

Innovation



Zukunftsfeld Medizin: Die Sprache der Zellen

Neue Dimensionen: Der Ritt auf dem Kometenkern

Asien entdecken: Der Weg zum Augenlicht



Neuronale Repräsentation von Lernprozessen an der Synapse.

Durch das Erforschen einer neuen Umgebung wird die Genexpression des lernassoziierten zytoplasmatischen Proteins (Arc) in einer Subpopulation pyramidalen Neuronen induziert. In früheren Arbeiten wurden die Spezifität und Notwendigkeit dieser Arc Expression für Lernprozesse belegt. Weitere Studien zeigten, dass nach elektrischer Stimulierung sich die Arc RNA spezifisch in den aktivierten, dendritischen Unterregionen lokalisieren.

Mit Hilfe transgener Mäuse, die in Neuronensubpopulationen das gelb fluoreszierende Protein (YFP) bilden, können die gesamten Dendritenbäume dargestellt werden. Eine optimierte Methode der Fluoreszenz in-situ Hybridisierung (FISH) ermöglicht die gleichzeitige Darstellung von Arc und dem endogenen YFP-Signal (zum Beispiel aktivierte Neuronensubpopulationen im Hippocampus; siehe Bild Seite 16). Mit Hilfe der automatisierten Erkennung der Dendritenstruktur und der vom Verhaltensprozess abhängigen Lokalisierung der Arc RNA sowie des Arc Proteins soll versucht werden, synaptische Verbindungen und Veränderungen zu identifizieren.

Dr. Michael Calhoun, Molecular Imaging Group, Hertie-Institut Tübingen (<http://www.hih-tuebingen.de>). Daniel Eicke, Datenanalyse und Visualisierung.

Editorial

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

Man muss noch nicht einmal Trendforscher sein wie Matthias Horx, um zu erkennen, dass Gesundheit ein Thema ist, das das Etikett „Megatrend“ tatsächlich verdient. Jeder von uns weiß, wie eingeschränkt man sich schon wegen eines banalen Schnupfens oder gelegentlicher Kopfschmerzen fühlt. Was dagegen eine Diagnose wie Krebs oder Alzheimer für den Betroffenen und seine Umgebung bedeutet, kann wohl nur nachvollziehen, wer diese Krankheiten aus nächster Nähe kennt.

In den knapp zweieinhalb Jahrtausenden, die seit den Erkenntnissen des Hippokrates von Kos vergangen sind, hat es viele segensreiche medizinische Fortschritte gegeben. Einige davon waren eng mit Instrumenten von Carl Zeiss verbunden. Was sich aber in all den Jahren nicht geändert hat: Erst wenn die Krankheit ausgebrochen ist, kann sie diagnostiziert werden.

Mit der molekularen Bildgebung wird die Medizin und auch die Medizintechnik eine Revolution vollziehen: Mit ihrer Hilfe wollen wir in einigen Jahren dahin kommen, die Ursachen von Krankheiten zu finden und damit Krankheiten schon lange vor ihrem Ausbruch diagnostizieren zu können. Das wird die Chancen auf eine wirkungsvolle Therapie und Heilung erhöhen.

Deshalb hat sich Carl Zeiss der Technologie-Initiative Molekulare Bildgebung der Bundesregierung angeschlossen und ist einer von fünf Gründungspartnern geworden. Unser Ziel als führendes optisch-medizintechnisches Unternehmen ist es, neue molekulare Bildgebungsverfahren von der Forschung zur Anwendung in Labor, Praxis und Klinik zu bringen und mit Hilfe dieser Zukunftstechnologie Deutschlands Position als Leitmarkt in der Gesundheitswirtschaft zu sichern. Optische Technologien sind dabei wesentliche Schrittmacher.

Ich wünsche Ihnen, dass Sie die Lektüre bei bester Gesundheit genießen können!

Ihr

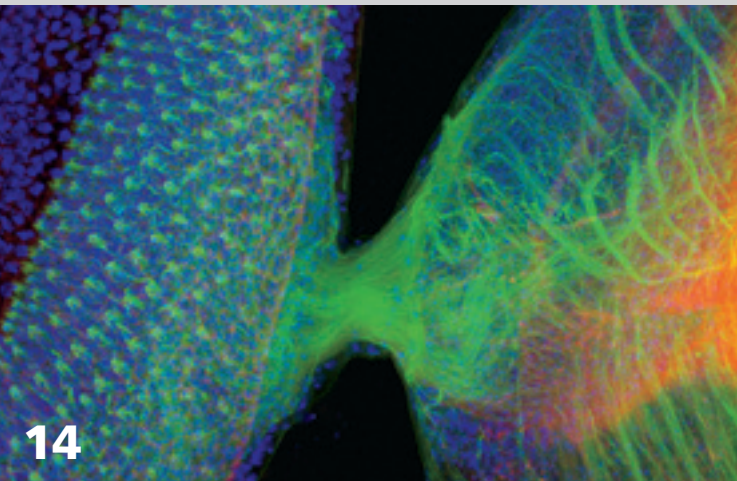


*Dr. Michael Kaschke
Vorstandsmitglied der Carl Zeiss AG*



Inhalt

Editorial	3
Panorama	6
Stille Beobachter Freizeitrend Birdwatching	10



Sie gilt als eine Revolution in der Medizin: die molekulare Bildgebung, die hilft den Körper besser zu verstehen.

Titelthema: Zukunftsfeld Medizin

Die Sprache der Zellen	14
„Revolution in der Medizin“ Dr. Michael Kaschke im Interview	22
Wohin die Forschung geht	23
„Möglichkeiten nicht ausgeschöpft“ Gastbeitrag von Dr. Andreas Wunder	26

Essay Reise zum Ich	50
-------------------------------	----

Feature

- Die Weitsicht einer kleinen Box 36
Das Entdecken komplexer Sehfehler 38

Report: Neue Dimensionen

- Der Ritt auf dem Kometenkern 30
Scharfes Auge für die Nanowelt 34

Report: Asien entdecken

- Beim Licht eines Streichholzes 40
Der Weg zum Augenlicht 48

Service

- Vorschau 54
Impressum 54



*Neue Projektoren-
systeme in Planetarien
laden zu virtuellen
Abenteuern in den
Tiefen des Kosmos ein.*

Bilder aus einer anderen Welt – der Mongolei.





Lässig Videos schauen – mit dem *cinemizer* von Carl Zeiss.

Kino aus der Westentasche

Der *cinemizer* von Carl Zeiss bringt Filme auf die Nase

Langstreckenflüge, ödes Fernsehprogramm im Hotel, Bahnfahrten mit Verspätung – Geschäftsreisen können langweilig sein. Mit dem *cinemizer* ist Carl Zeiss ein Coup gelungen: Eine Neuentwicklung, die Videos von tragbaren Playern direkt vor die Augen zaubert. Und aussieht wie eine Sonnenbrille. Das besondere: Dem Träger des *cinemizers* wird ein Display mit 115 Zentimeter Durchmesser bei einem Abstand von zwei Metern simuliert. Damit erlaubt die innovative Videobrille authentisches Kino-Feeling als ganz privates Erlebnis. Beidseitige, stufenlose Einstellungsmöglichkeiten für unterschiedliche Dioptrienstärken lassen auch Fehlsichtige an diesem exklusiven Erlebnis teilhaben. Für den richtigen Sound sorgen in die Bügel integrierte Lautsprecher. Mit dem Hochleistungsakku sind vier Stunden Videospaß garantiert. Über einen praktischen Clip mit dem iPod verbunden oder per Kabel an ein anderes

mobiles Videoabspielgerät angedockt, lassen sich die Lieblingsvideos und -filme jederzeit an jedem Ort ungestört ansehen. Der Vorteil: Unbeteiligte Dritte wie Sitznachbarn werden nicht gestört. Optimiert für den iPod mit Video lässt sich der *cinemizer* dank einer zusätzlichen Buchse auch mit anderen Geräten wie beispielsweise dem heimischen DVD-Player oder der Spielekonsole verbinden. Gamer und Cineasten frönen so ihrer Leidenschaft, ohne die anderen Familienmitglieder zu unfreiwilligen Teilnehmern werden zu lassen. Der *cinemizer* feierte während der diesjährigen MacWorld Expo im Januar in San Francisco Weltpremiere. Er ist von März an in Gravis Stores zum Preis von 369 Euro erhältlich.

Leser, die den Coupon auf der hinteren Umschlagseite einsenden, haben die Chance, den *cinemizer* ab März kostenlos zu testen. First come – first serve.

Wunderbar verkalkt

Lebende Tiefseeaustern entdeckt



Versteckte sich erfolgreich: die Urzeitmuschel.

Muscheln sitzen manchmal an merkwürdigen Stellen. Nicht nur in Frank Schätzing's Roman „Der Schwarm“, sondern auch im Meer. Unter überhängenden Felsen hatte sich die Tiefseeauster jahrzehntelang so erfolgreich vor den Schleppnetzen der Forscher versteckt, dass diese sie bis in die 70er Jahre für ausgestorben hielten. Der Erlanger Paläontologe Max Wisshak entdeckte durch Zufall in 500 Metern Tiefe vor den Azoren ein bedeutendes Vorkommen mit hunderten Austern – auf einem Film des Forschungstauchboots „Lula“. Am Drehort fand er lebende Tiefseeaustern und damit eine wissenschaftliche Sensation. Die Urzeitmuschel war möglicherweise an die 100 Jahre alt und hatte „Jahresringe“ aus Kalk. Diese Kalkschichten analysiert Wisshak unterm Mikroskop, einem ZEISS Axiophot. Aus ihrer Zusammensetzung schließt er auf Schwankungen in der Wassertemperatur und andere Umweltparameter, wie beispielsweise den Nährstoffgehalt. Derzeit untersucht er, wie sich diese Austern als Klimaarchive im Nordatlantik eignen.

Film und Pixel

Die ARRI AG kann beides:
analog und digital



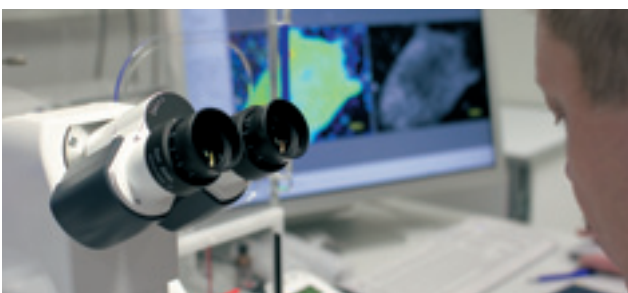
ARRIFLEX 35II, 1946

Cineasten spitzen interessiert die Ohren, wenn sie hören, dass ARRI nun auch digitale Kameras baut. Das Unternehmen, welches seit 70 Jahren mit Carl Zeiss zusammenarbeitet, schafft sich mit der neuen Technik ein zweites Standbein.

August Arnold und Robert Richter hatten die Arnold & Richter Cine Technik 1917 in einer ehemaligen Schusterwerkstatt in München gegründet. Heute ist ARRI Weltmarktführer bei analogen Filmkameras. Die neue digitale Technik soll die bewährte analoge nicht ersetzen, sondern ergänzen. Auch künftig werden mit analogen Kameras großartige Filme gedreht wie „Herr der Ringe“ und „Das Parfum“. Digitale Kameras bieten allerdings neue Möglichkeiten. „Diese Möglichkeiten schöpfen wir aus“, sagt ARRI-Produktmanager Marc Shipman-Müller, „aber wir bauen natürlich auch weiterhin Kameras mit 16 und 35 Millimeter.“

Krebsforschung auf höchstem Niveau

Carl Zeiss eröffnet Applikationszentrum im Deutschen Krebsforschungszentrum



Dynamische Zellprozesse unterm Mikroskop.

Krebs ist die zweithäufigste Todesursache in Deutschland. Der Erforschung der bösartigen Neubildung von Körperzellen gilt die ganze Aufmerksamkeit des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) in Heidelberg. Ziel des DKFZ ist es, Mechanismen der Entstehung der Krankheit systematisch zu erforschen und Risikofak-

toren zu erfassen. Mit der Eröffnung eines Applikationszentrums im vergangenen Sommer unterstützt Carl Zeiss die Forschungsarbeit des DKFZ im Technologiepark in Heidelberg, der zu den wichtigsten Biotechnologie-Standorten in Deutschland und zu den führenden weltweit zählt. In den Laborräumen können mit einem Laser Scanning Mikroskop, hochwertig ausgerüsteten Licht- und Stereomikroskopen sowie automatisierten Mikroskopsystemen komplexe dynamische Zellprozesse erforscht werden. Anhand der Untersuchungsergebnisse entwickeln die Wissenschaftler neue Ansätze zur Vorbeugung, Diagnostik und Therapie von Krebserkrankungen. Carl Zeiss stellt aber nicht allein die Technik zur Verfügung: In Workshops können modernste mikroskopische Techniken erlernt und das Know-how erweitert werden. Darüber hinaus informiert das „Advanced Microscopy Forum“ regelmäßig über aktuelle Themen in Forschung, Wissenschaft und Entwicklung.

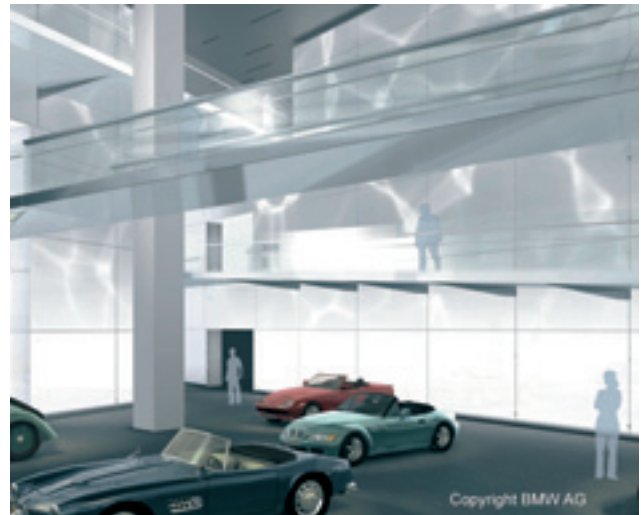
Die perfekte Lichtfarbe

O-INSPECT prüft die LEDs im neuen BMW-Museum

Architektur ist immer Ausdruck ihrer Zeit. Zum Beispiel München: 1972 wollte die junge Bundesrepublik sich als Gastgeber der XX. Olympischen Spiele weltoffen und sympathisch vorstellen. Das fand sich auch in der Architektur wieder: das Olympiastadion mit Zelt Dach, der weitläufige Olympiapark oder das parallel entstandene BMW Hochhaus mit seinem „Vierzylinder“ und der benachbarten „Weißwurstschüssel“ des BMW-Museums – allesamt wegweisende zeitgenössische Architektur. 35 Jahre und viele Millionen Besucher später wird das neu konzipierte Museum, nach vier Jahren Renovierungsarbeiten, im Frühjahr 2008 wiedereröffnet – mit einer von Carl Zeiss geprüften LED-Beleuchtung der Glasfassade.

Einen Hauptbestandteil innerhalb des neu gebauten Pavillons neben dem Museum bildet eine Glasfassade mit LED-Beleuchtung, die sich über 3000 Quadratmeter erstreckt. Diese Lichtlösung wurde von Zumtobel mit Unterstützung des LED-Spezialisten Ledon realisiert. Harmonisches Licht soll eine gleichmäßige Beleuchtung der Glasoberfläche erzielen. Die Farbtemperatur der Leuchtdioden muss dabei so genau angepasst sein, dass sie die Lichtfarbe der Medienfassade exakt wiedergeben kann. Das Schwierige an dieser Lichtlösung: Eine optimale Gleichmäßigkeit der Glasfassade herzustellen,

trotz unterschiedlicher Abstände der einzelnen LED-Scheibchen. Die Aufgabe für Carl Zeiss: Keiner der 2,5 x 2,5 Millimeter kleinen Lichtpunkte darf ausfallen. Die Lösung: Die optische und taktile Prüfung der digitalen Lichtquelle mit O-INSPECT. Das Messgerät prüft die LEDs in Serienfertigung in hohen Stückzahlen – und das schnell und hochgenau.



Präsentiert sich in neuem Licht: das renovierte BMW-Museum.

Analyse per Schulterblick

MAVUS® erleichtert die Arbeit an Maschinen und Anlagen in fernen Ländern



Techniker mit dem MAVUS®-System.

Es kam lange Zeit einer kaum löslichen Herausforderung gleich: Maschinen und Anlagen werden im eigenen Land gebaut, in ferne Länder geliefert und dort in Betrieb genommen und gewartet – am liebsten von

den Experten aus dem Ursprungsland, weil deren Know-how nur wenige besitzen. Lange und teure Dienstreisen waren die Folge. Doch dies kann sich nun ändern: MAVUS (Mobile Audio-Visuelle Unterstützung im Service), eine Kooperation von Carl Zeiss und dem Systemhaus HEITEC, erleichtert die Zusammenarbeit zwischen dem Experten in der heimatischen Servicezentrale und einem Servicetechniker vor Ort. Wie es funktioniert?

Über eine ausgereifte Kopfkamera und Headset, die zusammen mit einem monokularem *Head-Mounted Display (HMD)* an einem ergonomischen Kopfträger des Technikers angebracht sind, werden in Echtzeit hochauflösende Standbilder oder Live-Videos zum Experten online übertragen. Dieser analysiert per Schulterblick die Situation und versorgt den ausführenden Techniker visuell auf das *HMD* und per Sprachkommunikation mit Informationen, was zu tun ist.

Das Plus: hohe Expertenverfügbarkeit, schnelle Reaktionszeiten, effiziente Inbetriebnahmen, geringer Stillstand – und niedrige Reisekosten.

Die Gorillas im Blick

Carl Zeiss stattet Wildhüter mit Ferngläsern und Fernrohren aus



Wildlife-Filmer Matto Barfuß (rechts) setzt sich für den Erhalt der bedrohten Menschenaffenart ein.

Berggorillas sind vom Aussterben bedroht. In den Virunga-Bergen, einem Nationalpark im Kongo, leben etwa 300 dieser Menschenaffen. Das ist die Hälfte aller Berggorillas, die es noch gibt. Rebellen machen immer wieder Jagd auf sie, teils aus Mordlust, teils aus Profitgier. Sie töten die erwachsenen Tiere und rauben die Jungen. Die Wilderer haben leichtes Spiel. Tiere in Nationalparks sind an Menschen gewöhnt und geradezu vertrauensselig. Wildhüter müssen sie schützen – keine Kleinigkeit in dem weitläufigen Gelände. Der Aktionskünstler und Wildlife-Filmer Matto Barfuß, der die Berggorillas zwei Jahre lang gefilmt hatte, hat eine Hilfsaktion für die Wildhüter ins Leben gerufen. Carl Zeiss unterstützt sie mit leistungsstarken Ferngläsern und Fernrohren, die Barfuß selbst nach Afrika gebracht hat.

Ein Video der Spendenübergabe an die Wildhüter der Berggorillas finden Sie unter: www.zeiss.de/innovation

Auf den Mikrometer genau

Triebwerksbauer setzt auf ZEISS Koordinatenmessgeräte



Die Präzision von Bauteilen entscheidet über die Qualität des fertigen Produkts. Der Münchner Hersteller von Flugzeugtriebwerken MTU Aero Engines setzt bei der Kontrolle auf Messgeräte von Carl Zeiss. Im September 2007

erhielt MTU das 25.000ste Messgerät, das Carl Zeiss bisher gebaut hat: den *PRISMO navigator*. Dieses Koordinatenmessgerät mit integriertem Drehtisch misst Trieb-

Unter extremen Bedingungen

Neue Sportbrillen bieten verzerrungsfreies Sicht- und Blickfeld

Der Profisport hat sich in den vergangenen Jahren rasant schnell entwickelt: Ausgeklügelte Trainingsmethoden, gezielte Ernährungspläne und optimierte Sportausrüstungen treiben Berufsathleten ständig voran. Für vieles ist Raum, nur für eines nicht: den Zufall. Das gilt auch bei der Entwicklung neuer Sonnenbrillen-Modelle für den Radsport auf der Straße sowie im Gelände, die oftmals extremen Bedingungen ausgesetzt sind.

