

forschung

Das Magazin der Deutschen Forschungsgemeinschaft

forschung

Das Magazin der Deutschen Forschungsgemeinschaft



3-4/2005 ▶ Wälder im Nebel ▶ Leben in luftiger Höhe
▶ Mandevilles Reise in die weite Welt ▶ Der Blutdruck
und das Alltagsleben ▶ Das Klima aus dem
Untergrund ▶ Turbulente Geburt der Sterne

DFG

Im Querschnitt

Im Kampf gegen Krankheiten

An der Technischen Universität Dresden entsteht das neue DFG-Forschungszentrum „Regenerative Therapien“. Damit wird ein international sichtbarer Standort in der Grundlagenforschung geschaffen, der die Entwicklung regenerativer Behandlungsstrategien für eine Vielzahl von Krankheiten voranbringen soll. Das Forschungszentrum wird in den ersten vier Jahren mit rund 20 Millionen Euro gefördert. **Seite 38**

Im Dienst der Verständigung

Die wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen Südkorea und Deutschland soll intensiviert werden. Darauf verständigten sich die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Korea Science and Engineering Foundation. So soll die gemeinsame Nachwuchsförderung unterstützt sowie der Aufbau eines Netzwerks von Vertrauenswissenschaftlern gefördert werden. **Seite 38**

Im Interesse des Arbeitsschutzes

Seit nunmehr 50 Jahren erstellt die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft die so genannten MAK- und BAT-Werte-Listen. Dabei werden Grenzwerte für Arbeitsstoffe aufgestellt und analytische Methoden zu deren Kontrolle erarbeitet. Die Empfehlungen der MAK-Kommission werden im In- und Ausland viel beachtet. **Seite 41**

Der Kommentar

Christoph Schneider

Dienst und Leistung S. 2

Biowissenschaften

Achim Dohrenbusch, Achim Häger

Wälder im Nebel S. 4

Christian H. Schulze, Konrad Fiedler

Leben in luftiger Höhe S. 9

Die DFG feiert: 20 Jahre Leibniz-Preis S. 12

Geisteswissenschaften

Susanne Röhl

Mandevilles Reise in die weite Welt S. 14

Stefan Duschek, Rainer Schandry

Der Blutdruck und das Alltagsleben S. 18

Ingenieurwissenschaften

Volker Steinhage, Stefan Schröder, Volker Roth, Armin B. Cremers, Wilhelm Drescher, Dieter Wittmann

Vom „Fingerabdruck“ der Wildbiene S. 21

Werner Hufenbach

Der gestrickte Hochleistungsrotor S. 24

Naturwissenschaften

Anne-Katharina Jappsen, Stefan Schmeja, Ralf Stephan Klessen

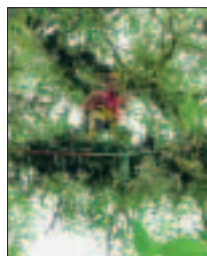
Die turbulente Geburt der Sterne S. 26

Karlheinz Seifert

Der grüne Schatz der pharaonischen Ärzte S. 31

Ingrid Kögel-Knabner, Margit v. Lützwow

Das Klima aus dem Untergrund S. 33



Forschung im Nebel

Lebensraum tropischer Bergregenwald: In Costa Rica haben Wissenschaftler eine faszinierende Pflanzenwelt studiert und dabei neue Einblicke in ein bedrohtes Ökosystem gewonnen. (Seite 4)
Titelbild: Achim Häger

Impressum

Herausgegeben von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG); „forschung“ erscheint vierteljährlich beim WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Postfach 10 11 61, 69451 Weinheim; Jahresbezugspreis 2006: € 45,60 zzgl. MwSt.; Chefredakteur: Dieter Hüsken (verantwortlich für den Inhalt, Gestaltung); Redaktion: Dr. Rembert Unterstell; Lektorat: Stephanie Henseler, Angela Kügler-Seifert; Redaktionsassistentz: Renate Kahl; Druck: Bonner Universitäts-Buchdruckerei; Redaktionsanschrift: DFG, Bereich Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Kennedyallee 40, 53175 Bonn, Tel.: 0228 / 885-1; Fax: 0228 / 885-2180; E-Mail: postmaster@dfg.de; Internet: www.dfg.de; gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier mit 50% Recyclingfaser

ISSN 0172-1518

Unternehmen haben Ziele und Leitbilder. Für den eingetragenen Verein „DFG“ formuliert Paragraph 1 Satz 1 der Satzung beides zugleich: „Die Deutsche Forschungsgemeinschaft dient der Wissenschaft in allen ihren Zweigen durch die finanzielle Unterstützung von Forschungsaufgaben und durch die Förderung der Zusammenarbeit unter den Forschern.“ In einem anderen Paragraphen steht, dass das Präsidium „verantwortlich für die Führung der laufenden Geschäfte“ ist und sich zu deren Erledigung der Geschäftsstelle „bedient“. Mit anderen Worten, das Kollegialorgan bestimmt die Richtung und hat die Verantwortung, und die Administration führt aus. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft ist eine Selbstverwaltungsorganisation, und die Verwaltung dient der Wissenschaft.

In diesen wenigen Bestimmungen sind die wichtigsten Prämissen für die Arbeit der Geschäftsstelle zusammengefasst. Was für die DFG zutrifft, gilt auch für die Geschäftsstelle; denn sie ist es in aller Regel, die für die DFG handelt.

Ganz zu Anfang: Die DFG ist eine Dienstleistungsorganisation. Die „finanzielle Unterstützung“ ist für „Forschungsaufgaben“ bestimmt, die nicht die DFG festlegt, sondern die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für sich selbst. Also Anträge, nicht Aufträge. In der Geschäftsstelle der DFG lernt man dadurch rasch, dass erkenntnisorientierte Forschung und nutzenorientierte Forschung keine Gegensätze, sondern komplementäre Aspekte der einen Wissenschaft sind und dass alle rhetorischen Konstruktionen solchen Gegensatzes („curiosity driven“ oder gar „blue skies“), wie der forschungspolitische Utilitarismus sie in Serie produziert, hohl und falsch sind. Es ist gut, das beizubehalten zu lernen.

Die Dienstleistung besteht nicht nur in der Bereitstellung der Mittel, sondern auch – und heutzutage vor allem – in der sachgerechten Auswahl ihrer Empfänger im Wettbewerb. Adressat ist die „Wissenschaft in allen ihren Zweigen“. Das verpflichtet die Geschäftsstelle zur

Gewährleistung fairer Wettbewerbsbedingungen für alle Disziplinen und Arbeitsfelder und zur Auswahl der unterstützten Projekte nach den jeweils geeigneten Qualitätskriterien.

Der Wettbewerb ist in den vergangenen Jahrzehnten sehr viel härter geworden. Vor 30, auch wohl noch vor 20 Jahren, verschickte die DFG einige hundert Ablehnungen pro Jahr. Heute sind es viele tausend. Beim wichtigsten Förderinstrument, der Projektförderung im Normalverfahren („Sachbeihilfe“), hatte 2003 und 2004 erstmals weniger als die Hälfte aller Anträge Erfolg. Von Januar bis Oktober 2005 waren es 50,1 Prozent. Das macht Fairness besonders wichtig. Zu jedem Antrag sucht die Geschäftsstelle im ersten Arbeitsgang Gutachter, die dem Projekt und den daran Beteiligten in ihrer wissenschaftlichen Individualität gerecht werden können und wollen. Sie sucht sie in Deutschland wie – in den letzten Jahren immer öfter – im Ausland. Können fordert Kompetenz und Neutralität, Wollen fordert Verfügbarkeit und Motivation. Das alles schreibt sich rasch, aber in der täglichen Arbeit ist nichts davon trivial. Es fordert in der Geschäftsstelle nicht nur kognitive Fähigkeiten (die Projekte verstehen, ein Urteil fällen, die Beteiligten und die Gutachter kennen) und administrative Kompetenz, sondern auch Überzeugungskraft, Ausdauer und Lernbereitschaft, sein Urteil zu revidieren.

Im Entscheidungsprozess, der sich auf die Gutachten stützt, sind die wichtigsten Partner der Geschäftsstelle die Fachkollegien und der Hauptausschuss sowie seine Ausschüsse für Sonderforschungsbereiche und Graduiertenkollegs. Die Fachkollegien sind nach der Satzung für die Qualität der Bewertung aller Anträge verantwortlich. Sie sichern die Qualität des Begutachtungsprozesses, und sie leiten aus den Gutachten Entscheidungsvorschläge zur Förderung ab. In aller Regel entwirft die Geschäftsstelle diese, wie sie überhaupt den gesamten Weg eines Vorhabens so zu begleiten hat, als läge die Verantwortung allein bei ihr. Dass die Verantwortung letztlich bei Kollegi-

alorganen des Vereins DFG liegt, mindert weder die Bedeutung der Arbeit der Geschäftsstelle für das Ergebnis noch die dafür erforderliche Qualifikation. (Wer fragt, warum eine solche Aussage aufgeschrieben werden muss, fragt mit Recht. Aber es war ein Rechnungshof, der das Argument gebrauchte, die Mitarbeiter der Deutschen Forschungsgemeinschaft entschieden ja nicht selbst; ergo würden sie zu hoch eingestuft.)

Im November 2005 haben Mitglieder von Präsidium und Senat mit den Sprechern der Ende 2003 gewählten Fachkollegien gemeinsam getagt. „Wege zu einer best practice“ standen auf der Tagesordnung. Vorbehalte gegen den Grundsatz der Auswahl der Gutachter durch die Geschäftsstelle, wie sie in der Vorbereitung der Satzungsreform geäußert worden sind, wurden nicht mehr laut. Für die Fachkollegien war der Konsens wichtig, dass der auf die Gutachten gestützte Vergleich größerer Kohor-



ten von Anträgen mit dem Ziel der Auswahl der besten nur gemeinsam, in Rede und Gegenrede und auf der Grundlage homogener Information gelingen kann.

Der Wettbewerb um die „finanzielle Unterstützung“ der DFG ist nicht nur intensiver geworden. Auch der Kreis der Teilnehmer hat sich erweitert. Zu den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern als den Subjekten der Forschung sind die Universitäten und Forschungsinstitute hinzugekommen.

Das erste Förderinstrument, die Sonderforschungsbereiche, das sich an die Universitäten als Institutionen wandte, hat der Wissenschaftsrat für die DFG konzipiert, damit sie die Universitäten bei der Verbesserung ihres wissenschaftlichen Profils und ihrer Wettbewerbsfähigkeit unterstützen könnte. Das war begleitet von der Absicht, der DFG zu mehr Geld für die Universitäten zu verhelfen.

Dr. Christoph Schneider

Dienst und Leistung

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützt die Wissenschaft „in allen ihren Zweigen“.

Das verpflichtet ihre Geschäftsstelle zu fairem Wettbewerb für alle Disziplinen und zu einer Auswahl der unterstützten Projekte nach Qualität

Analog sind die Graduiertenkollegs seit 1990, die Forschungszentren seit 2000 und nun die Programme der so genannten Exzellenzinitiative der DFG jeweils mit neuen, zusätzlichen Mitteln zugewachsen, die freilich für die neuen Programme zunächst zweckgebunden sind. Dass der Anteil des Normalverfahrens am Gesamthaushalt der DFG zurückgegangen ist, beruht nicht auf einer Reduzierung der Mittel dafür, sondern auf neuem Geld für neue Aufgaben.

Aus der Erweiterung des Kreises der Teilnehmer am Wettbewerb haben sich neue Dimensionen der Partnerschaft zwischen der DFG als Förderer und den Institutionen der Wissenschaft ergeben. Deren Pflege und Entwicklung ist eine der wichtigen Aufgaben der Abteilung III „Programm- und Infrastrukturförderung“ in der Geschäftsstelle, ähnlich wie die Spannweite in der Abteilung II „Fachliche Angelegenheiten“ von Einzelvorhaben bis zur Entwicklung ganzer Disziplinen

reichen kann. Mit den Programmen der Exzellenzinitiative hat nicht nur der Umfang der Verantwortung, sondern auch die Dichte der Zusammenarbeit bei ihrer Wahrnehmung in der Geschäftsstelle eine neue Dimension erreicht.

Ende 2005 hat die DFG rund 750 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, davon etwas mehr als 175 im so genannten höheren Dienst. Was (abgesehen von einer hervorragenden fachlichen Qualifikation) verlangt der Dienst an der Wissenschaft von ihnen? Was können sie – sozusagen als Gegenleistung – von ihm erwarten?

Dienst an der Wissenschaft verlangt in der DFG den Einsatz der ganzen Person, ein waches Interesse für die Forschung und die Menschen. Er verlangt eine Fähigkeit aktiv zuzuhören, die Empathie, Diskretion, common sense und unverrückbare Loyalität zur DFG miteinander verbindet – zur DFG als Institution aller Wissenschaften und aller ihrer Träger in allen Institutionen der Forschung (jedenfalls in Deutschland). Nur wer glaubwürdig allen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern unparteiisch als Zuhörer, Ratgeber, Übersetzer und – wo nötig – Tröster zur Verfügung steht, kann das Vertrauen in die Institution DFG (und ihre Geschäftsstelle) bewahren, auf dem ihre Wirksamkeit beruht. Das Vertrauen von Wissenschaft und Politik in die DFG ist die wichtigste Gegenleistung für die Qualität ihrer Arbeit. Bund und Länder hätten ihr nicht die Aufgabe anvertraut, in einem Kraftakt ohne Vorbild die besten Universitäten in Deutschland für das 21. Jahrhundert endlich vorzubereiten, wenn sie dieses Vertrauen nicht hätte. Es will täglich neu erworben sein.

Dr. Christoph Schneider

Christoph Schneider, langjähriger Abteilungsleiter „Fachliche Angelegenheiten der Forschungsförderung“ in der DFG-Geschäftsstelle, ist zum 30. November 2005 in den Ruhestand getreten (siehe auch Seite 38).



Am Boden des Wolkenwaldes: Die dicht gedrängten und krummwüchsigen Bäume sind mit Moosen überzogen. Kleines Bild: Die Bromelie hingegen lebt als Aufsitzerpflanze fern vom Waldboden im Kronenraum und speichert das Wasser in ihren rosettenförmigen Blättern.

Wälder im Nebel

Die Bergregenwälder in den tropischen Regionen der Erde bieten Lebensraum für eine faszinierende Pflanzenwelt. Wie das Beispiel Costa Ricas zeigt, üben Klimafaktoren einen großen Einfluss auf die Flora und das gesamte Ökosystem aus

In den Kordilleren Mittel- und Südamerikas, im östlichen und zentralen Afrika, in Indonesien, Malaysia, auf den Philippinen, Papua-Neuguinea und in der Karibik gibt es sie: tropische Nebel- und Wolkenwälder. Sie sind zwischen dem 23. Grad nördlicher Breite und dem 25. Grad südlicher Breite überall dort anzutreffen, wo auf einem schmalen Höhengürtel die Vegetation regelmäßig von dichten Wolken bedeckt wird. Dabei kann die Höhenlage bei wenigen hundert Metern bis zu fast 4000 Metern über dem Meeresspiegel liegen. Die tropischen Wolkenwälder machen heute weniger als ein Prozent der globalen Waldfläche aus. Sie unterscheiden sich von den tropischen Tieflandregenwäldern hauptsächlich durch niedrigeren Wuchs der Bäume und vergleichsweise gerin-



gere Artenvielfalt. Endemische Arten, das sind solche, deren Vorkommen nur auf bestimmte Regionen beschränkt ist, treten hingegen in Wolkenwäldern deutlich häufiger auf. Zum typischen Waldbild gehören Baumfarne in der unteren bis mittleren Vegetationsschicht. Die Kronen der Bäume sind über und über mit Aufsitzerpflanzen, so genannten Epiphyten, bedeckt, die aufgrund der klimatischen Besonderheiten bei ihrer Wasserversorgung nicht vom Waldboden abhängig sind. Diese Pflanzen sind in der Wolkenwaldzone mit der größten Artenvielfalt vertreten. Hierzu gehören vor allem Orchideen, Bromelien (Ananasgewächse), Farne und Moose. Das Klima ist mit durchschnittlich 8 bis 20 Grad Celsius mild bis kühl, die jährlichen Regen-



fälle schwanken zwischen 500 und 6000 Millimetern, können im Extremfall aber bis zu 10000 Millimeter jährlich betragen (im Vergleich dazu fallen in Deutschland etwa 800 Millimeter jährlich). Eine entscheidende Besonderheit des Wasserhaushalts in diesen Gebieten ist der zusätzliche Gewinn von Niederschlägen durch die so genannte Auskämmung von Wolken und Nebel an der Vegetation. In zahlreichen tropischen Regionen, besonders unter dem Einfluss von wechselfeuchtem Klima, sind die Menschen zur Deckung ihres Bedarfs an Trinkwasser oder für die Landwirtschaft auf dieses Wasser angewiesen.

Die weltweite Situation der tropischen Bergregenwälder ist unter dem Druck von Bevölkerungswachstum, Armut und unkontrollierter Landnutzung alarmierend. In den 1980er Jahren erreichte die jährliche Abholzungsrate 2,5 Millionen Hektar. In Kolumbien, einem der Länder mit den flächengrößten Wolkenwäldern in Mittel- und Südamerika, existieren nur noch 10 bis 20 Prozent der ursprünglichen Wälder. Globaler Klimawandel, die Veränderung von regionalem Klima nach großflächigen Entwaldungen, der Verlust und die Zergliederung von Lebensräumen sind zur Bedrohung für viele charakteristische Arten der Wolkenwälder geworden. In Costa Rica, um nur ein Beispiel zu nennen, ist das plötzliche Verschwinden der nur dort heimischen Goldkröte zusammen mit 24 anderen Amphibienarten im Monteverde-Reservat zu beklagen. Bemerkenswert ist, dass es nachhaltige Nutzungsformen für tropische Bergregenwälder gibt. Dazu gehören auch so genannte „Agro-Forestry“-Systeme, bei denen eine gleichzeitige Produktion von Holz und landwirtschaftlichen Erzeug-

Oben: Märchenhaftes Dickicht. Der Wolkenwald wird auch als Elfen- oder Zwergenwald bezeichnet. Die von Moosen besetzten Bäume sind an extrem nasses Klima angepasst. Darunter: Das Kronendach der Baumriesen – hier eine 30 Meter hohe Würgefeige – kann nur mithilfe von Seilen erklommen werden.

Zusammengebrochener Urwaldriese.
Nicht nur im Monteverde-Reservat in
Costa Rica wird der Lebensraum immer
enger. Die tropischen Wolkenwälder
machen heute weniger als ein Prozent
der globalen Waldfläche aus.

nissen auf der selben Fläche angestrebt wird. In einigen Regionen spielt Ökotourismus als indirektes Nutzungspotenzial eine beachtliche Rolle. Kenntnisse über die ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Rahmenbedingungen sind dabei dringend erforderlich, um von den vielfältigen Möglichkeiten profitieren zu können, die solche Ökosysteme bieten.

Vor diesem Hintergrund war es das vornehmliche Ziel, am Beispiel Costa Ricas die Zusammenhänge von ökologischen Rahmenbedingungen und Strukturen einschließlich der Artenvielfalt verschiedener Waldformationen in Monteverde zu untersuchen. Das private Reservat, das vom Centro Científico Tropical in San José verwaltet wird, liegt im Nordwesten Costa Ricas und erstreckt sich von etwa 900 bis 1800 Höhenmetern auf beiden Seiten der kontinentalen Wasserscheide Mittelamerikas. Zusammen mit angrenzenden Schutzgebieten bildet es eine zusammenhängende Waldfläche von knapp 40 000 Hektar.

Der zentrale Gebirgsrücken der Tilarán-Kordillere bildet die kontinentale Wasserscheide zwischen Atlantik und Pazifik. Dabei gibt es große klimatische Unterschiede und eine Vielfalt von Waldtypen. Insofern eignet sich das Monteverde-Reservat auch als ein natürliches Labor, um den Einfluss von Klimaveränderungen auf das Ökosystem zu untersuchen. So ist die Pazifikseite der Kordillere stärker der Trockenzeit von Januar bis Mai ausgesetzt, während die feuchtere Atlantikseite fast ganzjährig unter dem Einfluss der Passatwinde in Wolken gehüllt ist. Die klimatischen Verhältnisse wurden mit Hilfe von sieben Messstationen erfasst, die entlang einer drei Kilometer langen Strecke quer über den Gebirgskamm installiert wurden. Gleichzeitig wurden Struktur und





Zusammensetzung der Wälder im Bereich der Klimastationen untersucht.

Von März 2003 bis Februar 2004 erreichten die Regenfälle an den Westhängen mit 3700 Millimetern „nur“ 60 Prozent der Menge, die auf der östlichen Seite des Gebirgskammes ebenfalls in 1200 Meter Höhe gemessen wurde. Die Kammzone selbst weist ein raues Klima auf. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit und die gewonnenen Niederschläge durch die Auskämmung der Wolken stiegen dort im Vergleich zu den niedrigen Lagen sprunghaft an. Die Niederschlagsdaten lagen mit 3600 Millimetern rund 130-mal höher als im Windschatten der Kordillere. Gleichzeitig werden mit abnehmender Höhe die täglichen und saisonalen Schwankungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit stärker. Die Messung der Niederschläge im In-

nern der Nebelwälder bestätigten diese Verhältnisse. An den wind- und wolkenexponierten Standorten wurden am Waldboden meist höhere Niederschlagswerte registriert als über dem Kronendach. Dieses ungewöhnliche Phänomen auf der Atlantikseite weist auf zusätzliche Wassermengen durch Wolkenauskämmung hin. Auf der Pazifikseite kommt unter dem Kronendach deutlich weniger Regen an als im Freiland, da ein großer Teil des

Wassers von den Baumkronen aufgenommen wird und verdunstet.

Die Aufsitzerpflanzen zeigten sich als guter Gradmesser für die beschriebenen Klimaunterschiede. Zahl und Vielfalt dieser Pflanzen sind im gesamten Untersuchungsgebiet sehr hoch, ihre Biomasse (Pflanzen und Humus) kann über 30 Tonnen pro Hektar erreichen. Repräsentative Proben auf Bäumen ergaben, dass die analysierte Biomasse in den windexponierten, feuch-



Blick vom Gebirgskamm (oben): Der Nordost-Passat bringt ständig Wolkenmassen mit sich. Von der Höhe aus erscheint die üppige Vegetation als ein grüner Teppich. Erst aus der Nähe werden die Unterschiede sichtbar.

Rechts: Im Kronendach der tropischen Bergregenwälder präsentieren die üppigen Aufsitzerpflanzen ihre Schönheit. Ihr Artenreichtum ist groß trotz der rauen Verhältnisse in diesem stürmischen Lebensraum.

