

► **Wenn der Nervenkitz erkrankt:**

Ihr Entdecker, der deutsche Pathologe Rudolf Virchow, hielt die Gliazellen noch für unscheinbare Helfer der Neuronen. Sie seien lediglich eine Art Leim, der die eigentlichen Leistungsträger im Gehirn zusammenhalte. Heute vermutet man jedoch, dass der „Nervenkitz“ auch bei der Informationsverarbeitung eine Rolle spielt. Fehlfunktionen dieser Zellen, die fast 90 Prozent der gesamten Hirnmasse stellen, können ernsthafte Erkrankungen zur Folge haben. Ein internationales Forscherteam wird in den kommenden vier Jahren untersuchen, welche Rolle Gliazell-Defekte bei der Entstehung von Hirnkrankheiten spielen. Das EU-

Projekt ist mit drei Millionen Euro dotiert; Koordinator ist Prof. Dr. Christian Steinhäuser vom Institut für Zelluläre Neurowissenschaften.

► **Streit um die „männlichen Wechseljahre“:**

Für die einen sind die „männlichen Wechseljahre“ eine der wichtigsten medizinischen Entdeckungen der vergangenen zehn Jahre. Für die anderen sind sie nichts weiter als eine Erfindung der Pharmaindustrie, die blendende Geschäfte verspricht. Der Bonner Medizinhistoriker Dr. Hans-Georg Hofer hat die Wurzeln der seit langem kontrovers geführten Diskussion untersucht. Die Frage, ob auch der Mann ein Klimakterium durchläuft, ist kei-

neswegs neu, sondern sorgte schon Anfang des 20. Jahrhunderts für Auseinandersetzungen. Dass die Debatte gerade jetzt wieder so lautstark geführt wird, sei allerdings kein Zeichen, dass Männer heute eher zu ihrem Alter stehen: Die Pharmabranche verkaufe die Hormontherapie als eine Art Jungbrunnen, mit dem Mann die Zeit einfach zurückdrehen könne.

► **Im Verbund gegen psychiatrische Krankheiten:**

Zehn Millionen Euro fließen in den nächsten fünf Jahren in die Erforschung genetischer Grundlagen psychiatrischer Erkrankungen. Sprecher des deutschlandweiten Forschungsverbundes ist Pro-

Zum Raucher geboren?

Genetischer „Buchstabentausch“ macht anfälliger für Nikotinsucht

Eine winzige Änderung in den Genen scheint einen bedeutsamen Einfluss auf die Entwicklung einer Nikotinsucht zu haben. Zu diesem Schluss kommen Forscher der Universitäten Bonn, Gießen und Heidelberg zusammen mit US-Kollegen der Harvard Medical School in einer aktuellen Studie. Darin zeigen sie, welche Rolle zwei Erbanlagen bei der Entstehung der Nikotin-Abhängigkeit spielen. Ist das so genannte TPH1-Gen verändert, werden Betroffene insgesamt häufiger und stärker abhängig. Der Austausch eines einzigen Buchstaben im TPH2-Gen lässt sie dagegen früher zur Zigarette greifen.

gleichzeitig sinkt die Stimmung. Die niedrigere Serotonin-Konzentration ist zudem für einen Nebeneffekt verantwortlich, den wohl jeder Raucher kennt, der schon einmal gegen seine Sucht gekämpft hat: Den erhöhten Appetit in der ersten Phase der Entwöhnung.

Verschiedene Studien berichten denn auch von einer Rolle des TPH1-Gens bei der Entstehung einer Nikotinabhängigkeit. „In jüngerer Zeit gab es an dieser Interpretation aber Kritik“, erklärt der Bonner Psychologe Professor Dr. Martin Reuter. „Wir wollten diesen Befund daher noch einmal in einer breit angelegten Studie überprüfen.“ Zusätzlich nahmen die

Zum Raucher wird man geboren – zumindest teilweise: Auf 50 bis 75 Prozent schätzen Forscher den Einfluss des Erbguts. Den Rest machen Umweltbedingungen wie Stress oder Negativ-Vorbilder aus. Die in der Studie untersuchten TPH-Gene sind wichtig für die Produktion des Hirnbotschafts Serotonin.

Diese Substanz spielt bei emotionalen und kognitiven Prozessen eine wichtige Rolle. Serotonin-Mangel wird mit Depressionen oder Angsterkrankungen in Verbindung gebracht. Er gilt aber auch als Risikofaktor für eine Drogensucht. Auch unter Nikotinentzug verringert sich der Serotonin-Spiegel im Gehirn;

► **Wer vom Glimmstängel nicht loskommt, verdankt das vielleicht zumindest teilweise seinen Erbanlagen.**

www.sparkasse-koelnbonn.de

Unser soziales Engagement: Gut für die Menschen. Gut für Köln und Bonn.



Unternehmen werden nicht nur an ihrem wirtschaftlichen Erfolg gemessen, sondern auch an ihrem Einsatz für das Gemeinwohl. Die Sparkasse KölnBonn versteht sich seit jeher als Partner der Menschen und Unternehmen, nicht nur in Geld- und Finanzfragen. Wir initiieren und unterstützen zahlreiche soziale Projekte in Köln und Bonn – über Spenden oder Sponsoring, aber auch mit unserem Know-how und unseren Mitarbeitern. So werden beispielsweise mit Geldern des PS-Zweckertrags vor allem Vereine, Institutionen und Gruppen gefördert, die sich um Kinder und Jugendliche, Senioren und Behinderte kümmern. Und durch die eigene „Stiftung Jugendhilfe der Sparkasse in Bonn“ unterstützen wir Maßnahmen zur Bekämpfung der Jugendarbeitslosigkeit. Mit unseren jährlichen Zuwendungen zählen wir zu den größten nichtstaatlichen Förderern des Gemeinwohls in unserer Region. **Sparkasse. Gut für Köln und Bonn.**

Sparkasse
KölnBonn

fessor Dr. Markus Nöthen vom Bonner Life&Brain-Zentrum. Die beteiligten Arbeitsgruppen erhoffen sich Einblicke in die Krankheitsursachen. Mittelfristig könnten so auch neue Behandlungsmöglichkeiten entstehen. Psychiatrische Erkrankungen wie Depression, Schizophrenie oder die manisch-depressive Krankheit verursachen erheblichen Leidensdruck. Zudem sind sie extrem häufig: Allein unter einer Depression leiden in Deutschland momentan nach Schätzungen mindestens vier Millionen Menschen. Genetische Faktoren tragen maßgeblich zur Entwicklung dieser Störungen bei. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert das Pro-

jekt zunächst bis Ende 2010. Nach einer Zwischenbegutachtung ist die Weiterförderung bis 2012 geplant.

► **Verbesserte MS-Diagnose:** Die Umgebung erscheint verschwommen, die Finger der linken Hand sind taub – Hinweise auf eine Multiple Sklerose (MS)? Oder klingen die Symptome nach einigen Tagen ab und kehren dann nie wieder? Die so genannte „Magnetresonanz-Spektroskopie“ könnte die Antwort auf diese Frage künftig erleichtern. Mit dieser Methode lässt sich die Konzentration von Stoffwechselprodukten im Gehirn messen. Eine interdisziplinäre Forschergruppe der Universität Bonn hat so 25 Patienten

untersucht, die unter neurologischen Ausfällen litten. Bei neun Patienten entwickelte sich in den Monaten nach der Messung eine Multiple Sklerose. Bei allen hatte die Spektroskopie zuvor deutliche Auffälligkeiten gefunden.