Knapp zwei Jahre betrug die Vorlaufzeit, in denen Profis die Modelle auf Passform, optische Qualität und Sonnenschutz testeten. Das Ergebnis der Kooperation mit dem Sportausstatter GIRO: modische Sportbrillen mit 100 Prozent UV-Schutz, die ein völlig verzerrungsfreies Sicht- und Blickfeld über den ganzen Bereich des Brillenglases garantieren, gepaart mit einer speziellen Oberflächenbeschichtung. Die polarisierten Wechselscheiben sind wasser-, schmutz- und ölabweisend und in sieben Tönungen erhältlich. Im Sortiment befinden sich auch klare Scheiben für Nachtfahrten, damit bei keiner Tour die Sicht verloren gehen kann.



Von Profis getestet: die Sportbrille GIRO.

werkskomponenten auf den Mikrometer genau. Karl-Heinz Klügl, der Leiter der Wareneingangsprüfung bei MTU Aero Engines, sagte bei der Übergabe: „Wir sind stolz, die 25.000ste ZEISS Maschine für unsere Wareneingangsprüfung verfügbar zu haben. Die hohen Anforderungen an MTU-Triebwerke, die auch im Airbus A380 eingesetzt werden, erfordern zuverlässige Messergebnisse. Außerdem schätzen wir die Zuverlässigkeit und Langlebigkeit der ZEISS Maschinen.“ Klügl betonte, dass im Wareneingang alle Bauteile mit Messgeräten von Carl Zeiss gemessen würden.



Die mucksmäuschenstillen

A photograph showing the silhouettes of five people on a dark hill against a bright, orange and yellow sunset sky. Two people on the left are standing with tripods, one holding a camera. Three people on the right are standing together, one holding binoculars to their eye. The foreground is dark, and the sky is filled with soft, horizontal light bands.

Beobachter

**Ornithologen im Aufwind:
Einst verspottet, entwickelt sich Birdwatching
zum neuen Freizeittrend für Geduldige.**

Immer auf der Suche nach seltenen Vögeln

Die Mönchsgrasmücke ist ein dienliches Wesen: Sie ist leicht an ihrer „Mönchskappe“ zu erkennen und passt sich veränderten Lebensbedingungen bestens an.

Wie viele andere Vögel schwärmt der kleine Singvogel heutzutage im Winter nicht mehr nach Spanien, sondern in den Norden, nach Großbritannien. Dorthin also, wo es mehr Futter gibt: Briten sind begeisterte Zufütterer. Und dies nicht ohne Hintergedanken. Die Briten lieben, wie viele Menschen in anderen Nationen, Birdwatching. Großbritannien hat den größten Vogelfreunde-Verein der Welt mit mehr als einer Million Mitgliedern und Zeitungen, die eigene Vogel-Kolumnisten beschäftigen. Birdwatching ist ein auf den ersten Blick eigentümlicher Volkssport, bei dem es weder Sieger noch Verlierer gibt, sondern nur mucksmäuschenstille Beobachter. Bei echten Birdwatchern besteht der Ehrgeiz darin, möglichst viele und

verschiedene Vögel zu sehen und auf einer persönlichen Liste abzuhaken, sie zu „switchen“, wie sie es nennen.

Damit dieser Wettkampf gegen die Liste erfolgreich ist, rüsten sich Hobby-Ornithologen mit einem Spektiv, Fernglas und Bestimmungsbuch aus und sind immer auf der Suche nach einem seltenen Vogel – der meistens viele Meter entfernt und von scheuer Natur ist. Mit neuer Technik erfahren die Beobachter seit kurzem Unterstützung bei ihrer ausdauernden Arbeit. Die digitale Fotografie, in diesem Fall das „Digiscoping“, macht es möglich.

Carl Zeiss hat ein Gerät entwickelt, mit dem das Fotografieren erleichtert wird. Wie es funktioniert? Eine kompakte Digitalkamera wird vor das Okular des Spektivs geschwenkt und mit einem Kamera-Adapter gehalten. Noch einen Schritt weiter geht die neue Lösung für das Digiscoping:

das *Kamera-Okular DC4*. Es wird anstelle des reinen Beobachtungsokulars an das Spektiv angesetzt. Mit dem Gerät kann der Birdwatcher kontinuierlich beobachten und parallel fotografieren. Das Auslösen geschieht über eine Fernbedienung. Eine spezielle Software korrigiert Kontrast, Schärfe, Belichtung und Farbtreue – noch bevor die Bilddaten auf der Chipkarte gespeichert werden. Das Kamera-Okular erzielt eine 40fache Vergrößerung.

Beim Birdwatching wird sich weiterhin manches ändern, wenn in naher Zukunft eine geruhssame Wanderbewegung vom Norden gen Süden stattfinden wird. Die Briten haben im Winter die deutschen Mönchsgrasmücken, aber den Roten Milan, von dem 70 Prozent aller Paare weltweit in Deutschland brüten, haben sie noch nicht.

*Foto Seite 10/11 Sven Achtermann
Fotos Seite 12/13 Stephen Ingraham*



Gürtelfischer



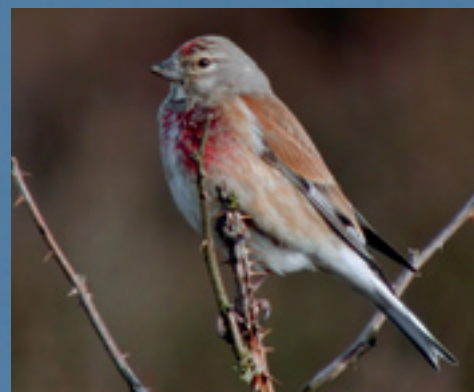
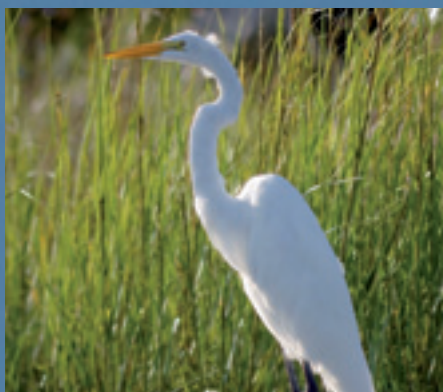
Rotkehlchen



Graureiher



Waldsänger

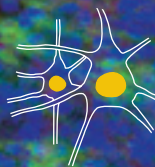


Silberreiher

Mönchsgrasmücke

Bluthänfling

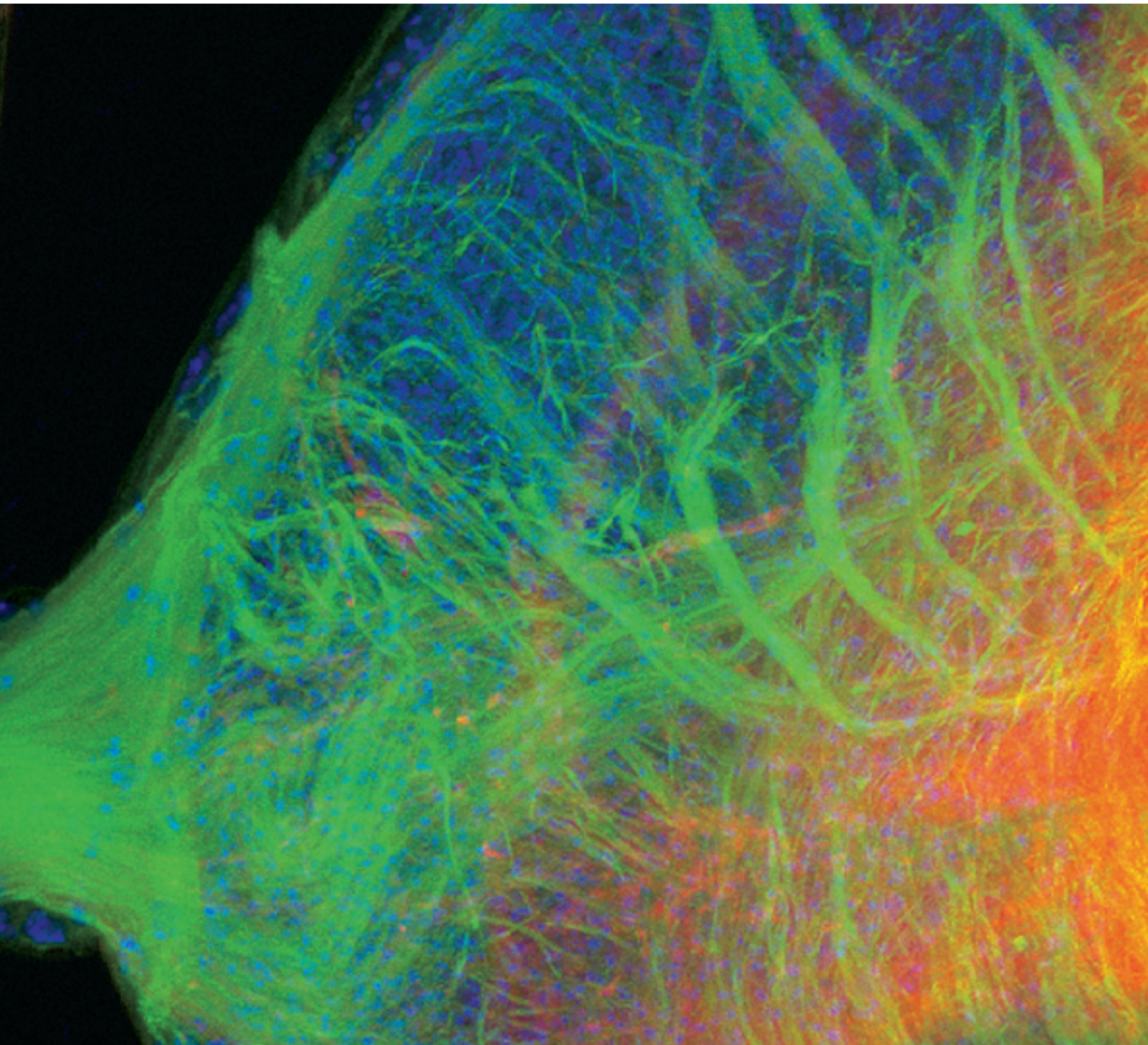
Molekulare Bildgebung trägt dazu bei, den Körper besser zu verstehen und Krankheiten in einem möglichst frühen Stadium zu erkennen.



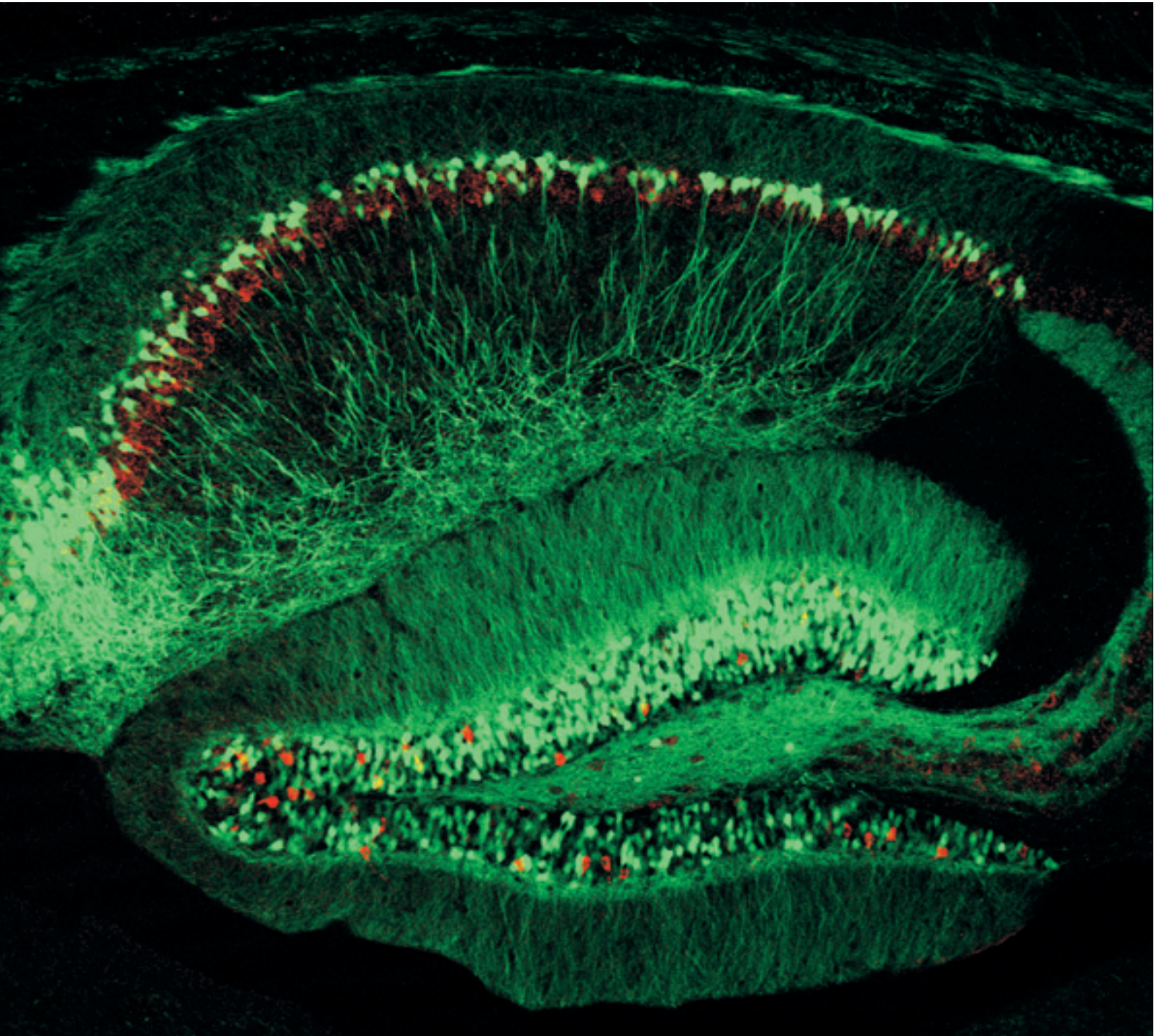
Die **Sprache** der Zellen

Der Schmerz kam wie aus heiterem Himmel. Noch vor kurzem hatte sich Klaus Wagner (Name geändert) bester Gesundheit erfreut, dann wurde er von einem Tag auf den anderen von starken Kopfschmerzen geplagt. Schlimmer noch: Er bekam Probleme, sich an ganz alltägliche Worte zu erinnern. Nach vielen Untersuchungen an der Universitätsklinik kam der Schock: In Klaus Wagners Kopf wuchs ein Glioblastom, einer der gefährlichsten Hirntumoren überhaupt.

Text von Carsten Meinke und Volker Lange



Ausschnitt des Hippocampus mit YFP fluoreszierenden Neuronen in Grün und Arc RNA Signalen in Rot.



Wie Enzyme Gewebe zum Leuchten anregen



Allein in Deutschland wird jedes Jahr bei etwa 2400 Menschen ein Glioblastom festgestellt. Das Glioblas-

toma multifforme, so die genaue Bezeichnung, ist äußerst heimtückisch. Die meisten Tumore sind von einer Art Kapsel umschlossen und damit gut von gesundem Gewebe zu unterscheiden. Das Glioblastom wächst dagegen diffus infiltrierend: Es hat keinen klaren Rand und kann einzelne Zellen weit in das umgebende Gewebe entsenden. Bei der operativen Entfernung des Glioblastoms, der so genannten Resektion, stehen Neurochirurgen damit vor einer schwierigen Abwägung:

Einerseits wollen sie gesundes Hirngewebe möglichst wenig schädigen, andererseits müssen sie tief genug schneiden, um das Leben ihrer Patienten zu verlängern.

Einen Ausweg aus diesem Dilemma fanden Walter Stummer von der Universität Düsseldorf und seine Kollegen von der Ludwig-Maximilians-Universität München. Sie machten sich ein interessantes Phänomen zunutze: Werden die Zellen eines Glioblastoms nur ausreichend mit der Aminosäure „5-ALA“ versorgt, stellen sie daraus eine Vorstufe jenes Moleküls her, das im Blutfarbstoff Hämoglobin den Sauerstoff bindet. Normale Gehirnzellen tun das nicht. Diesen Stoff, das so genannte Protoporphyrin IX, kann man zum Leuchten anregen. Er fluoresziert und wird so optisch von seiner Umgebung unterscheidbar.

Kostbare Monate gewinnen. Für Neurochirurgen ist das eine enorme Hilfe und so entwickelte Carl Zeiss das Fluoreszenzmodul *BLUE 400*. Es beleuchtet das Operationsgebiet mit tiefblauem Licht von etwa 400 Nanometern Wellenlänge, welches das Protoporphyrin IX zum Fluoreszieren anregt. Beim Blick durch das Operationsmikroskop *OPMI Pentero* erkennt der Operateur das entartete Gewebe anhand der hellroten Farbe, während gesundes Hirngewebe dunkel bleibt. Erst kürzlich berichteten Stummer und seine Kollegen, dass mit Hilfe dieses Fluoreszenzkontrasts eine besonders gründliche Entfernung von Glioblastomen möglich ist. Das Leben der Patienten kann so um viele kostbare Monate verlängert werden. Das Beispiel des Glioblastom-Tumors führt

mitten hinein in die molekulare Bildgebung, ein Forschungsgebiet, das gerade im Begriff ist, die Medizin zu revolutionieren. Das Prinzip ist einfach: Die Wissenschaftler machen es sich zunutze, dass die unterschiedlichsten Gewebearten im menschlichen Körper über ganz spezifische Ausstattungen mit Enzymen oder anderen Schlüssel-molekülen verfügen. Jedes Gewebe hat so einen ganz speziellen Stoffwechsel, der sich von dem des Nachbargewebes unterscheidet. Kann man also die Eigenheiten eines Gewebes sichtbar machen, ergeben sich ganz neue Möglichkeiten für Forscher und Ärzte, den Körper zu verstehen und Krankheiten in einem möglichst frühen Stadium zu erkennen. Man muss also Methoden finden, die molekularen Vorgänge im lebenden Körper (in vivo) zu messen. Das ist ein anspruchsvolles Ziel, doch die Entwicklung ist bereits im vollen Gange.