Leben in luftiger Höhe

Studien an Nachtfaltern auf Borneo geben neue Hinweise zum Verständnis tropischer Artenvielfalt und zur Einschätzung der Folgen von Waldzerstörung

ten Lagen um mehrere Tonnen pro Hektar höher lag als auf der trockeneren Pazifikseite. Die Zahl der epiphytischen Arten sank unter den trockeneren Bedingungen etwa um die Hälfte. In der Nähe des Gebirgskammes wurden bis zu 69 verschiedene Gefäßpflanzenarten pro Baum gezählt. Epiphytische Moose reagierten dabei besonders empfindlich auf die Abnahme von Feuchtigkeit.

Die Wuchsleistung der Bäume zeigte die entgegengesetzte Tendenz. Die Wälder auf den exponierten Steilhängen und auf sumpfigen Plateaulagen der Kammzone sind sehr dicht. Sie erreichen nur Baumhöhen zwischen fünf und 15 Metern. In den geschützten, tieferen Lagen betragen die Baumhöhen dagegen über 30 Meter, die Anzahl der Baumarten nimmt außerdem zu. Auf der Pazifikseite wurden bis zu 33 Arten auf einer Fläche von nur 500 Quadratmetern erfasst – das sind mehr als die Hälfte aller in Deutschland heimischen Baumarten. Zudem findet in den Höhenlagen auf der wechselfeuchten Pazifikseite ein markanter Artenwechsel statt.

Die wöchentliche Kontrolle eines drei Kilometer langen, rund 15 Hektar großen Waldstreifens über einen Zeitraum von fast zwei Jahren zeigte eine beeindruckende Walddynamik. Unter dem ständigen Einfluss von Passatwinden und hohen Niederschlägen bestimmen regelmäßige „Störereignisse“ die Entwicklung des Wolkenwaldes. Diese Geschehnisse reichen vom Zusammenbruch einzelner Bäume über die allmähliche Erosion des Kronendaches bis hin zum Verlust ganzer Waldflächen durch Erdbeben, Am stärksten betroffen sind staunasse, windexponierte Standorte und Steilhänge. Nach bilanzierender Hochrechnung vorliegender Ergebnisse wird eine Waldgeneration dort in weniger als 200 Jahren vollständig erneuert.

*Prof. Dr. Achim Dohrenbusch
Achim Häger
Universität Göttingen*

Das Projekt wurde im Normalverfahren der DFG gefördert.

► www.unep-wcmc.org



Die Zerstörung unberührter tropischer Regenwälder schreitet rasant voran. Daher spielen sekundäre Wälder, das heißt Waldökosysteme, die nach mehr oder minder starker Beeinflussung des Menschen durch natürliche Regeneration oder Wiederaufforstung als „Ersatz des Urwaldes“ entstehen, eine wichtige Rolle bei Überlegungen zum Naturschutz in Tropenregionen. Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlich starker Eingriffe des Menschen auf die Organismen tropischer Lebensräume beschränkten sich bislang weitgehend auf Pflanzen oder Wirbeltiere. Welche Konsequenzen sich für die viel artenreicheren Insekten oder andere Wirbellose ergeben, wurde hingegen wenig beachtet.

Der Mount Kinabalu in Nordborneo, der höchste Berg zwischen

Ein zünslerartiger Nachtfalter vom Mount Kinabalu. Auch dieser Nachtfalter nimmt Reißaus vor dem Tag. Im Raupenstadium hingegen ist ihm das Tageslicht egal. Anders als viele seiner Artgenossen lebt er auf Steinen in fließenden Gewässern. Seidengespinnste geben ihm Halt, wenn er in seiner rutschigen Umgebung nach Algen sucht.

dem Himalaya und den Gebirgen Neuguineas, ist ein so genannter „hotspot“ für Biodiversität. Er beherbergt eine besonders hohe Artenvielfalt mit einem hohen Anteil an nur hier vorkommenden Lebewesen. Während in tropischen Bergregionen die meisten Tiergruppen mit zunehmender Höhe deutlich artenärmer werden, findet sich bei vielen Nachtfalterfamilien der höchste Artenreichtum nicht in den Tieflandwäldern, sondern im Be-

reich der unteren Bergregenwaldzone in etwa 1000 bis 1500 Metern Höhe. Eine Forschergruppe der Universität Bayreuth untersuchte daher hier, wie tropische Nachtfalter – als Stellvertreter für die besonders artenreiche Gruppe pflanzenfressender Insekten – auf Veränderungen ihrer Umwelt reagieren. Die Studien an Nachtfaltern boten dabei einen methodischen Vorteil: Weil sich die Tiere mittels UV-abstrahlender Lichtquellen anlocken ließen, konnten standardisierte Erhebungen auch in schwer zugänglichen Lebensräumen erfolgen.

Innerhalb tropischer Wälder gelten Baumkronen als artenreichster Vegetationsbereich, weil hier ein Großteil der pflanzlichen Photosyntheseleistungen erbracht wird. In den Wäldern Nordborneos hingegen wiesen mehrere besonders vielfältige Nachtfaltergruppen, wie zum Beispiel die spanner- und zünslerartigen Nachtfalter, in Bodennähe einen vergleichbaren oder sogar höheren Artenreichtum auf. Ursachen hierfür sind die Unge-
nießbarkeit von Blättern und die hohe Anzahl von natürlichen Feinden, wie Ameisen und Vögel, die pflanzenfressenden Schmetterlingen ein Leben in den Wipfeln ver-
leiden.

Stark auf Blütennektar als Nahrung angewiesene Nachtfalter waren wiederum im Baumkronenbereich arten- oder individuenreicher vorhanden, da hier das Blütenangebot am reichhaltigsten ist. Eine besonders deutliche Bevorzugung für ein Leben in luftiger Höhe, zeigten Schwärmer, die hochmobil, langlebig und auf kontinuierlichen Zugang zu Blütennektar angewiesen sind. In den Baumwipfeln kamen sechsmal so viele Schwärmer vor wie in Bodennähe. Beobachtungen zeigten, dass die Verfügbarkeit bestimmter Nahrungsressourcen in den einzelnen Vegetationsbereichen entscheidend zur vertikalen Verteilung von Insekten in Regenwäldern beiträgt.

In den meisten tropischen Ländern prägen aufgrund der ökonomischen und demographischen Situation vom Menschen geformte Lebensräume, wie Sekundärwälder und Agroökosysteme, die Land-

schaft immer stärker. Zugleich werden naturnahe Lebensräume auf immer kleinere, inselartige Schutzgebiete zurückgedrängt. Daher müssen moderne Naturschutzkonzepte zunehmend Sekundärwälder oder Agrargebiete als Puffer und zur Vernetzung von Schutzgebieten berücksichtigen. Das Potenzial solcher vom Menschen geschaffener Lebensräume für pflanzenfressende Insekten untersuchte die Forschergruppe anhand der Vielfalt zünslerartiger Nachtfalter. Im Mount-Kinabalu-Nationalpark, auf einer Fläche von 730 Quadratkilometern, konnten über 850 Zünsler-Arten ausgemacht werden – mehr als in ganz Europa auf einer Fläche von 10,5 Millionen Quadratkilometern vorkommen. Dies verdeutlicht den enormen Artenreichtum von Nachtfaltern in tropischen Breiten. Darüber hinaus unterstreichen diese Zahlen, welche Gefahr der Verlust solcher Artengemeinschaften für die weltweite Biodiversität darstellt.

Untersuchungen am Rande des Nationalparks zeigten zudem eine bemerkenswerte Ähnlichkeit des Artenreichtums unterschiedlich stark gestörter Wälder auf. Allerdings nahm der Artenreichtum bereits an Standorten, die nur einen Kilometer vom geschlossenen Wald entfernt waren, deutlich ab. Waldnahe, kleinräumig bewirtschaftete Flächen profitieren folglich stark von ständig zuwandernden „Waldarten“. Welche Arten auf den gestörten Flächen tatsächlich Bedingungen für einen adäquaten Lebensraum vorfinden, um dort dauerhaft Populationen aufzubauen, ist schwer abzuschätzen. Die hohe Übereinstimmung im Auftreten der häufigen Nachtfalterarten zwischen den verschiedenen Waldtypen und stark gestör-

tem, waldnahem Freiland lieferte jedoch einen ersten Hinweis. Diese Arten müssen auch in den stärker gestörten Lebensräumen geeignete Bedingungen für eine dauerhafte Besiedlung vorfinden – nicht zuletzt, weil die Zünslerpopulationen der vom Menschen gestörten Lebensräume keine größeren Häufigkeitsschwankungen zeigten als im Wald.

Die Vielfalt von Nachtfaltern ist in sekundären Tropenwäldern kaum geringer als in Primärwäldern, obgleich sich die Zusammensetzung der Artengemeinschaften durchaus verschiebt. Daraus folgt, dass viele Nachtfalterarten nicht unmittelbar auf eine geschlossene Baumkronenschicht oder das Verbleiben alter Baumriesen angewiesen sind. Für viele tropische Nachtfalter scheint vielmehr einem möglichst reichhaltigen Bewuchs des Waldbodens eine entscheidende Bedeutung zuzukommen. Demnach könnte für Nachtfalter in Borneo Ähnliches gelten wie in Mitteleuropa. Auch hier ging die Um-

Rechts: Alte Waldbestände bieten den idealen Lebensraum für Nachtfalter der Gattung *Cydalima*. Auch dort, wo der Mensch bereits in die Natur eingegriffen hat, trifft man die Motte mit den unverkennbar weißen Flügeln an. Völlige Abholzung dagegen bedeutet ihr Aus. In unbewaldeten Regionen hat sie keine Überlebenschance.



wandlung primärer Wälder in naturnahe Sekundärwälder nur mit einem mäßigen Verlust an Artenvielfalt einher. Beispielsweise sind in Deutschland von den Schmetterlingsarten der Laubwälder weit weniger auf „Roten Listen“ zu finden als von Arten offener Standorte, ob-

wohl Laubwälder heute in Mitteleuropa nahezu ausschließlich in Form wieder aufgeforsteter Wälder existieren.

Vom Menschen geschaffene Lebensräume spielen eine wichtige Rolle beim Erhalt der Vielfalt tropischer Insekten. Prioritäres Anliegen

zum Erhalt und Management bereits existierender Reservate sind vonnöten. Denn einerseits sind solche Schutzgebiete unverzichtbare Quellen für die Besiedlung neu entstandener von Menschen geschaffener Lebensräume. Andererseits reagieren viele Organismen auf Veränderungen der Waldstruktur sehr empfindlich. Besondere Beachtung muss dabei den verbliebenen Tieflandwäldern geschenkt werden, die in den letzten Jahrzehnten in Borneo außerhalb von Reservaten nahezu völlig vernichtet wurden. Wenn auch bei Nachtfaltern der höchste Artenreichtum meist nicht in den Tieflandbereichen erreicht wird, so beherbergen



Welkem Laub zum Verwechseln ähnlich: Der Schwärmer *Daphnusa ocellaris*, der in der Nähe des Waldbodens lebt, wo ihn keine farbenprächtigen Blüten verraten können. Sein Zuhause sind die Regenwälder Südostasiens, zu denen auch die Bergwälder des Mount Kinabalu (unten) auf Borneo gehören.



gen ist es dennoch, möglichst große Anteile der verbliebenen Reste naturnaher Urwälder oder Agrargegenden als Schutzgebiete einzurichten. Auch verstärkte Anstrengungen

diese doch einen einzigartigen Teil des regionalen Artenbestandes, der in den unzugänglicheren kühleren Bergwäldern keinen Lebensraum mehr findet.

*Dr. Christian H. Schulze
Prof. Dr. Konrad Fiedler
Universität Bayreuth*

Das Projekt wurde von der DFG im Normalverfahren gefördert.



Es war „die größte Ansammlung von IQ, die es in Deutschland je gegeben hat“, wie DFG-Präsident Prof. Ernst-Ludwig Winnacker feststellte: das „Leibniz-Fest“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft in der Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland. Zum 20-jährigen Bestehen des Leibniz-Preises hatte die DFG nach Bonn eingeladen. Zahlreiche Leibniz-Preisträgerinnen und -Preisträger der vergangenen Jahre, Nobelpreisträger, Politiker aus Bund und Ländern, darunter Bundesforschungsministerin Edelgard Bulmahn und zahlreiche Ehrengäste feierten in der Bundeskunsthalle einen „heiter-festlichen“ Abend. Bundespräsident Horst Köhler musste sich kurzfristig wegen einer Erkrankung entschuldigen. In seiner vom früheren DFG-Präsidenten Prof. Eugen Seibold verlesenen Ansprache nahm er das Motto des Abends von der „märchenhaften Freiheit“ auf und unterstrich, dass der Leibniz-Preis „ein Bekenntnis zur Freiheit der Forschung“ und Freiheit „der Nährboden von Spitzenleistung“ sei.

Das Foyer der Kunsthalle hatte sich an diesem Abend in eine „Hall of Fame“ der Wissenschaft verwandelt. In einer Videoinstallation begegneten die Gäste all denjenigen, die in den vergangenen 20 Jahren mit dem Leibniz-Preis geehrt wurden. „Herausragend“ wie die Preisträger waren auch die





Stelzenläufer, die sie willkommen hießen. Eine von Frank Elstner moderierte Podiumsdiskussion mit den Leibniz-Preisträgerinnen und -Preisträgern Friedrich Wilhelm Graf, Hannah Monyer, Helmut Schwarz und Jürgen Mittelstraß (auf unserem Bild von links), ein Schauspiel, in dem Gottfried Wilhelm Leibniz „persönlich“ auftrat, und die Musik des Bundesjugend-Jazzorchesters unter der Leitung von Peter Herbolzheimer standen im Mittelpunkt des Abends.

standenen Buch „Von märchenhafter Freiheit – 20 Jahre Spitzenforschung im Gottfried Wilhelm Leibniz-Programm“ zeichnet der Journalist und Autor Marco Finetti die Entstehungsgeschichte des Preises nach, beleuchtet wissenschaftliche Highlights aus den vergangenen Jahren und stellt die bisherigen Preisträger vor.

Der Leibniz-Preis will die Arbeitsbedingungen herausragender Wissenschaftler so entscheidend verbessern, dass sie in einem



Die DFG feiert: 20 Jahre Leibniz-Preis

Ein weiterer Höhepunkt des Festes war eine von Friederike Lampert und Rick Kam präsentierte Tanzdarbietung, mit der die Theaterwissenschaftlerin Gabriele Brandstetter ihre Forschungsarbeit vorstellte, für die sie 2004 mit dem Leibniz-Preis ausgezeichnet wurde. „Ausgezeichnet!“ war zugleich der Titel eines Films von Lydia Goll, der in Kurzporträts von vier Preisträgern und Interviews mit allen DFG-Präsidenten seit 1985 ein kurzweiliges Bild des Preises entstehen ließ. In dem anlässlich des Jubiläums ent-

Zeitraum von fünf Jahren mit den Mitteln des Preises in großer Freiheit und Flexibilität neue wissenschaftliche Ideen verfolgen können. Bis zu 1,5 Millionen Euro stellen Bund und Länder für jeden Preisträger oder jede ausgezeichnete Forschergruppe zur Verfügung. Seit Beginn des Programms wurden fünf Leibniz-Preisträgerinnen und -Preisträger auch mit dem Nobelpreis geehrt: Hartmut Michel, Erwin Neher, Bert Sakmann, Christiane Nüsslein-Volhard und Theodor W. Hänsch (siehe auch Seite 37).



Mandevilles Reise in die weite Welt

Einstmals war er so bekannt wie Marco Polo: Jean de Mandeville und sein Bericht über eine spektakuläre Weltreise. Die Verbreitung der französischen Handschriften dieses „Bestsellers“ konnte jetzt rekonstruiert werden

Wer kennt ihn nicht, den venezianischen Händler, Gesandten und Erzähler Marco Polo? 1271 brach der junge Kaufmann mit seinem Vater und einem Onkel zu einer Handelsfahrt nach China auf, trat dort in die Dienste des mongolischen Herrschers Kublai-Khan und kehrte erst 24 Jahre später in seine Heimatstadt zurück.

So lehren es bereits die Schulbücher; auch wenn es Stimmen gibt, die bezweifeln, dass Marco Polo jemals chinesischen Boden betreten habe, hat dies seiner Popularität bis heute nicht geschadet. Wie anders ist da das Schicksal eines weiteren Welt-Reisenden des 14. Jahrhunderts, der heute der breiten Öffentlichkeit gänzlich unbekannt ist: Jean de Mandeville. Eigenen Angaben zufolge verließ er 1322 als Ritter seine englische Heimatstadt St. Albans, fuhr über Nordafrika ins Heilige Land, durchquerte den Mittleren Osten bis nach China und gelangte an den Hof des Großen Khan. Nach weiteren Reisestationen kehrte er 1357 aus gesundheitlichen Gründen an einen nicht näher benannten Ort zurück, um seine Erinnerungen in französischer Sprache niederzuschreiben. Im späten Mittelalter erfreute sich sein Reisebuch, gemeinhin die *Voyages* (Reisen) oder auch der *livre de Mandeville* genannt, größter Beliebtheit: Mehr als 300 erhaltene Handschriften in zehn europäischen Sprachen (von Marco Polo sind etwa 130 Kopien in sieben Sprachen überliefert) zeugen von dieser Popularität.

Dass dieser Ruhm heute verblasst ist, mag damit zusammenhängen, dass es mittlerweile als gesichert gilt, dass Jean de Mandeville nicht selbst gereist ist. Bislang ist es nicht einmal gelungen, ihn mit einer historischen Figur zu identifizieren. Vielmehr ist er das – wahrscheinlich erfundene – Erzähler-Ich eines belesebenen Autors, der seine Kenntnisse aus einer Vielzahl antiker und mittelalterlicher Texte schöpfte, darunter Reise- und Pilgerberichte sowie andere literarische, historische und religiöse Texte und auch wissenschaftliche Enzyklopädien. So schuf er einen auf vermeintlich eigenem Erleben basierenden Bericht, in dem er über die damals bekannten Länder der Welt, deren Einwohner, Sitten und Gebräuche, Sprachen und Religionen berichtete. Wissensvermittelnde Literatur dieser Art stieß bei spätmittelalterlichen Lesern offenbar auf großes Interesse, wie Studien zur Überlieferungsgeschichte im deutschen Sprachraum gezeigt haben.

Wie aber sah es mit der Resonanz beim südeuropäischen Publikum aus? Diese Überlieferungs- und Rezeptionsgeschichte konnte exemplarisch an 28 französischen Handschriften rekonstruiert werden. Alle untersuchten Handschriften gehören zur so genannten kontinentalfranzösischen Version des Mandeville-Textes, stammen fast ausschließlich aus dem späten 14. und 15. Jahrhundert und sind überwiegend in Paris und im Osten Frankreichs, im ehemals burgundischen Einflussbereich, angefertigt worden.

Zu dieser Handschriftengruppe gehört auch die älteste datierte Kopie aus Paris: 1371 gab Gervaise Chrétien, erster Hofarzt des französischen Königs Karl V., die Abschrift bei einem bekannten Pariser Schreiber in Auftrag, um den *livre de Mandeville* vielleicht zum Neujahrsfest seinem König als Geschenk zu überreichen.

Der Überlieferungslage zufolge war der *livre* zu dieser Zeit bereits im nordfranzösischen und flämischen Raum bekannt, worauf sich unter anderem die Vermutung stützt, dass der Text in eben dieser Region entstanden ist. Denn neben dem Fehlen eines überzeugenden Beweises für die Existenz eines Jean de Mandeville ist auch der Verlust des Autortextes zu beklagen.

Sieben weitere überlieferte Abschriften sind im näheren Umfeld von Karl V. entstanden. Dies belegen auffällige textliche Übereinstimmungen, die durch minutiöse Vergleiche der einzelnen Handschriften, durch so genannte Kollationen, ermittelt werden können. Zudem sind Ähnlichkeiten in der Ausstattung der Kopien auffällig. Anders als bei dem Exemplar

Schön und kunstvoll gestaltet ist diese Handschrift des *livre de Mandeville*, die 1371 für den französischen König Karl V. angefertigt wurde. Die vier Szenen in Kleeblattform zeigen oben links den Ritter Mandeville bei der Niederschrift seines Werkes, rechts daneben wird dem König die Abschrift überreicht und darunter zwei Darstellungen aus der so genannten Drachenlegende.