► **Neues Pharmazentrum:** Als erste Hochschule in Nordrhein-Westfalen hat die Universität Bonn ein interdisziplinäres Pharmazentrum gegründet. Ziel der Forscher ist es, die Entwicklung neuer Medikamente vom Labor bis zur Klinik voranzutreiben. Mehr als 20 Arbeitsgruppen aus Medizin und Pharmazie haben sich dieser Aufgabe verschrieben. Weitere Infos: www.pharmazentrum.uni-bonn.de

Forscher die erst 2003 entdeckte Erbanlage für TPH2 unter die Lupe. Sie steht ebenfalls als „Raucher-Gen“ unter Verdacht.

Die Wissenschaftler werteten in ihrer Studie die anonymisierten Daten von mehr als 4.300 Deutschen aus. Darunter waren Raucher und Nichtraucher. Die Testpersonen hatten sich in den vergangenen Jahren für zwei unabhängige genetische Studien zur Verfügung gestellt. Die Teilnehmer der ersten Stichprobe waren im Schnitt 53 Jahre alt, die der zweiten erheblich jünger: Sie zählten im Mittel knapp 25 Lenze. TPH1-Daten gab es nur für diese jüngere Gruppe. „Probanden, bei denen das TPH1-Gen an einer bestimmten Stelle verändert war, griffen tatsächlich signifikant häufiger zur Zigarette“, bestätigt Reuter das Ergebnis vorheriger Studien. Unter Rauchern war diese Erbgut-Änderung 10 Prozent häufiger als unter Nichtrauchern. Die Betroffenen gaben überdies im Schnitt eine stärkere Nikotinabhängigkeit zu Protokoll.

Komplizierter sind die Befunde zum TPH2-Gen. „Der Austausch eines einzigen Bausteins in dieser Erbanlage führt dazu, dass die Betroffenen deutlich früher mit dem Rauchen beginnen“, erläutert der Psychologe. Doch so einfach, wie es sich anhört, ist die Sache nicht: Denn in der „älteren“ Gruppe war dieser Effekt lediglich bei Frauen statistisch signifikant. Sie griffen im Schnitt bereits mit 19,8 Jahren zu ihrem ersten Glimmstän-

gel – bei Raucherinnen mit unverändertem TPH2-Gen lag das Einstiegsalter bei 20,7 Jahren. Ganz anders in der jüngeren Gruppe: Hier machte sich der „TPH2-Effekt“ lediglich bei den Männern bemerkbar. Sie begannen durchschnittlich drei Jahre früher zu rauchen, wenn sie Träger der Genvariante waren.

Träger eines veränderten TPH2-Gens sind laut Studien im Schnitt ängstlicher als Vergleichspersonen. Das ist wahrscheinlich auch ein Grund, warum die Betroffenen eher zur Zigarette greifen: Angst und Unsicherheit sind wichtige Auslöser für Drogenmissbrauch. Stress scheint diesen Effekt noch zu verstärken.

Entspannte Frauen, gestresste Männer

„Die Raucher aus der älteren Gruppe sind oft schon seit den 50er Jahren nikotinabhängig“, erklärt Professor Reuter. „Damals lastete auf Frauen ein viel größerer gesellschaftlicher Druck als heute, sich rollenkonform zu verhalten – mehr Stress, wenn man so will. Unter diesen Bedingungen wirkte sich die TPH2-Variante bei ihnen eventuell viel stärker aus als bei Männern.“ Heute seien es dagegen vielleicht eher die Männer, die mit ihrer veränderten Rolle zu kämpfen hätten, spekuliert Reuter. Das würde erklären, warum der Buchstabentausch im TPH2-Gen jetzt vor allem beim starken Geschlecht Wirkungen zeige.

FL/FORSCH



Foto: UK

Zelltherapie nach Herzinfarkt

Ersatzzellen verhindern in Mäusen gefährliche Herzrhythmusstörungen

Wissenschaftlern der Uni Bonn ist zusammen mit US-Kollegen ein Aufsehen erregender Schritt in der Herzinfarkt-Forschung gelungen. In einem Experiment hatten sie Mäusen nach einem Infarkt embryonale Herzzellen eingepflanzt. Die Versuchstiere waren danach vor lebensgefährlichen Herzrhythmusstörungen geschützt. Diese so genannten Kammertachykardien sind die häufigste Todesursache nach einem Herzinfarkt.

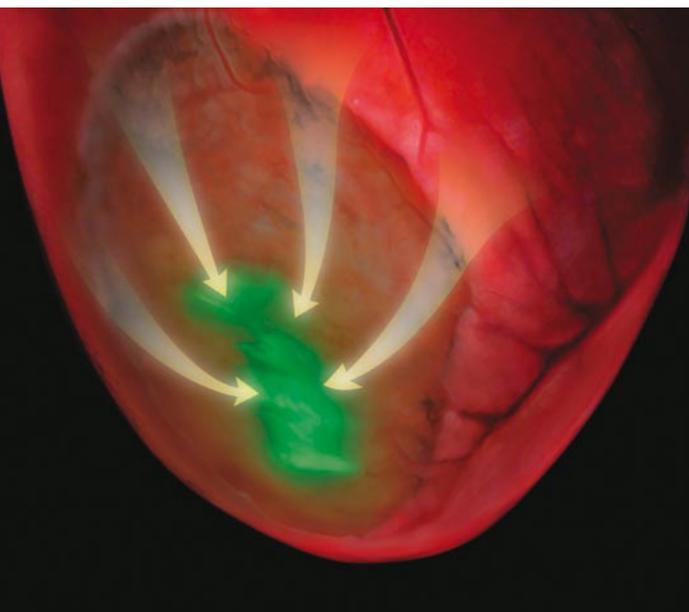


Foto: Michael Simmons, MFA

▲ Die Transplantation embryonaler Herzmuskelzellen mindert in Mäusen das Risiko von Herzrhythmusstörungen nach einem Herzinfarkt. Dies ist auf eine verbesserte elektrische Kopplung (Pfeile) zurückzuführen. Die transplantierten Zellen (grün) bilden ein Molekül, das bei der Zellkopplung während des Herzschlags aktiviert wird.

Bei einem Infarkt wird der Herzmuskel aufgrund der Mangeldurchblutung irreparabel geschädigt. Gefürchtete Folge sind die so genannten Kammertachykardien und das daraus resultierende Kammerflimmern. Dabei zieht sich der Hohlmuskel unkoordiniert und mit extrem hoher Schlagfolge zusammen. Die Frequenz kann mehr als 300 Schläge pro Minute erreichen. Dieser Zustand ist lebensgefährlich, weil das Blut nicht mehr effektiv durch den Kreislauf gepumpt wird.

Durch die Implantation embryonaler Herzmuskelzellen lässt sich dieses Risiko augenscheinlich drastisch reduzieren – zumindest bei Mäusen. So lautet der Befund von Wissenschaftlern der Universitäten Bonn, Cornell und Pittsburgh in der Zeitschrift *Nature*. Die Wissenschaftler hatten Mäuse nach einem Infarkt mit diesen Zellen behandelt und dann versucht, durch elektrische Reizung eine Kammertachykardie hervorzu-

rufen. Nur bei gut jedem dritten Tier geriet das Herz ins Stolpern – genauso selten wie bei kerngesunden Nagern. Bei unbehandelten Mäusen nach Herzinfarkt lag diese Quote dagegen bei knapp 100 Prozent.