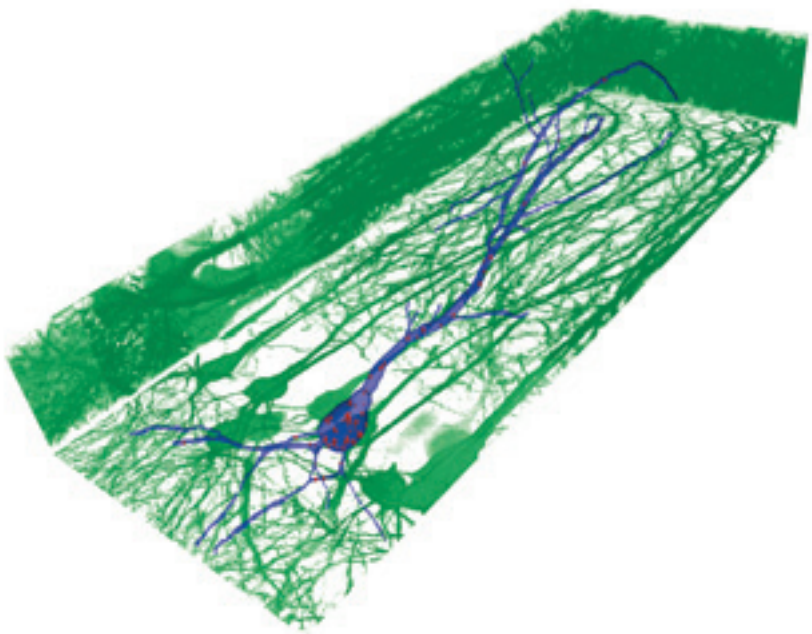
Im westfälischen Münster wird seit Sommer 2005 an Methoden gearbeitet, mit denen molekulare Vorgänge bei Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems sichtbar gemacht werden können. Dazu wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) eigens ein Sonderforschungsbereich eingerichtet. Denn Erkrankungen wie Herzinfarkt, koronare Herzkrankheit und Schlaganfall gehören zu den häufigsten Todesursachen in den westlichen Industrienationen. „Wie hoch das Risiko für den Einzelnen ist, können Ärzte bislang jedoch nur indirekt anhand verschiedener Risikofaktoren abschätzen“, erläutert Michael Schäfers, wissenschaftlicher Organisator des Sonderforschungsbereichs.

Abbildung Seite 14/15:
Retina-Gehirn-Komplex
(*Drosophila* Larve)
Grün: Neuronale Zellen (GFP)
Anand Tiwari, Bananas Hindu
Universität, Varanasi, Indien

Wenn es gelänge, die Veränderungen (Atheroskleroseplaques) in der Gefäßwand direkt abzubilden, wäre das ein Segen für die Herz-Kreislauf-Medizin, erläutert Michael Schäfers, wissenschaftlicher Organisator des Sonderforschungsbereichs.

Ein Beispiel: Schon heute können sich Mediziner ein Bild vom Zustand der Herzkranzgefäße machen. Über einen Katheter spritzen sie ein Kontrastmittel in die Blutbahn. Eine Röntgen- oder Magnetresonanz-Aufnahme zeigt dann, ob und wie stark ein Gefäß an einer bestimmten Stelle verengt ist. Das erlaube jedoch keine definitive Aussage darüber, wie gefährlich die Ablagerung sei, betont Schäfers. Eine Ablagerung stellt kein akutes Risiko dar, solange ihr Fettkern unter einer stabilen Faserkappe liegt. Viel gefährlicher sind dagegen Plaques, in denen Entzündungsprozesse am Werk sind. In ihnen kann nicht nur ein gefährlicher Wirkstoffcocktail entstehen, der Entzündungsprozess löst nach und nach auch die Faserkappe auf. Reißt die Plaque schließlich auf und setzt ihren Inhalt frei, kann es zur schlagartigen Blutgerinnung kommen. Mögliche Folge: ein Herzinfarkt.

„Heiße“ Plaque. Eben diese Entzündungsaktivität wollen Schäfers und seine Kollegen sichtbar machen. Sie benutzen dazu einen Trick. Bei Entzündungen treten immer spezielle Enzyme (Matrixmetalloproteinasen, oder kurz: MMP) auf. Und an diese MMP lassen sich gut nachweisbare Markierungen ankoppeln – im Fachjargon spricht man von Liganden und Label. Ein solcher Ligand ist zum



Transparente Darstellung eines Neurons (blau) und des dazugehörigen Arc-Signals (rot): Bildsegmentierung und die Anwendung regelbasierender Algorithmen erlauben die Differenzierung von umgebenden Dendriten (grün, maximale 3D-Projektion).



Innenansicht eines Neurons: Arc RNA-Signale (rot) innerhalb der Verästelungsstruktur in 3D lokalisiert.

Beispiel das schwach radioaktive Fluor-18. Zerfällt ein Fluor-18-Atomkern, setzt er ein Positron frei. Trifft dieses Positron im Gewebe auf sein Antiteilchen, das Elektron, zerstrahlen beide unter Aussendung zweier Gammaquanten. Mit einem Positronen-Emissions-Tomograph (PET) kann man diese Quanten mit hoher Empfindlichkeit messen und sogar den exakten Ort berechnen, an dem sie freigesetzt wurden. So entsteht eine Art dreidimensionales Wärmebild des Gewebes: Je „heißer“ eine Plaque ist, desto mehr MMP enthält sie und desto stärker ist das Entzündungsgeschehen in ihr. Prof. Dr. Dr. Otmar Schober ist Sprecher des Sonderforschungsbereichs in Münster:

„Damit wollen wir künftig schon in einem sehr frühen Stadium die Patienten identifizieren, die ein hohes Herzinfarktrisiko haben. Und wir können sie dann gezielt und vorbeugend behandeln.“

Otmar Schober

Suche nach optischen Markern. Neben den MMP haben die Münsteraner Forscher noch eine weitere Gruppe von Enzymen ins Visier genommen, die so genannten Caspasen. Diese Enzyme treten immer dann in Aktion, wenn eine Zelle ihr Selbstmordprogramm (Apoptose) aktiviert. „Selbstmord“ begeht eine Zelle zum Bei-

spiel, wenn sie im Rahmen einer Chemotherapie vergiftet wird. Indem sie Caspasen-Enzyme radioaktiv markieren, wollen die Forscher deren Konzentration und Verteilung im Körper genau messen. Auf diese Weise könnte binnen Tagen abgelesen werden, ob ein Krebsgeschwür auf ein Medikament reagiert oder nicht. Ein gewaltiger Fortschritt, denn bisher können Onkologen den Erfolg oder Misserfolg einer Chemotherapie erst einschätzen, wenn der Tumor sichtbar kleiner geworden ist.

Nun behagt nicht jedem die Vorstellung, radioaktiv markierte Substanzen gespritzt zu bekommen – auch wenn die darin enthaltenen Nuklide meist kurzlebig sind und ihre Aktivität rasch abklingt. Optische Verfahren stoßen da auf sehr viel weniger Vorbehalte und sind dort, wo man sie einsetzen kann, auch viel preiswerter. Am Münsteraner Sonderforschungsbereich untersucht deshalb Christoph Bremer, ob statt der Radionuklide auch fluoreszierende Farbstoffe an die Liganten angehängt werden können. Besonders interessant sind Fluorochrome, die Licht im langwelligen infraroten Bereich aussenden. Der Vorteil: Infrarotes Licht durchdringt recht gut die verschiedenen Körpergewebe. Allerdings ist der Austausch der Label nach dem Baukastenprinzip nicht ohne weiteres möglich. Ein radioaktives Atom ist sehr viel kleiner als eine vergleichsweise große fluoreszierende Molekülgruppe. Wo ein winziges Radionuklid problemlos andocken kann, scheitert ein Fluorochrom vielleicht schon durch seine schiere Größe. Ein LKW passt schließlich auch nicht in eine PKW-Garage.

Da kann es besser sein, gleich nach optischen Markern zu suchen. Andreas Wunder von der Berliner Charité setzt bei seiner Arbeit von vornherein auf optische Phänomene wie Fluoreszenz. Der Berliner Forscher möchte gerne herausfinden, was genau bei einem Schlaganfall im Kopf passiert. Allein in Deutschland erleiden jedes Jahr 150.000 bis 200.000 Menschen einen Schlaganfall, und um zu wissen, wie man einen Patienten im Einzelfall behandeln kann, braucht es Informationen darüber, was genau im Kopf vor sich geht.

Aus Wunders Sicht sind die Vorzüge der optischen Verfahren bestechend: Die Kosten der entsprechenden Methoden sind vergleichsweise gering, die Messungen gehen schnell und sie haben zugleich eine hohe Nachweisempfindlichkeit. Über das optische Pendant zur Computertomographie, die optische Tomographie, lassen sich von Gewebeproben und kleinen Tieren sogar dreidimensionale Bilder gewinnen.

Der Nachteil von optischen Verfahren: Licht transportiert sehr viel weniger Energie als Gammastrahlung. Es wird deshalb umso stärker gestreut, je mehr Gewebe es auf dem Weg zum Detektor durchlaufen muss. Die Folgen sind: Je tiefer das zu untersuchende Gewebe im Körper liegt, umso schlechter ist die räumliche Auflösung. Allerdings besitzt ein Körper ja eine Vielzahl von Hohlräumen mit Verbindung nach außen. Und so lässt sich ein Fluoreszenzdetektor nicht-invasiv – etwa über Darm oder Speiseröhre – sehr nahe an das Zielorgan heranbringen.



Bundesforschungsministerin Dr. Annette Schavan (Bildmitte) gab in Berlin gemeinsam mit den Vorstandsmitgliedern der fünf beteiligten Unternehmen, grünes Licht für die „Innovationsallianz Molekulare Bildgebung“ (von links): Vorstandsmitglied Dr. André Hertkorn (Boehringer Ingelheim Pharma), Karl-Christian Storz (Karl Storz), Dr. Michael Kaschke (Carl Zeiss), Prof. Dr. Andreas Busch (Bayer Schering Pharma) und Prof. Dr. Erich Reinhardt (Siemens Medical Solutions).

Andocken an Abwehrzellen. Für das Gehirn ist das nicht so einfach möglich. Deshalb arbeitet man in Berlin vor allem an Mausmodellen, doch die Forscher an der Charité konnten bereits zusammen mit Kollegen von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig zeigen, dass sich Nahinfrarot-Fluoreszenz selbst durch einen Schädelknochen registrieren lässt. Dazu schleusen sie fluoreszierende Moleküle in den Körper ein und docken sie an den Rezeptoren von Abwehrzellen an, die bei der Aktivierung von Entzündungsprozessen eine wichtige Rolle spielen. Entzündungsprozesse, wie sie auch Schäfers Gruppe untersucht. Nicht von ungefähr herrscht ein reger wissenschaftlicher Austausch zwischen Berlin und Münster.

Auch am Hertie-Institut für klinische Hirnforschung (HIH) in Tübingen möchte man Menschen gerne ins lebende Gehirn schauen. Die Neuropathologen um Mathias Jucker und Michael Calhoun interessieren sich dafür, wie sich jene Proteinklumpen bilden, die für die Alzheimersche Krankheit typisch sind. Am Mausmodell möchten sie verstehen lernen, wie die charakteristischen Amyloidplaques im Nervengewebe wachsen und wie die „Müllabfuhr“ des Gehirns, die Mikroglia, darauf reagiert. Mit Hilfe der Konfokalmikroskopie können sie das heute schon in Echtzeit verfolgen – durch die Schädeldecke hindurch und am lebenden Tier.

Hohe Detailtreue. Konfokalmikroskope wie die *Laser-Scanning-Mikroskope (LSM)* von Carl Zeiss können auch durch dickeres Gewebe mit

einer hohen Auflösung „hindurchschauen“. Ein Laserstrahl wird dabei präzise auf einen Punkt fokussiert. Er regt die fluoreszierenden Targets zum Leuchten an und punktgenau wird dieses Leuchten gemessen. Punkt für Punkt und Ebene für Ebene tastet er dann die Probe ab und liefert so virtuelle Schnittbilder von hoher Detailtreue. Die Tübinger Forscher arbeiten auf einem Gebiet, das nicht nur für die betroffenen Patienten, sondern auch für das gesamte deutsche Gesundheitssystem eine enorme Bedeutung hat. An Morbus Alzheimer, dem stetigen und bislang unaufhaltsamen Verlust des Gedächtnisses und aller übrigen geistigen Fähigkeiten, leiden allein in Deutschland schätzungsweise 700.000 Menschen. Die Deutsche Gesellschaft für Neurologie geht davon aus, dass sich die Zahl bis zum Jahr 2050 sogar verdoppeln wird. Morbus Alzheimer und weitere Demenzerkrankungen bilden damit – neben Krebs und Herz-Kreislauf-Erkrankungen – eine dritte große Gruppe von Krankheiten, für deren Prognose man sich wichtige Fortschritte durch die molekulare Bildgebung erhofft.

Wunschtraum rückt näher. Nun ist die Diagnose das eine. Was aber wäre, wenn man die molekulare Bildgebung auch zur Therapie einsetzen könnte? Ein naheliegender Gedanke – und tatsächlich scheinen sich hier faszinierende Perspektiven abzuzeichnen. Die Grundidee: Wenn eine Zelle, ein zellulärer Baustein oder Prozess schon durch ein Label markiert ist, könnte man an diesem Hebel auch ansetzen, um Kontrolle auszuüben – und im gleichen Atemzug

den Erfolg der Maßnahme verfolgen. Tatsächlich wird dieses Prinzip bereits genutzt, nämlich dank jener Aminosäure, mit deren Hilfe Walter Stummer von der Universität Düsseldorf und seine Kollegen Glioblastome zum Leuchten bringen. Wie man in der Wissenschaft schon seit vielen Jahren weiß, sendet Protoporphyrin nicht nur Fluoreszenzlicht aus, sondern produziert auch aggressive Sauerstoffradikale. Werden die Zellen nur lange genug mit Licht bestrahlt, sammeln sich in ihnen so viele Sauerstoffradikale an, dass sie schließlich ihr Selbstmordprogramm aktivieren.

Diese so genannte photodynamische Therapie wird derzeit vorwiegend bei einigen Hautkrebsarten im frühen Stadium angewandt. Eine Reihe von Forschergruppen arbeiten daran, dass man sie künftig auch bei tief im Körper liegenden Tumoren einsetzen kann. Andere möchten wiederum die von Radionukliden ausgehende Strahlung nutzen, um die Zielzellen zu markieren und gleichzeitig in den programmierten Zelltod zu treiben. Eine kombinierte Diagnose und Therapie auf molekularer Ebene wäre für Hippokrates und seine Zeitgenossen noch unvorstellbar gewesen. Sauerbruch oder Watson und Crick hätten die Vorstellung davon zumindest in den Bereich der Science-Fiction verwiesen. Heute sieht das schon anders aus. Noch viele Hürden sind zu überwinden, seien sie chemischer, medizinischer oder technischer Natur. Doch der Wunschtraum vieler Mediziner ist bereits in greifbare Nähe gerückt, auch wenn es noch viel Zeit und Geld kosten wird, bis entsprechende Verfahren klinisch einsetzbar sein werden.

zur Sache

Fünf sind stärker

Um bei der molekularen Bildgebung künftig ganz vorne mitspielen zu können, braucht es viele Kernkompetenzen, die ein Unternehmen allein überfordern würden. Deshalb wurde am 9. Oktober 2007 die „Innovationsallianz Molekulare Bildgebung“ gegründet.

An der Innovationsallianz sind fünf Unternehmen beteiligt: Carl Zeiss wird seine Kompetenz als eines der weltweit führenden Unternehmen auf dem Gebiet der optischen Technologien einbringen. Bayer Schering Pharma und Boehringer Ingelheim Pharma werden sich auf die Entwicklung von molekularen Sonden konzentrieren. Auf dem Gebiet der radiologischen Bildgebung und Informationssysteme wird Siemens den Partnern zur Seite stehen. Fünfter Partner im Bund ist das Familienunternehmen Karl Storz, einer der Weltmarktführer im Bereich der Endoskopie.

Immerhin 900 Millionen Euro sind dafür für die nächsten sechs Jahre veranschlagt. 750 Millionen Euro tragen die beteiligten Unternehmen, das Bundesforschungsministerium unterstützt die Verbundprojekte mit 150 Millionen Euro.

Revolution in der Medizin

Dr. Michael Kaschke über das Potenzial der molekularen Bildgebung



Vorstandsmitglied Dr. Michael Kaschke.



Dr. Michael Kaschke betreut im Vorstand der Carl Zeiss AG die Bereiche Medizintechnik und Mikroskopie.

Im Interview spricht er über die Perspektive, die er für die molekulare Bildgebung sieht.

Welche Kompetenz bringt speziell Carl Zeiss in die Allianz ein?

Bildgebende Verfahren gehören zu den wichtigsten Kompetenzen von Carl Zeiss, vor allem in den Unternehmensbereichen Mikroskopie und Medizintechnik; unterstützt von unserer zentralen Forschung & Technologie.

Steht die Allianz auch für weitere Partner offen? Und wenn ja, welche zusätzlichen Kompetenzen würden Sie sich bei den neuen Partnern wünschen?

Die fünf Partner, die die Initiative angestoßen haben, wünschen sich noch weitere Partner: sowohl aus der Forschung als auch aus der Industrie. Wichtig ist, dass sie Lösungen und Produkte aus der Biotechnologie und den Life Sciences mitbringen.

Normalerweise stehen Unternehmen ja in scharfer Konkurrenz zueinander. Sehen Sie keine Interessenskonflikte?

Die sehe ich nicht, im Gegenteil: Die Fragestellungen, an denen wir arbeiten, sind so komplex, dass ein einzelnes Unternehmen nicht zu einer Lösung kommen kann. Außerdem: Die Mehrheit der Lösungen und Produkte, die die fünf Partner anbieten, ergänzen sich, sie stehen nicht in Konkurrenz zueinander. So passen die bildgebenden Verfahren, wie sie Siemens und Carl Zeiss entwickeln,

hervorragend zu den Markern und Kontrastmitteln, die zum Beispiel von Bayer Schering hergestellt werden.

In den Ankündigungen zur Allianz war nicht nur von der Möglichkeit die Rede, Krankheiten rechtzeitig erkennen zu können. Immer wieder ging es auch darum, diese Krankheiten entsprechend behandeln zu können. Welche Rolle kommt dabei Carl Zeiss zu?

Die Initiative zielt darauf ab, nicht nur Krankheiten frühzeitig zu erkennen, sondern auch deren Ursachen. Damit können Krankheiten auch schon vor ihrem Ausbruch behandelt werden. Lassen Sie mich das erläutern: Proteine sind wichtige Molekülgruppen von Lebewesen, die für die lebensnotwendigen Prozesse in den Zellen eine wesentliche Rolle spielen. Die molekulare Bildgebung hilft aufzuklären, welches Protein zum Ausbruch einer Krankheit beiträgt. Damit wird ein wirkliches Verständnis der Ursache von Krankheiten möglich. Diese Informationen wiederum sind wichtig für die Medikamentenentwicklung, es ist sogar vorstellbar, dass personenspezifische Medikamente sehr frühzeitig zum Einsatz kommen. Meines Erachtens stößt die molekulare Bildgebung eine Revolution in der Medizin an. Heute diagnostizieren wir ja leider noch die meisten Krankheiten an Hand von Symptomen, d.h. dann, wenn die Krankheit ausgebrochen ist.

Vielen Dank für das Gespräch.

Die Fragen stellten Volker Lange und Silke Schmid.

Wohin die Forschung geht – ein Ausblick



Wenn man es genau nimmt, ist die molekulare Bildgebung kein neues Forschungsgebiet. Schon seit Jahr-

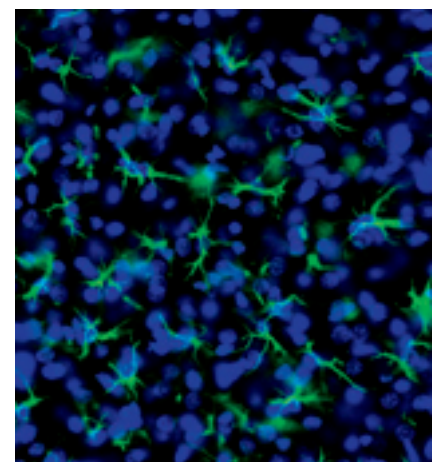
zehnten nutzen zum Beispiel Nuklearmediziner sogenannte Szintigramme, um nach Entzündungsprozessen und Tumoren zu fahnden. So kann man beispielsweise einem Patienten radioaktives Jod injizieren, das ausschließlich von Zellen der Schilddrüse angereichert wird. Mit einer entsprechenden Kamera lässt sich dann die Strahlung sichtbar machen und man erfährt so einiges über den Stoffwechsel im betroffenen Gebiet.