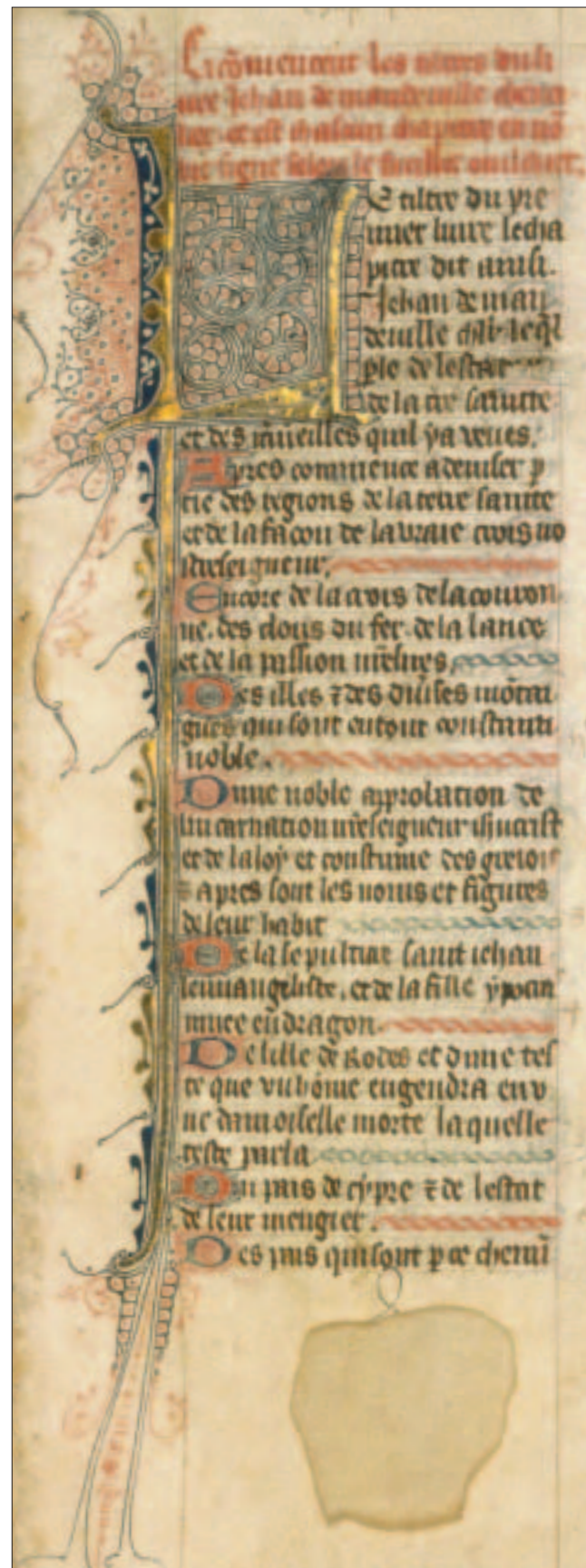
Somme il soit auant. *Et comence le liure Jehan de*
que la terre doulce mer. Mandeville chevalier
est assaouir la terre sainte. le quel parle de l'estat
la terre de promission. entre de la terre sainte a des
toutes autres soit la plus excellent merueille
et la plus digne et digne a souverain de toutes que il y a
autres terres. Et soit tenoit saintefice et consacree tres
du piecieux corps et du piecieux sanc nief ihu crist ou il li
plaisoit soy en ymbier en la vierge mane et d'ue humaine
pendie et nourriou. Et la dite tenoit garder et enuironer
de ses tenoies roies. Et la route il menit nuade faire et pie

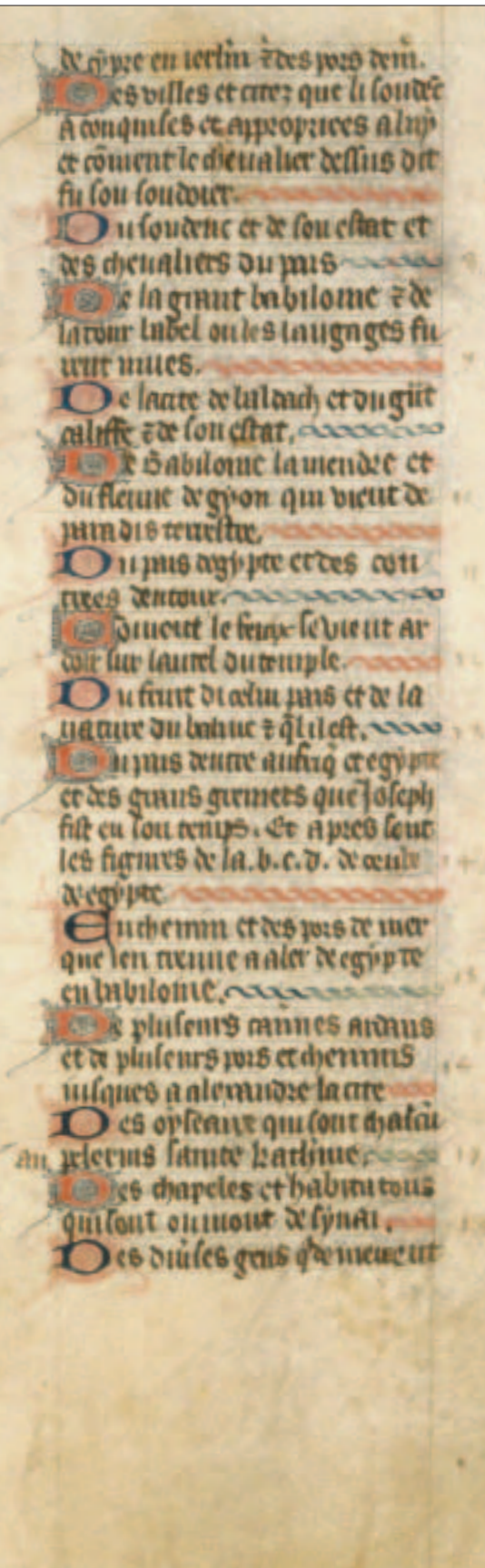
des französischen Königs sind die Schreiber, Auftraggeber oder Besitzer dieser kostbaren Bücher namentlich allerdings nicht bekannt. Die dekorativen Elemente wie Miniaturen, Schmuckrahmen, Text- und Kapitelinitialen, farblich aufwändig gestaltet und mit viel Gold belegt, zeigen jedoch, ebenso wie die Einträge in Inventarlisten spätmittelalterlicher Büchersammlungen sowie die Besitznachweise in weiteren kontinentalfranzösischen Handschriften, dass der *livre de Mandeville* im französischen Sprachraum in hocharistokratischen Kreisen kursierte: Allein in der Bibliothek des französischen Königs, die auf mehreren Etagen in einem Turm des Louvre untergebracht war, standen bis 1424 drei Ausgaben des *livre de Mandeville*. Auch die Brüder von Karl V. besaßen Mandeville-Exemplare; für Valentina Visconti, Karls V. Schwiegertochter, wurde 1388 eine Abschrift angefertigt, die heute in der Biblioteca Estense in Modena ver-

wahrt wird. Valentinas Sohn, der Dichterherzog Karl von Orléans, hatte ebenfalls einen Mandeville in seinem Besitz. Auch im politischen Einflussbereich der burgundischen Herzöge findet sich der *livre* in Büchersammlungen von Adligen.

Die Lektüregewohnheiten des französischen und burgundischen Adels wirkten weit über die Grenzen der jeweiligen Herrschaftsbereiche hinaus: 1380 bat etwa der spätere König von Aragon, Johann I. (König ab

Unten: In der Widmungsszene einer um 1460 entstandenen Handschrift wird der *livre de Mandeville* von einer knienden Person überreicht. Dekorative Elemente wie Miniaturen, Schmuckrahmen oder Initialen geben jeder Handschrift ein unverwechselbares Gesicht.





Links: Aufwändig verzierte Abschrift des *livre de Mandeville*. Sie wird auf die zweite Hälfte des 14. Jahrhunderts datiert und ist in Paris entstanden. Auch dieser Handschrift liegt die so genannte kontinentalfranzösische Version des Mandeville-Textes zugrunde. Oben: Farbige Miniatur aus einer besonders hochwertig gestalteten Handschrift des 14. Jahrhunderts.

1387), das französische Königshaus um die Zusendung eines *livre de Mandeville*. Kurz darauf entstanden Übersetzungen des Textes ins Aragonesische, Katalanische und Kastilische. In Italien sorgten vermutlich die Herzöge von Mailand für eine Verbreitung des Bestsellers. Eine italienische Übersetzung des Textes kursierte hier spätestens seit 1400. Von Südtirol aus erfuhr der *livre de Mandeville* seine Ausdehnung in den süddeutschen Sprachraum. Seit Ende des 14. Jahrhunderts war der Text auch in niederländischer Sprache bekannt.

Die Verbreitung des Mandeville-Textes vollzog sich rasant. Neben den genannten Übertragungen, die allesamt auf die kontinentalfranzösische Version zurückgehen, lag der Text im 15. Jahrhundert in einer zweiten deutschen Übersetzung, außerdem in Englisch, Irisch, Lateinisch, Tschechisch und Dänisch vor. Die Übersetzungen und die zahlreichen Mandeville-Handschriften in alten Büchersammlungen und Bibliotheken

sagen viel über den Bekanntheitsgrad und Beliebtheitswert des *livre de Mandeville* im 14. und 15. Jahrhundert aus. An Erklärungen für das „Mandeville-Phänomen“ mangelt es nicht: Die Verschmelzung von klassischer Heilig-Land-Fahrt und Orientreise ebenso wie die Kombination fiktiver und realer Erzählstoffe befriedigte die Lektüererwartungen eines breiten Publikums. Der Autor des *livre* hatte es außerdem verstanden, sein umfangreiches Material ansprechend in Form eines Reiseverlaufs zu kleiden. So konnte er seine Schilderungen auch einem nicht gelehrten Publikum nahe bringen. Liebhaber fabelhafter Geschichten, kamen hier ebenso auf ihre Kosten wie solche Leser, die sich für die Genealogie der ägyptischen Sultane, die heiligen Stätten in Jerusalem, die Kugelgestalt der Erde oder für das Leben am Hofe des Mongolenherrschers interessierten. Kein Zweifel: Der *livre de Mandeville* bediente viele Interessen und avancierte damit zu einem Bestseller, der den heute viel bekannten Reisebericht Marco Polos in den Schatten zu stellen scheint.

Dr. Susanne Röhl
Universität Paderborn

Das Dissertationsprojekt wurde im Rahmen des Graduiertenkollegs „Reiseliteratur und Kulturanthropologie“ von der DFG gefördert.

► www.fakkw.upb.de/graduiertenkolleg
► www.ieman.de/mandeville



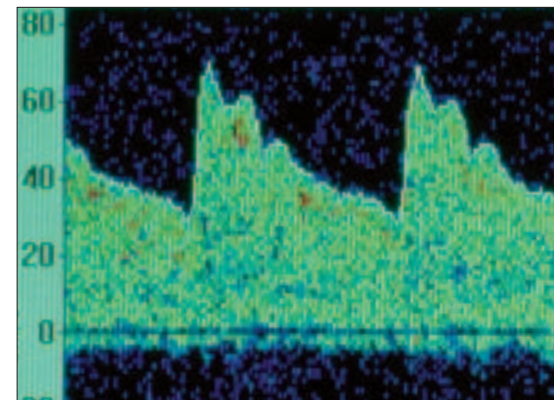
Der Blutdruck und das Alltagsleben

Beeinträchtigt chronisch niedriger Blutdruck die Leistungsfähigkeit des Gehirns? Leistungstests und moderne Messverfahren geben in neuer Weise Auskunft

Menschen, die wegen Beschwerden wie Schwindel oder Müdigkeit, Konzentrationsschwierigkeiten oder genereller Leistungsminderung zum Arzt gehen, hören oft die Diagnose „zu niedriger Blutdruck (Hypotonie)“. Gleichzeitig teilt man ihnen zumeist mit, dass dies ein unbedenklicher Zustand sei. Die Hypotonie besitzt nach Ansicht der meisten Mediziner keinen eigentlichen Krankheitswert, ungeachtet der oft beeinträchtigenden subjektiven Sympto-

me der Betroffenen. Allerdings kommt es wegen der Beschwerden häufig zu Arztbesuchen und Fehlzeiten, so dass die Hypotonie aus gesundheitsökonomischer Sicht keineswegs vernachlässigbar ist. Inwieweit diese Symptome, insbesondere im Bereich mentaler Leistungen, tatsächlich empirisch nachvollziehbar sind und ob diese auf einer nachweisbaren Regulationsstörung von Gehirnfunktionen beruhen, war bislang in der psychologischen Grundlagenforschung eine

offene Frage. Legt man die Definition der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zugrunde, wonach die Hypotonie bei einem oberen Blutdruckwert kleiner als 100 vorliegt, so sind etwa drei Prozent der Bevölkerung, vorwiegend jüngere Frauen, davon betroffen. Im Vergleich mit dem Bluthochdruck, dessen Risikopotenzial für Herz-Kreislauf-Erkrankungen unbestritten ist, kann die Hypotonie sicher als ungefährlich gelten. Aufgrund der geringeren Druckbelastung der Blutgefäße wird den Betroffenen sogar eine überdurchschnittliche Lebenserwartung bescheinigt. Meist liegt



In diesem psychologischen Konzentrationstest müssen so schnell wie möglich alle „d“ markiert werden, die von zwei Strichen umgeben sind. Eine neue Studie zeigt, dass Menschen mit niedrigem Blutdruck mehr Fehler als Probanden mit normalen Blutdruckwerten unterlaufen.

der Hypotonie keine feststellbare körperliche Ursache zugrunde. Allerdings tritt sie gehäuft bei Menschen mit niedrigem Körpergewicht, wenig körperlicher Bewegung und bei zu geringer Flüssigkeitsaufnahme auf.

Vor diesem Hintergrund wurden Menschen mit niedrigem Blutdruck zunächst psychologischen Leistungstests unterzogen, die Gedächtnis-, Rechen- und Konzentrationsaufgaben enthielten. Tatsächlich schnitten sie in fast allen Tests deutlich schlechter ab als Probanden mit normalem Blutdruck, wobei die größten Schwierigkeiten die Aufgaben zur Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit bereiteten. Natürlich ist das Ausmaß dieser Leistungsminderungen nicht mit kognitiven „Ausfällen“ zu vergleichen, wie sie bei Hirnverletzungen oder neurologischen Erkrankungen auftreten. Und doch sind sie groß genug, um im Alltagsleben, etwa bei bestimmten beruflichen Anforderungen oder im Straßenverkehr, zu Beeinträchtigungen zu führen.

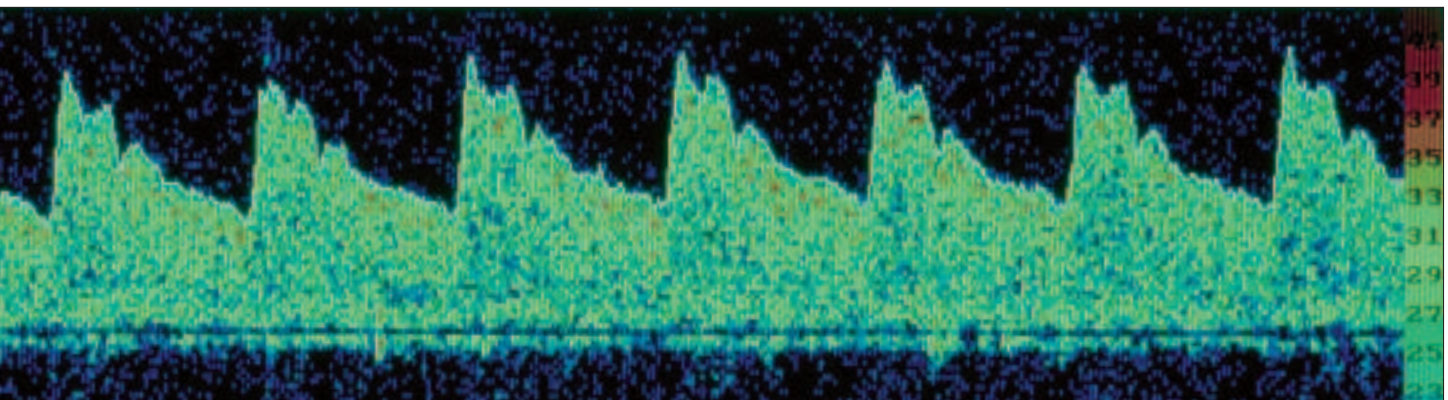
In einem zweiten Schritt wurde untersucht, ob im Falle der Hypotonie eine verminderte Gehirndurchblutung vorliegt, die ihrerseits die Ursache für die genannten Leistungsminderungen sein könnte. Der Stoffwechsel der Nervenzellen



des Gehirns verlangt eine konstante Zufuhr von Sauerstoff und Glukose. Ist die Blutversorgung des Gehirns nicht ausreichend, wird der verfügbare Sauerstoff sehr schnell aufgebraucht, und es folgen mehr oder weniger schwerwiegende Funktionsausfälle. Aus diesem Grund ist das Gehirn besser als jedes andere menschliche Organ gegen eine mögliche Mangel durchblutung abgesichert. Ein als „zerebrale Autoregulation“ bezeichneter Mechanismus sorgt dafür, dass sich bei einer Abnahme des Blutdrucks die Gehirnarterien sofort erweitern, so dass mehr Blut hindurchströmen

kann. Nach der vorherrschenden medizinischen Lehrmeinung sollte dieser Mechanismus auch bei chronisch niedrigem Blutdruck eine Minderdurchblutung des Gehirns verhindern. Dies wiederum führt zur Frage, warum es dann bei Hy-

Oben: Eine Ultraschalluntersuchung hilft, die Geschwindigkeit des Blutflusses zu messen. Dabei werden zunächst mit einer Sonde die Arterien im Gehirn lokalisiert. Am Bildschirm (unten) können dann die Signale grafisch dargestellt werden. Der Blutstrom verändert sich mit dem Rhythmus des Herzschlags.

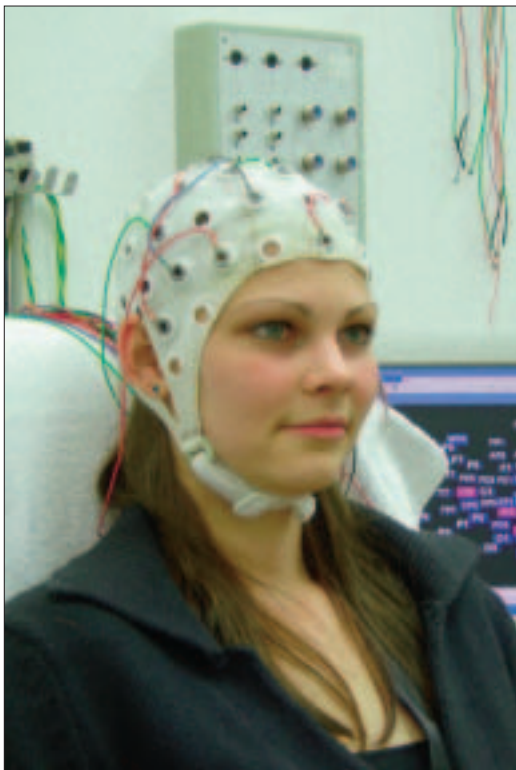


hypotonie überhaupt zu Einbußen bei mentalen Vorgängen kommen kann.

Um zu überprüfen, ob die Gehirndurchblutung bei niedrigem Blutdruck tatsächlich vermindert ist, kam die Technik der „transkraniellen Doppler-Sonographie“ zum Einsatz. Dieses Ultraschallverfahren gestattet es, die Geschwindigkeit des Blutstroms in den Gehirnarterien zu messen. In unserem Fall wurde der Blutfluss in den „Arteria cerebri mediae“ beider Hirnhälften erfasst. Diese Arterien sind für die Blutversorgung großer Gehirngebiete verantwortlich, in denen sich auch einige für Konzentrations- und Gedächtnisleistungen bedeutende Zentren befinden. Tatsächlich wurde bei Menschen mit Hypotonie, verglichen mit Kontrollprobanden mit normalem Blutdruck, ein erheblich langsamerer Blutstrom in diesen Arterien festgestellt. Die Autoregulation im Gehirn reicht offenbar nicht aus, um den niedrigen Blutdruck zu kompensieren. So gelangt zu den Nervenzellen weniger Blut, was die Bedingungen für ihre Arbeit verschlechtert.

Angesichts der kognitiven Leistungsschwächen bei Hypotonie schien es wichtig, die Gehirndurchblutung nicht nur in Ruhe, sondern auch unter mentalen Anforderungsbedingungen zu testen. Dabei zeigte sich in den Experimenten eine erstaunliche Flexibilität der Durchblutungsregulation. So waren Aufmerksamkeits-, Denk- und Gedächtnisprozesse von einer sofortigen Zunahme der Hirndurchblutung begleitet. Auf diese Weise kann der erhöhte Sauerstoff- und Nährstoffbedarf in den jeweils aktiven Gehirnregionen abgedeckt werden. Mit dieser kontinuierlichen Anpassung der Durchblutung an die Hirnaktivität schafft das Kreislaufsystem ideale „Arbeitsbedingungen“ für die Nervenzellen.

Um zu klären, ob diese Anpassungsleistung möglicherweise bei der Hypotonie eingeschränkt ist, wurden wiederum die Strömungsgeschwindigkeiten in beiden Arterien gemessen, diesmal allerdings



Gehirnströme können mithilfe des Elektroenzephalogramms (EEG) aufgezeichnet werden. Die Elektroden werden an die Kopfhaut angebracht und messen so die elektrische Aktivität des menschlichen Gehirns.

während sich die Probanden am Computer mit Konzentrationsaufgaben beschäftigten. Erwartungsgemäß nahm die Durchblutung zu, als die Konzentration der Versuchspersonen gefordert war. Bei Personen mit Hypotonie war die Zunahme allerdings vergleichsweise schwach. Ihr Wert lag durchschnittlich 40 Prozent unter dem der Kontrollgruppe.

Ein weiteres, erstmals beobachtetes Ergebnis war, dass in den Konzentrationstests gerade diejenigen Testpersonen am besten abschnitten, bei denen der Blutstrom besonders stark zunahm. Das unterstreicht, dass eine optimale mentale Leistung tatsächlich von der kontinuierlichen Anpassung der Durchblutung an die Hirnaktivität abhängig ist, was bei Hypotonie nur eingeschränkt gegeben ist.

Dass das Gehirn bei Hypotonie hinter seiner maximalen Leistungsfähigkeit zurückbleibt, zeigten

auch Studien, die mithilfe des Elektroenzephalogramms (EEG) durchgeführt wurden. Diese Technik ermöglicht die Messung elektrischer Spannungen (Potenziale), die bei der Arbeit der Nervenzellen entstehen. Bei einfachen Konzentrations- und Reaktionsaufgaben zeigt sich im EEG eine typische kurzfristige Potenzialverschiebung in den Negativbereich. Diese ist bei Menschen mit niedrigem Blutdruck nur relativ schwach ausgeprägt. Das lässt auf eine – vermutlich aufgrund der ungünstigen Durchblutungssituation – niedrige elektrische Aktivität von Nervenzellgruppen schließen, die bei Konzentrationsleistungen gefordert sind. Im Ruhezustand fand sich im EEG zudem ein vergleichsweise hoher Anteil so genannter Alpha-Wellen. Diese treten vor allem dann auf, wenn eine Person sehr entspannt oder schläfrig ist, was mit der häufig

subjektiv berichteten Müdigkeit im Alltag von Menschen mit Hypotonie im Einklang steht.

Diese Forschungsergebnisse zeigen, dass das Gehirn bei Menschen mit niedrigem Blutdruck seine Arbeit unter erschwerten Bedingungen verrichten muss und damit seine volle Leistungsfähigkeit nicht ausschöpfen kann. Eine noch offene Frage betrifft allerdings die Rolle, die das Gehirn selbst bei der Entstehung der Hypotonie spielt. Über Nervenbahnen zum Herz und den Blutgefäßen sowie auf hormonellem Wege sind die Kreislaufzentren des Gehirns wesentlich an der Blutdruckregulation beteiligt. Liegt eine Fehlfunktion im Bereich dieser Regulationszentren vor, ist es möglich, dass das Gehirn nicht nur Opfer einer ungünstigen physiologischen Situation ist, sondern zu seinen erschwerten Arbeitsbedingungen selbst beiträgt.

*Dr. Stefan Duschek, Dipl.-Psych.
Prof. Dr. Rainer Schandry
Ludwig-Maximilians-Universität
München*

Das Projekt wird von der DFG im Normalverfahren unterstützt.

Vom „Fingerabdruck“ der Wildbiene

Mithilfe des Systems ABIS können Wildbienen schnell und sicher erkannt werden. Das Verfahren setzt auf die automatisierte Bildanalyse von Bienenflügeln, die neue Wege für die computergestützte Artenbestimmung ermöglicht

Seit dem Umweltgipfel von Rio 1992 hat die biologische Systematik an internationaler Bedeutung gewonnen. Unter Systematik versteht die Biologie die Beschreibung der einzelnen Tier- und Pflanzenarten sowie deren Eingruppierung in ein Abstammungsschema, das ihre Entwicklung im Laufe der Erdgeschichte beschreibt. Ein spezielles Fachgebiet im Rahmen der Systematik ist die Biodiversitätsforschung, die die Vielfalt aller Arten in einem Gebiet untersucht. Im Wettlauf mit der Zeit soll der schwindende Artenreichtum der Erde erkundet und damit die Voraussetzung für Naturschutz und die wirtschaftliche Nutzung von Tier- und Pflanzenarten in Landwirtschaft, Chemie und Pharmazie geschaffen werden. Die Erfassung, Bearbeitung und Archivierung von Artenbeständen ist aufgrund der Dringlichkeit dieser Aufgaben ohne Computerunterstützung nicht mehr durchführbar und hat zu dem neuen Forschungsfeld der Biodiversitätsinformatik geführt.