Ein paar tausend Zellen reichen

Das abgestorbene Herzgewebe durch neue Muskelzellen zu ersetzen, ist keine ganz neue Idee. Bisher hatten die Ärzte dabei aber vor allem im Blick, die muskuläre Funktion wieder herzustellen. Schließlich gehen bei einem Infarkt viele hundert Millionen Muskelzellen zugrunde. Folge ist oft eine Herzinsuffizienz, die ebenfalls tödlich enden kann. „Diese Herzmuskelschwäche lässt sich mit Ersatzgewebe bis heute nicht beheben“, erklärt Professor Bernd K. Fleischmann vom Institut für Physiologie 1. „Zu wenige implantierte Zellen übernehmen wirklich dauerhaft Muskelfunktion. Um Rhythmusstörungen zu verhindern, scheinen dagegen schon ein paar tausend Zellen auszureichen.“

Mit den bislang für die Therapie genutzten Skelettmuskelzellen funktioniert das allerdings nicht. „Sie mindern nicht etwa die Gefahr einer Kammertachykardie – im Gegenteil: Die Schwere der Rhythmusstörungen nahm in unserer Studie sogar zu, wenn wir Skelettmuskelzellen verwendeten“, betont der Bonner Kardiologe Professor Dr. Thorsten Lewalter.

Grund: Für eine geordnete Kontraktion ist es wichtig, dass die Zellen im Herzmuskel miteinander kommunizieren. Sie geben dazu gewissermaßen das „Schlagsignal“ an ihre Nachbarn weiter. „Wirkliche“ Herzmuskelzellen verfügen dazu von Na-

tur aus über einen speziellen Kommunikationskanal. Dabei handelt es sich um ein Zelleiweiß namens Connexin 43. „Wir konnten zeigen, dass die von uns implantierten embryonalen Herzmuskelzellen dieses Connexin 43 bilden und darüber das elektrische Signal in die Infarktzone einkoppeln“, erläutert der Herzchirurg Dr. Wilhelm Röll und der Physiologe Dr. Philipp Sasse.

Wissenschaftlern vom Institut für Genetik ist es gelungen, Skelettmuskel-Zellen derart zu verändern, dass sie ebenfalls Connexin 43 herstellen. Die Forscher testeten auch diese Zellen an Mäusen mit Herzinfarkt – mit Erfolg: Das Risiko einer Kammertachykardie sank auf ein ähnliches Niveau wie bei gesunden Tieren. Diese Entdeckung öffnet möglicherweise die Tür zu einem völlig neuen Therapieansatz. Beim Menschen ist es schließlich aus ethischen Gründen nicht einfach möglich, auf embryonale Herzmuskelzellen zurückzugreifen. „Man könnte aber Stammzellen aus dem Beinmuskel eines Infarktpatienten nehmen und darin das Gen für Connexin 43 einschleusen“, sagt Professor Michael I. Kotlikoff von der Cornell-Universität in Ithaca. „Diese veränderten Zellen ließen sich dann in das geschädigte Herz implantieren.“ Abstoßungsreaktionen wären dabei nicht zu befürchten – schließlich würde es sich um eigene (wenn auch genetisch aufgerüstete) Zellen handeln. Auch Fleischmann spricht von einem wichtigen Zwischenschritt, warnt aber vor zu großen Hoffnungen: „Unsere Ergebnisse gelten für das Mausherz“, stellt er klar. „Ob das beim Menschen ebenfalls so klappt, bleibt abzuwarten.“

Dass die Studie so erfolgreich verlief, liegt auch an der Interdisziplinarität des Projekts: Allein in Bonn waren mit der Physiologie 1 am Life & Brain Zentrum, den Abteilungen für Herzchirurgie und Innere Medizin II sowie den Instituten für Genetik und Pharmakologie fünf Arbeitsgruppen beteiligt.

FL/FORSCH

Rettender Eingriff im Mutterleib

Frühzeitiger Blasensprung endete dank neuer Methode glimpflich

Das Ungeborene hatte nur eine sehr geringe Chance, die Geburt zu überleben. Denn in der 20. Schwangerschaftswoche platzte die Fruchtblase. Nicht nur die große Infektionsgefahr war lebensbedrohlich für die kleine Miriam: Ihre Lungen wuchsen nicht weiter, so dass sie nach der Geburt höchstwahrscheinlich erstickt wäre. Mit einem das Lungenwachstum anregenden Eingriff im Mutterleib – weltweit zum ersten Mal bei einem vorzeitigen Blasensprung praktiziert – retteten Ärzte am Universitätsklinikum Bonn Miriam vermutlich das Leben. Das Mädchen ist jetzt ein Jahr alt und putzmunter.

Es ist ihr viertes Kind, und schon zum dritten Mal platzte bei Lori H. die Fruchtblase zu früh. Doch diesmal war der Zeitpunkt äußerst kritisch für das Ungeborene. Denn bei einem Blasensprung vor der 22. Schwangerschaftswoche wird das Kind ohne das schützende Flüssigkeitspolster stark eingeeengt, und die Organe drücken auf die Lunge. Daher ist sie bei der Geburt viel zu klein oder kann das Blut nicht mit Sauerstoff anreichern. Jedes zweite betroffene Baby erstickt nach der Geburt. Zudem liegt es nun ungeschützt vor Keimen im Mutterleib, und die Gefahr einer lebensgefährlichen Infektion für das Kind ist groß. Daher wird nach einem so frühzeitigen Blasensprung meistens die Schwangerschaft abgebrochen.

Doch die Eltern gaben Miriam nicht auf. „Mein Mann und ich haben gebetet und auf Gott vertraut. Wir waren bereit, alles für unser Kind zu tun. Denn es gibt ja auch Wunder“, sagt die 29-jährige Mutter. Als Professor Dr. Thomas Kohl, Leiter des Deutschen Zentrums für Fetalchirurgie und minimal-invasive Therapie (DZFT) am Universitätsklinikum Bonn, den Eltern eine vorgeburtliche Operation anbot, nutzten sie diese Chance. Noch ist ein solcher fetalchirurgischer Eingriff ein Experiment mit ungewissem Ausgang. „Doch es ging hier um ein gesundes Kind und darum, seine Überlebenschance erheblich zu verbessern“, sagt Professor Kohl.

Lunge ging auf wie ein Hefekuchen

Bei dem Eingriff führen die Bonner Fetalchirurgen über eine kleine Öffnung im Bauch der Mutter das

Operationsgerät – so dick wie eine Kugelschreibermine – in die Fruchthöhle ein. Vorsichtig tasten sie sich mit diesem so genannten Fetoskop, unterstützt durch Kamera und Ultraschall, über die Mundöffnung bis zur Luftröhre des Ungeborenen vor. Ein dort aufgeblasener Mini-Ballon blockiert den Atemkanal, so dass von der vorgeburtlichen Lunge ständig produzierte Flüssigkeit nicht mehr abfließen kann. Der so aufgebaute Flüssigkeitsdruck regt die Lunge an zu wachsen. Erstmals bei Miriam setzte Professor Kohl außerdem das Eiweiß Albumin ein, das die Wasseransammlung in der Lunge erhöht und den Effekt des Latexballons verstärkt. „Die Lunge unserer kleinen Patientin ging auf wie ein Hefekuchen. Der Ballon blieb fünf Tage in der Lunge, und in dieser Zeit hat sich das Lungenvolumen fast verdoppelt“, sagt Fetalchirurg Kohl. Während der ganzen Zeit kümmerten sich Gynäkologen und Hebammen intensiv um Mutter und Kind.

Das Mädchen erblickte in der 33. Schwangerschaftswoche das Licht der Welt. Dann übernahmen die Frühchenspezialisten der Neonatologischen Intensivpflegestation (NIPS) die

nachgeburtliche Versorgung. „Der vorgeburtliche Eingriff nimmt nur ein, zwei Stunden ein. Die kompetente Weiterbetreuung der Kinder nach der Geburt ist für ihr gesundes Überleben mindestens genauso wichtig“, betont Professor Kohl.