Wer allerdings in der Fachartikel-Datenbank Pubmed nach dem Begriff „molecular imaging“ sucht, kann eine bemerkenswerte Entwicklung feststellen. Der erste Artikel mit dieser Phrase taucht im Jahr 1986 auf und beschreibt eine kristallographische Analyse des Tabakmosaikvirus. Im Jahr 2002, kurz nach der Veröffentlichung der „Rohfassung“ des Humangenoms, wurden 161 Artikel zu dem Thema veröffentlicht und im Jahr 2007 waren es mehr als 650. Kein Zweifel: Die molekulare Bildgebung boomt.

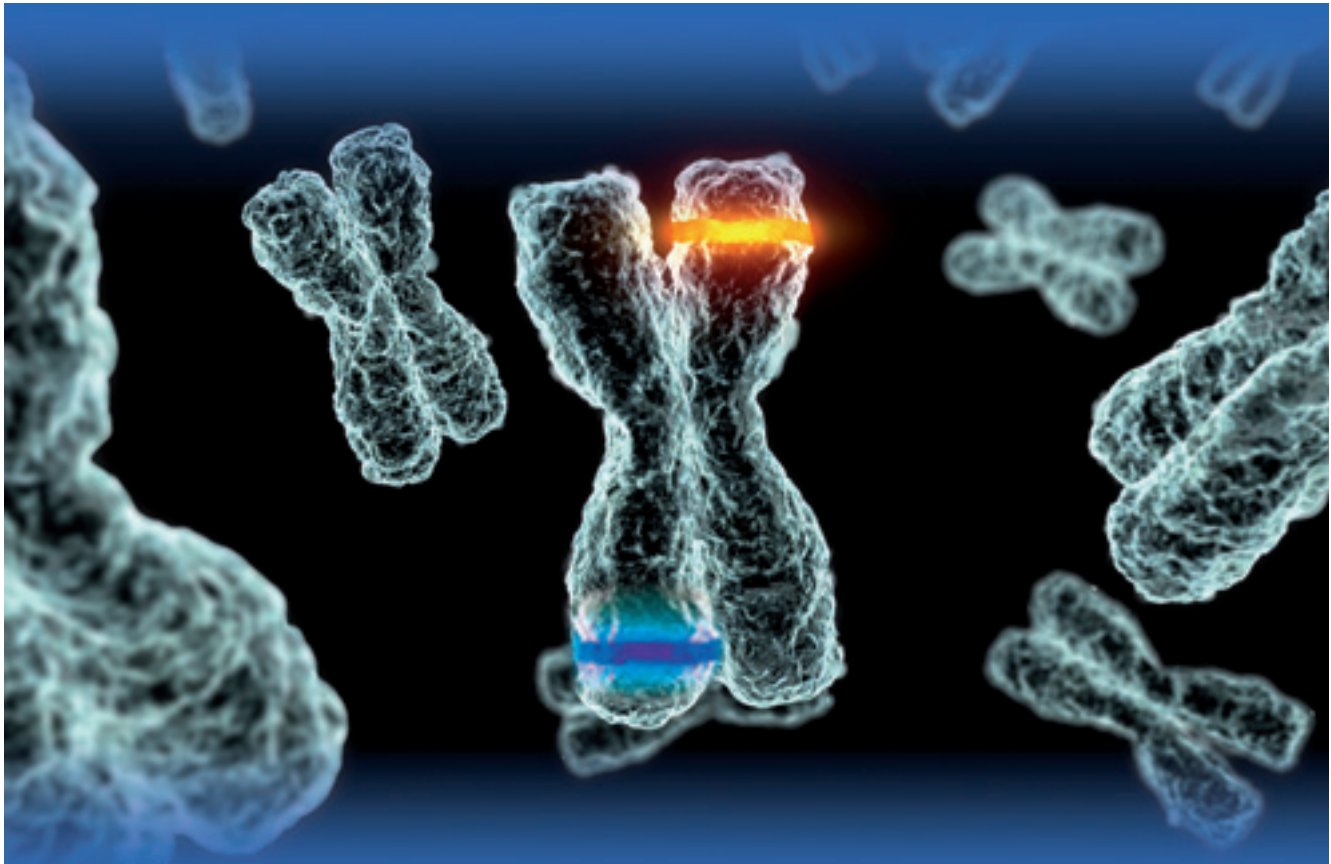
Enorme wirtschaftliche Bedeutung.

Das gilt auch in wirtschaftlicher Hinsicht. Molekulare Bildgebung bietet eine Fülle neuer Ansatzpunkte für Forschung und Industrie. Und oftmals fließen beide Bereiche ineinander über. Ein Beispiel: Der Göttinger Nobelpreisträger Prof. Manfred Eigen interessierte sich ursprünglich nur dafür, wie man die Reaktionsgeschwindigkeit für sehr schnelle chemische Prozesse bestimmen kann. Daraus entwickelte er ein optisches Verfahren zum Einzelmolekül-Nachweis. Zusammen mit einer Ausgründung des Göttinger Max-Planck-Instituts, der Hamburger Firma Evotec und Carl Zeiss gelang dann 1995 die Herstellung des ersten kommerziell verfügbaren Fluoreszenz-Korrelations-Spektrometers *ConfoCor* (vgl. S. 25, „zur Sache“). Inzwischen ist es mit diesem Verfahren möglich, automatisiert Wirkstoffkandidaten für ein neues Medikament aus einer Menge von Substanzen herauszufiltern, auch Dank des von Carl Zeiss entwickelten *ultra-Hochdurchsatz-Screening (uHTS)*.

Aus der ursprünglichen Grundlagenforschung wurde Anwendungsforschung, die eine enorme wirtschaftliche Bedeutung für die Pharmaforschung hat. Und das ist nur ein neuer Ansatzpunkt für das weite Feld der Medizin- und Pharmaforschung. Denkt man an die demographische Entwicklung in den Industrienationen und die neuen Aufgaben für die Medizin, die sich daraus ergeben, ist ein enormes Wachstumspotenzial erkennbar. Das lässt auch die „Studie zur Situation der Medizintechnik in Deutschland im internationalen Vergleich“ erahnen, die das Bundesforschungsministerium im Jahr 2005 veröffentlicht hat. Deren Autoren schätzen, dass die weltweite Nachfrage nach medizintechnischen Produkten in den Jahren 1991 bis 2001 jährlich um 8,5 Prozent gewachsen ist: Binnen eines Jahrzehnts hat sich das Welthandelsvolumen von 30,1 Milliarden auf 67,7 Milliarden US-Dollar mehr als verdoppelt.



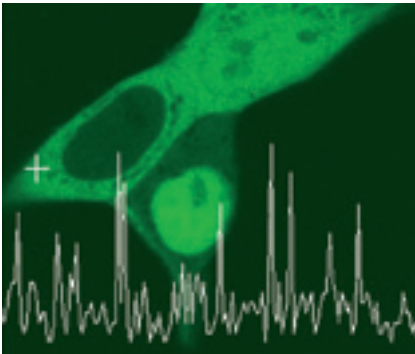
Hirnschnitt (Mehrkanaalaufnahme mit ApoTome).



CAD-Ansicht von kompletten Chromosomen

Ein großer Teil des Kuchens wird auf die molekulare Bildgebung entfallen, davon sind viele Experten überzeugt. So schätzt das Marktforschungsunternehmen Kalorama Information, dass ein anwendungstaugliches PET-Label für die Amyloidplaques von Alzheimer-Patienten einen Marktwert von rund 1,8 Milliarden Dollar hätte – allein während der patentgeschützten Phase. Solche Perspektiven haben Unternehmen und Forschungsinstitute weltweit aufgeschreckt.

Forschung mit Hochdruck. Nicht von ungefähr wurde zum Beispiel an der Harvard University in Boston bereits im Jahr 1994 das Center for Molecular Imaging Research (CMIR) eingerichtet. Gemessen an der Fläche seiner Laborräume hat es seitdem ein gleichfalls explosives Wachstum erfahren. Einige Jahre später zog die kalifornische Konkurrenz nach und richtete ihr Molecular Imaging Program at Stanford (MIPS) ein. Beide Zentren finanzieren sich nicht allein



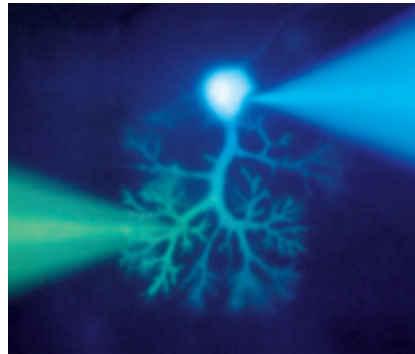
Fluoreszenzfluktuationsanalyse

durch öffentliche Mittel, sondern werden von der Industrie nach Kräften gefördert. Und auch in Japan, Korea und Singapur wird bereits mit Hochdruck geforscht.

Da könnte es als verspätet erscheinen, dass im Jahr 2007 fünf führende Unternehmen, darunter Carl Zeiss, zusammen mit dem Bundesforschungsministerium die deutsche „Innovationsallianz Molekulare Bildgebung“ ins Leben gerufen haben. Ist der Zug vielleicht bereits abgefahren? Michael Schäfers von der Universität Münster sieht das überhaupt nicht so. Deutschland, so meint er, sei in puncto molekulare Bildgebung grundsätzlich gut positioniert.

„Die amerikanischen Zentren sind zwar in der Grundlagenforschung sehr leistungsfähig, unser Vorsprung liegt dagegen immer noch in der starken klinischen Expertise!“

Michael Schäfers



Neuron in der Hirnrinde, Fluoreszenz

Für den Schritt zur medizinischen Anwendung sei genau diese intensive Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis ein nicht zu unterschätzender Vorteil.

Lange Wunschliste. Allerdings müssten die Kliniker eng mit ihren Kollegen aus anderen Disziplinen zusammenarbeiten, so Schäfers weiter: „Es reicht nicht, eine medizinische Fragestellung zu haben. Man braucht auch die Werkzeuge zu ihrer Bearbeitung.“ Und da ist eben auch die Industrie gefragt. Die Wunschliste von Praktikern wie Michael Schäfers oder dem Berliner Forscher Andreas Wunder ist deshalb lang: So müssten zum Beispiel geeignete Tiermodelle gefunden, Liganden und Labels synthetisiert und die nötigen Detektionstechniken entwickelt werden. Und schließlich brauche es ein Softwaresystem, um die gesammelten Daten visualisieren und analysieren zu können. Dann wird die deutsche Forschung auf dem Gebiet der molekularen Bildgebung jenen Platz einnehmen, den sie früher schon einmal inne hatte: ganz oben auf dem Siegestreppchen.

zur Sache

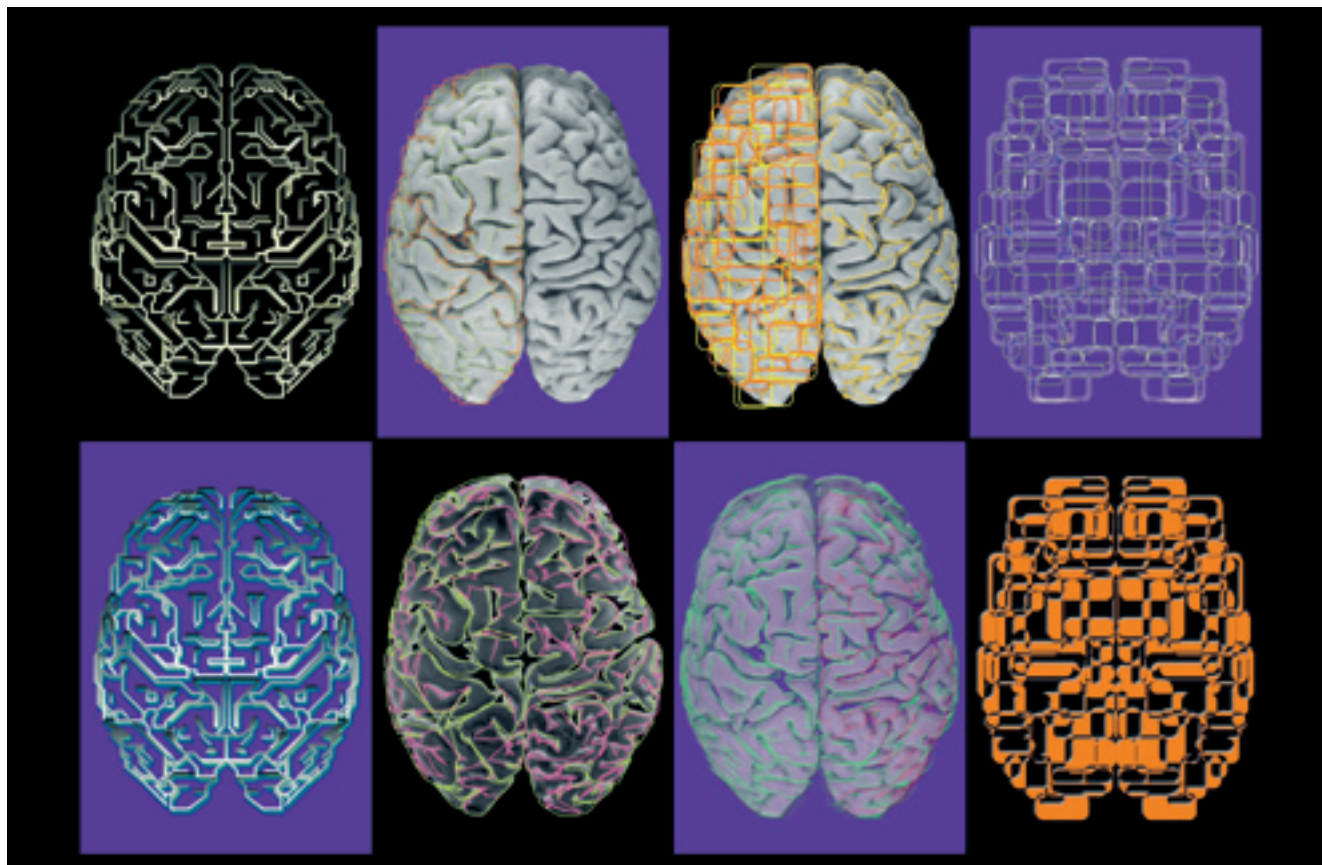
Wirkstoffsuche im Schnelldurchlauf

Wirkstoffe für Medikamente aufzuspüren, war vor wenigen Jahren noch extrem aufwändig. Es galt, aus großen Mengen Molekülen jene Substanzen herauszufiltern, die eine Basis für die Entwicklung neuer Wirkstoffe bilden könnten.

Durch ultra-Hochdurchsatz-Screening (uHTS) können mittlerweile über 100.000 Proben am Tag untersucht werden. In so genannten Mikrotiterplatten mit wenigen Mikrolitern Probenvolumen untersucht man dazu systematisch Proteinstrukturen, denen bei einer Erkrankung eine Schlüsselrolle zukommt. Sie werden auf ihre Wechselwirkung mit potenziellen Wirksubstanzen getestet. Wie bei der molekularen Bildgebung in der Medizin spielen auch hier fluoreszierende Sonden eine zentrale Rolle. Docken sie an den gesuchten Molekülen an, kann man ein schwaches Leuchten messen. Das geschieht blitzschnell und ist genau quantifizierbar. Ein innovatives uHTS-Verfahren wurde zum Beispiel von Carl Zeiss in Jena gemeinsam mit dem Pharmaunternehmen Roche entwickelt und 2005 an die Hamburger Firma Evotec verkauft.

„Die Möglichkeiten sind bei weitem noch nicht

Von Dr. Andreas Wunder,
Forscher an der Berliner Charité



Heidi Cartwright, *Circuit Collage*, Prince of Wales Medical Research Institute, Randwick, Australien, 2000



Optische Technologien sind in der Medizin und in der biomedizinischen Forschung unverzichtbar. In der Vergangenheit leisteten sie wertvolle Beiträge in der klinischen Diagnostik und bei der Entschlüsselung von biologischen Vorgängen. So wurden bereits eine Vielzahl endoskopischer und mikroskopischer Techniken entwickelt, die wichtige Informationen aus dem Körperinneren liefern und es erlauben, biologische Prozesse an

Zellen oder an entnommenen Gewebeproben bei hoher räumlicher Auflösung auf zellulärer bzw. subzellulärer Ebene zu erforschen.

Intensive Forschung und Entwicklung. Im Laufe der vergangenen Jahre ist es zunehmend gelungen, mit optischen Verfahren biologische Prozesse auch nicht-invasiv auf zellulärer/molekularer Ebene darzustellen. Mit dem Begriff der molekularen Bildgebung werden mehrere, teilweise konkurrierende bildgebende Tech-

ausgeschöpft“

niken umschrieben, die es ermöglichen, die biologischen Prozesse im intakten Organismus zu visualisieren. Das wird künftig zu einer früheren und genaueren Diagnostik sowie zu einer spezifischeren Therapie von Erkrankungen führen. Die Voraussetzung ist allerdings eine intensive Forschung und Entwicklung, wie sie auch die im Oktober 2007 in Berlin gestartete Innovationsallianz Molekulare Bildgebung zum Ziel hat.

Das Mausmodell. Nehmen wir ein Beispiel, mit dem wir uns im Centrum für Schlaganfall-Forschung Berlin (CSB) an der Charité beschäftigen: Wie kann man Entzündungsprozesse im Gehirn nach einem Schlaganfall nicht-invasiv darstellen? Dazu arbeiten wir hier vorerst mit einem Mausmodell. Um Entzündungsprozesse im Gehirn zu visualisieren, müssen zunächst einmal hochspezifische Markersubstanzen entwickelt werden. Der erste Schritt dabei ist die Identifikation geeigneter Zielmoleküle (sogenannte molekulare Targets), die wesentlich am Entzündungsgeschehen beteiligt sind. Im zweiten Schritt werden Moleküle entwickelt, die hochspezifisch an die identifizierten Targets binden (sogenannte Liganden). Im dritten Schritt werden diese Liganden für die Bildgebung markiert, etwa mit Radioisotopen für die Nuklearmedizin oder Fluoreszenzfarbstoffen für die optische Bildgebung.

Optische Methoden bieten bei der Entwicklung solcher Markersubstanzen enorme Vorteile. Sie sind jedoch nicht nur ideale Werkzeuge für die Evaluierung von Targets und Liganden in Modellsystemen, sondern auch

für den Einsatz am Patienten gut geeignet, sofern sich das Zielgewebe nicht zu tief im Körper befindet. Hier haben die optischen Verfahren ihre Grenzen. Andererseits zeichnen sich optische Verfahren durch eine hohe Sensitivität aus: Es können bereits sehr geringe Mengen eines Fluoreszenzfarbstoffes detektiert werden. Durch die vielfältigen mikroskopischen Techniken bieten optische Methoden die Möglichkeit, die Verteilung einer Substanz nicht-invasiv und zusätzlich mit hoher räumlicher Auflösung auf zellulärer bzw. subzellulärer Ebene zu untersuchen. So können schlaganfall-induzierte Entzündungsprozesse nach Injektion eines fluoreszenzmarkierten Entzündungsmarkers nicht-invasiv sowie nach Entnahme von Gewebeprobe(n) (ex-vivo) auf zellulärer Ebene untersucht werden.