Eine Schlüsselrolle für die Erhaltung von Naturräumen sowie für die Ertragssicherung von Nutzpflanzenkulturen kommt der Artenbe-

stimmung von Tieren zu, die diese Pflanzen bestäuben. Wildbienen zählen aufgrund ihrer hohen Artenanzahl und der sehr engen Nahrungsspezialisierung zu den wichtigsten Bestäubern unserer Wild- und Nutzpflanzen.

Im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojekts zwischen Zoologen und Informatikern wurde das System ABIS, das „Automated Bee Identification System“, entwickelt, das eine schnelle und sichere Artenbestimmung von Wildbienen erlaubt. ABIS ist zudem zur Bewertung von Naturräumen einsetzbar, da Wildbienen aufgrund ihrer Spezialisierung Rückschlüsse auf Charakteristika ihres Lebensraumes wie Pflanzenvorkommen und Bodenarten zulassen. Die Möglichkeit der Lebendbestimmung durch ABIS

eröffnet ferner neue Wege für so genannte Monitoringuntersuchungen, mit deren Hilfe die Anzahl der lebenden Tiere in einem bestimmten Gebiet und über einen bestimmten Zeitraum ermittelt und verfolgt wird. Gegenüber Verfahren der Biochemie und der Molekulargenetik zeichnet sich ABIS durch vergleichsweise geringen apparativen Aufwand, die Möglichkeit des mobilen Freilandeinsatzes sowie die Lebendbestimmung von Bienen aus.

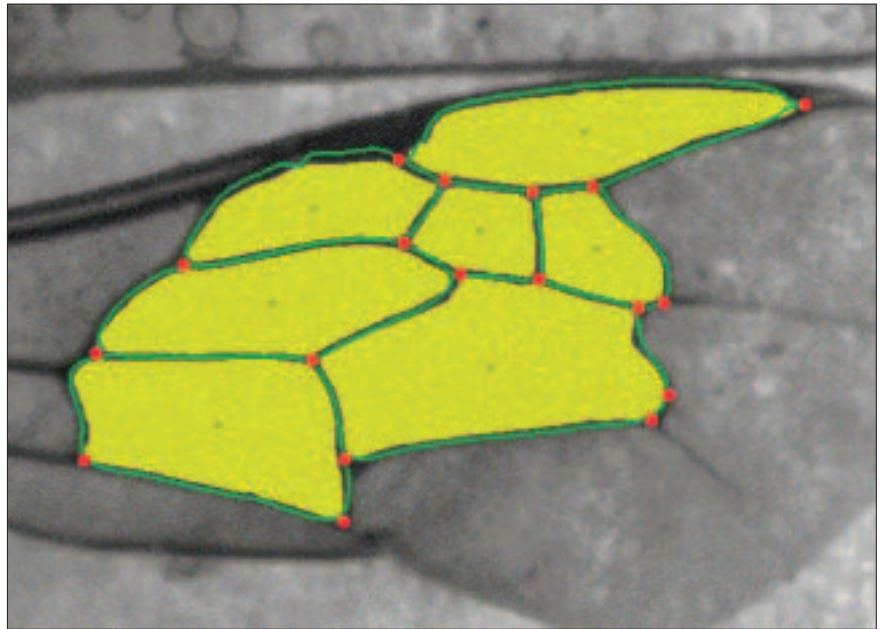
Wie aber kann die Artenbestimmung von Wildbienen effizient auf automatische Weise erfolgen? Die Systematiker führen die Artenbestimmung auf die sichtbare Unterscheidung vielfältiger Körpermerkmale, beispielsweise die Formen und Farben von Torso, Kopf, Fühlern, Beinen und Flügeln zurück.



Eingeklemmter Flügel: Die durch Kälteeinwirkung kurzfristig erstarrte Biene wird in einen Halterungsklipp gespannt.

Nun kann das Flügelbild für die Artenbestimmung aufgenommen werden. Dies geschieht durch das System ABIS, das „Automated Bee Identification System“, das eine zuverlässige Artenbestimmung bei Wildbienen erlaubt.

Nach Aufnahme und Analyse des Flügelbildes mithilfe des ABIS-Systems sind charakteristische Flügelmerkmale zu erkennen: Die grünen Linien sind die Adern, die roten Punkte stellen die Aderknoten dar, und die flächenhaften Hautzellen sind gelb markiert. Daneben: Als Grundlage der Artenanalyse dient ein gattungsspezifischer Musterflügel.



Dieses langwierige Vorgehen ist für eine automatisierte Artenbestimmung nicht praktikabel. Stattdessen sollten wenige und einfach wahrnehmbare Körpermerkmale die Grundlage der computergestützten automatisierten Artenbestimmung sein.

Die Wahl fiel auf die Flügel der Bienen. Die Familie der Wildbienen zählt zur Ordnung der Hautflügler innerhalb der Klasse der Insekten. Denn Bienen haben nahezu transparente Hautflügel, in denen sich bei genauer Betrachtung ein ausgeprägtes Netz von Adern erkennen lässt. Kann dieses Adernetz als „Fingerabdruck“ für die genaue Bestimmung der Art verwendet werden? Die mit dem System ABIS im In- und Ausland erzielten Ergebnisse, die sich durch Erkennungsraten von bis zu 97 Prozent auszeichnen, bestätigen diese Wahl eindrucksvoll.

Wie arbeitet das System ABIS? Ausgangspunkt sind mit einer

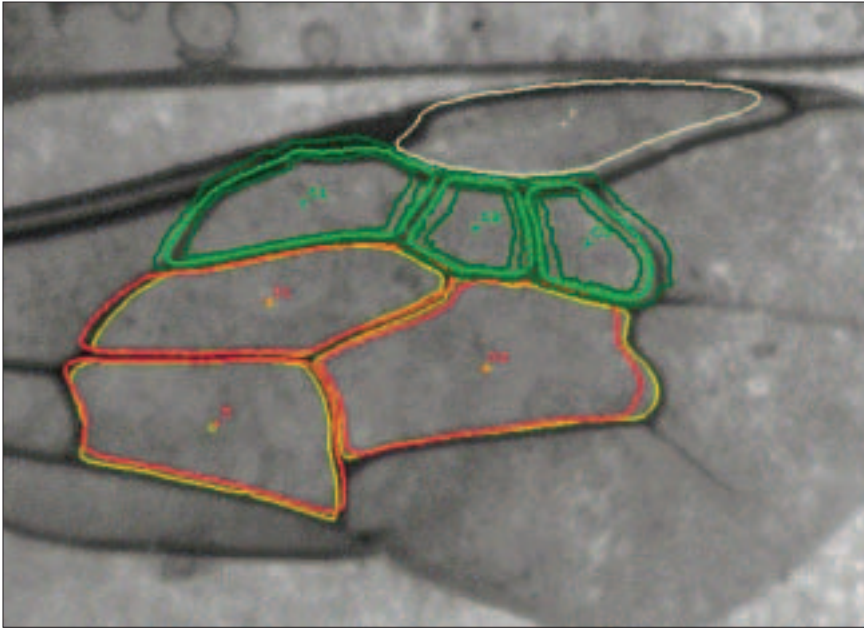
handelsüblichen Digitalkamera aufgenommene Bilder der Bienenflügel. Dazu wird die Kamera auf ein Mikroskop aufgesetzt. Ein solches Mikroskop wird ohnehin von Systematikern für ihre Bestimmungsarbeit benutzt. Der Flügel der Biene wird in einen transparenten Klipp, bestehend aus einem Glasprisma und einem Objektträgergläschen, eingespannt und durch weiße Leuchtdioden im Durchlicht ausgeleuchtet. Der Flügel der Bienen wird dabei nicht verletzt oder beschädigt. Somit ist ABIS

sowohl für die Arbeit in wertvollen wissenschaftlichen Sammlungen als auch für die Artenbestimmung an lebenden Bienen verwendbar. Für die Lebendbestimmung werden die Bienen durch Kälte, beispielsweise mit Hilfe einer handelsüblichen Kühlbox, oder durch Kohlendioxid betäubt. Der Prozess des Einspannens und der Bildaufnahme benötigt dann weniger als eine Minute.

Unter Licht zeigt der Flügel eine wohldefinierte Struktur: die nicht-durchsichtigen Adern bilden ein dunkles Netz von Linien und umschließen helle Abschnitte, welche die transparenten Hautzellen des Flügels abbilden. Insgesamt werden drei Kategorien von Flügelmerkmalen betrachtet: die linienförmigen Adern, die punktförmigen Verbindungen von Adern, genannt Aderknoten, sowie die flächenförmigen durchsichtigen Hautzellen. Aus diesen punkt-, linien- und flächenförmigen Merkmalen werden dann die so genannten morphometrischen Merkmale abgeleitet. Diese beschreiben die Gestalt anhand von Zahlenwerten. Beispiele



ABIS ist mobil und somit auch im Feld jederzeit einsetzbar. Rechts: Das freigelassene Fotomodell macht sich nach Aufnahme seines Flügelbildes wieder bereit zum Abflug.



dafür sind die Abstände zwischen Aderknoten, die Flächenverhältnisse von Hautzellen oder die Längenverhältnisse von Adern.

Diese morphometrischen Merkmale aller Adern, Aderknoten und Hautzellen eines Flügels bilden so eine umfangreiche Reihe von Zahlen, den Merkmalsvektor. Die Artenbestimmung selbst basiert auf einem Prinzip, das „überwachte Klassifikation“ genannt wird. Dieses Prinzip erfordert, dass ein erfahrener Systematiker ABIS zunächst trainieren muss. Für jede zu bestimm-



mende Art wird ABIS eine Menge bereits bestimmter Exemplare von Flügelbildern als Trainingsmenge vorgegeben. ABIS „lernt“ nun eine Abbildung, mit deren Hilfe Merkmalsvektoren einer der trainierten Arten zugeordnet werden können.

Tatsächlich sind die Aufgaben der Erkennung der Adern, Aderknoten und Hautzellen im Flügelbild sowie der Zuordnung der Merkmalsvektoren zu einer Bienenart so anspruchsvoll, dass die Anwen-

derung von Standardmethoden der Bildverarbeitung und Klassifikation nicht ausreicht. Schwache Kontraste bei der Bildaufnahme, Verschmutzungen und Pollenbelag auf den Flügeln und andere Störungen erfordern ein zweistufiges Vorgehen der Bildverarbeitung. Die Erfahrung zeigt, dass bestimmte Hautzellen und Zellen begrenzende Adern robust erkannt werden können. Somit werden die Bildverarbeitung und die Klassifikation zunächst nur für diese Flügelmerkmale durchgeführt. Dies reicht für die Bestimmung der Gattung aus. Vor diesem Hintergrund lädt ABIS aus seiner Wissensbasis einen gattungstypischen „Musterflügel“,

der aus der Trainingsmenge gelernt wurde. Dieser Musterflügel gibt für die weitere Bildverarbeitung quasi den ungefähren Weg zur Erkennung der restlichen Elemente vor. Das heißt: das System „weiß“, wie viele Adern, Zellen und Knoten es noch in welcher „Nachbarschaftskonstellation“ zu suchen hat. Diese Zusammenhänge sind nämlich für alle Arten einer Gattung gleich. Die genaue Ausprägung dieser Vorhersagen ergibt sich jedoch aus dem einzelnen Flügel und liefert somit letztlich den charakteristischen und für die Artenbestimmung der Biene notwendigen Merkmalsvektor.

Auch für die Bestimmung der Art auf der Grundlage der für jedes Flügelbild erzeugten Merkmalsvektoren sind keine einfachen, so genannten linearen Klassifikationsverfahren einsetzbar. Stattdessen wurde eine neue nichtlineare Variante der bekannten linearen Diskriminanzanalyse entwickelt, die sowohl sehr schwierige Aufgaben der Klassifikation lösen kann als auch hilfreich für die Visualisierung der Bestimmungsergebnisse ist.

Auf der Basis eines Musterflügels „weiß“ das System ABIS, wie viele Adern, Zellen und Knoten zu suchen sind

ABIS wurde erfolgreich in Deutschland, Brasilien und den USA eingesetzt. Dabei sind Erkennungsraten von nahezu 100 Prozent erreicht worden. Der Er-

folg ist aber – wie auch beim Menschen – vom Lernprozess abhängig: Je umfangreicher und aussagekräftiger die Trainingsmenge ist, desto besser fällt die anschließende Artenbestimmung bei neuen Flügelbildern aus.

*PD Dr. Volker Steinhage
Dr. Stefan Schröder
Dr. Volker Roth
Prof. Dr. Armin B. Cremers
Prof. (em.) Dr. Wilhelm Drescher
Prof. Dr. Dieter Wittmann
Universität Bonn*

Das Projekt wurde von der DFG im Normalverfahren unterstützt.

► www.cs.uni-bonn.de/projects/ABIS/

23

Der gestrickte Hochleistungsrotor

Nicht nur Industrie und Maschinenbau verlangen nach immer leistungsfähigeren Rotoren, die höchsten Beanspruchungen standhalten. Starke Textilien können helfen und den Bau von federleichten Hochleistungsrotoren unterstützen

Viele elektronische Maschinen in unserer modernen Welt benötigen sie: Hochleistungsrotoren. Darunter versteht man die drehenden (rotierenden) Teile einer Maschine, zum Beispiel in einem Elektromotor, einer Bio-Zentrifuge oder in einer Pumpe. Auch in der Bio-, Gen- und Nanotechnologie werden solche Komponenten immer wichtiger, um beispielsweise Trennverfahren bioverträglich und bei hohen Temperaturen durchzuführen. Ebenso verlangen chemische Industrie, Maschinenbau und Fahrzeugproduktion nach leichteren Rotoren, die jedoch immer höhere Anforderungen aushalten sollen: extreme Fliehkräfte und hohe Temperaturen, chemische Einflüsse und Verschleiß.

Herkömmliche Werkstoffe können die heutigen Ansprüche meist nicht mehr optimal erfüllen. Deshalb sucht die Forschung nach Möglichkeiten, um neue Materialien sozusagen maßzuschneidern. Das ist im Falle einer Forschergruppe an der Technischen Universität Dresden durchaus wörtlich zu nehmen. Die Wissenschaftler bearbeiteten das Thema „Textile Verstärkungen für Hochleistungsrotoren in komplexen Anwendungen“ und haben dabei Textilfasern so stark gemacht, dass sie im Verbund mit anderen Werkstoffen höchsten Beanspruchungen standhalten.

Leichtbau- und Kunststoffexperten, Textil- und Bekleidungstechniker sowie Festkörpermechaniker und Akustikfachleute entwickelten gemeinsam durch Textilien verstärkte „Kunststoffverbunde“ und

testeten ihre Belastbarkeit am Beispiel einer neuen Generation von Hochleistungsrotoren. Die Aufgabe der interdisziplinären Forschergruppe bestand darin, geeignete Kombinationen von Werkstoffen auszuwählen, textile Kunststoffprodukte zu gestalten oder verschiedene Berechnungen oder Simulationen und prüfende Messungen auszuführen. Außerdem sollten die Festigkeit des Materials und der Bauteile erprobt sowie neue Herstellungstechnologien entwickelt werden.

Wesentlich für den Erfolg der Arbeit war die Wahl der passenden Werkstoffe. Als Prämisse galt: Die Fasern müssen so ausgerichtet sein, dass sie die physikalischen Kräfte, die auf sie einwirken, optimal aufnehmen. Dieses Ziel erreichte die Forschergruppe durch eine so genannte variabelaxiale Ausrichtung: Die Fasern innerhalb des Bauteils verlaufen dabei nicht geradlinig, sondern folgen den auf sie einwirkenden Kräften. Das Ergebnis: Der textil-

verstärkte Kunststoffverbund machte das neue Produkt um rund 55 Prozent leichter als vergleichbare Rotoren aus Metall.

„Commingling-Hybridgarne“ nennt der Fachmann den dafür geeigneten Materialmix. Dabei werden Kohlenstofffasern und Kunststofffasern gleichmäßig durchmischt und zu einem Garn verarbeitet. Dieses textile Material muss danach zu einem

Textile Flächen aus Kohlenstofffasern und Thermoplast bilden die Grundlage für den neuen Rotor. Kleines Bild: Im „Autoklav“, einem Spezialofen, wird die elastische Vorform gespannt und gebacken, damit am Ende ein Hochleistungsrotor entsteht.



Flächengebilde, der so genannten Preform, „gestrickt“ werden, sodass es den physikalischen Anforderungen eines Rotors standhält. Es darf sich weder zu stark verformen noch reißen. Für die Werkstoffe des Kunststoffverbunds besteht eine Aufgabenteilung: Die Kohlenstofffasern sorgen für die Unnachgiebigkeit und Festigkeit, während der so genannte Hightech-Kunststoff PEEK das fertige Bauteil resistent gegen Chemikalien macht. Darüber hinaus sorgt er dafür, dass das Bauteil steril ist, keine allergischen oder toxischen Reaktionen hervorruft und hohe Temperaturen aushält.

Entsprechende Garne stellte die Dresdner Forschergruppe selbst her. Dabei entstanden insgesamt 40 Materialvarianten. Sie wurden zu textilen Probelplatten verarbeitet und gründlich getestet. Wissenschaftler der TU Dresden modifizierten dafür klassische Textilverarbeitungsverfahren wie Spinnen, Wirken und Stricken. Außerdem entwickelten sie eine neue robotergestützte Nähtechnik, die sowohl im ebenen als auch

im räumlichen Bereich arbeitete. Auf diesem Wege war es möglich, auch Teile mit komplexen Geometrien miteinander zu verbinden.

Die gewünschte Festigkeit erhielt das zunächst noch weiche Leichtgewicht durch „Backen“ im Autoklav, einem Spezialofen. In diesem wurde die Kunststoffkomponente des Garns bei hohen Temperaturen von 400 Grad Celsius aufgeschmolzen und gleichzeitig die Preform unter Druck in eine Form gepresst, sodass nach dem Abkühlen und Erstarren ein fertiges Bauteil vorlag. Anfangs stellten die Forscher nur



einzelne Rotorkomponenten her. Dank besonderer Formwerkzeuge und Spannsysteme perfektionierten sie das Verfahren und produzierten nunmehr den Rotor „in einem Schuss“. Die metallischen Einlegeteile wurden dabei gleich mit „eingebacken“. Wesentlicher Bestandteil der Forschungsarbeit war auch die Untersuchung der Spannungen, die zwischen den einzelnen Schichten des Kunststoffverbundes auftraten. Die neuen Ergebnisse trugen wesentlich dazu bei, allmähliche Bruchvorgänge der Verbunde zu klären und mit geeigneten Maßnahmen gegenzusteuern. So entwickelte die Forschergruppe Verfahren, die dem Bauteil eine hohe Festigkeit verliehen. Ein spe-

zielles Nähverfahren mit schräger Nahtführung sorgte beispielsweise dafür, dass das textile Produkt an den hoch beanspruchten Stellen zusätzlich verstärkt werden konnte.

Bevor der Rotor schließlich seinen ersten Einsatz bestand, wurde er „auf Herz und Nieren“ geprüft. Schon als dreidimensionales Computermodell musste er viele Tests bestehen. Mithilfe der Rechentech- nik simulierten die Forscher verschiedene Einsatzfälle, um zu ermitteln, unter welchen Voraussetzungen das Bauteil versagen könnte. Diese Vorhersagen konnten durch Experimente bestätigt werden.

Die Belastbarkeit der realen Rotoren bis zum Bersten wurde ebenfalls auf dem Prüfstand intensiv untersucht. Um die Verformung der Rotoren zu analysieren, wurden Sensoren und Messelemente in das Bauteil integriert. Dafür wurde ein neuartiges Verfahren entwickelt, das die Verformung sowohl im Innern als auch auf der Oberfläche messen konnte. Dabei wurde auf dem Bauteil ein dehnungsempfindliches Messelement angebracht. Außerdem wurden Sensoren in die textile Verstärkungsstruktur integriert. Zusätzlich wurde ein spezieller Risswerkstoff eingebaut, zum Beispiel metallisches Glas, dessen Brüchigkeit knapp unter der des Bauteils lag. Am Versagen des Risswerkstoffes konnte dann abgelesen werden, wann ein Versagen des Bauteils drohte. Mithilfe solcher intelligenten Materialien konnte der Rotor im Betriebszustand optimal überwacht werden.

*Prof. Dr.-Ing. habil.
Werner Hufenbach
Technische Universität Dresden*

Die Studien wurden im Rahmen der Forschergruppe 278 „Textile Verstärkungen für Hochleistungsrotoren in komplexen Anwendungen“ von der DFG gefördert.

► www.tu-dresden.de/mw/ilk/for278



Himmliches Getümmel: Im Sternbild Orion bilden rund 2000 junge Sterne einen „Trapezhaufen“. Tief in Gas und Staub eingebettet, ist er nur im Infrarotbereich beobachtbar.

Die turbulente Geburt der Sterne

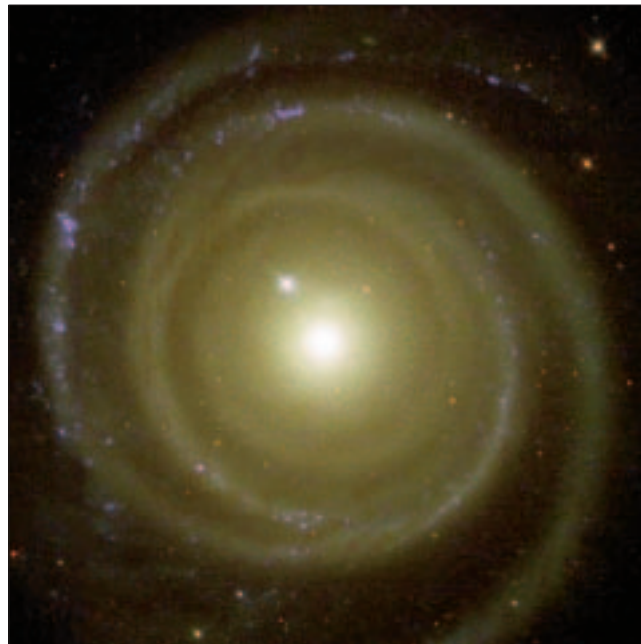
Das Entstehen von Sternen ist ein dramatischer Vorgang, der Physiker vor viele ungelöste Fragen stellt. Mit Computersimulationen sind Forscher den Mechanismen auf der Spur, die aus dem Gas der Milchstraße einen Stern wie unsere Sonne entstehen lassen

Sterne sind die Himmelskörper, die wir am besten beobachten können, da sie selbst leuchten. Daher sind sie die wichtigsten Quellen unseres astronomischen Wissens. Die physikalischen Prozesse, die in den Sternen und während ihrer Entstehung vor sich gehen, bestimmen – im Fall der Sonne – nicht nur das Geschick unserer Erde. Sie geben auch Aufschluss über die physikalischen Prozesse, die Entstehung und Entwicklung des Universums regulieren. Dabei ist besonders die „Geburt“ der Sterne von Interesse. Da der Prozess der Sternentstehung nicht direkt beobachtet werden kann, einerseits auf Grund der Dauer von einigen Millionen Jahren, andererseits der Tatsache wegen, dass sich Sterne in nahezu undurchdringlichen Gas- und Staubwolken bilden, versuchen Wissenschaftler heute, den Vorgang mithilfe von Computersimulationen nachzuvollziehen.