Für die Eltern ist Miriam ein Wunderkind. Zwei Wochen vor dem eigentlichen Geburtstermin konnten die glücklichen Eltern ihre kerngesunde Tochter mit nach Hause nehmen. Im Kreis der Familie entwickelt sich Miriam seitdem prächtig. „Es war eine schwere Zeit zwischen Bangen und Hoffen. Doch wir sind unbeschreiblich froh, dass wir uns trotz aller Unwägbarkeiten so entschieden haben“, sagt der 29-jährige Vater Heinrich H. Für das Bonner Team fängt die Arbeit jetzt erst richtig an. Es gilt nun, das lebensrettende Potential der neuen Behandlungsmethode an weiteren Patientinnen mit frühem Blasensprung zu untersuchen.

IV/FORSCH

▼ Professor Kohl mit seiner kleinen Patientin Miriam im Alter von neun Monaten



Foto: iv

Leben und Sterben im Universum

Computersimulation zeigt, wie Sternhaufen entstehen und zerfallen

Sterne entstehen im Universum stets in großen Gruppen, in so genannten Sternhaufen. Astronomen unterscheiden diese Gebilde nach Alter und Größe. Wie sich Sternhaufen aus interstellaren Gaswolken bilden und warum sie sich dann unterschiedlich entwickeln, das haben Forscher am Argelander-Institut für Astronomie jetzt mit Hilfe von Computersimulationen herausgefunden. Sie lösten damit zumindest theoretisch ein altes astronomisches Rätsel, die Frage nämlich, ob sich Sternhaufen in ihrem Aufbau voneinander unterscheiden.

Astronomische Beobachtungen haben gezeigt, dass alle Sterne in Sternhaufen entstehen. Astronomen unterscheiden zwischen kleinen, für astronomische Verhältnisse jungen Sternhaufen von einigen Hundert bis einigen Tausend Sternen und großen, massereichen Kugelsternhaufen aus bis zu zehn Millionen eng gepackten Sternen, die so alt wie das Universum sind. Niemand weiß, wie viele Sternhaufen von welchem Typ es gibt, weil man die physikalischen Prozesse ihrer Entstehung bisher nicht vollständig berechnen konnte.

Sterne und Sternhaufen entstehen aus der Verdichtung interstellarer Gaswolken. Innerhalb dieser Wolken bilden sich einzelne „Klumpen“, die sich unter dem Einfluss ihrer eigenen Schwerkraft immer weiter zusammenziehen und schließlich zu Sternen werden. Ähnlich unserem „Sonnenwind“ strahlen die Sterne starke „Winde“ aus geladenen Teilchen aus; diese „fegen“ das übrig gebliebene Gas aus der Wolke regelrecht heraus. Übrig bleibt ein Sternhaufen, der sich nach und nach

auföst, bis seine Sterne sich frei im interstellaren Raum der Milchstraße bewegen.

Forscher vermuten, dass unsere Sonne in einem kleinen Sternhaufen entstanden ist, der sich im Verlauf seiner Entwicklung aufgelöst hat. „Sonst wäre unser Planetensystem möglicherweise durch einen nah vorbei fliegenden Stern zerstört worden“, sagt Professor Dr. Pavel Kroupa vom Argelander-Institut für Astronomie der Universität Bonn. Um das Entstehen und Vergehen von Sternenansammlungen besser verstehen zu können, haben Professor Kroupa und Dr. Holger Baumgardt ein Rechenprogramm entwickelt, das den Einfluss des im Haufen verbliebenen Gases auf die Bahnen der Sterne simuliert.

Das Hauptaugenmerk der Forscher lag auf der Frage, wie die anfänglichen Bedingungen aussehen müssen, damit ein gerade entstandener Sternhaufen für längere Zeit überleben kann. Die Bonner Astronomen fanden dabei heraus, dass zu kleine Haufen sehr leicht durch die Strahlung ihrer Mitglieds-

sterne zerstört werden. Schwere Sternhaufen haben dagegen deutlich bessere „Überlebenschancen“.

Eine weitere für Astronomen wichtige Erkenntnis ist, dass leichte und schwere Sternhaufen eigentlich denselben Ursprung haben. Professor Kroupa sagt: „Als das Universum geboren wurde, gab es offenbar nicht nur Kugelhaufen, sondern auch zahllose kleine Sternhaufen. Jetzt ist es eine Herausforderung für die Astrophysik, deren Überreste zu finden.“ Die Bonner Berechnungen ebnet dafür den Weg, indem sie wertvolle theoretische Hinweise geben. Das Argelander-Institut verfügt seit kurzem über fünf so genannte GRAPE-Computer, die die 3000-fache Geschwindigkeit herkömmlicher PCs erreichen. Sie kommen nicht nur in der Forschung, sondern auch in der forschungsnahen Lehre zum Einsatz: „Unsere Studenten und Nachwuchswissenschaftler lernen mit den GRAPE-Computern den Umgang mit Supercomputern und den speziell für sie entwickelten Programmen.“ Das Argelander-Institut gilt weltweit als ein Mekka für die Berechnung stellarer Prozesse. Trotz der enormen Rechenkapazität benötigten die Maschinen für die Simulation mehrere Wochen Rechenzeit.

ARC/FORSCH

► **Ein Film zur Bonner Studie findet sich unter <http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/0,1518,515058,00.html>**

▼ **Hier sitzt der Klettverschluss: Mit dem im Foto markierten Haarpolster auf der Innenseite ihrer Hinterbeine haften Holzbienen-Männchen bei der Paarung in der Luft auf ihren Weibchen.**

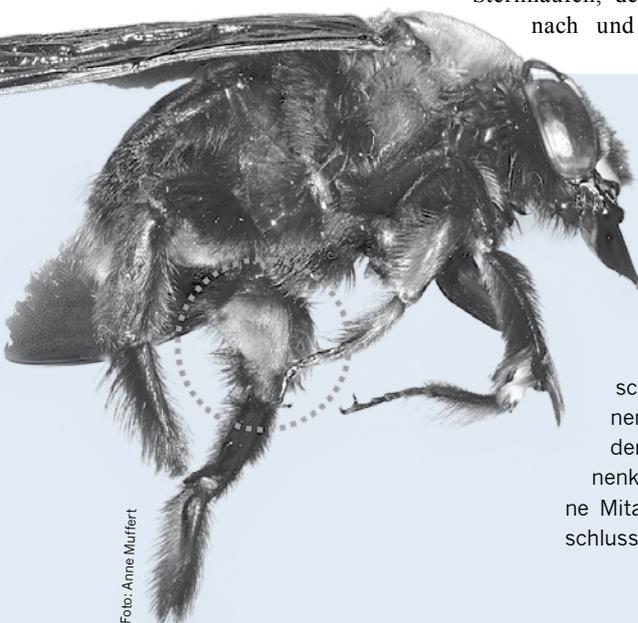


Foto: Anne Muffert

► **Klettverschluss hilft beim Liebes-Rodeo:** Viele Insekten paaren sich in der Luft – so auch die Holzbiene *Xylocopa flavorufa*. Das Männchen fliegt von hinten über das Weibchen und klammert sich an ihm fest, bevor es seine Spermien injiziert. Eine trickreiche Vorrichtung verhindert, dass es bei diesem Paarungs-Rodeo abgeworfen wird: Während es sich über das Weibchen schiebt, haken sich feinste Haarschlaufen auf seinen Hinterbeinen an entsprechenden Borsten auf dem Rücken der Partnerin fest. Der Bonner Bienenkundler Professor Dr. Dieter Wittmann und seine Mitarbeiterin Anne Muffert haben den „Klettverschluss“ im Nano-Maßstab entdeckt.