In die Tiefe des Gehirns. Ein Beispiel sind die Weißlicht- und Fluoreszenzbilder von einer Maus mit einem Schlaganfall in der linken Hemisphäre (siehe Abbildung Seite 29). Wir hatten der Maus einen Fluoreszenzmarker injiziert, mit dem sich die schlaganfall-induzierten Entzündungsprozesse bildlich darstellen lassen. Selbst tief im Gehirn und durch die Schädelkapsel hindurch lässt sich bei der lebenden Maus die hohe Fluoreszenzintensität über der vom Schlaganfall betroffenen Hemisphäre erkennen (siehe Abbildung Seite 29: Fluoreszenzbild vom Kopf der Maus unten links). Die Aufnahmezeit dieses Bildes betrug nur wenige Sekunden.

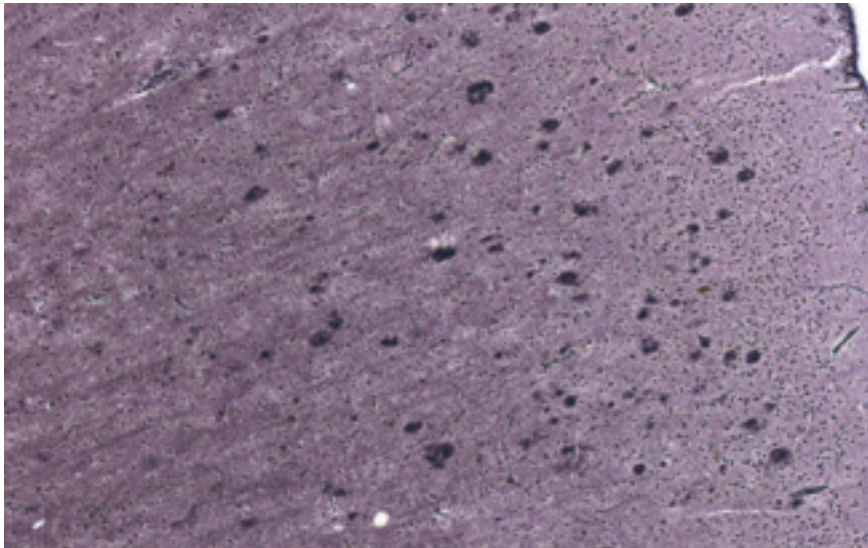
Dass der Fluoreszenzmarker tatsächlich Entzündungsprozesse im Gehirn abbildet, zeigte sich nach der Entnah-

zur Person

Dr. Andreas Wunder



Dr. Andreas Wunder ist Gruppenleiter der Arbeitsgruppe „Molekulare Bildgebung“ im Bereich „Experimentelle Neurologie“ an der Berliner Charité. Andreas Wunder (43) studierte Biologie an der Universität Kaiserslautern. Später habilitierte er am Klinikum Mannheim auf dem Gebiet der experimentellen Medizin. Von 1994 bis 2002 war er wissenschaftlicher Angestellter am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg. Danach wechselte er für zwei Jahre als Research Fellow an das Center for Molecular Imaging Research (CMIR) der Harvard Medical School. 2004 kehrte er nach Deutschland zurück. Zunächst forschte er an der Universitätsklinik Regensburg, seit 2005 an der Berliner Charité und am Centrum für Schlaganfall-Forschung Berlin (CSB).



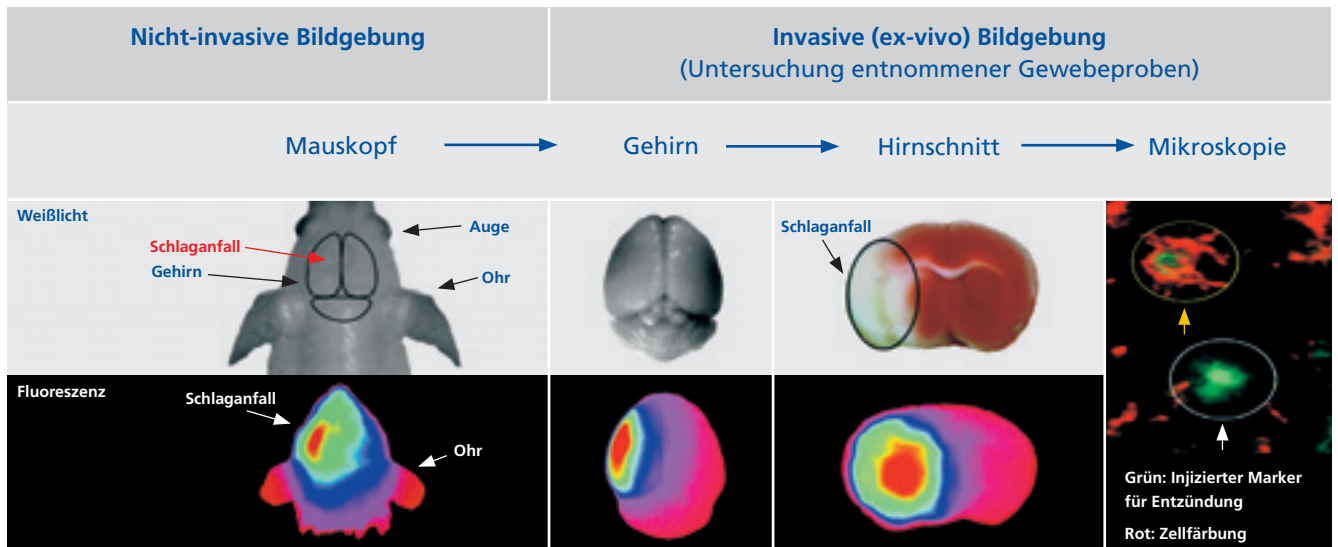
Originalpräparat von Alois Alzheimer, 1907, Präsenile Demenz, Hirnrinde, Bielschowskys Silberimprägnierung. Digitaler Slidescanner MIRAX.

me von Gewebeproben. Es gelang der Nachweis des Markers im von dem Schlaganfall betroffenen Gewebe (siehe Abbildung Seite 29: Hirnschnitt; das Schlaganfallgewebe ist nach einer Lebendfärbung deutlich schwächer gefärbt als lebendes Gewebe). Darüber hinaus gelang nach Anfertigung von dünnen Gewebeschnitten und spezifischer Zellfärbung – mit Hilfe der Mikroskopie – der Nachweis der Spezifität des Markers auf zellulärer Ebene für bestimmte Entzündungszellen. Die gelb umrandete Zelle ist eine Entzündungszelle, die den Marker gebunden hat und dem gefärbten Subtyp angehört. Die weiß umrandete Zelle ist ebenfalls eine Entzündungszelle, die zu einem anderen Subtyp gehört.

Markieren und untersuchen. Die optischen Technologien sind nicht nur relativ einfach, kostengünstig und schnell, sie bieten darüber hinaus auch die Möglichkeit, mehrere biolo-

gische Prozesse parallel zu untersuchen. Dazu werden die verschiedenen Markersubstanzen mit den unterschiedlichen Fluoreszenzfarbstoffen markiert und dann getrennt detektiert (sogenanntes Multichannel-Imaging). Diese Technik kann auch dann eingesetzt werden, wenn Markersubstanzen auf ihre Spezifität getestet werden sollen: Bei einer Vielzahl von Erkrankungen, wie beispielsweise Tumoren oder Entzündungsprozessen, kommt es zu einer Störung der Blut-Gewebeschanke. Dies führt zu einer unspezifischen Anreicherung von Substanzen in den betroffenen Geweben. Damit geht ein nicht unwesentlicher Teil des detektierten Signals auf unspezifische Anreicherung zurück. Um diesen Anteil abschätzen zu können, kann man per Multichannel-Imaging eine unspezifische Markersubstanz und die spezifische Markersubstanz mit den unterschiedlichen Fluoreszenzfarbstoffen markieren und parallel untersuchen.

Die neuen Filtersysteme. Doch damit sind die Möglichkeiten der optischen Techniken bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Verbesserte Fluoreszenzfarbstoffe, die weniger ausbleichen oder eine höhere Fluoreszenzquantenausbeute haben, können Messungen noch sensitiver machen. Nötig sind auch neue Filtersysteme, die das Anregungslicht und das Fluoreszenzlicht besser trennen bzw. eine verbesserte Messung mehrerer Fluoreszenzfarbstoffe gleichzeitig ermöglichen. Auch auf dem Gebiet der bildgebenden Systeme wird künftig noch viel passieren. Beispielsweise durch Entwicklung von neuen Fluoreszenztomographiesystemen die dreidimensionale und quantitative Datensätze liefern und an die Bedürfnisse für den Einsatz in Modellsystemen und an Patienten angepasst sind. Diese Beispiele zeigen, dass optische Technologien ein enormes Entwicklungspotenzial für die Zukunft besitzen.



Weißlicht- und Fluoreszenzbilder einer Maus mit einem Schlaganfall in der linken Hemisphäre nach Injektion eines Fluoreszenzmarkers zur spezifischen Visualisierung von schlaganfall-induzierten Entzündungsprozessen.

Wie anhand der hohen Fluoreszenzintensität über der vom Schlaganfall betroffenen Hemisphäre zu erkennen (siehe Fluoreszenzbild vom Kopf der Maus unten links) kann der Fluoreszenzmarker selbst tief im Gehirn durch die Schädelkapsel nicht-invasiv und mit hoher Sensitivität detektiert werden. Die Aufnahmezeit dieses Bildes betrug nur wenige Sekunden.

Nach Entnahme von Gewebeprobe(n) gelingt der Nachweis des Markers im vom Schlaganfall betroffenen Gewebe (siehe Hirnschnitt; das Schlaganfallgewebe ist nach einer Lebendfärbung deutlich schwächer gefärbt als lebendes Gewebe). Darüber hinaus gelingt nach Anfertigung von dünnen Gewebeschnitten und spezifischer Zellfärbung für bestimmte Entzündungszellen mit Hilfe der Mikroskopie die Identifikation von Zelltypen die der Marker bindet und damit der Nachweis der Spezifität des Markers auf zellulärer Ebene.

Die gelb umrandete Zelle ist eine Entzündungszelle, die den Marker gebunden hat und dem gefärbten Subtyp angehört, die weiß umrandete Zelle ist ebenfalls eine Entzündungszelle, die zu einem anderen Subtyp gehört.

Neue Projektorensysteme in Planetarien laden zu virtuellen Abenteuern in den Tiefen des Kosmos ein.

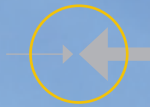
Heranrasende Eis- und Gesteinsbrocken zwingen den Piloten des Raumschiffs zu raschen Ausweichmanövern, bei denen die Passagiere in ihren Sitzen kräftig durchgerüttelt werden...

Der **Ritt** auf dem Kometenkern

Schrirende Alarmsirenen warnen vor drohenden Kollisionen, und schließlich füllt der Kometenkern das ganze Gesichtsfeld der Panoramakuppel, die sich über dem Betrachter wölbt. Ein letztes Mal donnern die Triebwerke, Rauchschwaden trüben die Sicht. Dann herrscht eine wahrhaft eisige Stille. Der Raumkreuzer Walther Bauersfeld ist mit rund 200 Passagieren an Bord auf dem eisigen Kern des Kometen Shoemaker Levy 9 gelandet.



Virtuelle Raumflüge in die Tiefen des Kosmos



Während der nächsten Minuten werden die Lehnstuhl-Raumfahrer um mehr als 50 Jahre „altern“. Im Zeitraffer treiben sie auf dem Kometen durch das Sonnensystem, bis sie beim Vorbeiflug am Riesenplaneten Jupiter auf eine neue Bahn geschleudert werden. Nach ein paar Schleifen um den Jupiter wird der fliegende Eisberg schließlich von dessen Gezeitenkräften auseinandergerissen, und am Ende stürzen die Trümmer in die von Stürmen gepeitschte Atmosphäre des Riesenplaneten. Erst in buchstäblich letzter Minute können sich die Raumfahrer in ein neues Welt-raumabenteuer retten...

Die Zukunft hat schon begonnen. Bis auf die Nebelschwaden sowie die Rüttel- und Schütteleffekte, die man bislang nur von Space-Simulatoren in Freizeit-Parks kennt, ließe sich eine solche Show bereits mit heutigen Planetarien von Carl Zeiss präsentieren. Dabei sollte das Planetarium ursprünglich nur ein Gerät sein, das die Bewegungen am irdischen Himmel nachvollziehen konnte. Das zumindest hatte Oskar von Miller, der Gründer des Deutschen Museums in München, bei Carl Zeiss „bestellt“. Professor Walther Bauersfeld, damals Chefingenieur bei Carl Zeiss, über-

raschte seinen Auftraggeber mit dem bahnbrechenden Konzept des Projektionsplanetariums. Mit ihm verbannte er frühere Versuche zur Visualisierung des irdischen Himmels mit allen Bewegungen auch der Planeten endgültig ins Museum und schuf zugleich ein eigenständiges „Sternentheater“.

Seitdem wurde die mit vielen Linsen und Zahnrädern bestückte optisch-mechanische Apparatur zu einem komplexen, hochmodernen Projektionssystem weiter entwickelt, das (fast) keine Wünsche mehr offen lässt. Davon können sich Besucher der Olympiade in Peking (wo 2004 das neue Planetarium in der Xi Zhi Men Wai Street eröffnet wurde) ebenso überzeugen wie Österreich-Urlauber, die nach Judenburg kommen. Von 2008 an ist die neue Technologie von Carl Zeiss auch an mehreren Orten in den USA anzutreffen: Peoria in Illinois, Fort Worth in Texas und in Kingsport, Tennessee. In der japanischen Stadt Nagoya wird in der größten Planetariumskuppel der Welt, die einen Durchmesser von 35 Metern besitzt, der Planetariumsprojektor *UNIVERSARIUM* als Teil eines neuen Wissenschaftszentrums installiert. Fertigstellung des Neubaus: im Jahre 2011.

Glasfaser-Sterne – strahlend wie der echte Himmel. Die inzwischen bei allen Projektorgrößen eingesetzte Glasfaser-Projektion garantiert einen realistischen Sternhimmel, wie er in den lichtverschmutzten Zivilisationszentren kaum mehr zu finden ist. Dank moderner Elektroniksteuerung werden darüber hinaus die Planetenpro-



Sehnsucht Sternenhimmel: Planetarien gewinnen immer mehr Zuspruch.

jektoren nicht mehr zeitraubend über langsam laufende Getriebe in die (nur begrenzt) richtige Position gebracht, sondern durch Schrittmotoren digital angesteuert. Dadurch sind beliebige Zeit- und Ortsreisen innerhalb eines Programms möglich – auch der Ritt auf einem Kometenkern oder der Ausflug auf einen der vielen Monde im Sonnensystem.

Unterstützt werden diese neuen Möglichkeiten der Sternhimmel- und Planetenprojektion wahlweise durch das lasergestützte Ganzkuppelprojektionssystem *powerdome®ADLIP HD* (für All Dome Laser Image Projection High Definition) oder durch das ebenfalls von Carl Zeiss entwickelte System *powerdome®SPACEGATE*. Dessen zwei beziehungsweise fünf – natür-

lich mit hochwertigen ZEISS *DIGIGON* Objektiven ausgestatteten – digitalen Projektoren leuchten die gesamte Kuppelfläche (360° x 180°) gleichmäßig und praktisch ohne erkennbare Übergänge aus. Alternativ können auch zwei oder vier Projektoren der *SXRD*-Technologie (für Silicon Xrystal Reflective Display) eingesetzt werden. Sie verbinden den Erfahrungsschatz von SONY auf dem Gebiet der digitalen Kinoprojektortechnik mit den speziell für die Kuppelprojektion entwickelten ZEISS *DIGIGON* Weitwinkelobjektiven.

Komplexe Elektronik erlaubt eine einfache Bedienung. Die passgenaue Synchronsteuerung von Planetariumsprojektor und Ganzkuppelprojektion in vorproduzierten Programmen und

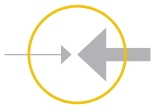
erst recht bei Live-Präsentationen erfordert eine leistungsfähige Software. Dafür bietet Carl Zeiss das *powerdome®*-System an. Hinter diesem Namen verbirgt sich eine übergreifende Steuerplattform, welche die optisch-mechanischen Systeme mit den digitalen Projektoren kombiniert und zugleich sämtliche Bild- und Sounddaten verwaltet. *Powerdome®* wurde in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik in Berlin entwickelt und erlaubt eine intuitive Bedienung, egal ob über das klassische Bedienpanel oder mit Tastatur und Maus. So wird ein nahezu grenzenloses Navigieren im Universum möglich, der nahtlose Übergang vom erdgebundenen Himmelsanblick zu virtuellen Raumflügen in die Tiefen des Kosmos.

Die Entwicklung geht weiter. Damit ist das einstige Planetarium, das ursprünglich für das neu gegründete Deutsche Museum in München entstanden ist, zum Universarium im wahren Wortsinn geworden. Und noch immer hat Carl Zeiss neue Ideen zur Verbesserung und Erweiterung seiner Einsatzmöglichkeiten. Wilfried Lang, Leiter des Geschäftsfelds Planetarien: „Die Ganzkuppel- oder Fulldome-Projektion steckt noch in den Kinderschuhen. Carl Zeiss konzentriert sich auf Projektionslösungen, die eine hohe Bildqualität versprechen. Die Anwendungen werden über die heutigen Planetariumsdarstellungen noch weit hinausgehen. Dazu zählen beispielsweise Entertainment und Wellness.“

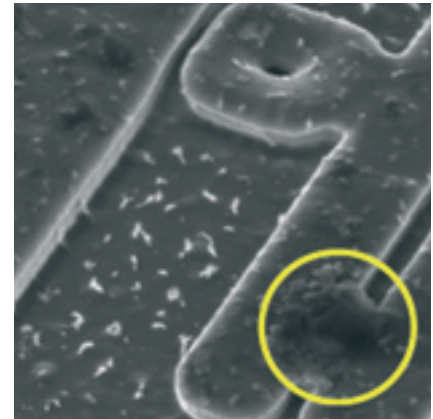
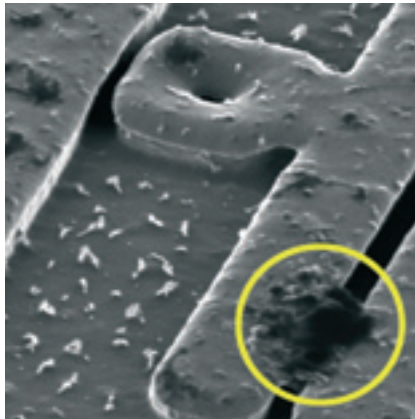
Hermann-Michael Hahn

Scharfes Auge für die Nanowelt

Das neue Helium-Ionen-Mikroskop erzeugt besonders hoch aufgelöste Bilder



Die erste Herausforderung musste **ORION™** gleich bei seiner Anlieferung bestehen. Weil die Türen im Gebäude E am Manfred-von-Ardenne-Ring nicht breit und hoch genug waren, blieb dem „Klotz“ nur der mühsame Weg durchs Fenster. Dank tatkräftiger Unterstützung von engagierten Mitarbeitern, einem Kran und vielen Holzpaletten gelang die schwierige Prozedur mit dem tonnenschweren Instrument am Ende dennoch glücklich. Seit Ende Oktober „thront“ das neuartige Mikroskop mit dem Markennamen **ORION** auf seinem vorgesehenen Platz im Carl Zeiss Innovation Center Dresden.