Wenn wir in einer klaren Nacht in den Himmel blicken, sehen wir entlang des Bandes der Milchstraße dunkle, abgeschattete Gebiete. Das sind Wolken aus interstellarem Gas und Staub, die das Licht weiter entfernt liegender Sterne verschlucken. Seit etwa einem halben Jahrhundert ist bekannt, dass diese „Dunkelwolken“ die Geburtsstätten junger Sterne sind. Die Wolken bestehen aus molekularem Wasserstoffgas und Staub. Deshalb werden sie auch Molekülwolken genannt. Sie bilden sich bevorzugt in den Spiralarmen unserer Galaxie. Dort sammelt sich in „Staubstellen“ der Milchstraße die Materie an. Die Gaswolken können einen Durchmesser von bis zu 100 Lichtjahren erreichen und ihre Masse kann bis zu mehreren Millionen der Sonnenmasse betragen. Die Temperatur innerhalb der Wolken beträgt dabei nur etwa zehn Grad über dem absoluten Nullpunkt. Innerhalb der Wolken ist das molekulare Gas sehr un-

gleichmäßig im Raum verteilt, hochgradig turbulent und bewegt sich zum Teil mit Überschallgeschwindigkeit. Die typische Lebensdauer einer Molekülwolke beträgt nur etwa zehn Millionen Jahre. In kosmischen Maßstäben betrachtet, ist dies sehr wenig. Der Prozess der Sternbildung in diesen Wolken muss also „schnell“ ablaufen.

Diese Randbedingungen sind eine der Schwierigkeiten, die Forscher in einem Computermodell meistern müssen. Angesichts der Turbulenzen und Inhomogenitäten



Eine Spiralgalaxie im Sternbild Centaurus. Staub und Gas liefern die notwendigen Zutaten, damit sich in ihren Armen neue Sterne bilden können. Rechts: Aufnahme vom Zentrum der Galaxie. Dichte Ansammlungen von Materie verdunkeln hier das Sternenlicht. Der rote Fleck markiert den Mittelpunkt unserer Milchstraße.

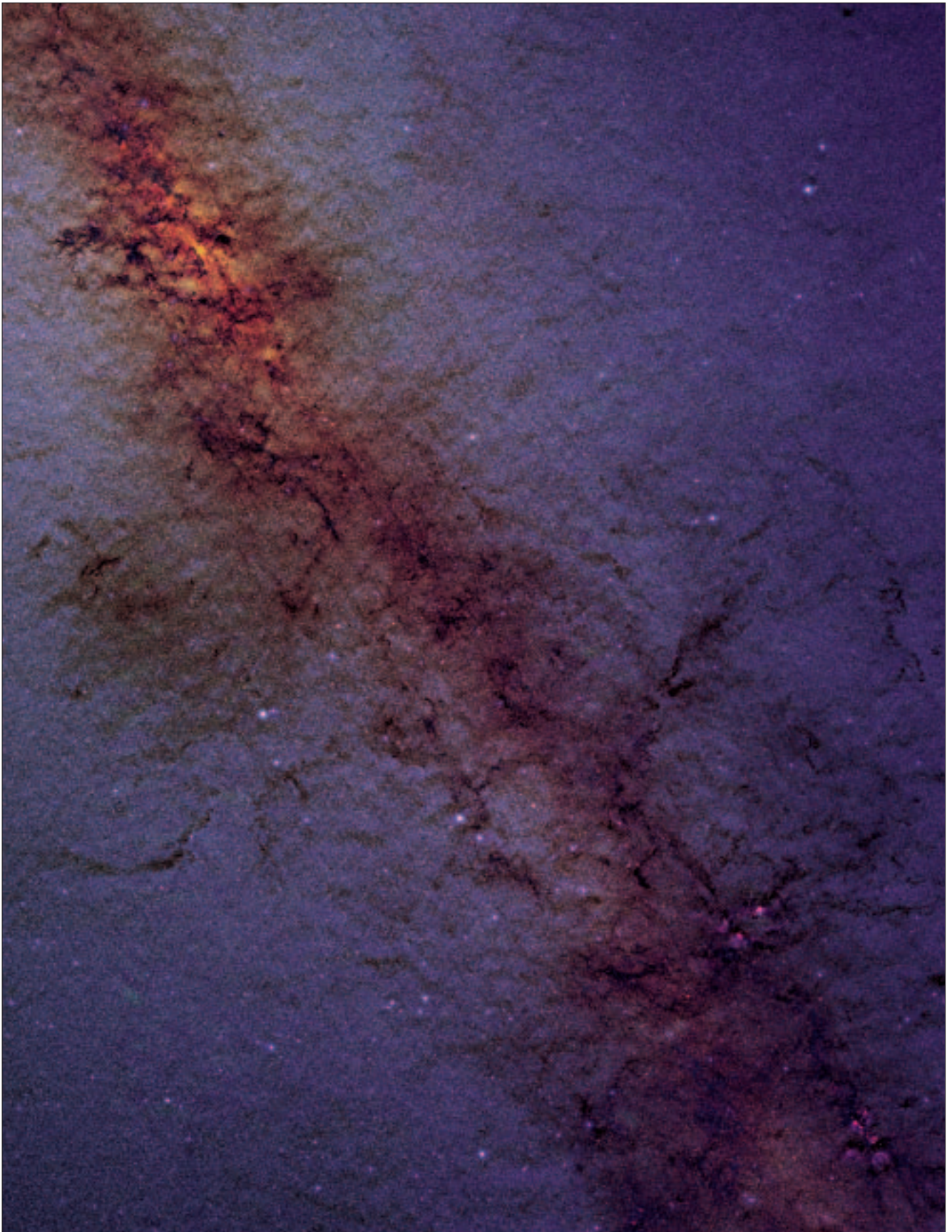
müssen die Wissenschaftler für das Modell Annahmen treffen, die vereinfachen und doch richtige Ergebnisse erlauben. Sterne entstehen in Gebieten hoher Dichte im Inneren einer Molekülwolke, wenn die zum Zentrum der Wolke gerichtete Schwerkraft über die nach außen gerichteten Kräfte dominiert. Dies ist der Fall, wenn die Masse des Gases einen kritischen Wert über-

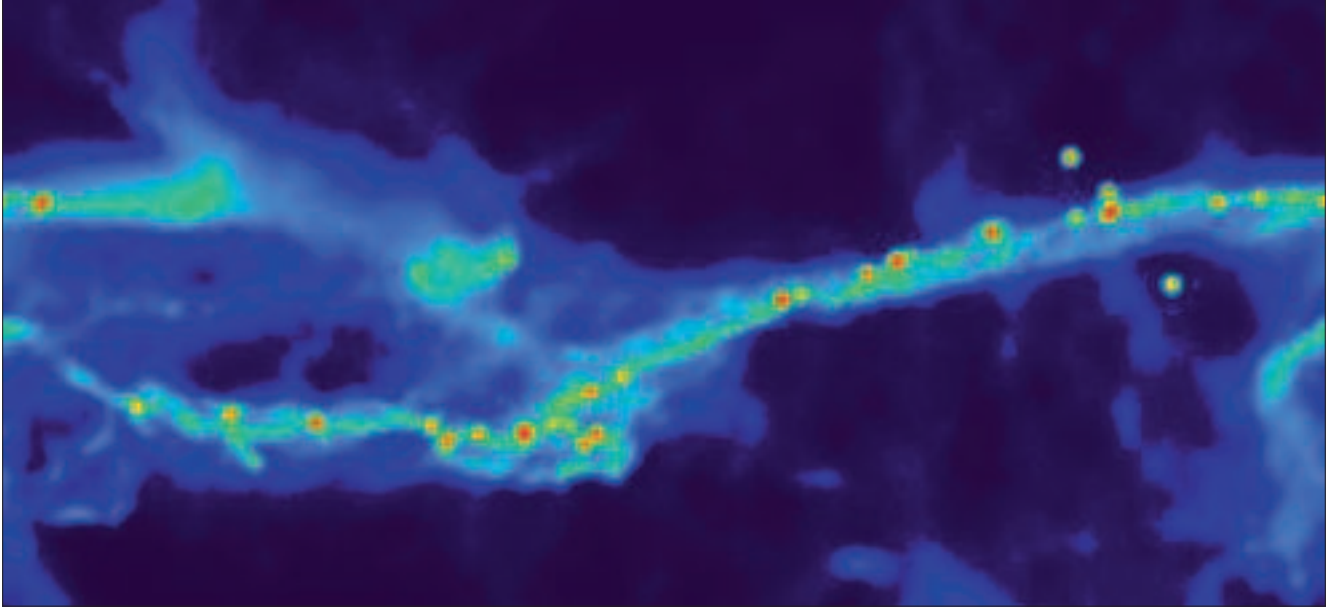
schreitet, der nach dem englischen Naturwissenschaftler Sir James Jeans (1877 bis 1946) Jeans-Masse genannt wird. Das System kollabiert dann unter seinem eigenen Gewicht. Gasdichte und Temperatur wachsen stetig an, ein neuer Stern entsteht.

Über Jahrzehnte hinweg war die Theorie der Sternentstehung von der Vorstellung geprägt, dass der Prozess der Sternbildung vor allem das Resultat des Wechselspiels von Gravitation und kosmischen Magnetfeldern ist. In diesem Bild stabilisiert ein starkes Magnetfeld die Molekülwolke, und erst wenn ausreichend Material zwischen den Magnetfeldlinien hindurchdriften konnte, beginnt die Zusammenziehung, auch „Kontraktion“ genannt. Neuere Beobachtungen haben jedoch ergeben, dass die gemessenen Feldstärken nicht ausreichen, die Molekülwolke als Ganzes zu stabilisieren. Die moderne Theorie der Sternentstehung betrachtet daher die in allen Wolken beobachtete Überschallturbulenz als wichtigsten physikalischen Prozess, der die Sternbildung kontrolliert. Die in der Turbulenz des Wolkengases enthaltene

Bewegungsenergie entspricht in etwa der Gravitationsenergie und übertrifft den Anteil der magnetischen Energie. Das bedeutet, dass die Überschallturbulenz die Wolke auf der einen Seite gegen die Kontraktion durch Schwerkraft stabilisieren kann. Auf der anderen Seite jedoch wird durch turbulente Verdichtung Sternbildung ausgelöst. Die Turbulenz spielt somit in doppelter Weise eine Rolle.

Durch zusammenfließende Strömungen in einer turbulenten Wolke bilden sich lokale Dichtemaxima, deren Masse größer werden kann, als für den gravitativen Kollaps erforderlich ist. Durch die Kontraktion verändert sich die Molekülwolke. Die Dichteverteilung in der Wolke ist während dieses Vorganges durch lang gestreckte Strukturen

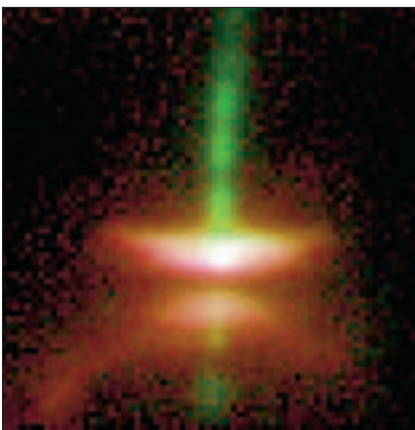




geprägt. In diesen beobachtet man so genannte protostellare Kerne. Das sind die unmittelbaren Vorläufer einzelner Sterne. Auch das Computermodell simuliert die Bildung solcher Protosterne.

Diese Objekte fallen aufgrund ihres Eigengewichtes in sich zusammen, in ihrem Zentrum bildet sich ein junger Stern, der durch die Gravitation Gas anzieht und rasch an Masse gewinnt. Da das Gas rotiert, bildet sich zunächst eine scheibenartige Struktur aus. Das Material in dieser Scheibe wird langsam nach innen transportiert und fällt schließlich auf den eigentlichen Stern. Aus dieser Scheibe kann möglicherweise ein Planetensystem entstehen.

Ein Stern entsteht. Durch die Schwerkraft sammelt sich Materie entlang einer Scheibe. Diese hat einen Durchmesser von ungefähr 60 Milliarden Kilometer. In ihrem Zentrum wächst ein Stern heran, der nur anhand seines Streulichts auszumachen ist.



Ist das vorhandene Gasreservoir aufgebraucht, ist die dynamische Phase der Sternentstehung beendet. Diese „Geburt“ des Sterns dauert insgesamt mehrere Millionen Jahre. Nun folgt die wesentlich langsamere quasi-statische Kontraktion des Protosterns. Dabei nehmen Temperatur und Druck im Inneren des Protosterns weiter kontinuierlich zu, bis bei rund zehn Millionen Grad im Zentrum die Fusion von Wasserstoff zu Helium einsetzen kann. Diese Energiequelle ermöglicht es dem System, ein neues Gleichgewicht zu finden. Der Stern ist sozusagen „erwachsen“ geworden, seine Hauptlebensphase beginnt. Eine der wichtigsten Voraussetzungen für die richtige Modellierung der Sternentstehung ist, dass ein Stern nicht allein entsteht. Aus einer Molekülwolke bildet sich in der Regel ein Haufen von mehreren hundert bis einigen tausend Sternen, die miteinander in Wechselwirkung treten und um den selben Gasvorrat konkurrieren. Dadurch ergibt sich ein hochgradig dynamisches und zugleich chaotisches Bild der Sternentstehung. Eine vollständige theoretische Beschreibung des Prozesses ist daher nur im statistischen Sinne möglich. Insgesamt jedoch weisen alle jungen Sternhaufen sehr ähnliche Eigenschaften auf. So ist die Verteilung der Sternmassen in allen Haufen in etwa dieselbe, und man findet fast immer die massereichsten Sterne im Zentrum des Haufens vor. Ein neuer Ansatz ist daher auch in der Simulation, nicht mehr nur einen einzelnen, isolierten Stern zu betrachten, sondern

Im Modell kann die Entwicklung galaktischer Molekülwolken nachvollzogen werden. In dichten Gasgemengen bilden sich dort die Vorläufer von Sternen. Die so genannten protostellaren Kerne sind hier mit Rot kenntlich gemacht.

ganze Sternhaufen, die sich aus einer kollabierenden Gaswolke bilden. Dies kommt der Realität wesentlich näher.

Am Computer lassen sich verschiedene Eigenschaften wie Masse, Drehimpuls oder Bewegung sowohl einzelner Protosterne als auch des gesamten Haufens zu jedem beliebigen Zeitpunkt studieren und mit Beobachtungsdaten vergleichen. Es zeigt sich, dass trotz der zwangsläufigen Vereinfachung oder Vernachlässigung mancher physikalischer Prozesse die Computermodelle ein realistisches Szenario nachzeichnen. Viele Charakteristika, wie das Bilden von Protosterne, die Zeitskalen oder die Massenverteilung der jungen Sterne, stimmen in modernen Berechnungen gut mit den Beobachtungen überein. Die Simulationsrechnungen bestätigen so die moderne Theorie der Sternentstehung, die auf dem Wechselspiel von Überschallturbulenz und Schwerkraft basiert.

*Anne-Katharina Jappsen
Stefan Schmeja
PD Dr. Ralf Stephan Klessen
Astrophysikalisches Institut
Potsdam*

Die Studien wurden im Rahmen des Emmy Noether-Programms der DFG gefördert.
► www.aip.de/~ralf

Der grüne Schatz der pharaonischen Ärzte

Im Alten Ägypten spielten Heilpflanzen bei der Behandlung von Krankheiten eine große Rolle. Wenn heute die pharmakologischen Wirkungen dieser Pflanzen im Labor untersucht werden, ist dies nicht nur für Chemiker aufschlussreich

Das Wissen von den pharmakologischen Wirkungen der Heilpflanzen hatte im Alten Ägypten einen hohen Stellenwert. Die damit bei der Behandlung von Krankheiten erzielten Erfolge waren im gesamten östlichen Mittelmeerraum bekannt. Stützten sich die altägyptischen Ärzte bei ihrer Arbeit im Wesentlichen noch auf Erfahrungswerte und Überlieferungen, so beantwortet die Pharmakologie heute Fragen nach der heilenden Wirkung von Pflanzenstoffen auf eine andere Weise. Das Ergebnis moderner wissenschaftlicher Untersuchungen jedoch weicht nicht selten von der antiken Volksmedizin ab.

Um solche Inhaltsstoffe im Labor zu isolieren, werden getrocknete oder frische Blüten, Stängel oder Wurzeln zunächst zerkleinert und anschließend mit einem Lösungsmittel wie Ethanol (Alkohol) mehrfach extrahiert. Nach Abdampfen des Ethanols kann der gewonnene Rohextrakt zwischen dem polaren Wasser und einem relativ unpolaren Lösungsmittel wie Chloroform verteilt werden. Die unpolaren Verbindungen wandern in die unpolare Chloroformphase, die polaren Verbindungen befinden sich in der wässrigen Phase. Dadurch ist das Stoffgemisch in seine polaren und unpolaren Bestandteile zerlegt, da gleiches immer durch gleiches gelöst wird. Beide Phasen werden danach durch Abdestillieren von Chloroform und Wasser „zur Trockne“ gebracht.

Um einen ersten Überblick über die Zahl der Verbindungen zu be-



Eine Heilpflanze altägyptischer Ärzte: Die Blätter und Wurzeln der Schlafbeere wurden immer dann eingesetzt, wenn leichte Schlafstörungen zu behandeln waren.

kommen, nutzt der Chemiker die so genannte Dünnschichtchromatographie, ein physikalisch-chemisches Trennverfahren. Bei dieser Methode werden die Stoffe an dünnen Kieselgel- oder Aluminiumoxidschichten, die sich auf Glasplatten oder Aluminiumfolien befinden, getrennt. Dazu wird eine sehr geringe Menge des zu untersuchenden Stoffgemisches in einem Lösungsmittel gelöst, punktförmig auf die Trennschicht aufgetragen und anschließend mit einem geeigneten Lösungsmittelgemisch entwickelt. Dabei trennen sich die Verbindungen durch Adsorption entsprechend ihrer Polarität auf: Die unpolaren Stoffe wandern weiter als die polaren. Die Verbindungen können entweder durch Bestrahlung mit einer

UV-Lampe oder durch Besprühen mit einem Sprühreagenz auf der Dünnschichtplatte sichtbar gemacht werden.

Größere Substanzmengen, die im Milligramm- bis Gramm-Maßstab liegen, können durch die so genannte Säulenchromatographie in ihre Bestandteile zerlegt werden. Dabei wird das Trennmittel mit einem Lösungsmittel in eine Glas- oder Metallsäule eingebracht, in der sich das Trennmittel zu einem so genannten Säulenbett absetzt. Das zu trennende Substanzgemisch wird in einem Lösungsmittel gelöst und auf das Säulenbett aufgebracht. Anschließend erfolgt durch kontinuierliche Zugabe von Lösungsmitteln oder Lösungsmittelgemischen die Trennung des Stoffgemisches. Die säulenchromatographische Trennung wird so oft wiederholt, bis reine Verbindungen vorliegen. Dabei helfen moderne Geräte wie die Mitteldruck- und die präparative Hochdruckflüssigkeitschromatographie, mit denen beinahe jedes Substanzgemisch getrennt werden kann. Parallel zur Chromatographie werden die pharmakologischen Eigenschaften in einfachen Tests erfasst. Zeigt sich in einem bestimmten Test eine positive Reaktion, erfolgt die weitere Auftrennung bis zur einheitlichen Verbindung, die dann weiteren pharmakologischen Untersuchungen unterzogen wird.

Die Struktur der so erhaltenen Verbindungen wird mithilfe von verschiedenen spektroskopischen Methoden bestimmt. Die Massenspektroskopie erlaubt die Bestim-



Nach der Dünnschichtchromatographie werden die einzelnen getrennten Verbindungen im UV-Licht sichtbar. Oben: Die Rinde des Granatapfelbaums wurde in der altägyptischen Medizin erfolgreich als Bandwurmmittel genutzt.

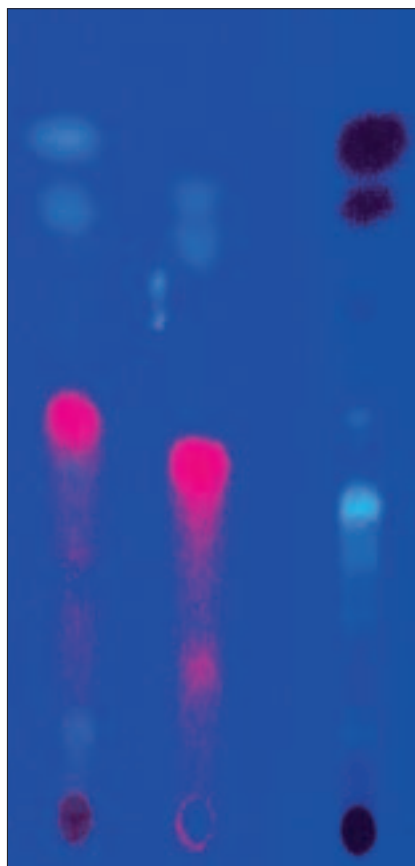
mung des Molekulargewichtes und der molekularen Zusammensetzung der Verbindung. Traubenzucker hat beispielsweise das Molekulargewicht 180 und besteht aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff ($C_6H_{12}O_6$).

Wenn altägyptische Heilpflanzen im Labor untersucht werden, können Hunderte von Verbindungen nachgewiesen werden, die bei der Behandlung von Krankheiten eine Rolle spielen können. Und manchmal gelingt es auch, die für die Wirkung des Pflanzenextraktes verantwortlichen Stoffe zu isolieren. Es ist eine spannende Geschichte, wenn aus Pflanzen, die vor 4000 Jahren schon zur Behandlung bestimmter Krankheiten eingesetzt wurden, heute Verbindungen isoliert werden, die hauptsächlich für die pharmakologische Aktivität verantwortlich sind.

In der altägyptischen Volksmedizin wurden beispielsweise Blätter und Wurzeln der Schlafbeere (*Withania somnifera* L.) zur Behandlung von leichten Schlafstörungen eingesetzt. Demzufolge müsste die Pflanze Verbindungen enthalten, die beruhigend wirken. Gegenwärtig erlebt die Verwendung der Pflanze eine große Renaissance in

der ayurvedischen Medizin, die ihr eine stressmildernde Wirkung zuschreibt. Tatsächlich konnte aus dem wässrigen Wurzelextrakt der Schlafbeere eine Verbindung isoliert werden, die beruhigend und stresshemmend wirkt. Extrakte aus dieser Pflanze können darüber hinaus das Immunsystem stärken und besitzen antioxidative Eigenschaften.