► **Säfte schlechter als ihr Ruf:** Auch Fruchtsäfte machen dick – nicht nur zuckerhaltige Limonaden. Darauf weist das Forschungsinstitut für Kinderernährung (FKE) an der Universität Bonn anlässlich einer aktuellen Auswertung seiner langjährigen DONALD-Studie hin. Dabei haben die Wissenschaftler die Ernährungsgewohnheiten von 244 Kindern und Jugendlichen untersucht. Eine Zunahme im Konsum zuckerhaltiger Getränke ging bei den untersuchten Mädchen mit einem signifikant höheren Body-Mass-Index (BMI) einher.

Wenn Pflanzen um Hilfe schreien

Kommunikation und Wahrnehmung bei Pflanzen

Können Pflanzen um Hilfe rufen? Nicht nur das, sagt der Zellbiologe Dr. Frantisek Baluska. „In der Pflanzenwelt spielen sich ebenso komplexe Kommunikationsprozesse ab wie bei Menschen und Tieren.“ Der Wissenschaftler vom Institut für Zelluläre und Molekulare Botanik findet immer mehr Parallelen zwischen Pflanzen und Tieren. Dabei haben er und ein weltweites Netz von Wissenschaftlern Erstaunliches festgestellt. Nach ihren Studien können Pflanzen ganz unterschiedliche Einflüsse aus der Umwelt wahrnehmen und auswerten – so zum Beispiel elektrische Impulse oder magnetische Felder. Aber längst noch nicht alle Geheimnisse der grünen Nachbarn des Menschen sind aufgeklärt.

Der Zellbiologe Dr. Frantisek Baluska untersucht, wie Pflanzen mit den sie umgebenden Organismen kommunizieren. „Sie verfügen nicht nur über ein breites Spektrum an Sinneswahrnehmungen“, sagt er. „Manche Pflanzen senden auch Düfte aus, wenn sie angegriffen werden. Die so angelockten Insekten bekämpfen die Fressfeinde.“ So ruft Wilder Tabak eine Raubwanze zu Hilfe, zu deren Leib- und Magenspeise die Tabakswärmerlarve zählt.

Pflanzen scannen aber auch die Bodenbeschaffenheit. „Ihr Wurzelsystem verhält sich ähnlich wie niedere Tiere“, berichtet Baluska. „Die Wurzeln untersuchen ihre Umgebung auf Nahrung, Wasser und Salze. Sie wachsen aktiv zu den bevorzugten Stellen hin, können aber auch vor Stellen, die zu trocken sind oder Gifte enthalten, ausweichen. Wenn sie auf eine Wurzel von derselben Pflanze treffen, kooperieren sie, wenn das Wurzeln von anderen Pflanzen sind, gibt's Wettbewerb.“ Pflanzen können auch „fühlen“ – und sogar „hören“: „So genannte Touch-Gene sorgen zum Beispiel dafür, dass Sonnenblu-

menkeimlinge, die täglich gestreichelt werden, dickere und kürzere Stiele haben. Wir vermuten außerdem, dass Pflanzen mehr und ein breiteres Schallwellenspektrum wahrnehmen als Insekten. Wie sie das anstellen, wissen wir aber noch nicht.“

Baluska ist Mitbegründer der Zeitschrift *Plant Signaling and Behavior*, des offiziellen Organs der *Plant Neurobiology Society*. Er steht in engem Kontakt mit Pflanzenneurobiologen auf der ganzen Welt. In jährlichen Symposien tauschen sie ihre Forschungsergebnisse aus. Bei allen Erkenntnissen bleibt ein Schluss unter Wissenschaftlern umstritten: Verfügen Pflanzen über eine Art Intelligenz? Bisher wurde zielgerichtetes, intelligentes Handeln landläufig nur den höheren Lebewesen zugeschrieben. In der Fachwelt wird aber inzwischen diskutiert, ob diese Vorstellung noch haltbar ist. „Wir Biologen bezeichnen Intelligenz als ein autonomes, der Umgebung angepasstes Verhalten, das darauf ausgelegt ist, aus einer Situation das Beste herauszuholen“, erklärt Baluska. Nach dieser Definition seien

Pflanzen durchaus intelligent. Aber: „Im Gegensatz zu Tieren können Pflanzen nicht weglaufen, wenn die Umweltbedingungen sich verschlechtern. Sie müssen durch Anpassung und Auswahl das Beste aus ihrer Lage machen.“

Baluskas Forschung auf dem Gebiet der Pflanzenneurobiologie ist unter Wissenschaftlern nicht unumstritten. „Mit Theorien wie der von den fühlenden Pflanzen gerät man leicht in das Fahrwasser der Esoterik“, sagt der Forscher. Auch stundenlang geltende Lehrmeinungen manchmal einer neuen Erkenntnis im Wege: So sei beispielsweise lange Zeit umstritten gewesen, ob Pflanzen über Hormone verfügen. Es habe fast dreißig Jahre gedauert, bis diese Tatsache anerkannt wurde.

SANDRA
BECKER/
FORSCH

▼ Können Pflanzen fühlen? Dr. Frantisek Baluskas Thesen sind unter Wissenschaftlern nicht unumstritten.

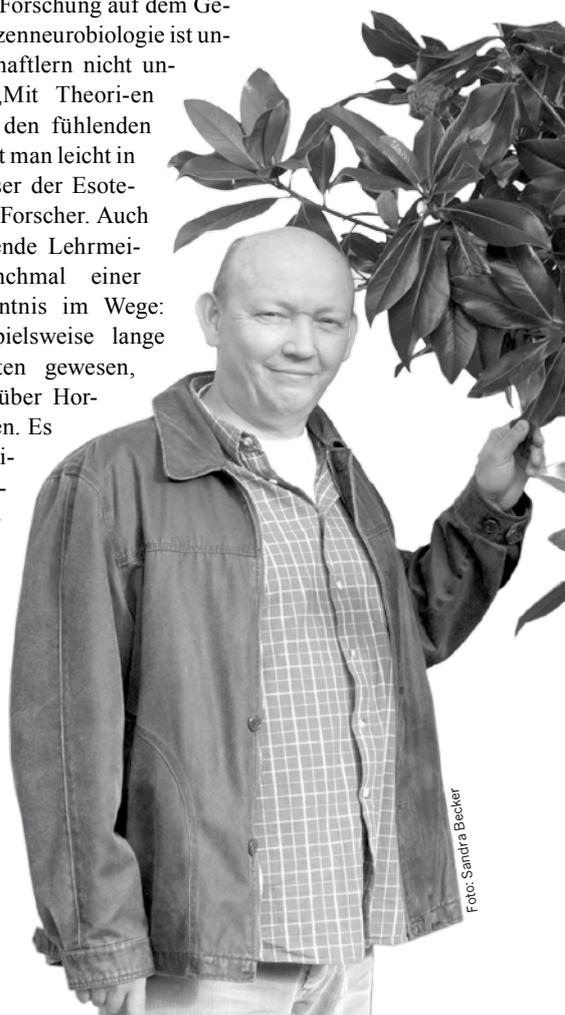


Foto: Sandra Becker

Nicht nur die zuckerhaltigen Getränke zusammen, sondern auch Säfte alleine hatten dabei erstaunlicherweise einen Effekt. Bei Jungen ließ sich dagegen kein Zusammenhang nachweisen. Das FKE rät, an Stelle zuckerhaltiger Getränke zu Wasser zu greifen und Obst eher in fester Form zu sich zu nehmen.