Darstellung eines Defektes auf einer Halbleiterstruktur mit Helium-Ionen Technologie: Das Helium-Ionen-Mikroskop **ORION™** (links) besticht besonders durch seine brillante Kontrastfähigkeit, die Raster-Elektronenmikroskope mit ihrer sehr hohen Auflösung (rechts) nicht bieten.

Hinter der Sternenbezeichnung verbirgt sich eine bahnbrechende Technologie, die mit Helium-Ionen Bilder aus der Nanowelt generiert, in den Abmessungen von milliardstel Metern das Maß aller Dinge sind. Die Entwicklung geht auf patentierte Arbeiten von ALIS (Peabody, Massachusetts) unter Leitung von Bill Ward zurück. Dieses Start-up Unternehmen wurde von Carl Zeiss SMT im Sommer 2006 erworben und inzwischen vollständig integriert. „Mit dem **ORION** haben wir ein wirklich revolutionäres Produkt auf den Markt gebracht“, freut sich Erfinder Ward, Cheftechnologe der amerikanischen Carl Zeiss SMT, die mittlerweile auch in Peabody, nördlich von Boston, angesiedelt ist. Das Helium-Ionen-Mikroskop im Technopark Nord der sächsischen Hauptstadt ist bislang das einzige dieser Art in Europa. Zusammen mit einem Mikroskop der Cross Beam-Technologie (CrossBeam 1540 EsB), das die Möglichkeiten von Elektronen- und Ionen-

strahlen zur Abbildung und Materialbearbeitung kleinster Teilchen und Strukturen nutzt, bildet es das Herzstück des Innovation Centers, das innerhalb des Verbundprojektes „Nanoanalytik“ die Entwicklung künftiger Chipgenerationen voranbringen soll. An dem Vorhaben, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit zwölf Millionen Euro gefördert wird, sind neben Carl Zeiss SMT auch die Halbleiterhersteller AMD und Qimonda beteiligt.

Immer komplexere Strukturen in immer kleinere Dimensionen. Abbildende Verfahren haben immer wieder die Voraussetzungen für neue Erkenntnisse in den Naturwissenschaften geschaffen. Mit einem intensiven Strahl einzelner Helium-Ionen lassen sich nun Bilder erzeugen, deren Auflösung und Kontrast Maßstäbe setzt. Wichtigster Baustein für das Mikroskop ist eine langlebige Quelle für die Helium-Ionen, in der eine scharfe

Wolfram-Nadel in einem Hochvakuum bei sehr tiefen Temperaturen platziert ist. Die angelegte Hochspannung erzeugt um die Nadelspitze herum ein extrem dichtes elektrisches Feld, dessen Stärke ausreicht, um vorbeifliegende Helium-Atome zu ionisieren. Dabei wird ein Elektron über den Tunneleffekt an die Spitze abgegeben, sodass positiv geladene Helium-Ionen resultieren, die von der Nadel wegbeschleunigt werden. Der Ionenstrahl wird dann durch eine Säule mit einer ganzen Reihe von Fokussier-, Justier- und Abtastelementen geführt, bevor er auf der kaum vorstellbaren Fläche mit einem Durchmesser von nur 0,75 Nanometern gebündelt wird. Hier tastet der Strahl die Probe wie bei einem Rasterelektronenmikroskop Pixel für Pixel ab. „Der Grauwert jedes einzelnen Bildelements wird durch die Anzahl der detektierten Sekundärelektronen bestimmt“, erklärt Ward. Anhand der so genannten Streubirne, die beim Streuen der Helium-Ionen beim Eindringen in die Probe entsteht, lässt sich das Potenzial des neuen Verfahrens abschätzen: Ihr Querschnitt ist deutlich kleiner als bei einem Elektronenstrahl und sorgt für die hohe Auflösung – in dieser Beziehung ist das *ORION* dem Rasterelektronenmikroskop (*SEM*) klar überlegen.

„Die Probengröße liegt bei etwa einem Quadratzentimeter, wobei wir bis zu sechs der Objekte gleichzeitig untersuchen können. Der Wechsel, der weitgehend automatisiert abläuft, dauert unter zehn Minuten, die Abläufe erlauben also einen sehr guten Durchsatz“, betont Dr. Heiko Stegmann, der das Carl Zeiss Team im

Innovation Center Dresden leitet. Zusammen mit den Partnern aus der Chipindustrie arbeitet die Wissenschaftlergruppe an der dreidimensionalen Charakterisierung von Halbleiterstrukturen und neuen Materialien zur Chipproduktion. „Als Hersteller innovativer Mikroprozessoren stehen wir vor der Herausforderung, immer komplexere Strukturen in immer kleineren Dimensionen in höchster Ausbeute fertigen zu müssen“, begründet Dr. Udo Nothelfer, Vice President AMD Fab 36, das Engagement der drei Partner. „Mit den inzwischen erreichten Strukturabmessungen lassen sich heutige Speicherzellen nur noch unter dem Elektronenmikroskop erkennen“, bestätigt auch Frank Prein, Geschäftsführer Qimonda Dresden GmbH und weltweiter Leiter Technologie der Qimonda AG.

Biologische Proben und Halbleiterschips. Das neue Hochleistungsinstrument steht aber nicht nur den Verbundpartnern offen, sondern allen interessierten Firmen und Instituten im Raum Dresden. Sämtliche rund 250 Mitglieder des Netzwerkes Silicon Saxony, zu dem beispielsweise die TU Dresden oder das Fraunhofer-Center Nanoelektronische Technologien CNT gehören, können Anwendungsfragen der Nanotechnologie stellen und beantworten lassen. Darüber hinaus werden aktuell in Dresden biologische Proben des Naturwissenschaftlichen und Medizinischen Institutes an der Universität Tübingen (NMI) untersucht.

Strategische Partnerschaften. Nicht nur führende Unternehmen der Mikroelektronik in Europa nutzen das



Tonnenschweres Hochleistungsinstrument: das Helium-Ionen-Mikroskop *ORION*TM

neue Präzisionsinstrument von Carl Zeiss, auch jenseits des Atlantiks ist das Interesse enorm. Erste Systeme wurden erfolgreich bei Schlüsselkunden installiert, so wie am National Institute for Standards and Technology in Gaithersburg (Maryland). Auch die Universität Harvard (Cambridge, Massachusetts) setzt für ihr Center for Nanoscale Systems (CNS) auf Technologie von Carl Zeiss. Gleich acht Elektronen- und Ionenmikroskope, darunter auch ein *ORION*, hat Harvard bei Carl Zeiss SMT bestellt. „Dieser Auftrag, der gleichzeitig eine langfristige strategische Partnerschaft für unseren Konzern bedeutet, ist eine große Ehre und Auszeichnung“, so Dr. Dirk Stenkamp, Vorstandsmitglied von Carl Zeiss SMT. Bleibt nur zu hoffen, dass im CNS „die wissenschaftlichen Schwergewichte“ auch durch die Türen passen.

Klaus Jopp

Die Weitsicht einer kleinen Box



Sieht, was dem menschlichen Auge verborgen ist: das UCM.



Der Monitor stellt die Umgebung dar.

Die neue Wärmebildkamera **UCM** macht unsichtbare Wärmestrahlung sichtbar.

Ein graubrauner Mantel legt sich über endlose Furchen und Krater. Dichter Staub saugt das Tageslicht auf. Überdimensionale Bagger mühen sich wie Riesenspielzeuge mit ihren tonnenschweren Schaufeln über die Halde, kratzen die oberen Gesteinsschichten ab, legen Kohleflöze frei. Der fossile Brennstoff liegt oberflächennah, so dass im Tagebau abgebaut werden kann. Der gewaltige Hunger der Welt nach Kohle lässt die Mega-Bagger und Muldenkipper 24 Stunden am Tag arbeiten, 365 Tage im Jahr: Südafrika ist im Rohstoff-Rausch. Das Land verfügt über nach-

gewiesene Kohlereserven von 28,2 Milliarden Tonnen, die geschätzten Ressourcen liegen bei etwa 115 Milliarden Tonnen. Südafrika ist weltweit sechstgrößter Kohleproduzent und viertgrößter Kohleexporteur. Die Förderbedingungen sind günstig: Tagebau und geringe Tiefen machen die einheimische Steinkohle zu einem international bedeutenden Exportgut – wenn die Bedingungen stimmen. Dunkelheit, Dreck, Staub und Nebel nehmen den Fahrern der Riesenbagger und 200-Tonnen-Muldenkipper die Sicht. Das ist nicht nur gefährlich, sondern auch ineffizient, denn die Riesengeräte müssen sicher manövrieren, Kohle freilegen und abtransportieren. Um sichtbar zu machen, was das menschliche Auge nicht sieht,



sitzt seit kurzem die ungekühlte Wärmebildkamera *UCM* (Un-Cooled Module) von Carl Zeiss in einer handtellergroßen Box starr montiert an der Fahrerkabine. Das *UCM* erkennt geringste Temperaturunterschiede und stellt diese als sichtbares Bild dar. „Un-Cooled“ bedeutet dabei, dass der Infrarotdetektor im Inneren der *UCM* nicht gekühlt werden muss und sofort einsatzbereit ist.

Die Kamera im Miniaturformat besitzt eine thermische Auflösung von 0,06 Grad Celsius und stellt die Wärmebilder wahlweise schwarzweiß oder in Falschfarben dar – in Echtzeit. Ihre hohe Empfindlichkeit ermöglicht es dem Leichtgewicht von rund 200 Gramm, informative Bilder

selbst dann zu erzeugen, wenn normale Kameras blind sind: bei Nacht oder schlechten Licht- und Wetterverhältnissen. Im Gegensatz zu Röntgenstrahlen, welche die Gegenstände durchdringen, erfasst die vom *UCM* genutzte Infrarotstrahlung die Spektralregion zwischen 7–14 Mikrometer und damit geringste, unsichtbare Wärmeunterschiede jedes Körpers. Aus einem nichts sagenden Rohbild wird ein Bild erzeugt und auf dem Monitor dargestellt. Dabei ist der Stromverbrauch so gering, dass das *UCM* auch mittels Batterie betrieben werden kann.

Mehr Informationen unter:
www.zeiss.de/innovation

Das Entdecken komplexer Sehfehler



Straßenansicht ohne die Brillenglasoptimierung i.Scription®.

Mit neuen Messverfahren und einem ganz neuen Typ der Brillenglasoptimierung für nahezu alle ZEISS Brillengläser, lassen sich komplexe Sehfehler verringern.

Bei Licht betrachtet sind die Dinge klar. Doch kaum dämmt es, verschwimmen die Konturen. Diese Erfahrung machen nicht wenige Brillenträger, vor allem beim Autofahren. Der Grund: Normale Brillen können ausschließlich einfache Sehfehler korrigieren, zumal nur diese bei den üblichen Sehtests zu erkennen sind. Mit dem Messverfahren der Wellenfrontmessung und der daraus entwickelten Brillenglasoptimierung *i.Scription*® lassen sich auch komplexe Sehfehler entdecken, und der Augenoptiker kann seinen Kunden eine wesentlich bessere Korrektur als bisher anbieten. Aus Sicht eines Wissenschaftlers ist das Auge ein klägliches

Sehinstrument. „Würde mir jemand ein optisches Gerät mit solchen Fehlern anbieten, würde ich es in aller Deutlichkeit zurückweisen“, sagte Hermann von Helmholtz. Der Arzt und Naturwissenschaftler hatte im 19. Jahrhundert den Augenspiegel zum Betrachten der Netzhaut und das Ophthalmometer zum Messen der Hornhautkrümmung erfunden und wusste, wovon er sprach. Die Brille gab es damals schon lange, sie war 1750 erfunden worden. Man korrigierte damit Kurzsichtigkeit, Weitsichtigkeit und den Astigmatismus, die krankhaft veränderte Krümmung der Hornhaut. Dies sind einfache Sehfehler, die sich mit einer Brille gut korrigieren lassen.

Etwa die Hälfte aller Menschen sieht nicht optimal. Die meisten von ihnen sind kurz- oder weitsichtig, aber nicht jede Fehlsichtigkeit lässt sich mit ei-

nem zu langen oder zu kurzen Augapfel oder einer verkrümmten Hornhaut erklären. Komplexere Brechungsfehler, so genannte Fehler höherer Ordnung, kennt man bei allen optischen Systemen. Sie treten auch beim Auge auf und sind noch dazu für jeden Menschen ganz individuell. Die herkömmliche Brillenglasbestimmung (Subjektive Refraktion) deckt nur einfache Sehfehler auf. Dabei versucht der Kunde auf einer hell erleuchteten Tafel, die dafür verantwortlich ist, dass die Pupille kleiner wird, immer kleinere Ziffern und Buchstaben zu erkennen. So wird nur die Sehleistung bei optimalem Licht berücksichtigt. Die Sehfehler höherer Ordnung sind von größerer Bedeutung, wenn die Pupille weit geöffnet ist. Das erklärt, warum ein Brillenträger tagsüber möglicherweise keine Probleme hat; in der Dämmerung oder nachts, wenn die



Das gleiche Motiv mit *i.Scription*® – deutlich schärfer.



Sehen ist immer mehrdimensional: im Vergleich ohne und mit *i.Scription*.

Pupillen sich weiten, aber alles verschwommener wahrnimmt und sich geblendet fühlt.

In der Wellenfrontmessung fanden die Wissenschaftler von Carl Zeiss den Schlüssel zu einer wesentlich detaillierteren Ermittlung der Sehleistung. Damit war der Weg hin zu einer präziseren Brillenglaskorrektur geebnet. Augenoptiker können nun mit dem Messgerät *i.Profiler*® die Wellen-

frontmessung für die Brillenglasoptimierung nutzen. Der *i.Profiler* projiziert Lichtstrahlen niedriger Intensität auf die Netzhaut, die diese zurückstretet. Stellt das Gerät dabei eine verformte Wellenfront fest, deutet das auf Abbildungsfehler des Auges hin. Der *i.Profiler* ermittelt die Verteilung der Fehler über die gesamte Öffnung der Pupille. Dabei wird die Fehlsichtigkeit auf Hunderstel-Dioptrien genau gemessen – 25mal so präzise wie bisher. Aus diesen Messwerten lässt sich auch erkennen, wie die Bedingungen bei Dämmerung und Dunkelheit sind und welche Sehfehler höherer Ordnung das Auge aufweist. Mit den *i.Profiler* Daten und den Werten der herkömmlichen Refraktion wird die Brillenglasoptimierung *i.Scription* berechnet. Dazu haben die Brillenglas-Designer bei Carl Zeiss einen speziellen Algorithmus entwickelt. *i.Scription* verhilft den

Kunden vielfach zu einem erheblich verbesserten Seherlebnis. So freut sich die glückliche Besitzerin einer Brille mit *i.Scription* Optimierung im Weblog „Besser sehen“: „Vor allem jetzt, wenn es viel früher dunkel wird, ist das Sehen genial klar. Kann ich nur empfehlen, es hat sich gelohnt.“ Und ihr Optiker Niels Rebin, der in Liechtenstein ein Relaxed Vision Center betreibt – nur in diesen Centern gibt es *i.Scription* – schreibt in seinem Rückblick auf drei Monate mit der neuen Technologie: „Ich muss sagen: Ich bin begeistert.“ Begeistert, wie er noch anfügt, vor allem von der Begeisterung seiner Kunden.

Augenoptiker, die *i.Scription* anbieten, finden Sie unter:
www.zeiss.de/i.scription

Ursula Walther

Report





Beim **Licht** eines Streichholzes

Bilder aus der Mongolei –
Fotografiert mit der Zeiss Ikon

Viermal so groß wie Deutschland und nur 2,5 Millionen Einwohner, von denen ein Drittel in der Hauptstadt Ulan-Bator lebt – das ist die Mongolei, Land der Steppe zwischen Russland im Norden und China im Süden. Vom Fuß der Viertausender des Altaigebirges im Nordwesten bis hinein in die Wüste Gobi im Südosten dehnen sich grandiose Landschaften aus:

Fotos von Sven Zellner





Gebirgswaldsteppen, Grassteppen, Halbwüsten. Die Hälfte des Landes ist davon bedeckt. 5,3 Millionen Hektar bilden seit 1990 eines der größten Biosphärenreservate der Erde. Das Gebiet teilen sich Schneeleopard, Gobi-Bär, Baktrisches Kamel und Saiga-Antilope mit 400 Menschen in einer Handvoll Siedlungen. In der Regel bestehen sie

aus einigen „Ger“, wie die Jurten auf Mongolisch heißen. In der Endlosigkeit dieser Weite sind sie kaum auszumachen, scheinen sich unter dem hohen Himmel hinzuducken, vor dem flimmernden Dunst von 40 Grad Celsius Mittagshitze oder den gelbgrauen Wolken, die den feinen, alles durchdringenden Staub des nächsten Sandsturms ankündigen.



Sprache und Lebensweise verstehen



Kulturelle Rückbesinnung.

Als erster Staat in Asien löste sich die Mongolei 1990 vom Kommunismus und seiner 70jährigen Planwirtschaft. Unter demokratischer Verfassung kehrte die Bevölkerung zu ihrer alten Kultur, ihren Traditionen zurück. Ein Teil nahm wieder die überlieferte Existenz- und Erwerbsform der nomadisierenden Viehzucht auf, mit der man, angepasst an die kargen Böden und extremen Klimabedingungen, vor Einführung von Zwangssesshaftigkeit und Kollektivierung frei und ungebunden gelebt und überlebt hatte.

Dieser Menschenschlag – selbstbewusst, offen und gastfreundlich – hat es Sven Zellner angetan. Hier hat der deutsche Fotograf neue Freunde gefunden. Zu ihnen kehrt er immer wieder zurück. Er hat ihre Lebensweise, ihre Sprache verstehen gelernt. Das erleichtert ihm Exkursionen und Entdeckungen, zu denen er immer wieder mit seiner Kamera aufbricht, abseits touristischer Routen. Mal benutzt er den Postbus, mal fährt er in einem der hochbepackten Lastwagen mit, die über weite Strecken Orte und Städte verbinden. Zuweilen, wenn es den Freunden möglich ist, geht es auch unter ihrer kundigen Führung querfeldein.

Pause bei der gefährlichen Suche nach Gold. Die Goldgräber treiben Tunnel und Schächte in den steinigen Boden der Gobi.



Nachdem der Ringer beim Naadam Fest, einem mongolischen Volksfest, gewonnen hat, präsentiert er sich dem Publikum.

Tagebuchnotiz. „Keine Straßen, keine Wegweiser, nicht einmal ausgefahrene Pisten! Mit bewundernswerter Sicherheit finden sich meine Begleiter dennoch zurecht. Wir erreichen maximal 30 Stundenkilometer und werden von unserem Geländewagen pausenlos durchgeschüttelt. Auf dem Boden stapeln sich Wasserflaschen und Äpfel, unsere Verpflegungsvorräte während der Fahrt. Ab und zu ziehen Nomaden vorbei, das gesamte Hab und Gut auf dem Rücken ihrer Kamele. Hin und wieder können wir in der Ferne auch eine Herde ausmachen. Mit der einsetzenden Dämmerung steuern wir darauf zu, erreichen die Jurten ihrer Besitzer, werden gastfreundlich aufgenommen. Das einfache Abendessen

besteht aus gekochtem Hammelfleisch, ergänzt von einer Art Jogurt und Käse aus der Milch ihrer Schafe und Ziegen, Kamele und Pferde. In der Nacht werden die Tiere nah bei der „Ger“ gehalten, denn wir hören die Wölfe heulen. Wir essen und schlafen auf dem Boden der Ger, die nur über einen großen Raum verfügt. In seiner Mitte lodert in einem einfachen Blechbehälter das Feuer. Geheizt wird mit dem getrockneten Dung der Tiere. In der Steppe gibt es so gut wie kein Brennholz. Das Wasser wird aus tiefen Brunnen geschöpft. Der sparsame Verbrauch ist selbstverständlich. Entsprechend flüchtig fällt auch die Morgentoilette aus. Danach geht es im ersten Sonnenlicht weiter...“

Sven Zellner besuchte im Spätsommer 2007 die „Ninjas“, die Goldgräber der Mongolei. Der Name ist eine Anspielung auf die „Ninja-Turtles“, erinnern die Männer doch an diese Comicfiguren, wenn sie ihre großen Metallschüsseln zum Goldwaschen auf dem Rücken tragen. Vielleicht bedeutet die Bezeichnung aber auch mehr! Unsichtbar unter der Erde und meist auch illegal, führen die Goldgräber nach ihrer Auffassung einen Kampf für eine gerechte Sache. Sven Zellner hat sie mit seiner *Zeiss Ikon* fotografiert, während der Arbeit,

während einer Zigarettenpause, sieben Meter unter der Erde. Dabei musste das Aufflammen eines Streichholzes als Lichtquelle genügen.