Ein anderes Beispiel: Ein bestimmtes Jochblattgewächs (*Fagonia indica*) nutzte die ägyptische Volksmedizin zur Behandlung von



Hautkrankheiten und Krebs in frühen Stadien. Interessant ist, dass neuere Untersuchungen dieser Pflanze das Vorkommen von Ursolsäure und Oleanolsäure nach Hydrolyse des Ethanolextraktes beschreiben. Diese beiden Triterpensäuren zeigen eine krebshemmende Wirkung. Man spricht von Triterpensäuren, wenn sie aus 30 Kohlenstoffatomen bestehen. Aus dem Jochblattgewächs konnten so genannte Triterpensaponine isoliert werden. Diese setzen sich zusam-

men aus einem Triterpenteil und einem Kohlenhydratteil. Saponine sind chemische Verbindungen, die meist bitter schmecken und eine schäumende Wirkung haben. Seit alters her werden saponinhaltige Pflanzen in der Volksmedizin verschiedener Kulturkreise gegen Husten, Rheuma und Gicht eingesetzt. Außerdem werden die Blätter saponinhaltiger Pflanzen als Bestandteil harntreibender Tees, sowie vieler Nieren-, Blasen- oder Abführtees genutzt.

Die Stoffklasse der Triterpensaponine weist ein sehr umfangreiches Wirkungsspektrum auf: Sie sind pilz- und schnecken-tötend, entzündungshemmend, Viren bekämpfend, lösen den Husten, sind Radikalfänger und wirken günstig auf das Herz-Kreislauf-System ein. Besonders wichtig ist der Einsatz von Triterpensaponinen zur immunsteigernden Wirkung von Antigenen. Hierbei wird das Triterpensaponin zusammen mit Zusatzstoffen und einem spezifischen Antigen, meist Viren, verabreicht, um die Reaktion des Immunsystems auf das spezifische Antigen zu verstärken. Erfolgreiche Experimente mit Impfstoffen gegen Herpes- und Grippe-Viren sowie HIV wurden bereits durchgeführt.

Einige Saponine helfen auch, der Bildung von Tumoren entgegenzuwirken, indem sie zum einen gefährliche Zellen zerstören, zum anderen die Immuntätigkeit des Körpers anregen. So hemmen beispielsweise die aus *Agave cantala*, einer Agavenart, isolierten Saponine das Wachstum des weiblichen Gebärmutterhalskarzinoms und das von Leukämiezellen. Auch bei einigen Liliengewächsen sind diese Eigenschaften bekannt. Bei einer Behandlung mit Ginseng-Saponinen tritt eine deutliche Wachstumshemmung von bösartigen Tumoren unter der Haut auf. Ein in Liliengewächsen vorkommendes Steroidsaponin regt das Immunsystem an. Wird dieses Saponin in die Bauchhöhle einer Maus injiziert, so hemmt es das Wachstum von Lebertumorzellen. Bei der anschließenden Blutanalyse wurde ein er-

höher Spiegel an körpereigenen Killerzellen, also eine Immunstimulation, nachgewiesen.

Ebenfalls ein Heilmittel der alt-ägyptischen Volksmedizin war die Rinde des Granatapfelbaumes (*Punica granatum L.*). Sie wurde gegen Ende des Mittleren beziehungsweise Beginn des Neuen Reiches (etwa 1500 vor Christus) in der ägyptischen Medizin als Bandwurmmittel eingeführt. Wie man heute weiß, ist das Vorkommen von so genannten Pyridinalkaloiden des Pelletierin-Typs der Grund für die Wirkung. Pelletierin ist hochgiftig für Bandwürmer. Auch einige der modernen synthetisch hergestellten Bandwurmmittel machen sich den gleichen Wirkungsmechanismus zunutze: die Muskulatur der Parasiten wird gelähmt, sodass die Würmer mit dem Stuhl ausgeschieden werden.

Die Untersuchungen von Heilpflanzen zeigen, wie wichtig es für die moderne Forschung ist, das breit gefächerte Wissen der Volksmedizin der verschiedenen Regionen der Erde zu kennen und zu nutzen, um neue und hoch wirksame Medikamente zu entwickeln, mit denen Krebs-, Aids-, Herz-Kreislauf- und viele andere Erkrankungen erfolgreich behandelt werden können. Bedenkt man, dass lediglich ein Prozent aller untersuchten chemischen Strukturen Naturstoffe sind, aber Naturstoffe und davon abgeleitete Verbindungen bei Wirkstoffen einen Marktanteil von 35 Prozent haben, wird offensichtlich, wie groß das Wachstumspotenzial ist. Die in Jahrtausenden der Evolution entstandenen Biomoleküle tragen einen sehr viel höheren Wirkstoffcharakter in sich als viele künstliche Stoffe. Deshalb sollte der „grüne Schatz der pharaonischen Ärzte“ weiter gehoben und nutzbar gemacht werden.

*Prof. Dr. Karlheinz Seifert
Universität Bayreuth*

Das deutsch-ägyptische Kooperationsprojekt wurde von der DFG und vom Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit gefördert. Heilwissen versunkener Kulturen, Im Bann der grünen Götter, Econ Verlag, München, 2004.

Das Klima aus dem Untergrund

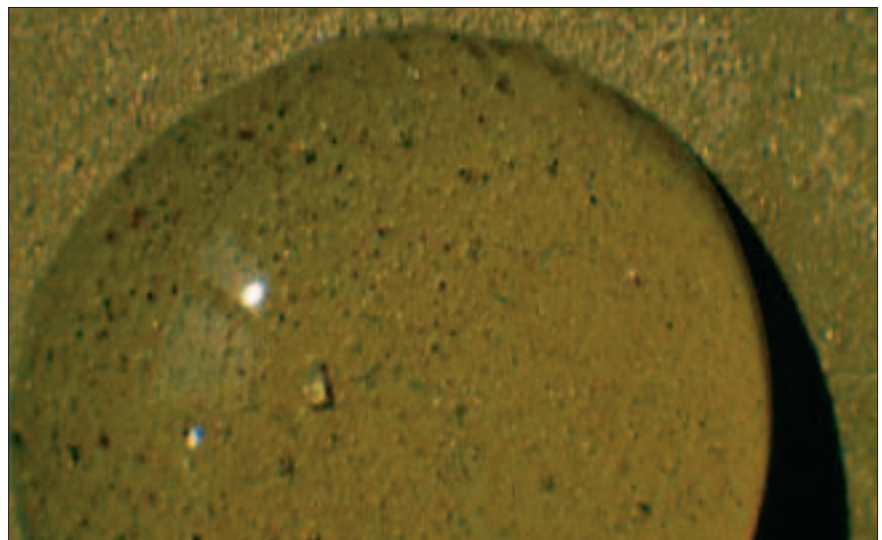
Neue Nachrichten über alte Stoffe: In Böden sind vier Fünftel der weltweiten Kohlenstoffvorräte gebunden. Humus spielt dabei eine besondere Rolle

So seltsam es klingt: Unser Klima wird nicht nur auf, sondern auch unter der Erdoberfläche gemacht. Rund vier Fünftel der weltweiten Kohlenstoffvorräte, die am aktiven Kohlenstoffkreislauf beteiligt sind, werden in Böden gebunden, nur etwa 19 Prozent im Pflanzenreich. Böden sind somit das größte Kohlenstoffreservoir. Die organische Bodensubstanz, Humus, hat also nicht nur einen entscheidenden Einfluss auf alle Bodenfunktionen, sondern spielt auch eine zentrale Rolle im globalen Kreislauf des Kohlenstoffs (C) und somit bei der Entstehung und Regulierung des wichtigsten klimarelevanten Gases Kohlendioxid (CO₂). Im Kreislauf des Aufbaus und der Zersetzung von Biomasse wird Kohlendioxid aus unseren Böden freigesetzt oder als Humus stabilisiert. Bei schonender Bodennutzung ist die Kohlenstoff-Stabilisierung größer

als die Freisetzung, und Kohlenstoff kann für mehrere tausend Jahre im Humus gespeichert werden. Bezogen auf Klima und Treibhauseffekt ist die Erforschung des Humus nicht nur für die Wissenschaft von Interesse, sondern auch für Politik und Wirtschaft.

Für die Bindung und Freisetzung von Kohlendioxid im Boden sind die molekularen Abbaueigenschaften organischer Substanzen im Humus ebenso verantwortlich wie ihre Bindung an Bodenminerale. Von Be-

Ein von oben aufgenommener Wassertropfen, der auf eine feinkörnige Schicht Bodenmaterials aufgetropft wurde. Das charakteristische „Abperlen“ von Bodenpartikeln wird bereits durch geringe Mengen wasserabweisender organischer Substanz hervorgerufen. Das Wasser würde auch in dickeres Bodenmaterial nicht eindringen können.



deutung ist zudem, ob Mikroorganismen freien Zugang zum Humus haben oder ob Humus im Bodengefüge (in so genannten Aggregaten) eingeschlossen ist. Das Zusammenspiel dieser Mechanismen ist außerordentlich komplex und bisher noch weitgehend unerforscht. Um die drängenden Fragen zur Regulierung des Kohlenstoffhaushalts von Böden beantworten zu können, ist es deshalb notwendig, die Vielfalt der Prozesse beim Auf- und Abbau organischer Substanz vollständig zu verstehen und zu quantifizieren.

Das Schwerpunktprogramm „Böden als Quelle und Senke für CO₂-Mechanismen und Regulation der Stabilisierung organischer Substanz in Böden“ konzentriert sich deshalb auf das Ineinandergreifen dieser Prozesse im Boden – mit teils überraschenden Ergebnissen.

Da die meisten Abbauprozesse im Erdreich sehr langsam, zum Teil über Jahrzehnte verlaufen, erwiesen sich bei der Untersuchung bereits existierende, langfristig sehr gut dokumentierte Freilandversuche und die damit verbundenen Probenarchive als außerordentlich wertvoll. Konkret nahmen die Forscher landwirtschaftlich genutzte Böden des „Statischen Düngungsversuchs“ in Bad Lauchstädt, eine Fläche in Rothalmünster sowie den „Ewigen Roggenbau“ in Halle unter die Lupe, wo seit 1878 Daten vorliegen. Bei den Forststandorten handelt es sich um Intensivmessflächen des Bayreuther Zentrums für Ökologie und Umweltforschung. Gleichzeitig kam den Wissenschaftlern zugute, dass die Humusforschung bei der Entwicklung neuer Methoden in den letzten Jahren große Fortschritte verzeichnen konnte. So lässt sich Boden im Gegensatz zu den klassischen Verfahren inzwischen naturnah – also ohne Veränderungen zum Beispiel durch Extraktion mit Lösungsmitteln – untersuchen. Hierbei hat sich ein ganz neues Bild der Kohlenstoff-

Aus welchen chemischen Substanzklassen bildet sich nun der stabile Humus? Durch das Verfahren der Kernresonanz-Spektroskopie sowie mithilfe von chemischen und thermischen Abbaumethoden identifizierten die Forscher die an den Stabilisierungsprozessen beteiligten molekularen Strukturen *in situ*, also an ihrer Herkunftsstelle.

Dabei konnten sie zeigen, dass entgegen der gängigen Auffassung aromatische Strukturen, die unter Laborbedingungen als äußerst schwer abbaubar gelten, in der Natur

nicht stabilisiert werden. Dies gilt zum Beispiel auch für den aromatischen Holzstoff Lignin. Es können sogar hocharomatische Kohlepartikel im Boden durch Mikroorganismen verwertet werden.

Und noch etwas fanden die Forscher heraus: Im Gegensatz zu bisherigen Vorstellungen reichern sich neben schwer abbaubaren Fetten

und Wachsen auch eigentlich besonders leicht abbaubare Verbindungen wie Polysaccharide und Proteine in der kleinsten Partikelfraktion, dem Ton, an. Die unerwartet lange Verweilzeit dieser Verbindungen zeigt, dass Faktoren wie leichte beziehungsweise schwere Abbaubarkeit bei der langfristigen Kohlenstoff-Stabilisierung im Boden eine untergeordnete Rolle spielen. Bedeutender sind vielmehr aktive Stabilisierungsmechanismen wie die intensive Wiederaufbereitung dieser Substanzen durch Mikroorganismen und der erschwerte Zugang der Zersetzerorganismen zu organischen Substanzen in Aggregaten.

Offenbar schützt diese Bodenmatrix vor mikrobiellem Abbau, indem sie dem organischen Material in Poren oder Aggregaten „Rückzugsmöglichkeiten“ anbietet oder sich zwischen Mineraloberfläche und organischer Substanz unterschiedlich starke Bindungen aufbauen, die von Mikroorganismen nur schwer oder gar nicht „gekackt“ werden können. Trennt man den Boden in Fraktionen

Eine zentrale Frage ist, aus welchen chemischen Substanzen sich der stabile Humus in der Natur bildet



unterschiedlicher Korngröße und Dichte auf, so können Pflanzenreste und organo-mineralische Verbindungen getrennt voneinander untersucht werden. Gerade in Partikelfractionen, die kleiner als 6,3 Mikrometer sind, hat die organische Bodensubstanz ein vergleichsweise hohes Alter von 2500 bis 5500 Jahren. Der mineralgebundene Anteil der organischen Substanz

wie auch das Alter nimmt mit der Bodentiefe zu.

Trotz der im Vergleich zu Oberböden geringeren Kohlenstoffkonzentrationen werden in den Unterböden beträchtliche Mengen an Kohlenstoff gebunden. Die Bindung (Sorption) von gelöster organischer Substanz an Eisenoxide und Eisenhydroxide, an schlecht kristalline Aluminiumsilikate sowie an Tonmi-

lich verlangsamt. Andere Faktoren sind die Aufspaltung der biologischen Porenräume, die lückenhafte Besiedlung des Bodens durch Mikroorganismen und Bodentiere sowie Faktoren wie Temperatur und Wassergehalt. Die Funktionen der Zersetzerorganismen werden mit unterschiedlichen Methoden analysiert, zum Beispiel durch die Messung von Enzymaktivitäten sowie durch den Nachweis und die Analyse spezifischer Gene, die am Prozess maßgeblich beteiligt sind.

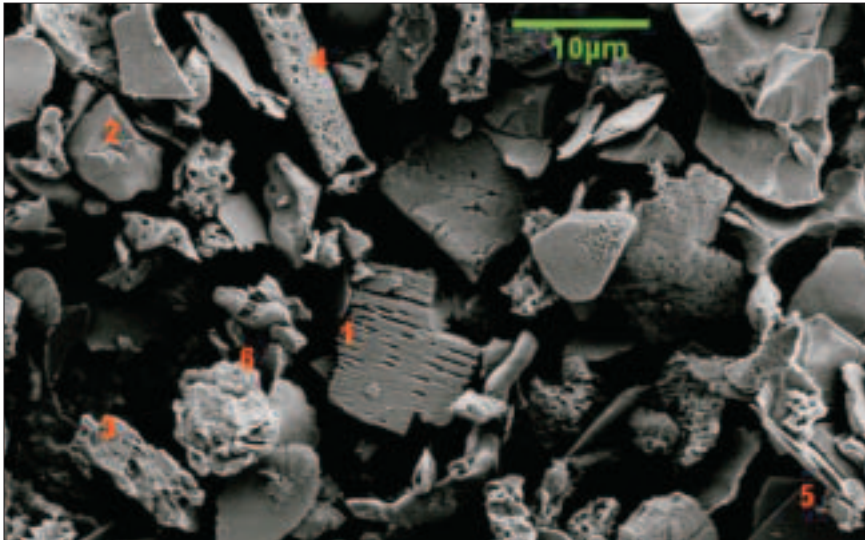
Eine entscheidende Neuerung bei den eingesetzten Untersuchungsmethoden ist, dass qualitative Aussagen (Prozessmechanismen) mit quantitativen Aussagen (Umsetzungsraten) gekoppelt werden. Es ist also notwendig, auch den Humus-Umsatz in Vor-Ort-Analysen zu quantifizieren. Da Pflanzen wie Weizen und Mais (so genannte C3- bzw. C4-Pflanzen) verschiedene Kohlenstoff-Isotopenzusammensetzungen besitzen, lässt sich über die Messung der Isotopenverhältnisse in Böden, auf denen die Vegetation von C3- auf C4-Pflanzen umgestellt wurde, die Verweilzeit des Kohlenstoffs ermitteln und der Kohlenstoff-Umsatz modellieren.

Indem verschiedene Disziplinen zusammenarbeiten, wird man das komplexe Prozessgeschehen der Kohlenstoff-Stabilisierung im Boden in Zukunft besser verstehen und vor allem auch quantifizieren können. Dabei müssen Schlüsselprozesse identifiziert und die Zusammenhänge zwischen den Bodeneigenschaften und -fraktionen sowie deren Umsatz aufgezeigt werden. Die Ergebnisse bilden die Basis für das übergeordnete Ziel des Schwerpunktprogramms: ein konzeptionelles Modell, in das für verschiedene Böden die Schlüsselprozesse der Stabilisierung und deren Effektivität einfließen.

*Prof. Dr. Ingrid Kögel-Knabner
Dr. Margit v. Lützwow,
Technische Universität München*

Die Studien werden im Rahmen des Schwerpunktprogramms 1090 von der DFG gefördert.

► www.wzw.tum.de/bk/schwrtdt/schwerpt.htm 35



Im Rasterelektronenmikroskop zeigt eine Bodenprobe unterschiedlich stark korrodierte Mineralien. Links: Humusforschung vor Ort – ein Bodenprofil im Fichtelgebirge. Linke Seite: Zur Erforschung des Humus dient auch eine Anlage, mit deren Hilfe die Wirkung von Bodentieren auf Stoffumsätze im Boden analysiert werden kann.

nerale ist dabei ein entscheidender Faktor. Untersuchungen ergaben, dass die Reaktivität der Mineraloberflächen und ihre Benetzungseigenschaften wichtige Parameter der Stabilisierung sind. So reduzieren wasserabweisende Oberflächen, die sich durch die Bindung von Fetten und Wachsen bilden können, den Zugang der Zersetzerorganismen und deren Enzyme und begünstigen die Aggregation. Besonders in humusreichen Aggregaten mit einer Dichte von mehr als 1,6 Gramm pro Kubikzentimeter sowie durch die Einkapselung in wasserabweisende organische Makromoleküle wird der Abbau erheb-

Im Wettbewerb um Fördermittel

Fast 300 Antragsskizzen zur Bewerbung um die Exzellenzinitiative sind bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft eingegangen – Im ersten Jahr können rund 20 Graduiertenschulen und 15 Exzellenzcluster eingerichtet werden

Ausnahmezustand in der Geschäftsstelle der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Bonn: Die Pforte war bis nach Mitternacht besetzt, Mitarbeiter zu Sonderschichten eingeteilt und vor der Tür türmten sich die Kartons. Der Grund: Bis Freitag, 30.09., 24.00 Uhr, mussten die Antragsskizzen zur Bewerbung um die Exzellenzinitiative bei der DFG eingegangen sein.

Nachdem schon Ende Juli rund 400 Absichtserklärungen der Universitäten eingereicht worden waren, waren die Erwartungen an die Zahl der Antragsskizzen hoch. Auf langen Tischen türmen sich jetzt die Antragsunterlagen für insgesamt 157 Exzellenzcluster und 135 Graduiertenschulen. Sie verteilen sich auf fast alle deutschen Universitäten von Aachen bis Dresden und von Kiel bis Passau. Schon die erste Durchsicht zeigt, dass das Ausmaß der interdisziplinären Zusammenarbeit die Anforderungen des Programms voll erfüllt und sogar übersteigt. In diesem Rahmen erscheinen die großen Wissenschaftsgebiete der Geistes- und Sozialwissenschaften, der Lebenswissenschaften, der Naturwissenschaften und der Ingenieurwissenschaften etwa gleich stark vertreten. Die hohe Beteiligung der Geistes- und Sozialwissenschaften, so DFG-Präsident Ernst-Ludwig Winnacker, habe die DFG besonders erfreut. In allen Universitäten sei trotz des hohen Zeitdrucks eine Aufbruchstimmung, ja geradezu eine Euphorie festzustellen. Das Signal für die unterfinanzierten und strukturell eingeeengten Universitäten sei gerade noch zur rechten Zeit gekommen.

Inzwischen haben 20 international besetzte Gutachtergruppen begonnen, die Antragsskizzen zu be-



gutachten. Auf der Grundlage ihrer Ergebnisse wird die Gemeinsame Kommission von DFG und Wissenschaftsrat Ende Januar beschließen, für welche Initiativen die Universitäten zur Vorlage ausgearbeiteter Anträge aufgefordert werden. Es wird angestrebt, dass nach dem ersten Schritt des zweistufigen Auswahlverfahrens etwa 35 bis 40 Anträge auf Exzellenzcluster und circa 50 bis 60 Anträge auf Graduiertenschulen eingeladen werden.

Der Eingang der Anträge ist für 20. April 2006 vorgesehen, nach den Begutachtungen im Sommer des kommenden Jahres sollen die Förderentscheidungen der ersten Auswahlrunde Ende Oktober 2006 bekannt gegeben werden. Insgesamt können im ersten Jahr rund 20 Graduiertenschulen und 15 Exzellenzcluster sowie eine noch offene Zahl von Zukunftskonzepten eingerichtet werden. Dafür stehen insgesamt pro Jahr 190 Millionen Euro zur Verfügung.

Auf langen Tischen türmen sich die rund 300 Antragsskizzen, die zur Bewerbung um die Exzellenzinitiative in der DFG-Geschäftsstelle in Bonn eingegangen sind. Die Bewerbungen verteilen sich auf fast alle deutschen Universitäten von Aachen bis Dresden und von Kiel bis Passau.

Die Exzellenzinitiative, auf die sich Bund und Länder nach langen Verhandlungen am 23. Juni 2005 geeinigt hatten, umfasst insgesamt eine Förderung von 1,9 Milliarden Euro für den Zeitraum von 2006 bis 2011. In diesem Programm finanzieren Bund und Länder den Ausbau der universitären Spitzenforschung in drei Förderlinien: den Graduiertenschulen, den Exzellenzclustern und den Zukunftskonzepten für die Universitäten. Die deutschen Hochschulen sollen damit in die Lage versetzt werden, sich im internationalen Wettbewerb in der Spitzengruppe zu etablieren.

