsvolle Mediennutzung – Medien und Gesellschaft</b> Untersuchungsbericht des Tübinger Instituts für frauenpolitische Sozialforschung TIFS e.V.	2007

Nr.	Titel	erschieden
25	<b>jes – Jugend engagiert sich und jes connection</b> Die Modellprojekte der Landesstiftung Baden-Württemberg, Bericht der wissenschaftlichen Begleitung 2002-2005	2007
24	<b>Suchtfrei ins Leben</b> Dokumentation der Förderprogramme zur Suchtprävention für vorbelastete Kinder und Jugendliche	2007
23	<b>Häusliche Gewalt beenden: Verhaltensänderung von Tätern als Ansatzpunkt</b> Eine Evaluationsstudie von Monika Barz und Cornelia Helfferich	2006
22	<b>Innovative Familienbildung – Modellprojekte in Baden-Württemberg</b> Abschlussdokumentation des Aktionsprogramms „Familie – Förderung der Familienbildung“	2006
21	<b>Förderung der Selbständigkeit und Eigenverantwortung von Menschen mit Behinderung</b> Dokumentation der Projekte der Ausschreibung der Landesstiftung Baden-Württemberg 2002-2006	2006
20	<b>Raus aus der Sackgasse!</b> Dokumentation des Programms „Hilfen für Straßenkinder und Schulverweigerer“	2006
19	<b>Erfahrungen, die's nicht zu kaufen gibt</b> Bildungspotenziale im freiwilligen Engagement junger Menschen, Dokumentation der Fachtagung am 16. und 17. Juni 2005	2006
18	<b>beo – 5. Wettbewerb Berufliche Schulen</b> Dokumentation über die Wettbewerbsbeiträge der Preisträgerinnen und Preisträger 2006	2006
17	<b>Forschungsprogramm Nahrungsmittelsicherheit</b> Berichte und Ergebnisse aus den Forschungsprojekten der Landesstiftung Baden-Württemberg	2006
16	<b>Medienkompetenz vermitteln – Strategien und Evaluation</b> Das Einsteigerprogramm start und klick! der Landesstiftung Baden-Württemberg	2006
15	<b>Forschungsprogramm Optische Technologien</b> Zwischenberichte aus den Forschungsprojekten der Landesstiftung Baden-Württemberg	2005
14	<b>Jugend. Werte. Zukunft. – Wertvorstellungen, Zukunftsperspektiven und soziales Engagement im Jugendalter</b> Eine Studie von Dr. Heinz Reinders	2005

Nr.	Titel	erschienen
13	<b>4. Wettbewerb Berufliche Schulen</b> Dokumentation des Wettbewerbs 2005 mit den Preisträgerinnen und Preisträgern	2005
12	<b>Beruf UND Familie – Wie gestalten wir das UND?</b> Ein Leitfadens für Praktiker und Praktikerinnen aus Unternehmen und Kommunen	2005
11	<b>Strategische Forschung in Baden-Württemberg</b> Foresight-Studie und Bericht an die Landesstiftung Baden-Württemberg	2005
10	<b>Jugend und verantwortungsvolle Mediennutzung – Medien und Persönlichkeitsentwicklung</b> Untersuchungsbericht des Tübinger Instituts für frauenpolitische Sozialforschung TIFS e.V.	2005
09	<b>Dialog Wissenschaft und Öffentlichkeit</b> Ein Ideenwettbewerb zur Vermittlung von Wissenschaft und Forschung an Kinder und Jugendliche	2005
08	<b>Selbstvertrauen stärken – Ausbildungsreife verbessern</b> Dokumentation innovativer Projekte im Berufsvorbereitungsjahr 2001/2002	2005
07	<b>Faustlos in Kindergärten</b> Evaluation des Faustlos-Curriculums für den Kindergarten	2004
06	<b>Hochschulzulassung: Auswahlmodelle für die Zukunft</b> Eine Entscheidungshilfe für die Hochschulen	2004
05	<b>3. Wettbewerb Berufliche Schulen</b> Dokumentation des Wettbewerbs 2004 mit den Preisträgerinnen und Preisträgern	2004
04	<b>Jugend und verantwortungsvolle Mediennutzung – Medien und Persönlichkeitsentwicklung</b> Dokumentation des Fachtags am 4.12.2003	2004
03	<b>2. Wettbewerb Berufliche Schulen</b> Dokumentation des Wettbewerbs 2003 mit den Preisträgerinnen und Preisträgern	2003
02	<b>Neue Wege der Förderung freiwilligen Engagements von Jugendlichen</b> Eine Zwischenbilanz zu Modellen in Baden-Württemberg	2003
01	<b>1. Wettbewerb Berufliche Schulen</b> Dokumentation des Wettbewerbs 2002 mit den Preisträgerinnen und Preisträgern	2002

Alle Publikationen als Download unter [www.landesstiftung-bw.de](http://www.landesstiftung-bw.de)



## LANDESSTIFTUNG Baden-Württemberg

### Gesellschaftsform

Gemeinnützige GmbH seit 2000

### Aufsichtsratsvorsitzender

Ministerpräsident Günther H. Oettinger MdL

### Aufsichtsrat

Staatsminister Prof. Dr. Wolfgang Reinhart MdL  
Kultusminister Helmut Rau MdL  
Wissenschaftsminister Prof. Dr. Peter Frankenberger  
Justizminister Prof. Dr. Ulrich Goll MdL  
Finanzminister Willi Stächele MdL  
Wirtschaftsminister Ernst Pfister MdL  
Sozialministerin Dr. Monika Stolz MdL  
Umweltministerin Tanja Gönner  
Fraktionsvorsitzender Stefan Mappus MdL  
Andreas Hoffmann MdL  
Winfried Mack MdL  
Karl-Wilhelm Röhm MdL  
Dr. Stefan Scheffold MdL  
Ingo Rust MdL  
Reinhold Gall MdL  
Fraktionsvorsitzender Dr. Ulrich Noll MdL  
Theresia Bauer MdL

### Geschäftsführer

Herbert Moser

### Stellvertretender Geschäftsführer

Ministerialdirigent Walter Leibold

Die Landesstiftung Baden-Württemberg setzt sich für ein lebendiges und lebenswertes Baden-Württemberg ein. Sie ebnet den Weg für Spitzenforschung, vielfältige Bildungsmaßnahmen und den verantwortungsbewussten Umgang mit unseren Mitmenschen.

Die Landesstiftung ist eine der großen operativen Stiftungen in Deutschland. Sie ist die einzige, die ausschließlich und überparteilich in die Zukunft Baden-Württembergs investiert – und damit in die Zukunft seiner Bürgerinnen und Bürger.

LANDESSTIFTUNG  
Baden-Württemberg gGmbH  
Im Kaisemer 1  
70191 Stuttgart  
Telefon +49 (0) 7 11.24 84 76 - 0  
Telefax +49 (0) 7 11.24 84 76 - 50  
info@landesstiftung-bw.de  
www.landesstiftung-bw.de



**LANDESSTIFTUNG**  
*Baden-Württemberg*

**Wir stiften Zukunft**