Zukunftsprobleme. Mit den „Ninjas“ offenbart sich ein Problem, das die Natur der Steppenlandschaft und die Kultur der mongolischen Nomaden gefährdet: Als im Gebiet der Gobi eines der größten Goldvorkommen der Erde entdeckt wurde, der Staat aber nicht über die Mittel und Technik für den Abbau verfügte, wurden die Schürfrechte an ausländische Fir-

men veräußert. Die fremde Ausbeutung löste landauf landab in den Jurten Empörung aus. Nach dem ungeschriebenen Gesetz der Steppe gehört das, was der karge Boden bietet, denen, die auf und von ihm leben. Es gehört gerecht geteilt. Dieses Teilen ist das uralte Überlebensprinzip und somit ein hohes Gut im Selbstverständnis. Die Nomaden fordern ihren Anteil an den Bodenschätzen. Manche beginnen auf eigene Faust nach Gold zu graben, treiben ungesichert Gruben und Stollen in die Erde. Die Unglücke häufen sich.

Sorge verursacht ebenso der hohe Wasserverbrauch und der Eintrag giftiger Chemikalien, den die Goldgewinnung sowohl im industriellen wie manuellen Stil mit sich bringt. Schon zeigen sich Auswirkungen. Das Trinkwasser wird knapp, die einzigartige Flora und Fauna leidet.

Die Fotos, die Sven Zellner aus der Mongolei mitgebracht hat, sind mit einer *Zeiss Ikon* und den Objektiven *Biogon 2,0/35 mm* und dem *Sonnar C 1,5/50 mm* entstanden. Sven Zellner schwört auf die robuste Qualität und gute Handhabung der Kamera, die ihn auch nach häufig unsanftem Transport weder im Standsturm noch bei heftigen Regengüssen im Stich gelassen hat. Er setzt sie vorrangig für spontane Dokumentationen ein. So beinhaltet die Bildausbeute nicht nur eindrucksvolle Landschaftswiedergabe, sondern mit gleicher Sensibilität auch die Realität, die sich hinter der schönen Seite dieses sehenswerten Landes auf tut.



Müde und erschöpft: Ein Nomadenkind nach getaner Arbeit in der Jurte.

Manfred Schindler



Heiliger Ort: Die Felsen auf dem Kahn Bogt Berg.

zur Person

Sven Zellner

Länder und Kulturen entdecken und ihre Besonderheiten über den Moment hinaus festhalten, ist ein Leitmotiv des Fotografen Sven Zellner, 30.

Seine Reisen führten den gebürtigen Eckerförder in fast alle Ecken dieser Erde: in die Mongolei, nach Armenien, Israel, Lettland, Polen, Brasilien, Tasmanien, Australien, USA und nach Kanada.

Zwei Mal (1995 und 2000) wurde der Student der Hochschule für Fernsehen und Film in München mit einem zweiten Platz beim renommierten „BBC Wildlife Photographer of the Year“ ausgezeichnet. Zellner veröffentlicht seine Fotografien in zahlreichen Büchern („Bayerischer Wald – Wo Wildnis erwacht“) und Magazinen. Daneben arbeitet er als Kameramann bei Dokumentarfilmen und Spielfilmen.

Aktuelle Projekte von Sven Zellner sind ein neuer Bildband zum Thema Mongolei, Fotoarbeiten für ein Musikvideo und ein Spielfilmprojekt in den USA als Kameramann.

Der Weg zum Augenlicht

Carl Zeiss unterstützt in Indien ein Zentrum für Augenheilkunde



Armut macht blind, und wer blind ist, bleibt arm. So drastisch lässt sich der Teufelskreis beschreiben, dem Menschen in Entwicklungsländern nur mit Hilfe von außen entrinnen können. Viele Menschen können ihr Augenlicht behalten, wenn rechtzeitig etwas dafür getan wird. Das kostet Geld und verlangt Engagement. Die gute Botschaft: Das Engagement gibt es, und das Geld ebenfalls.



Täglich werden mehr als 600 Patienten im Institut betreut.

Beides kommt von der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der Internationalen Gesellschaft zur Verhütung von Blindheit (IABP) und von Unternehmen wie Carl Zeiss. Ihre Vision für die nächsten zwölf Jahre: Vermeidbare Blindheit soll bis 2020 besiegt sein, denn jeder Mensch hat ein Recht auf sein Augenlicht. Alle fünf Sekunden erblindet ein Erwachsener, jede Minute ein Kind, das berichtet die Christoffel Blindenmission. Dieses Schicksal könnte 80 Prozent von ihnen durch Prävention und rechtzeitige Operation erspart bleiben. WHO und IABP riefen daher im Jahr 1999 die Kampagne „Vision 2020 – The Right to Sight“ ins Leben. Das Ziel: Im Jahr 2020 soll niemand mehr an Ursachen erblinden, die sich beseitigen oder verhindern lassen. Damit die Vision keine Utopie bleibt.

Der Mangel an Vitamin A. Die Hälfte aller blinden Menschen leidet am grauen Star (Katarakt) und könnte durch eine Operation geheilt werden. In den Industrieländern ist diese Operation seit Jahren Routine. In Entwicklungsländern kostet sie nur etwa 30 Euro und ist doch für viele Menschen unerschwinglich. Kinder verlieren das Augenlicht oft durch Infektionskrankheiten wie die Flussblindheit oder eine Bindehautentzündung. Auch sie leiden am grauen Star, und Frühgeborene haben nicht selten Netzhautschäden, wie sie bei Diabetes auftreten. Die häufigste Ursache für Blindheit ist bei Kindern der Mangel an Vitamin A, denn für eine gesunde Ernährung fehlt meist das Geld und oft auch das Wissen. Kinder brauchen sauberes Wasser, bessere sanitäre Bedingungen, eine Grund-

versorgung mit Arzneimitteln und Vitaminpräparaten und Gesundheits-erziehung. In den Entwicklungsländern mangelt es an Ärzten, Krankenschwestern und Optikern ebenso wie an technischen und logistischen Voraussetzungen für die augenmedizinische Versorgung. In Deutschland kommt ein Augenarzt auf 13.000 Menschen, in Afrika auf eine Million. Die Ausbildung von Fachleuten ist daher ebenso wichtig wie der Auf- und Ausbau der Infrastruktur.

Der Traum von der Behandlung für alle. Indien gehört zu den besonders betroffenen Ländern. Schon 1987 gründete Gullapalli N. Rao in Hyderabad das L V Prasad Eye Institute, heute ein Zentrum für die Augenheilkunde und medizinische Ausbildung. Der Gründer hatte Augenkliniken in den USA kennengelernt und war beeindruckt. „Es war mein Traum, allen Indern vor ihrer Haustür diese Art von Behandlung anzubieten, unabhängig von ihrem sozialen oder wirtschaftlichen Status.“ Er konnte den Filmmacher L V Prasad für seine Idee gewinnen. Prasad stellte in Hyderabad ein Grundstück zur Verfügung und finanzierte den Aufbau der Einrichtung, die deshalb seinen Namen trägt.

Studie und Stipendien. Heute gehört das L V Prasad Eye Institute zu den wichtigsten Einrichtungen von Vision 2020. Das Krankenhaus behandelt täglich mehr als 600 Patienten – auch kostenlos, falls sie nicht zahlen können – und führt 70 Operationen durch. Die Kinderstation ist die erste derartige Einrichtung in einem Entwicklungsland. Das Institut ist gleichzeitig ein überregionales Zentrum für klinische



Beeindruckende Sehenswürdigkeit in Hyderabad: Der Charminar in der Altstadt.

Forschung und arbeitet gerade an der weltweit größten Patientenstudie zur Hornhauttransplantation. Die angegliederte L V Prasad ZEISS International Academy for Advanced Ophthalmic Education bietet eine sehr praxisnahe Ausbildung und für die besten Studenten ein Stipendium von Carl Zeiss. Ein Ausdruck für die Be-

deutung der Arbeit gegen Blindheit ist die Spende der Carl-Zeiss-Stiftung im Jahr 2004 an das Institut. Das Geld wird für die Ausbildung von Ophthalmochirurgen in Indien verwendet.

Ursula Walther

zur Sache

Vision 2020

Das normale Sehvermögen beträgt in englischsprachigen Ländern 20/20. Das bedeutet: Normalsichtig ist, wer mit 20 Fuß Abstand von der Sehtafel dieselben Buchstaben und Ziffern lesen kann wie die meisten Testpersonen aus dieser Entfernung. Die 2020 im Namen der Kampagne ist also doppeldeutig. Bis zum Jahr 2020 sollen alle Menschen, bei denen sich das mit medizinischen und sozialen Maßnahmen erreichen lässt, normal sehen können.

WHO und IABP

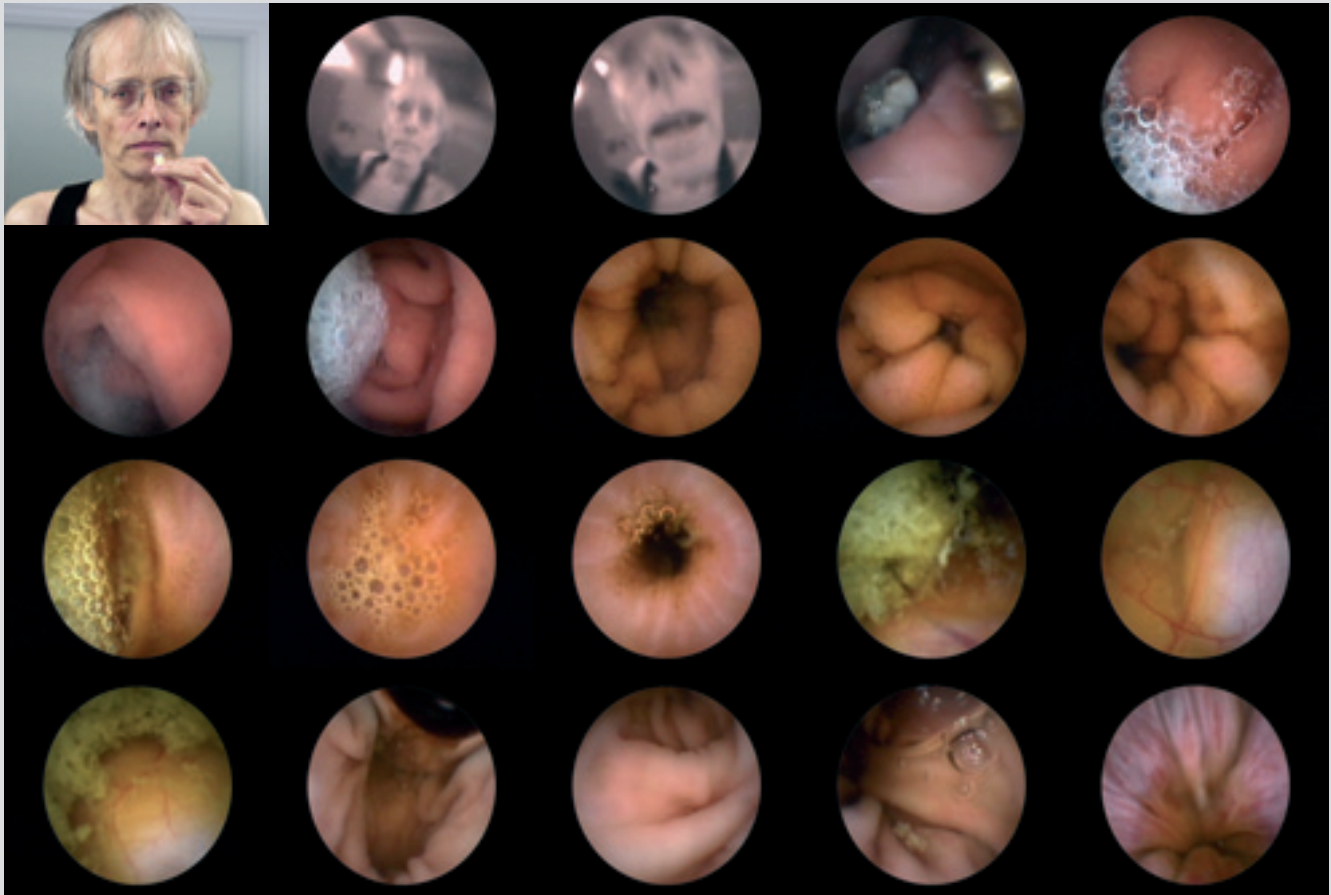
Die Weltgesundheitsorganisation (World Health Organisation) ist eine Organisation der Vereinten Nationen. Seit ihrer Gründung im Jahr 1948 setzt sie sich für gesunde Lebensbedingungen in allen Ländern der Erde ein. 193 Staaten gehören ihr an. Die internationale Gesellschaft zur Verhütung von Blindheit (International Agency for the Prevention of Blindness) bündelt seit 1975 die unterschiedlichsten offiziellen und nichtoffiziellen Institutionen und Gruppen, die sich gegen Erblindung engagieren.

*Informationen unter:
www.iapb.org*

Essay

Reise zum Ich

Der Blick in das Innere des Körpers in der Kunst nach 1960



© VG Bild-Kunst, Bonn 2008

*Timm Ulrichs,
Durchsicht: durchs Ich – Eine endoskopische Reise
Videofilm, Farbe, stumm, 86 Minuten 42 Sekunden
Idee: 1971, Realisation: 2004.*

Timm Ulrichs: „Ich verschlucke eine winzige Kamera, die ihren Weg durch meinen Verdauungskanal dokumentiert. Verschlucken und Ausscheiden des Aufnahmegerätes markieren Anfang und Ende des introspektiv-autobiografischen Films.“

Realzeit der Aufzeichnung: 9 Stunden.

Gurgelnde schmatzende Geräusche dringen aus der Videokabine, die mit einem schwarzen Vorhang vom Ausstellungsraum abgetrennt ist. Neugierig stecken ein paar Besucher ihre Köpfe hinein, bevor sie dann mutig ganz in der Dunkelheit verschwinden. Die Inszenierung dieser intimen Situation ist beabsichtigt, denn hinter dem Vorhang befindet sich die Videoprojektion einer Reise in das Innere des Körpers des Künstlers Timm Ulrichs (*1940). Zu sehen ist die kreisrunde Projektion einer Vorwärtsbewegung in einem dunklen Schlund, die rätselhaft und bedrohlich zugleich erscheint. Um diese introspektiv-biografische Arbeit zu realisieren, hat Ulrichs eine endoskopische Kamera in einer Kapsel geschluckt, die den Weg durch seinen Verdauungskanal dokumentiert. Die Idee zu diesem 86 Minuten dauernden Farbfilm hatte Ulrichs schon 1971, doch damals fehlten noch die technischen Voraussetzungen. Das kapselendoskopische Verfahren, das zur medizinischen Diagnose eingesetzt wird, gibt es nämlich erst seit ein paar Jahren:

„Zutage gefördert werden dabei Bilder, die kein Reiseprospekt bislang anbieten, kein Baedeker erläutern kann“.

Timm Ulrichs

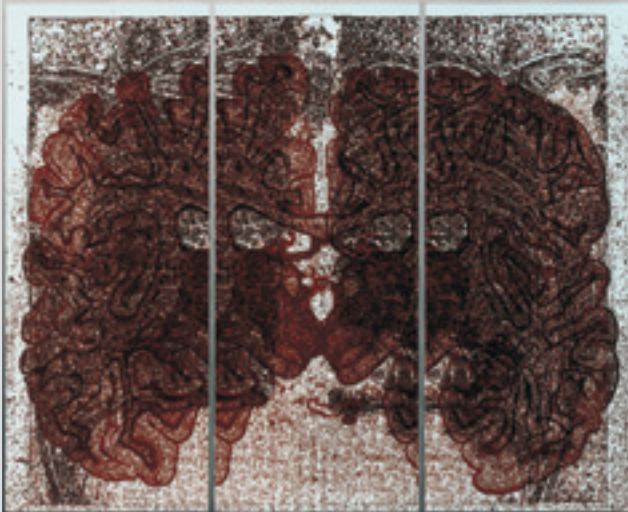
Der Blick in das Innere des Körpers ist ein Wunschtraum der Menschheit, der sich mit den bildgebenden Verfahren der Medizin nun erfüllt. Bis zur Entdeckung der unsichtbaren elektromagnetischen Strahlen durch Wilhelm Konrad Röntgen, blieb der Körper eine Art „Black Box“. Wer nicht bloß das äußere Bild des Menschen erkunden wollte, musste ihn zerlegen. Doch bis in die Renaissance hinein war der Blick in das Innere des menschlichen Körpers mit erheblichen Risiken verbunden. Wollten Künstler die Anatomie des Menschen studieren, mussten sie nachts auf die Richtplätze schleichen und sich der Leiber von Gehenkten bemächtigen. Auch Leonardo da Vinci (1452–1519) soll seinerzeit an solchen unerlaubten Sektionen teilgenommen haben. Kunstwissenschaftler stießen in seinen Tagebüchern auf einen Eintrag, der diese Vermutung bestätigt: „Und wenn dich solche Dinge interessieren, so hindert

dich vielleicht Übelkeit, und wenn diese dich nicht hindert, so hindert dich vielleicht Angst, nachts mit solchen geschundenen und geteilten und schrecklich anzusehenden Toten zu sein...“. Auch später noch, als sich Sektionen einen anerkannten Platz in der Forschung erobert hatten, gelangten vorwiegend die Leichen zum Tode Verurteilter auf die Seziertische der Mediziner.

Die Entdeckung der bildgebenden Verfahren in der Medizin hatte auch einen Einfluss auf die Kunst. Besonders groß wurde das Interesse für naturwissenschaftliche Methoden seit den späten 60er Jahren, da durch die gesellschaftspolitischen Entwicklungen der Körper ins Zentrum künstlerischer Tätigkeit rückte. Mit neuen Kunstrichtungen wie Body Art, Happening und Performances wollte man verkrustete Moralvorstellungen aufbrechen. Der nackte Körper wurde als künstlerisches Material zum politischen Instrument, um das Private öffentlich zu machen. Anfangs ging es in den Performances und Aktionen noch um eine Vergewisserung der eigenen Leiblich- und Geschlechtlichkeit. Mit den 80er Jahren richtete sich das künstlerische Interesse dann verstärkt auf die Gefährdung des Körpers durch Krankheiten.