► www.dfg.de/exzellenzinitiative

Innovationen unterstützen und neue Freiräume schaffen

DFG und Max-Planck-Gesellschaft formulieren Erwartungen der Wissenschaft an ein Regierungsprogramm des Bundes

Um Innovationen entstehen zu lassen, muss es einfacher werden, Erkenntnisse in der Forschung zu gewinnen und diese in Arbeitsplätze umzusetzen. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Max-Planck-Gesellschaft richten daher an die neue Bundesregierung folgende Vorschläge:

- **Exzellente Wissenschaft stärken:** Innovationen entstehen aus dem Wirken der Hochschulen und der außeruniversitären Forschungseinrichtungen in einem vernetzten Prozess, der die Ideenbildung, die Erforschung der wissenschaftlichen Grundlagen, die Lehre und die anwendungsorientierte Forschung einschließt. Die staatliche Innovationspolitik muss dafür Planungssicherheit und eine angemessene Finanzierung gewährleisten. Bund und Länder müssen Gestaltungsfreiräume der Wissenschaftsorganisationen und -einrichtungen aus-

bauen, damit diese ihre wissenschaftlichen Potenziale zur Exzellenz führen und sich der internationalen Konkurrenz besser stellen können. Um das Potenzial der öffentlichen Forschung auszuschöpfen und den durch Kooperationen entstehenden Mehrwert zu ermöglichen, muss die Ausstattung der Hochschulen nachhaltig verbessert und ihre Autonomie, insbesondere in Fragen des Haushalts, der Studierendenauswahl, der Berufungen und des (geistigen) Eigentums, gestärkt werden.

- **Forschungsfreundliche Rahmenbedingungen schaffen:**

Die Arbeitsteilung zur Förderung der Forschung im föderalen System hat sich bewährt. Ihre Weiterentwicklung mit Blick auf den internationalen Wettbewerb ist gemeinsame Aufgabe von Bund, Ländern und Wissenschaftsorganisationen.

Um im sich verschärfenden globalen Wettbewerb führend bleiben

zu können, müssen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen attraktive Arbeits- und Karriereperspektiven geboten werden. Dies verlangt eine größere Weltoffenheit und erfordert insbesondere ein international wettbewerbsfähiges Dienst- und Tarifrecht im Wissenschaftssystem sowie den Abbau bürokratischer Hindernisse, nicht zuletzt bei der Gewinnung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus dem Ausland.

Außerdem müssen entsprechende rechtliche und administrative Forschungshemmnisse, beispielsweise im Umfeld der Gentechnik, der Stammzellforschung und der Kernforschung, entfernt werden.

- **Die Forschung in Europa stärken:** Deutsche Forschungsgemeinschaft und Max-Planck-Gesellschaft begrüßen die geplante Schaffung eines European Research Council (ERC) im Rahmen des kommenden 7. EU-Forschungsrahmenprogramms. Um die Akzeptanz in der europäischen Wissenschaft zu gewährleisten und Innovationen fördern zu können, sollte hierbei eine autonome, von der Wissenschaft selbst verwaltete und auf wissenschaftlicher Exzellenz gegründete Struktur unterstützt werden.

► www.dfg.de

Der Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Professor Ernst-Ludwig Winnacker, hat dem Münchner Atomphysiker Professor Theodor W. Hänsch zum Nobelpreis für Physik 2005 – gemeinsam mit den amerikanischen Wissenschaftlern John L. Hall und Roy J. Glauber – gratuliert. In seinem Glückwunschschreiben nimmt Winnacker Bezug auf den 1989 an Theodor Hänsch verliehenen höchst dotierten deutschen Förderpreis, den Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis, in dessen Kontinuität auch die Arbeiten stehen, die zur Zuerkennung des Nobelpreises für Physik geführt haben.

Theodor Hänsch gilt als einer der in der Welt führenden Pioniere auf dem Gebiet der optischen Physik und Atomphysik. Wie ein roter Faden zieht sich durch seine wissenschaftliche Laufbahn die hochauflö-

sende Spektroskopie am Wasserstoffatom. Dazu entwickelte er so genannte dopplerfreie spektroskopische Methoden, die die Präzision der Messungen in ungeahnte Größenordnungen vorantrieb. Des Weiteren wirkte er als Pionier auf dem Gebiet

Nobelpreis für Leibniz-Preisträger Theodor Hänsch

DFG-Präsident gratuliert zur höchsten wissenschaftlichen Auszeichnung

der Kühlung und Speicherung von Atomen, wobei er als neue Technologie optische Gitter einsetzte. Die ständig notwendige Entwicklung neuester Lasertechniken gipfelte in den Arbeiten zu optischen Frequenzkämmen. Damit wurde eine grundle-

gend neue Quantentechnologie erarbeitet, mit der die Präzision zukünftiger Messungen noch weiter vorangetrieben werden kann. Die von Hänsch durchgeführten Experimente tragen in hervorragender Weise dazu bei, Naturkonstanten zu messen und die physikalischen Grundgesetze kritisch zu überprüfen.

Theodor Hänsch, Direktor am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching und Professor für Physik an der Ludwig-Maximilians-Universität München, wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft in den vergangenen 20 Jahren in verschiedenen Verfahren gefördert. Seit der Vergabe der Physik-Nobelpreise im Jahr 1901 haben 24 deutsche oder deutschstämmige Physiker diese Auszeichnung erhalten, darunter Wilhelm Röntgen, Ferdinand Braun und Albert Einstein.

Ein internationaler Standort für die Grundlagenforschung

Neues Forschungszentrum „Regenerative Therapien“ wird an der Technischen Universität Dresden eingerichtet

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft wird an der Technischen Universität Dresden ein DFG-Forschungszentrum „Regenerative Therapien“ einrichten. Damit soll ein international sichtbarer Standort in der Grundlagenforschung und der Entwicklung regenerativer Behandlungsstrategien für eine Vielzahl von Krankheiten entstehen. Das Forschungszentrum wird in den ersten vier Jahren mit rund 20 Millionen Euro gefördert.

Ausgangspunkt der Arbeit des Dresdner Zentrums ist zunächst eine umfassende Grundlagenforschung in der Zell- und Entwicklungsbiologie, unter anderem im Bereich der Stammzellen. Längerfristig sollen auf dieser Basis neue

Ansätze für die Therapie entwickelt werden. Die Stammzelltherapie gilt für die Behandlung vieler Krankheiten als besonders aussichtsreich, da sie eine kontrollierte Regeneration von Gewebe ermöglicht. Allerdings sind die zellulären Mechanismen, die diese Stammzellaktivitäten steuern, bisher weitgehend unbekannt. Hier setzt die Arbeit des Forschungszentrums an, bei dem

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Lebens-, Natur- und Ingenieurwissenschaften zusammenarbeiten werden.

Die DFG-Forschungszentren sind ein wichtiges strategisches Förderinstrument der DFG. Sie sollen eine Bündelung wissenschaftlicher Kompetenz auf besonders innovativen Forschungsgebieten ermöglichen und in den Hochschulen zeitlich befristete, internationale sichtbare Forschungsschwerpunkte mit internationaler Bedeutung bilden. In den vergangenen Jahren hat die DFG bereits Forschungszentren in Bremen, Karlsruhe, Würzburg, Berlin und Göttingen eingerichtet.

► www.dfg.de

Neue Impulse für die Zusammenarbeit mit Südkorea

Förderabkommen mit der Korea Science and Engineering Foundation unterstützt Nachwuchswissenschaftler

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) wollen die wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen Südkorea und Deutschland intensivieren. Während eines Delegationsbesuchs der KOSEF in Bonn vereinbarten die Partnerorganisationen die gemeinsame Nachwuchsförderung sowie den Aufbau eines Netzwerks von Vertrauenswissenschaftlern.

„KOSEF legt Wert darauf, zukünftig auch hervorragende internationale Forschungsgruppen zu fördern,“ erklärte Kwon Oh-Kab, Präsident und Chairman von KOSEF. Das Memorandum zur Förderung von Internationalen Graduiertenkollegs mit der DFG, das am 27. September unterzeichnet wurde, sei daher ein Schritt in die richtige Richtung.

Die Beziehungen zwischen der DFG und Südkorea bestehen seit 1977 durch Abkommen mit KOSEF und der Korea Research Foundation (KRF). Derzeit besuchen wesentlich mehr südkoreanische Wissenschaftler Deutschland als umgekehrt. Im internationalen Vergleich

gehen Südkoreaner allerdings vor allem in die USA und eher selten nach Europa. Ursache hierfür sind vor allem Kontakte zu Kollegen, die in den USA arbeiten. Das Prinzip der persönlichen Vernetzung wollen sich die DFG, KOSEF und die Alexander von Humboldt-Stiftung (AvH) nun zunutze machen, um für die Forschungsstandorte Deutschland und Korea im jeweiligen Partnerland zu werben. Zukünftig sollen Verbindungswissenschaftler vor Ort kontinuierlich und systematisch über Kooperationsmöglichkeiten informieren.

Nach den Gesprächen in Bonn stand der Besuch eines Internationalen Graduiertenkollegs in Frankfurt sowie eines Sonderforschungsbereichs in Berlin auf dem Delegationsprogramm. Für Kim Jong-Deok, KOSEF-Deputy Head für Internationale Beziehungen, bot dies Gelegenheit, über weitere Kooperationsformen mit der DFG nachzudenken: „In Korea fördern wir Forschungszentren, die vergleichbar mit den DFG-Sonderforschungsbereichen sind. Eine Kooperation auf diesem Gebiet interessiert uns sehr.“

Zum Tod von Erich Kreter

Am 1. November 2005 ist Erich Kreter im Alter von 89 Jahren gestorben. Er war von 1969 bis 1979 Leiter der DFG-Zentralverwaltung. Seine Arbeit hat wesentlich dazu beigetragen, dass sich die Deutsche Forschungsgemeinschaft in den 1970er Jahren zur größten Selbstverwaltungsorganisation in der Bundesrepublik im Bereich der Forschungsförderung entwickelt hat. Es war sein Verdienst, dass die staatlichen Geldgeber damals der neuen Organisationsform ihr Vertrauen aussprachen und auf dieser Basis den personellen Ausbau der Geschäftsstelle förderten. Erich Kreter hat eine der wesentlichen Voraussetzungen für die erfolgreiche Arbeit der DFG und das hohe Ansehen geschaffen, das sie seit langem bei Geldgebern und geförderten Wissenschaftlern gleichermaßen genießt.

Pflege der bilateralen Beziehungen seit 30 Jahren

DFG und Bulgarische Akademie der Wissenschaften feiern erfolgreiche wissenschaftliche Zusammenarbeit in Sofia

Seit 30 Jahren pflegen Deutschland und Bulgarien wissenschaftliche Beziehungen. Das Abkommen zwischen der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften (BAW) war das erste, das die DFG mit einer Partnerorganisation im ehemaligen Ostblock abschloss. Bei einem Festakt in Sofia resümierten DFG-Präsident Professor Ernst-Ludwig Winnacker und BAW-Präsident Professor Ivan Juchnovski die Bedeutung des Abkommens für die wissenschaftliche Kooperation gerade während des Kalten Krieges – richteten den Blick aber auch in die Zukunft.

Für die gute Kooperation zwischen den beiden Organisationen spricht die seit Jahren stetig steigende Zahl gemeinsamer Projekte aus unterschiedlichen Disziplinen: So arbeiten zum Beispiel Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Sofia mit Medizinerinnen in Dortmund zu Mechanismen der Bewegungswahrnehmung beim Menschen zusammen, mit Material-

wissenschaftlern aus Schwäbisch Gmünd an Nanostrukturierten Systemen und mit Physikern aus Mainz über Makromolekulare Fluide.

Künftig will die DFG neben der traditionell starken Förderung der Naturwissenschaften auch die Geisteswissenschaften stärker einbeziehen, wo beispielsweise die Archäo-

logie interessante wissenschaftliche Kooperationen verspricht. Um dies zu forcieren, sind bilaterale Workshops geplant.

Im Rahmen des Festaktes wurde die DFG mit der Marin Drinov-Medaille der BAW ausgezeichnet. Marin Drinov war der erste Präsident der BAW. Eine besondere Ehrung erhielt zudem Dr. Doris Schenk, die über Jahrzehnte bei der DFG für die Beziehungen der Wissenschaften zwischen Deutschland und den Ländern Mittel- und Osteuropas zuständig war und das damalige Abkommen mit ausgehandelt hatte.

Auszeichnung für besondere Leistungen in der Mathematik

Der erstmals vergebene von Kaven-Preis geht an zwei Wissenschaftler – Förderung instrumentaler Mathematik

Die Professoren Otmar Venjakob und Erwin Stein sind die ersten Preisträger des neu geschaffenen „Herbert von Kaven-Preises für Mathematik“. Bei einer Feierstunde im Arithmeum in Bonn wurde Otmar Venjakob, der erst kürzlich aus dem Heisenberg-Programm der DFG auf eine Professur berufen wurde, für seine besonderen wis-

senchaftlichen Leistungen mit dem von Kaven-Ehrenpreis und Erwin Stein mit dem von Kaven-Förderpreis ausgezeichnet. Der Ehrenpreis ist mit 10 000, der Förderpreis mit 5000 Euro dotiert. Der Förderpreis unterstützt Forschungsvorhaben in der instrumentalen Mathematik. Beide Preise finanzieren sich aus einer im Dezember 2004 von dem Detmolder Mathematiker Herbert von Kaven und der DFG ins Leben gerufenen Stiftung.

Otmar Venjakob ist seit Beginn des Wintersemesters 2005/2006 an der Universität Bonn tätig. Er wurde für seine hervorragenden wissenschaftlichen Leistungen bereits im Jahr 2004 in Stockholm mit dem EMS-Preis der European Mathematical Society ausgezeichnet. Förderpreisträger Erwin Stein von der Universität Hannover beschäftigt sich mit der Konstruktion und dem Nachbau historischer Rechenmaschinen nach den Überlegungen von Gottfried Wilhelm Leibniz. Der Stifter und Namensgeber des Preises, Herbert von Kaven, ist selbst Mathematiker. Seine Vorliebe für konstruktive und instrumentale Methoden bestimmt auch die Ausrichtung des Förderpreises.

► www.dfg.de/aktuelles_presse/preise

Christoph Schneider in den Ruhestand getreten

„Eine Graue Eminenz der Forschungsförderung“ – Drei Jahrzehnte im Dienst der DFG

Zum 30. November 2005 ist Dr. Christoph Schneider, Abteilungsleiter „Fachliche Angelegenheiten der Forschungsförderung“ in der Geschäftsstelle der Deutschen Forschungsgemeinschaft, in den Ruhestand getreten. Während seiner fast 33-jährigen DFG-Zugehörigkeit arbeitete er zunächst als Planungsreferent in der Geschäftsstelle. Nach Zwischenstationen beim Berliner Wissenschaftskolleg und beim Wissenschaftsrat übernahm er die übergreifenden Aufga-

ben eines DFG-Abteilungsleiters. DFG-Präsident Professor Ernst-Ludwig Winnacker hob bei seinem Abschied hervor, dass „eine DFG ohne Christoph Schneider nicht vorstellbar ist“. Dabei würdigte er besonders dessen wissenschaftspolitisches Engagement. Schneider sei zur „Grauen Eminenz“ in der bundesdeutschen Forschungsförderung geworden, so Winnacker, der „die DFG über Jahrzehnte wie nur wenige mitgeprägt“ habe. (siehe auch „Kommentar“, S. 3)

Im Dienst der guten wissenschaftlichen Praxis

Neuer „Ombudsman der DFG“ hat die Arbeit aufgenommen
– Das Gremium will auch die Prävention voranbringen

Autorschaftsstreitigkeiten, Plagiatvorwürfe, mangelnde Sicherung wissenschaftlicher Daten und Forschungsbehinderung gehören zu den Schattenseiten wissenschaftlichen Arbeitens. Als Anlaufstelle für Fragen guter wissenschaftlicher Praxis hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft 1999 das Gremium „Ombudsman der DFG“ eingerichtet, das allen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern offen steht. Das Gremium hat nach sechs Jahren erfolgreicher Arbeit seine Aufgaben an die drei neu berufenen Mitglieder übergeben.

Der neue Ombudsman besteht aus der Sprecherin, der Biowissenschaftlerin Professor Ulrike Beisiegel, Hamburg, dem Rechtswissenschaftler Professor Wolfgang Löwer, Bonn, und dem Naturwissenschaftler Professor Siegfried Hunklinger, Heidelberg. Das Gremium wird nicht nur die Bearbeitung der stetig wachsenden Zahl von Anrufungen fortführen, sondern auch neue Aufgaben angehen. „Wir wollen die Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis noch stärker im Bewusstsein der Wissenschaftsge-

meinschaft verankern“, sagt Beisiegel über ihre Ziele. In diesem Zusammenhang wollen die drei Ombudspersonen die Prävention stärken und insbesondere den wissenschaftlichen Nachwuchs über die Regeln der Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis informieren und für das Problem sensibilisieren. Die sachliche Richtigkeit aller wissenschaftlichen Ergebnisse und die strikte Ehrlichkeit im Umgang mit den Beiträgen anderer Forscherinnen und Forscher sollte das Wissenschaftssystem prägen. Das Gremium wird auch versuchen, die aktuelle Situation der Ombuds-

tätigkeit in Deutschland zu erfassen und zu dokumentieren. Zusätzlich sollen die Ombudsgremien insgesamt sichtbarer gemacht werden. Beisiegel betont zum Antritt der neuen Tätigkeit: „Bewusste Fälschungen können diese Gremien nicht verhindern. Kritische Begutachtungen und Anzeigen aus den Universitäten und Forschungseinrichtungen sollten sie jedoch weitgehend aufdecken und stark reduzieren.“ Die bisherigen Mitglieder des DFG-Gremiums, die Professoren Hans-Heinrich Trute, Hamburg, Gottfried Geiler, Leipzig, und Siegfried Großmann, Marburg, haben ihre Erfahrungen aus den ersten sechs Jahren ihrer Tätigkeit in einem Abschlussbericht zusammengefasst, der auf der Internetseite des Ombudsmans der Deutschen Forschungsgemeinschaft eingesehen werden kann.

► www.rz.uni-hamburg.de/dfg_ombud/

Kein wissenschaftliches Fehlverhalten feststellbar

Das Verfahren gegen die Gottfried Wilhelm Leibniz-Preisträgerin Stefanie Dimmeler wurde eingestellt

Der Hauptausschuss der DFG hat zur Kenntnis genommen, dass das Verfahren gegen die Frankfurter Kardiologin Professor Stefanie Dimmeler wegen Vorwürfen wissenschaftlichen Fehlverhaltens eingestellt wurde. Der zuständige Ausschuss zur Prüfung wissenschaftlichen Fehlverhaltens kam nach seinen Untersuchungen und einer Anhörung von Frau Dimmeler zu dem Ergebnis, dass Frau Dimmeler kein wissenschaftliches Fehlverhalten vorzuwerfen ist. Damit kann ihr nun auch der Förderpreis im Gottfried Wilhelm Leibniz-Programm der DFG 2005 übergeben werden, der wegen offen gebliebener Fragen im Zusammenhang mit einigen Publikationen aus ihrem Institut bislang ruhte. Im Falle von Frau Dimmeler wurde ein formelles Untersuchungsverfahren zunächst eingeleitet, weil der Deutschen Forschungsgemeinschaft Hinweise auf Unregelmäßigkeiten und Fehler in

insgesamt drei Publikationen aus Frau Dimmeler's Institut vorlagen. Die unstrittigen und mit Hilfe von Errata richtig gestellten Fehler dieser Arbeiten betreffen ausschließlich die in den Publikationen wiedergegebenen repräsentativen Beispielabbildungen. Die in den Arbeiten dargestellten Ergebnisse haben sich allesamt als belast- und reproduzierbar herausgestellt. Die fehlerhaften repräsentativen Beispielabbildungen sind unter alleiniger Verantwortung eines erfahrenen Postdoc aus der Arbeitsgruppe von Frau Dimmeler erstellt und ausgewählt worden.

Aufgrund dieser Erfahrungen hatte Frau Dimmeler zusätzliche Maßnahmen zur Qualitätssicherung getroffen, indem sie Einsicht in die Originaldaten zu den jeweiligen Abbildungen nimmt. Die Urkunde des Leibniz-Preises und das entsprechende Bewilligungsschreiben wurden danach zugestellt.

Rostosky im Alter von 71 Jahren verstorben

Am 29. Oktober 2005 ist Dr. h.c. Sylvester Rostosky im Alter von 71 Jahren verstorben. Er arbeitete von 1971 bis zum Eintritt in den Ruhestand 1997 als Fachreferent in der DFG-Geschäftsstelle und hat vor allem die Kunstgeschichte, die Musikwissenschaft und die historischen Disziplinen betreut. Seine hohe fachliche Kompetenz, gepaart mit „Integrität und persönlicher Liebenswürdigkeit waren beispielhaft“, wie die DFG in ihrem Nachruf hervorhebt. Rostoskys Verdienste um die Förderung der von ihm betreuten Disziplinen sind vielfach ge-

40 würdigt worden.

Der Gesundheit und dem Arbeitsschutz verpflichtet

Seit 50 Jahren besteht die DFG-Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe

Die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft, kurz MAK-Kommission genannt, erstellt seit mittlerweile 50 Jahren die so genannten MAK- und BAT-Werte-Listen, die die höchstzulässigen Konzentrationen gefährlicher Stoffe am Arbeitsplatz und biologische Arbeitsstoff-Toleranzwerte angeben. DFG-Präsident Ernst-Ludwig Winnacker und der Vorsitzende der Kommission, Professor Helmut Greim, luden anlässlich des Jubiläums zu einer Festveranstaltung auf den Petersberg bei Bonn ein. Dabei rückte die DFG den Schutz am Arbeitsplatz ins Rampenlicht. Professor Helmut Greim und der ehemalige Vorsitzende der Kommission, Professor Dietrich Henschler, berichteten unter anderem von der Entstehung der MAK-Kommission, ihren Aufgaben und Erfolgen.

Die Senatskommission stellt seit 1955 Grenzwerte für Arbeitsstoffe auf und erarbeitet analytische Methoden zu deren Kontrolle. Darüber hinaus bewertet sie die Stoffe bezüglich ihrer krebserzeugenden, keimzellverändernden, fruchtschädigenden und sensibilisierenden Wirkung. Das Erstellen der MAK- und BAT-Werte-Liste gehört zentral zum Auftrag der Politikberatung in der Satzung der DFG. MAK steht dabei für maximale Arbeitsplatzkonzentration und BAT für biologische Arbeitsstoff-Toleranzwerte. Hervorzuheben ist vor allem die Unabhängigkeit der Senatskommission, deren Arbeitsergebnisse auf rein wissenschaftlichen und transparenten Entscheidungsprozessen beruhen. Die Empfehlungen der Kommission finden nicht nur in der deutschen Gesetzgebung Berücksichtigung, sondern werden auch international herangezogen, so beispielsweise von der Europäischen Kommission. Seit 1985 veröffentlicht die DFG die MAK- und

BAT-Werte-Liste auch in englischer Sprache, 2003 wurde mit der Umsetzung in chinesischer Sprache begonnen. Der ersten deutschen MAK-Liste aus dem Jahr 1956 gingen ähnliche Publikationen in den USA voraus, die seit dem Jahr 1939 so genannte Threshold Limit Values oder Maximum Allowable Concentrations auf Basis intensiver Arbeiten von Industrie und staatlichen Stellen vorgaben. In Deutschland gab es 1938 erstmals den Vorschlag zu einer Liste zulässiger Grenzkon-

zentrationen am Arbeitsplatz, der jedoch nicht realisiert wurde. Nach einem weiteren Anlauf im Jahr 1953 bildete im Februar 1954 der Ärztliche Ausschuss der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsschutz in Frankfurt ein MAK-Gremium als einen selbstständigen Unterausschuss. Dieser Ausschuss beschloss die Ausarbeitung und Herausgabe einer MAK-Liste mit jährlichen Ergänzungen und ging nach einem Senatsbeschluss der DFG vom 29. September 1955 in die neue DFG-Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (MAK-Kommission) über. Die erste Arbeitssitzung fand am 26. Oktober 1955 in München statt. Nach 50 Jahren Arbeit erschien im Juli 2005 die 41. Ausgabe der MAK- und BAT-Liste.