► **Brutale Märchen:** Verrohen Kinder und Jugendliche durch brutale Medieninhalte? Zumindest prägen Bilder aus Kino und Fernsehen massiv ihre Fantasie. Das zeigt eine Stu-

die von Wissenschaftlern der Universität Bonn, die jetzt in Buchform erschienen ist. Knapp 300 Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 7 und 8 sollten zu einem klassischen Märchenanfang einen Schluss schreiben. Vor allem die Jungen fanden oft extrem gewalttätige Enden, an denen sich direkt der Einfluss von Filmen und Computerspielen ablesen ließ. Auch bei Mädchen sind die Gedanken nicht immer frei: Sie ließen ihre Märchen zwar in aller Regel gewaltfrei enden, bedienten sich dabei aber gerne aus romantischen Seifenopern.

► **Europa neu erfinden:** Kommt die Türkei in die Europäische Union? Wie kann die EU in der Welt geschlossener auftreten? Weshalb senkt sie nicht ihre milliardenschweren Agrarsubventionen? Die europapolitische Debatte dreht sich seit Jahren im Kreis, ohne Lösungen bereitzuhalten. Im Forschungsprojekt „Deutschland und Frankreich angesichts der europäischen Krisen“ entwickelt das Zentrum für Europäische Integrationsforschung (ZEI) zusammen mit dem Pariser Institut für Internationale Beziehungen (Ifri) Empfehlungen für einen Neuanfang.

Deutsche Welle, Gremiensaal,
Kurt-Schumacher-Straße 3, 53113 Bonn

Contact

Bonn International Center for Conversion (BICC),
Attn. Susanne Zacharias
An der Elisabethkirche 25, 53113 Bonn
Phone: +49-228-911 96-30
Fax: +49-228-24 12 15
Email: migration@bicc.de, www.bicc.de

fünf Fragen an...

...Professor Dr. Matthias Kreck, Direktor des Hausdorff-Instituts für Mathematik

Herr Professor Kreck, was meinen Sie: Warum kokettieren so viele Menschen mit ihren schlechten Mathe-Kenntnissen, während sie auf keinen Fall zugeben würden, noch nie etwas von Goethe gelesen zu haben?

Ob das mit Goethe noch stimmt...? Was die Mathematik betrifft, so ist meine Vermutung, dass man zum Ausdruck bringen möchte, wie clever man ist: Man hat es schließlich im Leben zu etwas gebracht, ohne von dem Fach, das den Ruf hat, intellektuell besonders anspruchsvoll zu sein, etwas zu verstehen. Gleichzeitig kann man den Mathematikern noch eins auswaschen.

Kann man etwas tun, um das zu ändern?

Die Hauptursache sehe ich im Schulunterricht, der zumindest teilweise ein Zerrbild der Mathematik vermittelt. Wenn Mathematik neben den notwendigen Grundkenntnissen Einblicke in die Natur gibt und so die Schüler vor spannende Herausforderungen stellt, wird das vielleicht anders – ähnlich wie bei gutem Latein- und Griechischunterricht, wo man bei einem schwierigen Text gleichsam ein Puzzle lösen muss.

Ihre Kollegen und Sie planen zum „Jahr der Mathematik“ regelmäßige Mathe-Vorlesungen in der Bonner Fußgängerzone. Haben Sie schon Protestbriefe von Geschäftsleuten erhalten, die befürchten, dass Sie ihnen die Kundschaft vergaulen?

Leider habe ich noch keine solchen Briefe erhalten – leider, weil Protest wahrscheinlich zu größerem Interesse führen würde.

Wie kann man sich das Ganze konkret vorstellen? Werden Sie dort mit Tafel und Kreide stehen? Und mit welchen Themen wollen Sie die Passanten fesseln?

Am liebsten wäre mir eine große Tafel unter Beethoven auf dem Münsterplatz und eine gute Lautsprecheranlage. Im Idealfall würde ich interaktiv vorgehen und in einem Zwiegespräch mit Passanten Interesse an einer Fragestel-

lung wecken. Zum Beispiel: Wie sieht die Kurve aus, die beschreibt, wie sich die tägliche Sonnenscheindauer verändert? Was bedeutet „gekrümmt“? Wie würden Sie vorgehen, wenn Sie einen Paketdienst hätten und nach einer Formel suchten, mit der man den kürzesten Weg berechnen kann?

Oder ich werde etwas aus einer aktuellen Arbeit von mir vortragen und hoffen, dass jemand sagt: „Was soll der Quatsch, erläutern Sie doch mal, was Sie da machen!“ Ich werde dann versuchen, einen Bezug zur Welt der Passanten herzustellen und mit ihnen gemeinsam eine Antwort zu finden. Dabei wäre mir sehr wichtig, wenn neben der einen oder anderen Einsicht vermittelt würde, dass es zahlreiche ungelöste mathematische Probleme gibt.

Ein solch ungewöhnlicher öffentlicher Auftritt kostet sicher auch Überwindung. Warum tun Sie sich das an?

Bei mir überwiegt bei weitem die Neugierde, wie so was ankommt. Ich habe ja schon etwas Erfahrung: Seit einigen Monaten spiele ich in einer Bar vor Publikum, das quatschen oder sich berieseln lassen will, eine viertel Stunde klassische Livemusik. Manchmal habe ich Angst, dass mich die Leute anschreien, weil ich sie störe, aber meist ist es eine ganz tolle Erfahrung. So wird es hoffentlich auch mit der Straßenvorlesung.

► **Einen Überblick über die Veranstaltungen zum Jahr der Mathematik gibt es unter www.hausdorff-center.uni-bonn.de**



Foto: fl

Bloß nicht weniger als der Kollege

Ein Experiment zeigt, wie sehr man sich beim Lohn an anderen misst

Mit welchen Gefühlen man auf seinen Gehaltsscheck reagiert, hängt maßgeblich davon ab, wie viel der Kollege verdient. Das legt ein Experiment von Ökonomen und Hirnforschern der Universität Bonn nahe. Darin ließen sie Versuchspersonen paarweise gegen Bezahlung eine einfache Aufgabe durchführen. Die Forscher untersuchten währenddessen die Hirnaktivität ihrer Probanden mit einem Magnetresonanztomographen. Ergebnis: Bekam ein Teilnehmer mehr Geld als sein Mitspieler, zeigte sein „Belohnungszentrum“ eine stärkere Aktivierung, als wenn beide dieselbe Summe erhielten. Am stärksten jedoch ist der Effekt, wenn man weniger erhält als der Andere: Dann ist die Aktivierung besonders gering.

Die Publikation ist das erste Resultat einer neuen Forschungsrichtung, die sich momentan an der Uni Bonn etabliert: Wissenschaftler um den Epileptologen Professor Dr. Christian Elger und den Ökonomen Professor Dr. Armin Falk wollen zusammen herausfinden, wie der „Homo oeconomicus“ genau tickt. Dazu nutzen sie moderne bildgebende Verfahren, um ihren Testpersonen ins Gehirn zu schauen.

Für das jetzt publizierte Experiment mussten sich die Teilnehmer in zwei nebeneinander stehende Hirnscanner legen. Darin sollten sie parallel dieselbe Aufgabe durchführen: Auf einem Bildschirm erschien eine gewisse Anzahl Punkte, deren Menge die Probanden schätzen mussten. Danach wurden sie informiert, ob sie richtig getippt hatten. Falls ja, erhielten sie eine Belohnung, die von 30 bis 120 Euro reichte. Gleichzeitig wurde ihnen mitgeteilt, ob ihr Spielpartner erfolgreich gewesen war und welchen Lohn er dafür einstreichen konnte. Der Tomograph erfasste derweil, in welchen Hirnregionen der Testpersonen sich die Durchblutung änderte. In gut durchbluteten Gebieten gelten die Nervenzellen als besonders aktiv.