Timm Ulrichs, der uns in seiner Arbeit „Durchsicht: durchs Ich – Eine endoskopische Reise“ (2004) einen intimen Blick in sein Inneres gewährt, arbeitet schon seit den späten 60er Jahren mit körperbezogenen Aktionen. So ließ er sich für seine Arbeit „Checked Baggage“ (1975–1987) am Flughafen wie ein Gepäckstück auf einem Band durchleuchten und stellte die fotografischen Untersuchungsbefunde später in einer Ausstellung aus.

Viele Künstler verwenden das Röntgenbild als eine Metapher, um die Glaubwürdigkeit von Bildern zu hinterfragen. In ihrer Arbeit „Weltlinie II“ (1997) zeigt die Fotografin Katharina Sieverding (*1944) eine Röntgenaufnahme ihrer Lunge und projiziert darüber den Schnitt ihres Gehirns. Die Arbeit irritiert zunächst den Betrachter, weil man die Bilder nicht klar voneinander trennen kann. Als Tochter eines Radiologen weiß sie, wie zweifelhaft die Interpretation von Röntgenbildern

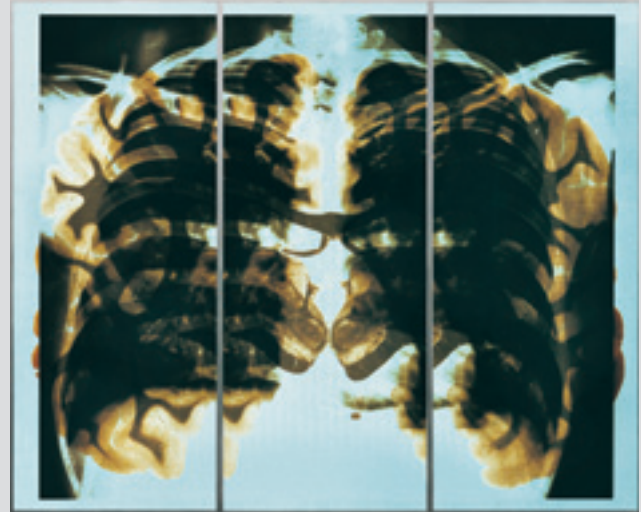


© VG Bild-Kunst, Bonn 2008 © Foto: Klaus Mettig

Katharina Sieverding,
WELTLINIE I, 1997, A/DIA Process,
Acryl, Stahl 300 x 375 cm.

sein kann. Mit ihrer Arbeit fordert sie nicht nur die Sehgewohnheiten des Betrachters heraus, sondern kritisiert auch den Wahrheitsanspruch medizinischer Bildgebungsverfahren. Etwas radikaler formuliert Felix Droese (*1950) seine Kritik, wenn er auf zwei Röntgenbildern mit dicken Pinselstrichen „Alles falsch“ (1990) schreibt.

Wie ein Tier überfällt die endoskopische Kamera den Körper der libanesischen Künstlerin Mona Hatoum (*1952). Sie hat die Bilder einer Magen- und Darmspiegelung zu dem beeindruckenden Video „Corps étranger“ (1994) montiert. Zunächst tastet sich die Kamera über ihren nackten Körper, bis sie in eine der Öffnungen eindringt und die Reise im Inneren fortsetzt. Zu sehen sind zunächst Close-ups ihrer Sinnes- und Geschlechtsorgane, die dann später von Bildern der Organwände und Schleimhäute abgelöst werden. „Ich wollte“, erklärt Mona Hatoum, „dass das Werk zeigt, wie der Körper vom wissenschaftlichen Auge untersucht, befallen, verletzt, dekonstruiert wird.“



© VG Bild-Kunst, Bonn 2008 © Foto: Klaus Mettig

Katharina Sieverding,
WELTLINIE II, 1997, A/DIA Process
Acryl, Stahl 300 x 375 cm.

Künstler, die Bilder ihres Inneren in Ausstellungen zeigen, provozieren natürlich immer Fragen nach der Grenze zwischen Privatem und Öffentlichem. Am radikalsten hat das vielleicht bisher der australische Performance-Künstler Stelarc (*1946) in seinem Werk getan. Für seine Arbeit „Stomach Sculpture“ (1993) hat er seinen Magen zu einem Ausstellungsraum erklärt. So verschluckte er eine Kapsel von 50 x 14 mm verbunden mit einer Kontrolleinheit. Im Inneren seines Magens entfaltete sich aus der Kapsel eine Skulptur von 80 x 55 mm, die summt, piepst und Lichtzeichen von sich gab. Die Aktion wurde von der endoskopischen Kamera aufgezeichnet.

Die Bilder der Medizin haben auf Künstler schon lange eine besondere Faszination ausgeübt. Bei Jean-Michel Basquiat (1960–1988) war es die Beschäftigung mit dem Anatomie-Atlas „Gray’s Anatomy Textbook“, die sein zeichnerisches Werk beeinflusste. Seine Mutter hatte ihm dieses amerikanische Standardwerk der Medizin 1968 mitgebracht, als er nach einem Verkehrsunfall im Krankenhaus lag. In jüngster Zeit haben



Timm Ulrichs,
Reise zum Mittelpunkt des Ichs; 1995/97; Videofilm, schwarzweiß, stumm, 7 Minuten 53 Sekunden
 Digitale 3D-Visualisierung des tiefsten Punktes vom Kopf des Künstlers mittels automatischer Segmentierung und Volume-Rendering (Ray-Casting) auf der Basis einer kernspintomographischen Aufnahme und Fixierung der errechneten Markierungspunkte auf der Kopfhaut durch Tätowierung.

neben Abbildungen in Büchern neue bildgebende Verfahren in der Medizin eine immer größer werdende Bedeutung erlangt. Besonders faszinierend erscheint für viele Künstler die Kernspintomographie, bei der der Körper scheibchenweise untersucht und aufgenommen wird. Timm Ulrichs hat diese Technik zu einer Video-Arbeit „Reise zum Mittelpunkt des Ichs“ (1997) inspiriert, die auf der Rekonstruktion der Kernspintomographie seines Schädels basiert.

Die Künstlerin Marilène Oliver (*1977) hat mit Hilfe der Kernspintomographie ihre gesamte Familie vermessen. Ihre Porträts im Format 192 x 50 x 70 cm aus der Serie „Family portrait“ (2001) bestehen aus 92 in gleichmäßigen Abständen übereinander geschichteten Plexiglasplatten, auf die sie die medizinischen Bilder mittels Siebdruckverfahren übertragen hat. Obwohl mit dieser Technik in den Kern des Menschen vorgedrungen wird, kann die bloße Addition der Bilder nicht die Ganzheit wiedergeben. Der menschliche Körper erscheint in ihrer Skulptur nur schemenhaft als graue Silhouette.

Medizinische Bilder werden produziert, um Erkenntnisse über den Menschen zu vermitteln. Mit der Entwicklung neuer Techniken aber sind Fachleute wie Laien gleichermaßen begeistert von der Brillanz und Schönheit der Bilder aus der geheimnisvollen inneren Welt. Die britische Künstlerin Heather Barnett besuchte als „artist in residence“ viele Krankenhäuser und medizinische Einrichtungen, um die Dualität zwischen wissenschaftlichem Erkenntniswert und der Schönheit von medizinischen Bildern zu erkunden. Für ihre neue

Serie „Cellular Wallpaper“ (2000) hat sie die mikroskopischen Bilder von ihren eigenen Zellstrukturen als Vorlage genommen, um daraus Tapetenmuster zu entwickeln. Intimste Absonderungen ihres Körpers, wie der Abstrich des Muttermunds, Blut oder Schweiß werden mikroskopisch untersucht und vergrößert zur Dekoration für den Innenraum. Heather Barnett wirft damit existenzielle Fragen nach dem Ursprung und der Bedeutung menschlichen Lebens auf, die letztlich nicht durch medizinische Bilder, sondern nur philosophisch geklärt werden können.

Timm Ulrichs, der sich zeitlebens in seinem künstlerischen Werk mit der Erkundung des Menschen beschäftigt hat, gelangte zu folgender Erkenntnis:

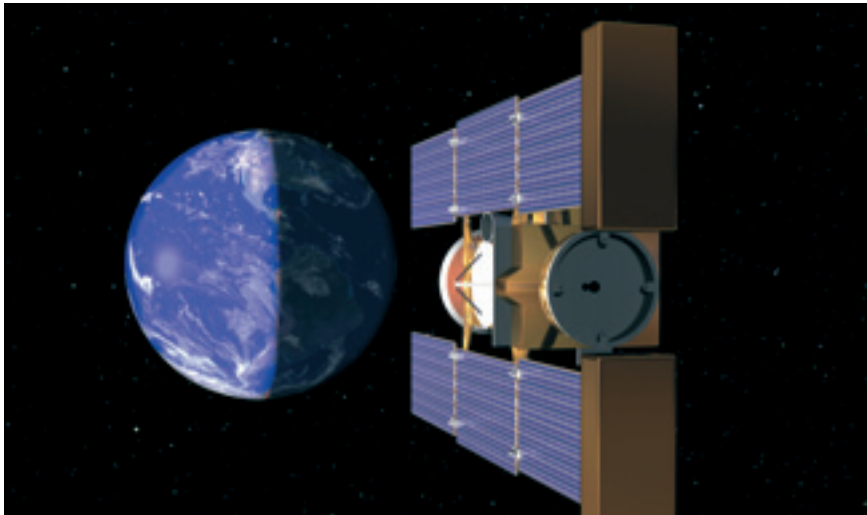
„Je tiefer wir eindringen in uns selbst, je mehr wir uns versenken in unserer Physis und Psyche, um so abgründiger, bodenloser, unheimlicher und befremdlicher erscheinen wir uns selbst, und wir erkennen, was wir sind: Fremdkörper.“

Timm Ulrichs

Dr. Cornelia Gockel

(Geb. 1963) ist Kunstkritikerin und Dozentin für Kunstgeschichte. Sie lehrt als wissenschaftliche Assistentin an der Akademie der Bildenden Künste in München und als Gastdozentin an der University of Newcastle (GB).

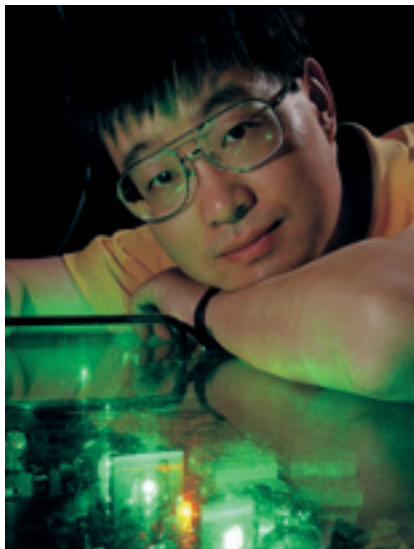
Vorschau auf Innovation 20



<http://stardust.jpl.nasa.gov/photolartist.html>

Interview: Das Stardust-Projekt der NASA ging auf Forschungsreise rund viereinhalb Milliarden Jahre zurück zu den Anfängen des Sonnensystems. Einer der „Reisenden“ war Prof. Dr. Falko Langenhorst von der Universität Jena und Leibniz-Preisträger 2007, der im Interview über die Ergebnisse berichtet.

Leserbefragung: Seit Ausgabe 18 erscheint „Innovation“ im neuen Gewand. Treffen wir damit Ihren Geschmack? In einer Leserbefragung haben Sie die Möglichkeit, Ihr Urteil abzugeben.



Forscherleben: Ahmed Zewail und Eric A. Cornell haben es in den Olymp der Wissenschaften geschafft, sie wurden mit dem Nobelpreis ausgezeichnet. Aber auch über die anderen Preisträger des Carl-Zeiss-Forschungspreises gibt es Neues zu berichten – von Ausgabe 20 an als regelmäßige Rubrik „Forscherleben“.

Impressum

Innovation – Das Magazin von Carl Zeiss
Ausgabe 19, März 2008

Herausgeber:
Carl Zeiss AG, Oberkochen
Konzernfunktion Kommunikation
Jörg Nitschke

Redaktion:
Silke Schmid (Ltg.),
Dr. Dieter Brocksch, Gudrun Vogel
Carl Zeiss AG
Konzernfunktion Kommunikation
Carl-Zeiss-Str. 22
73446 Oberkochen, Germany
innovation@zeiss.de
Tel. +49 7364 20-8208
Fax +49 7364 20-3122

Autoren dieser Ausgabe:
Maren Becker, Manfred Schindler, MSW
Hermann Michael Hahn, Klaus Jopp,
Volker Lange, Carsten Meinke,
Ursula Walther

Konzeption und Gestaltung:
Gesamtkoordination Nicola Schindler
MSW, Manfred Schindler
Werbeagentur OHG, Aalen
www.msw.de

Bildnachweise:
Carl Zeiss,
Titelbild und Seite 16, 18, 23, 25 links:
Hertie-Institut Tübingen
Seite 14, 15: Anand Tiwari, Bananas
Hindu Universität, Varanasi, Indien
Seite 24: Clanggestaltung
Seite 25 rechts: Max-Planck-Institut für
medizinische Forschung, Heidelberg
Seite 26: Heidi Cartwright
Seite 49: www.wikipedia.org, GNU-FDL,
Rainer Haeßner, Februar 2003
Seite 50, 52, 53: VG Bild-Kunst,
Bonn 2008,
Fotos Seite 52: Klaus Mettig
Seite 54 oben: <http://stardust.jpl.nasa.gov/photo/artist.html>,
Seite 54 links: www.istockphoto.com

Druck:
C. Maurer Druck und Verlag,
Geislingen an der Steige

Innovation – Das Magazin von Carl Zeiss
erscheint zweimal jährlich auf Deutsch
und Englisch.

ISSN 1431-8040

Der Inhalt der Beiträge gibt nicht in jedem Fall die Meinung des Herausgebers wieder. Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung von Carl Zeiss.

Sie möchten mehr wissen?

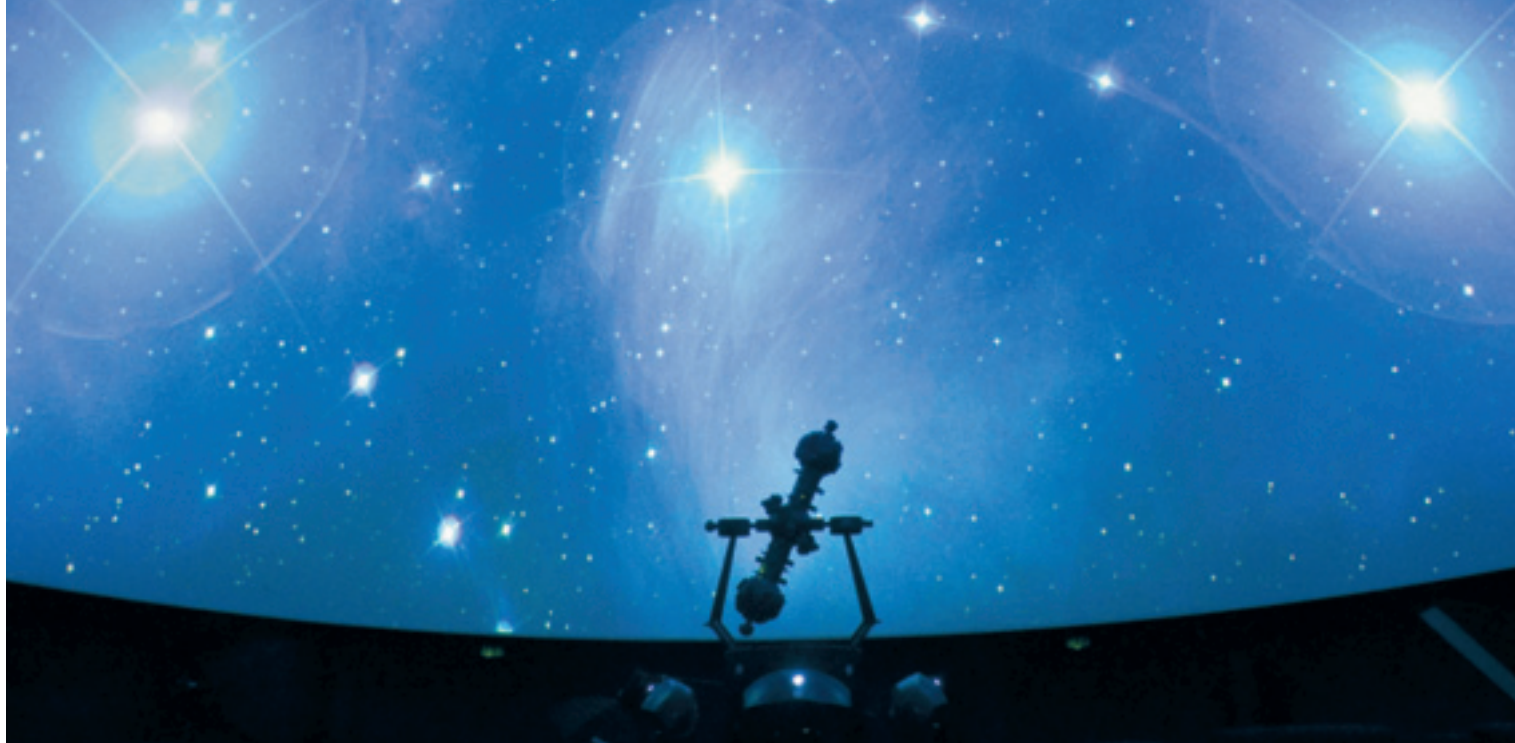


Lead User gesucht!



Sie möchten mehr Innovation?





Sie möchten mehr wissen?

Bitte senden Sie mir folgende Publikationen:

Imagebroschüre Einblicke

- Deutsch
 Englisch

Geschäftsbericht 06/07

- Deutsch
 Englisch

Unternehmen/Institut/Organisation

Nachname, Vorname

Funktion

Straße, Hausnummer

PLZ/Ort

Land

E-Mail

Wenn bekannt: Abo- oder Kundennummer

Fax: 07364 20-3370

Carl Zeiss AG
Redaktion „Innovation“
Renate König

73446 Oberkochen

Lead User gesucht!

Der *cinemizer*, die neue Videobrille von Carl Zeiss, ist Ihr mobiles Kino für unterwegs. In Zukunft können Sie an jedem beliebigen Ort die auf Ihrem videofähigen iPod oder Multimedia-Player gespeicherten Filme sehen.

Bewerben Sie sich mit dieser Postkarte (oder auf www.zeiss.de/cinemizer mit dem Referenz-Code: Innovation) als Lead User. Die ausgewählten Bewerber bekommen den *cinemizer* zugesandt und dürfen ihn 14 Tage lang testen. Anhand eines Fragebogens können Sie anschließend Ihr persönliches Testurteil abgeben. Bitte vergessen Sie nicht Ihre E-Mail-Adresse anzugeben, weil alle weiteren Informationen nur per E-Mail folgen.

- Ja, ich möchte den *cinemizer* testen.

Nachname, Vorname

E-Mail

Fax: 0331 749 19 99

UVA Kommunikation
und Medien GmbH
Karl-Marx-Straße 66

14482 Potsdam

Sie möchten mehr „Innovation“?

Bitte senden Sie mir folgende Publikationen:

Kundenmagazin Innovation

- Deutsch Einmalig
 Englisch Regelmäßig

Unternehmen/Institut/Organisation

Nachname, Vorname

Funktion

Straße, Hausnummer

PLZ/Ort

Land

E-Mail

Wenn bekannt: Abo- oder Kundennummer

Fax: 07364 20-3370

Carl Zeiss AG
Redaktion „Innovation“
Renate König

73446 Oberkochen

Innovation –
Das Magazin von Carl Zeiss
finden Sie im Internet unter
www.zeiss.de/innovation



We make it visible.