Namen und Nachrichten

Zum 30. September 2005 ist *Jost-Gert Glombitza* nach 30-jähriger Zugehörigkeit aus der DFG-Geschäftsstelle ausgeschieden. Er leitete als Direktor in der Gruppe Internationale Zusammenarbeit den Bereich „Afrika, Naher und Mittlerer Osten, Australien, Neuseeland und Ozeanien“. DFG-Präsident Winnacker unterstrich bei seinem Abschied, dass Glombitza „in vielen Teilen der Welt als ‚Gesicht‘ der DFG empfunden“ werde, und betonte: „Er war ein Botschafter, wie ihn sich die Forschungsgemeinschaft nicht besser wünschen konnte.“

Programmdirektorin *Helga Hoppe-Roovers*, die zum 30. November 2005 in den Ruhestand getreten ist, hat seit 1972 die Soziologie und empirische Sozialforschung, zeitweise auch die Politische Wissenschaft, die Friedens- und Konfliktforschung sowie die Wirtschaftswissenschaften in der DFG-Geschäftsstelle vertreten. Der DFG-Präsident lobte bei ihrer Verabschiedung den hohen Stellenwert der über drei Jahrzehnte geleisteten Arbeit und unterstrich, dass ihr Wirken in „der Geschichte der Sozialforschung in der Bundesrepublik Deutschland und ihrer Förderung durch die DFG“ Meilensteine gesetzt habe. So verlasse

mit ihr nicht nur eine Person, sondern eine „Institution“ die DFG.

Zum 31. Dezember 2005 scheidet *Frank Grünhagen* aus dem aktiven Dienst der DFG aus. Er wirkte seit 1972 im Referat „Wissenschaftliche Auslandsbeziehungen 3“, dessen Leitung ihm 1977 übertragen wurde. Zuletzt war er Direktor in der Gruppe Internationale Zusammenarbeit und zuständig für Lateinamerika, internationale Verträge in der astrophysikalischen Zusammenarbeit sowie das Stipendienprogramm der Max-Kade-Foundation. „Den Aufbau der Auslandsbeziehungen und der internationalen Zusammenarbeit hat er fast von Anfang an miterlebt“, unterstrich Winnacker, „und in allen Phasen engagiert mitgestaltet“.

Christoph Mühlberg, bis zum 30. September 2005 verantwortlich für den Westeuropabereich und jetzt Leiter des Bereichs „Nahost, Afrika, Australien und Ozeanien“ in der Gruppe Internationale Zusammenarbeit der DFG, ist zum Chevalier dans l'Ordre des Palmes Académiques ernannt worden. Damit werden seine besonderen Verdienste um die deutsch-französische Kooperation in Wissenschaft und Forschungsförderung gewürdigt.

Die „Millenium-Simulation“ – Das Weltall in 106 Sekunden

DFG zeichnet Volker Springel vom Max-Planck-Institut für Astrophysik mit dem neuen „nano-Spezialpreis“ aus

Der Sieger des ersten nano-Spezialpreises für die filmische Visualisierung wissenschaftlich-technischer Themen steht fest: Die 106 Sekunden lange „Millennium-Simulation“ von Volker Springel (unser Bild) vom Max-Planck-Institut für Astrophysik in Garching fand bei den Zuschauern des 3sat-Zukunftsmagazins „nano“ am meisten Gefallen. Von insgesamt 553 Einsendungen des Internationalen Medienpreises waren sechs für diesen Preis nominiert worden. Im Oktober konnten die Zuschauer auf www.3sat.de/nano über die Kurzfilme abstimmen. Den von der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit 3 000 Euro dotierten Preis überreichte bei einem Festakt in Baden-Baden Professor Martin Wegener, Koordinator des DFG-Centrums für Funktionelle Nanostrukturen (CFN) in Karlsruhe.

Der Film von Volker Springel thematisiert die Durchquerung des Weltalls und Entwicklung eines Sternencusters. Ebenso wie die anderen fünf zur Wahl stehenden



Filme nahm er das Motto des 13. Internationalen Medienkunstpreises „Denkbilder – Von den Vorstellungsbildern bis zur Gehirnforschung“ auf: Die Strukturen, die in der Simulation zu sehen sind, erinnern an die Netzstruktur im Gehirn. Das Spektrum der bis zwei Minuten langen Visualisierungen reichte dabei von sichtbar gemachten Gedanken über beim Lachen aktivierte Muskeln, Nervenfasern im Gehirn bis zur Entfernung von Hirntumoren.

Während Volker Springel in seinem Film die großen Abstände zwischen Sternen und Galaxien darstellt, repräsentiert Professor Martin Wegener mit dem DFG-Forschungszentrum die Aktivitäten der DFG in den Nanowissenschaften und damit die ganz kleinen Skalen. Am DFG-Centrum für Funktionelle Nanostrukturen (CFN) in Karlsruhe

arbeiten zu diesem Thema über 200 Wissenschaftler und Techniker aus den Fakultäten Physik, Chemie und Biowissenschaften, Elektro- und Informationstechnik und der chemischen Verfahrenstechnik auf den Gebieten Nano-Photonik, Nano-Elektronik, Nano-Biologie, Molekulare Nanostrukturen und Nano-strukturierte Materialien.

► www.medienkunstpreis.de

► www.3sat.de/nano

Ein Haus, das Wissen schafft

Mitten in der Stadt, nur wenige Schritte vom historischen Rathaus und dem Marktplatz entfernt, wurde in Bremen das „Haus der Wissenschaft“ eröffnet. Eine Schaltstelle zwischen Wissenschaft und Bevölkerung sowie Schulen, Kunst und Wirtschaft soll die neue Einrichtung sein. Auf gut 1000 m², die nach dem Umbau entstanden sind, werden Vorträge, Seminare und Workshops stattfinden, Ausstellungen gezeigt und eine Wissenschaftsmatinee jeweils am Samstagvormittag veranstaltet. Der Motor dieser neuen Initiative, Wissenschaft zugänglich und anfassbar zu machen, ist Professor Gerold Wefer, der Leiter des DFG-Forschungszentrums Ozeanränder und Preisträger des Communicator-Preises für die beste Vermittlung von Wissenschaft in die Öffentlichkeit des Jahres 2001.

Bremen gewann als erste Stadt den Wettbewerb „Stadt der Wissenschaft“ und hat diesen Antrieb in vielfältiger Weise genutzt. Eine davon ist das neue „Haus der Wissenschaft“, das auf eine wechselvolle Geschichte zurückblicken kann. Vom Jahre 1846 an wurde es vom Verein „Vorwärts“ genutzt, einem Arbeiterbildungsverein, der für die arme Bevölkerung Lesen und Schreiben anbot, noch früher diente es als Klippschule. In seinem Festvortrag wies DFG-Präsident Professor Ernst-Ludwig Winnacker auf die wachsende Geschwindigkeit und Eingriffstiefe des Fortschritts hin, die eine Kommunikation wissenschaftlicher Ergebnisse in die Öffentlichkeit umso dringlicher mache.

Forschung über die Grenzen der Fächer hinweg

Drei neue Forschergruppen werden eingerichtet – Projekte in den Geistes- und Lebenswissenschaften

In Bochum, Konstanz und Berlin können drei neue Forschergruppen ihre Arbeit aufnehmen. Dies beschloss der Hauptausschuss der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Mit dem Programm „Forschergruppen“ unterstützt die DFG die interdisziplinäre Zusammenarbeit herausragender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an einer besonderen wissenschaftlichen Fragestellung. Die auf sechs Jahre angelegte Förderung soll auch dazu beitragen, neue Arbeits-

felder an Universitäten zu etablieren. Derzeit finanziert die DFG 126 Forschergruppen.

Neu eingerichtet werden die Forschergruppen „Transformation der Religion in der Moderne. Religion und Gesellschaft in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts“ (Ruhr-Universität Bochum), „Grenzen der Absichtlichkeit“ (Universität Konstanz) und „Epitheliale Mechanismen der renalen Volumenregulation“ (Berliner Charité).

► www.dfg.de

Mit innovativer Technik gegen Tumorerkrankungen

DFG finanziert vier Großgeräte für die Tomotherapie – Jedes Gerät hat einen Wert von 3,5 Millionen Euro

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat vier Tomotherapiegeräte zur strahlentherapeutischen Behandlung von Tumoren bewilligt. Die Geräte gehen an die Charité Universitätsmedizin Berlin, die Universitätskliniken von Essen und Heidelberg sowie an das Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München. Dies beschloss der Hauptausschuss der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Damit wird diese viel versprechende, aber noch wenig erforschte neue Technik erstmals in Deutschland zur Anwendung gebracht und konkret evaluiert. Die Geräte haben einen Wert von jeweils etwa 3,5 Millionen Euro.

Jährlich erkranken in Deutschland circa 400 000 Menschen an Krebs, etwa 60 Prozent davon werden strahlentherapeutisch behandelt. Durch die Tomotherapie, eine innovative Weiterentwicklung der Tumorbestrahlung mit Photonen (Röntgenstrahlen), könnten die Risiken von Nebenwirkungen für Krebspatienten deutlich minimiert und die Heilungschancen verbessert werden.

Bei dieser neuen Generation von Strahlentherapiegeräten eines US-amerikanischen Herstellers handelt es sich um die direkte Kombination eines Linearbeschleunigers mit einem Computertomographen (CT) in einem Gerät. Der Linearbeschleuniger läuft ähnlich wie die Röntgenröhre in einem CT um den Patienten herum und wird hier zusätzlich für die medizinische Bildgebung genutzt, sodass die Überprüfung der Tumorposition und die nachfolgende Behandlung ohne aufwändige Umrechnungs- und Anpassungsprozesse erfolgen können.

Durch die mit dieser Technik erreichte bessere Verteilung der Strahlendosis wird eine weitere Reduzierung der Nebenwirkungen erwartet, also eine Zerstörung des Tu-

mors bei noch besserer Schonung von den Tumor umgebendem gesunden Gewebe und Risikoorganen. Allerdings steht die Tomotherapie in ihrer Entwicklung noch am Anfang. Mit den bewilligten Gerä-

Perspektiven für eine Karriere in Deutschland

Nachwuchswissenschaftler treffen sich in San Diego – Vorschläge zur Verbesserung des Forschungsstandorts

Deutschland verändert sich, aber nicht schnell genug“, lautete das Fazit der rund 160 deutschen Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler, die sich im September im kalifornischen San Diego trafen. Sie waren einer Einladung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der German Scholars Organisation, der Alexander von Humboldt-Stiftung und des Deutschen Akademischen Austauschdienstes gefolgt, um sich über Karriereperspektiven in Deutschland und Europa zu informieren. Hochrangige Vertreter aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft diskutierten mit den jungen Forschern über die aktuellen Entwicklungen, darunter auch die Exzellenzinitiative.

„Dieses Projekt ist eine wichtige Chance und ein Zeichen für den Wandel in Deutschland“, betonte DFG-Präsident Ernst-Ludwig Winnacker. „Damit werden viele neue Stellen für junge Wissenschaftler geschaffen.“

Trotz einer optimistischen Grundstimmung gab es unter den jungen Wissenschaftlern beim Thema Rückkehr nach Deutschland auch

ten soll den Wissenschaftlern an den vier Standorten ermöglicht werden, im internationalen Maßstab wesentliche Forschungsbeiträge zur Evaluierung der Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes der Tomotherapie sowohl aus medizinischer als auch aus medizin-physikalischer und radiobiologischer Sicht zu leisten. Die Anträge der Kliniken in Berlin, Essen, Heidelberg und München wurden durch eine internationale Gutachtergruppe ausgewählt.

ein gehöriges Maß an Skepsis. Sie sehen ein zu unflexibles Wissenschaftssystem mit intransparenten Berufungsverfahren, zu wenigen Nachwuchsstellen und vor allem einer fehlenden langfristigen Perspektive als Problem und Hindernis für eine berufliche Orientierung nach Deutschland. Die Etablierung des Tenure-Track-Verfahrens bei Junior-Professuren und Nachwuchsgruppenleitern war daher eine zentrale Forderung. „Eine Perspektive, die das Ergreifen des Hochschullehrerberufs nicht zu einem Lebensrisiko werden lässt, ist ein starker Motivator für die Rückkehr nach Deutschland,“ brachte es die Kommunikationswissenschaftlerin und DFG-Stipendiatin Helena Bilandzic (unser Bild) auf den Punkt.

Um ihre Stimme auch über den Rahmen der Tagung hinaus hörbar zu machen, verfasste eine Gruppe der Teilnehmer einen offenen Brief an die Entscheidungsträger der deutschen Wissenschaftspolitik, der konkrete Vorschläge für eine attraktivere Gestaltung des Forschungsstandortes Deutschland macht.



Die Deutsche Forschungsgemeinschaft

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ist die zentrale Selbstverwaltungsorganisation der Wissenschaft. Nach ihrer Satzung hat sie den Auftrag, „die Wissenschaft in allen ihren Zweigen“ zu fördern. Die DFG unterstützt und koordiniert Forschungsvorhaben in allen Disziplinen, insbesondere im Bereich der Grundlagenforschung bis hin zur angewandten Forschung. Ihre besondere Aufmerksamkeit gilt der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Jeder deutsche Wissenschaftler kann bei der DFG Anträge auf Förderung stellen. Die Anträge werden Gutachtern der Fachkollegien vorgelegt, die für jeweils vier Jahre von den Forschern in Deutschland in den einzelnen Fächern gewählt werden.

Bei der Forschungsförderung unterscheidet die DFG verschiedene Verfahren: Im *Normalverfahren* kann jeder Forscher Beihilfen beantragen, wenn er für ein von ihm selbst gewähltes Forschungsprojekt Mittel benötigt. Im *Schwerpunktverfahren* arbeiten Forscher aus verschiedenen wissenschaftlichen Institutionen und Laboratorien im Rahmen einer vorgegebenen Thematik oder eines Projektes für eine begrenzte Zeit zusammen. Die *Forschergruppe* ist ein längerfristiger Zusammenschluss mehrerer Forscher, die in der Regel an einem Ort eine Forschungsaufgabe gemeinsam bearbeiten. In den *Hilfseinrichtungen der Forschung* sind besonders personelle und apparative Voraussetzungen für wissenschaftlich-technische Dienstleistungen konzentriert.

Sonderforschungsbereiche (SFB) sind langfristige, in der Regel auf 12 Jahre angelegte Forschungseinrichtungen der Hochschulen, in denen Wissenschaftler im Rahmen eines fächerübergreifenden Forschungsprogramms zusammenarbeiten. Neben den ortsgebundenen und allen Fächern offen stehenden SFB werden Transregio angeboten, bei denen sich verschiedene Standorte zu einem thematischen Schwerpunkt zusammenschließen. Eine weitere Variante sind kulturwissenschaftliche Forschungskollegs, mit denen in den Geisteswissenschaften der Übergang zu einem kulturwissenschaftlichen Paradigma unterstützt werden soll. Eine Programmergänzung stellen Transferbereiche dar. Sie dienen der Umsetzung der in einem SFB erzielten Ergebnisse wissenschaftlicher Grundlagenforschung in die Praxis durch die Kooperation mit Anwendern.

Forschungszentren sind ein wichtiges strategisches Förderinstrument der DFG. Sie sollen eine Bündelung wissenschaftlicher Kompetenz auf besonders innovativen Forschungsgebieten ermöglichen und in den Hochschulen zeitlich befristete Forschungsschwerpunkte mit internationaler Sichtbarkeit bilden.

Graduiertenkollegs sind befristete Einrichtungen der Hochschulen zur Förderung des graduierten wissenschaftlichen Nachwuchses. Im Zentrum steht ein zusammenhängendes, thematisch umgrenztes Forschungs- und Studienprogramm. Graduiertenkollegs sollen die frühe wissenschaftliche Selbstständigkeit der Doktorandinnen und Doktoranden unterstützen und den internationalen Austausch intensivieren. Sie stehen ausländischen Kollegiaten offen. In internationalen Graduiertenkollegs bieten deutsche und ausländische Universitäten gemeinsam ein strukturiertes Promotionsprogramm an. Zusätzliche Förderungsmöglichkeiten für den qualifizierten wissenschaftlichen Nachwuchs bestehen im Heisenberg-Programm sowie im Emmy Noether-Programm.

In den neuen Bundesländern wurden *Geisteswissenschaftliche Zentren* geschaffen, um die dortigen Forschungsstrukturen zu verbessern. Sie sind zeitlich begrenzte Einrichtungen zur Förderung interdisziplinärer Forschung.

Die DFG finanziert und initiiert außerdem Maßnahmen zur Förderung des wissenschaftlichen Bibliothekswesens, stattet Rechenzentren mit Computern aus, stellt Groß- und Kleingeräte für Forschungszwecke zur Verfügung und begutachtet Anträge auf Ausstattung mit Apparaten im Rahmen des Hochschulbauförderungsgesetzes. Auf internationaler Ebene hat sie die Aufgabe der Vertretung der Wissenschaft in internationalen Organisationen übernommen, koordiniert und finanziert den deutschen Anteil an großen internationalen Forschungsprogrammen und unterstützt die wissenschaftlichen Beziehungen zum Ausland.

Eine weitere wesentliche Aufgabe der DFG ist die Beratung von Parlamenten und Behörden in wissenschaftlichen Fragen. Eine große Zahl von Fachkommissionen und Ausschüssen liefert wissenschaftliche Grundlagen für Gesetzgebungsmaßnahmen, vor allem im Bereich des Umweltschutzes und der Gesundheitsvorsorge.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft ist der Rechtsform nach ein Verein des bürgerlichen Rechts. Ihre Mitglieder sind wissenschaftliche Hochschulen, die Akademien der Wissenschaft, Max-Planck-Gesellschaft, Fraunhofer-Gesellschaft, Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz, Einrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren, Forschungseinrichtungen von allgemeiner wissenschaftlicher Bedeutung sowie eine Reihe von wissenschaftlichen Verbänden. Zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben erhält sie Mittel vom Bund und den Ländern sowie eine jährliche Zuwendung des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft.

Anschriften der Autoren

Prof. Dr. Achim Dohrenbusch
Achim Häger
Universität Göttingen,
Institut für Waldbau,
Büsgenweg 1, 37077 Göttingen

Dr. Stefan Duschek, Dipl.-Psych.
Prof. Dr. Rainer Schandry
Ludwig-Maximilians-Universität,
Department Psychologie,
Leopoldstr. 13, 80802 München

Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Hufenbach
Technische Universität Dresden,
Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik,
MommSENstraße 13, 01069 Dresden

Anne-Katharina Jappsen
Stefan Schmeja
PD Dr. Ralf Stephan Klessen
Astrophysikalisches Institut Potsdam
An der Sternwarte 16, 14482 Potsdam

Prof. Dr. Ingrid Kögel-Knabner
Dr. Margit v. Lützw
Technische Universität München,
Lehrstuhl für Bodenkunde,
85350 Freising-Weihenstephan

Dr. Susanne Röhl
Universität Paderborn,
Fakultät für Kulturwissenschaften,
Warburger Straße 100, 33098 Paderborn

Dr. Christoph Schneider
DFG-Geschäftsstelle
Kennedyallee 40, 53175 Bonn

Dr. Christian H. Schulze
Prof. Dr. Konrad Fiedler
Universität Wien, Institut für Ökologie
und Naturschutz, Abteilung Populations-
ökologie, Althanstr. 14, A-1090 Wien

Prof. Dr. Karlheinz Seifert
Universität Bayreuth,
Lehrstuhl für Organische Chemie I
Universitätsstraße 30, 95447 Bayreuth

PD Dr. Volker Steinhage

Dr. Stefan Schröder

Dr. Volker Roth

Prof. Dr. Armin B. Cremers

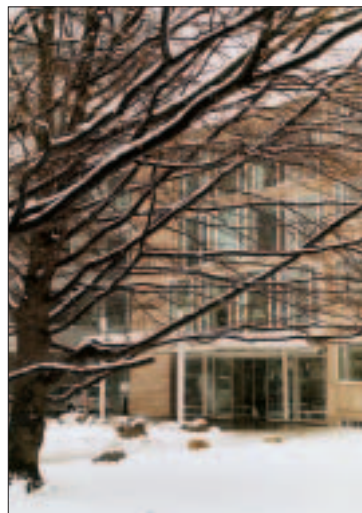
Prof. (em.) Dr. Wilhelm Drescher

Prof. Dr. Dieter Wittmann

Universität Bonn, Department of Computer
Science III, Römerstraße 164, 53117 Bonn

Abbildungen

Häger (Titel, S. 4/5, 6 o., 7, 8 o.); Querbach (S. 2, 12, 13, Rücktitel); Walotek (S. 5 r., 6 u., 8 u.); Christian H. Schulze (S. 9-11); Bibliothèque nationale de France (S. 15); Bibliothèque d'Amiens Métropole (S. 16 u.); Tours Bibliothèque Municipale (S. 16/17); Biblioteca Apostolica Vaticana (S. 17 o.); Duschek (S. 18-20); Steinhage (S. 21-23); TU Dresden (S. 24/25); Caughrean/Rayner (S. 26/27); Hubble Heritage Team (S. 28); NASA/JPL-Caltech (S. 29); Astrophysikalisches Institut Potsdam (S. 30 o.); Burrows/NASA (S. 30 u.); Collente (S. 31); Wagner/Universität Bayreuth (S. 32 M.); Botanischer Garten Universität Bayreuth (S. 32 o.); Bachmann/Universität Hannover (S. 33); Fox/Universität Gießen (S. 34); Eusterhues/TU-München (S. 35 M.); Kalbitz/Universität Bayreuth (S. 35 u.); Hüsken (S. 36); SWR (S. 42); Rateike (S. 43).



Durchaus Seltenheitswert hat dieses Bild: die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Schnee. Wenn überhaupt, dann nur für kurze Zeit präsentiert sich die Geschäftsstelle in Bonn mit weißem Überzug.