Insgesamt 38 Männer nahmen an dem Versuch teil. „Wir registrierten bei ihnen während des Experiments in verschiedenen Hirnbereichen eine verstärkte Aktivität“, erklärt der Bonner Neurowissenschaftler Dr. Bernd Weber. „Einer davon war das ventrale Striatum – eine Region, in der ein Teil des so genannten Belohnungssystems sitzt.“ Immer wenn

wir eine erstrebenswerte Erfahrung machen, wird das Belohnungssystem aktiv. Zum Beispiel beobachtet man eine Aktivierung, wenn der Spieler die Aufgabe richtig gelöst hatte. Hatte der Teilnehmer dagegen mit seiner Schätzung daneben gelegen, nahm die Aktivität seines ventralen Striatum ab. Erstaunlicherweise spielte aber auch eine Rolle, wie der Teilnehmer im zweiten Scanner abgeschnitten hatte: „Am höchsten war die Aktivierung bei denjenigen, die richtig getippt hatten, während ihr Mitspieler sich verschätzt hatte“, fasst Dr. Klaus Fließbach das Ergebnis zusammen.

Die Forscher nahmen nun die Fälle genauer unter die Lupe, bei denen beide Partner die Zahl der Punkte korrekt geschätzt hatten. Erhielten die Teilnehmer dafür dieselbe Bezahlung, kam es zu einer vergleichsweise geringen Aktivierung des Belohnungszentrums. Anders, wenn der eine Spieler beispielsweise 120 Euro bekam, sein Partner aber nur 60: Dann fiel die Aktivierung bei Spieler 1 viel höher aus. Bei Spieler 2 nahm die Durchblutung des ventralen Striatum dagegen sogar ab – und das, obwohl er die Aufgabe richtig gelöst hatte und dafür auch belohnt worden war.

Weitreichende Konsequenzen

„Dieses Ergebnis steht im klaren Widerspruch zur traditionellen ökonomischen Theorie“, erklärt der Bonner Wirtschaftswissenschaftler Professor Dr. Armin Falk. „Danach sollte es nur auf die absolute Höhe der Entlohnung ankommen.

Der Vergleich mit Anderen sollte dagegen für die Motivation keine Rolle spielen.“ Es ist das erste Mal, dass diese These mit Hilfe eines derartigen Experiments widerlegt wurde. Allerdings hat auch die absolute Höhe der Bezahlung einen Einfluss auf das Belohnungszentrum: Über 60 Euro freut man sich mehr als über 30. „Das Interessante an unserer Studie ist aber, dass die relative Höhe des Einkommens eine so bedeutsame Rolle spielt“, betont Falk.

Die Ergebnisse haben zahlreiche ökonomische und gesellschaftspolitisch relevante Implikationen. Zum einen natürlich für die Lohnpolitik in Firmen, die darauf bedacht sein sollten, angemessene und als fair wahrgenommene Löhne zu zahlen. Aber auch für die Frage, was uns glücklich macht, legen die Ergeb-



Foto: fotolia; Montage: fl

nisse klare Schlüsse nahe. So erklären die Resultate, warum trotz steigenden Realeinkommen die Menschen in westlichen Gesellschaften nicht unbedingt glücklicher geworden sind, einfach deshalb, weil sich ihre relative Position nicht geändert hat. Sozialer Vergleich spielt aber auch für das Konsum- und Sparverhalten eine Rolle. „Wenn Menschen sich vergleichen und Status ihnen wichtig ist, konsumieren sie zu viel und sparen zu wenig“, betont Falk.

FL/FORSCH

▲ Wenn Männer für die selbe Arbeit weniger bekommen als ihre Kollegen, nimmt die Durchblutung ihres „Belohnungszentrums“ im Gehirn messbar ab. Die Bonner Forscher untersuchen nun, ob das auch auf Frauen zutrifft.

Leuchtende Erfolgsgeschichte

Laser erobern die Naturwissenschaften

Knapp fünf Jahrzehnte nach ihrer Erfindung erschließen sich Laser immer neue Anwendungsbereiche. Ein Besuch in vier Laboren soll exemplarisch zeigen, wozu Forscher der Uni Bonn die faszinierende Technologie nutzen.

Es tutet leise, fast wie das Freizeichen im Telefon. Dazu ertönt ein kaum vernehmbares Zisseln. Das ist alles, was vom Bombardement der Photonen zu hören ist. Peter Vöhringer zieht die Metallscheibe aus dem roten Laserstrahl. Die vorher glatte Fläche sieht aus, als hätte sie jemand mit Schmirgelpapier malträtiert. „Mit Ihrer Hand sollten Sie nicht in den Strahl geraten“, meint der Professor für Physikalische Chemie trocken.

Der Strahl, den Vöhringer meint, besteht vor allem aus Dunkelheit. 1.000 Mal pro Sekunde „tropft“ aus dem Laser in den Kellerräumen des Instituts ein kleines Lichtpaket, ähnlich wie Wasser aus einem Wasserhahn. Gerade einmal einen zehntel Millimeter ist jeder Lichttropfen lang – dreimal kleiner als der Punkt am Ende dieses Satzes. Zwischen zwei solcher Tropfen liegen jedoch 300 Kilometer Finsternis. „Unsere Laser sind gepulst“, erklärt Vöhringer. „Das ist auch der Grund, warum man mit ihnen auf Metall schreiben kann.“ Zwar ist die Gesamtenergie des Strahls gar nicht mal besonders hoch. In seinen „lichten Momenten“ bringt er jedoch für extrem kurze Zeit die Leistung von 10 Kernkraftwerken. Das Tuten entsteht, wenn 1.000 Mal pro Sekunde ein Lichttropfen mit geballter Wucht auf den Werkstoff aufschlägt. Unser Ohr kann die einzelnen Schläge nicht auflösen – es hört einen Dauerton von 1.000 Hertz.

Die Wissenschaftler am Institut für Physikalische Chemie nutzen ihre Laser jedoch nicht, um Verzierungen in Metall zu gravieren. Sie können damit gewissermaßen fotografieren, was sich bei einer chemischen Reaktion abspielt. Als Kamera dient ihnen dabei ein so genanntes Spektrometer: Damit können sie indirekt sehen, wie ein Molekül zu einem bestimmten Zeitpunkt aussieht. Die Laserpulse sind das Blitzlicht. Sie müssen so kurz sein, damit das Bild nicht „verwackelt“. Pump-Probe-Spektroskopie heißt das Verfahren, mit dem Vöhringer und seiner Mitarbeiter arbeiten. Mit ein paar Bleistiftstrichen wirft der Chemiker das Versuchsprinzip aufs Papier: „Wir nehmen einen gepulsten Laserstrahl und zerlegen ihn mit einem halbdurchlässigen Spiegel in zwei Teilstrahlen“, erklärt er dabei. „Den einen Teilstrahl schießen wir auf ein Molekül und setzen

so eine Reaktion in Gang. Den anderen schicken wir über eine winzige Umleitung. Der Lichtpuls kommt also mit einer kleinen Verzögerung bei der Probe an. Er beleuchtet das Molekül für einen ultrakurzen Moment, das Spektrometer zeichnet die Ergebnisse auf – fertig.“

Die Forscher können über die Länge des Umwegs genau bestimmen, wann es nach Beginn der Reaktion blitzt. Mit dieser Technik lassen sich Ereignisse „filmen“, die nur wenige Femtosekunden dauern – das ist der millionste Teil einer Milliardstel Sekunde. „Eine chemische Bindung benötigt typischerweise 300 Femtosekunden, um zu brechen“, verdeutlicht Vöhringer. „Wir könnten diesen Prozess in mehrere hundert Einzelbilder zerlegen und so genau sichtbar machen, was sich wann ereignet.“

Axt für Photonen

Wenige hundert Meter entfernt, im 5. Obergeschoss der Wegelerstraße 8, sitzt Professor Dr. Karsten Buse in seinem Büro und schaut durch das graue Tageslicht Siebengebirge. Von einem Nebenraum aus hat er im Dezember die Stadt auf den 150. Geburtstag des großen Physikers Heinrich Hertz aufmerksam gemacht: Zwei Laserstrahlen hatte er dazu über das Bonner Firmament geschickt. „Noch aus 40 Kilometern Entfernung haben uns die Leute gemailt, weil sie die Strahlen gesehen hatten“, sagt er.

Buse ist Laserphysiker und Inhaber der Heinrich-Hertz-Stiftungsprofessur der Deutschen Telekom. „Ultrakurzpuls laser sind ein ganz

► Die Laser am Institut für Physikalische Chemie strahlen nicht kontinuierlich. Dr. Jörg Lindner macht die Pulse sichtbar, indem er mit einer Plastikscheibe durch den Laserstrahl wischt. Seine Bewegung ist so schnell, dass man sie auf dem Foto dank der langen Belichtungszeit gar nicht sieht. Wie schnell genau, kann man aus dem Abstand der Lichtpunkte berechnen: Bei 1.000 Pulsen pro Sekunde und einem Abstand von etwa fünf Millimetern kommt man so auf rund 18 km/h.





Foto: UK

◀ Lasershow für einen Physiker: Zum 150. Geburtstag von Heinrich Hertz hat Professor Buse farbige Laserstrahlen über den Bonner Himmel geschickt. Obwohl ihre Lichtleistung nur wenige Watt betrug, waren sie noch im Westerwald sichtbar. Grund ist unter anderem die fast perfekte Bündelung von Laserlicht, das sich praktisch nicht aufweitet.

heißes Thema“, bestätigt er. „Es gibt aber noch weitere Gebiete der Photonik, auf denen sich rasante Entwicklungen abzeichnen.“ Einer dieser Trends, die nichtlineare Optik, wird von Buse mitgeprägt: Mit künstlich hergestellten Kristallen, dem so genannten Lithiumniobat, erzeugen seine Mitarbeiter und er farbiges Laserlicht. „Wir haben eine Axt für Photonen gebaut“, sagt der 40-Jährige und lächelt angesichts des rabiolen Vergleichs. „Damit können wir das Licht nach Wunsch zerlegen.“

Normalerweise sind Laserstrahlen einfarbig – das hängt mit ihrer Entstehungsweise zusammen: Zwischen zwei Spiegeln laufen die Lichtteilchen, die Photonen, immer wieder hin und her. Dabei passieren sie jedes Mal ein optisches Verstärkermittel. Dort werden sie quasi „geklont“. Bei jedem Durchlauf entstehen neue Photonen, die genau dieselben Eigenschaften aufweisen wie die Lichtteilchen, von denen sie hervorgehoben wurden. Eine dieser Eigenschaften ist die Frequenz, die unser Auge als Farbe wahrnimmt. Für viele Anwendungen benötigt man jedoch verschieden farbige Laser. Hier kommen Buses Kristalle ins Spiel. Mit ihnen lässt sich die Frequenz von Photonen teilen oder auch vervielfachen. Durch Kombination mit anderen Verfahren können die Bonner Physiker

so genau die gewünschte Lichtfarbe erzeugen – wichtig unter anderem für die Entwicklung extrem brillanter und scharfer Bildschirme. Denn mit einem roten, einem grünen und einem blauen Laserstrahl lassen sich prinzipiell alle Farben mischen, die unser Auge sehen kann.

„Die Farbumwandlung funktioniert am besten bei hohen Lichtleistungen“, erklärt der Physiker. „Leider werden die Kristalle jedoch durch den Photonenbeschuss nach und nach zerstört.“ Grund sind Verunreinigungen, die bei Bestrahlung fatale Nebenreaktionen eingehen. Buse und seine Mitarbeiter haben eine Art „Staubsauger“ entwickelt, der diesen Dreck entfernt. Der weltgrößte Hersteller von Lithiumniobat versucht gerade, diese Methode in seinen Produktionsprozess zu integrieren. Wenn also in ein paar Jahren die ersten Laserfernseher auf den Markt kommen, tragen vielleicht einige Teile das Gütesiegel „innovated in Bonn“.

Laserkühlschrank für Atome

„Quantencomputer? Das ist noch ein riesiger Schritt.“ Dieter Meschede versteht sich darauf, große Erwartungen zu dämpfen. Denn Quantenrechner beflügeln die Phantasie: Sie sollen in Zukunft Aufgaben lösen können, vor denen prinzipiell

die rasantesten herkömmlichen Supercomputer kapitulieren müssen. „Davon sind wir aber noch Jahrzehnte entfernt“, sagt der Professor für Angewandte Physik. „Wir müssen erst einmal das Grundwerkzeug dafür erlernen.“ Denn wer Quanteneffekte nutzen möchte, um damit zu rechnen, muss mit einzelnen Quantenteilchen arbeiten – zum Beispiel mit Atomen. „Atome sind unsere Labormecherchen“, sagt Meschede und lächelt. „Mit ihnen führen wir Experimente durch. Dazu müssen wir sie beliebig kontrollieren können – beispielsweise, um genau zwei Atome zu nehmen, nebeneinander zu setzen und in Wechselwirkung treten zu lassen.“

Flöhe hüten ist leichter: Atome sind klein, und Atome sind schnell. Sie bewegen sich bei Raumtemperatur etwa mit der Geschwindigkeit eines Düsenflugzeugs. Je wärmer ein Gas, desto flotter sind die Atome in ihm. Wenn man ihre Bewegung bremst, kühlt sich das Gas ab. Die Bonner Physiker benutzen dazu eine Art „Laserkühlschrank“: Sie beschließen die Atome von vorne und hinten mit Laserstrahlen. Trifft ein Lichtteilchen – ein Photon – frontal auf ein Atom, wird es langsamer. Die Größenverhältnisse sind dabei allerdings etwa so, als würde man einen LKW mit Tennisbällen bombardieren. ▶▶

Da das Atom sowohl von vorne als auch von hinten beschossen wird, sollte sich seine Geschwindigkeit eigentlich nicht ändern. Atome haben aber die Eigenschaft, dass sie sich von Licht bestimmter Farbe besonders gut bremsen lassen – ganz so, als würde der LKW auf blaue Tennisbälle stärker reagieren als auf rote. Durch die Eigenbewegung des Atoms verschiebt sich zudem die Farbe des Laserlichts – ähnlich wie die Sirene eines Krankenwagens heller klingt, wenn das Fahrzeug näher kommt. Durch diesen so genannten Dopplereffekt sieht der entgegenkommende Strahl für das Atom „blauer“ aus als der von hinten kommende: Der Strahl von vorne bremsst stärker, als der von hinten schiebt. So bringen die Physiker ihre „Labormeerschweinchen“ nahezu zum Stillstand. Anders ausgedrückt: Sie kühlen sie auf eine Temperatur, die nur 100 Millionstel Grad über dem absoluten Nullpunkt liegt. „Diese kalten Atome lassen sich zum Beispiel mit einer Art „Pinzette“ aus Laserstrahlen greifen und hin- und herschieben“, erklärt Meschede. Und fügt nicht ohne

Stolz hinzu: „Es gibt weltweit sicher nicht viele Labore, die das so gut können wie wir.“ Seine Mitarbeiter und er haben es auch geschafft, Atome mit Quanteninformationen zu „beschreiben“ und diese Information wieder auslesen. Eine Art Speicher gibt es ebenfalls schon. Nur rechnen können die Forscher mit ihren Meerschweinchen noch nicht. „Wir arbeiten momentan aber mit Hochdruck an einem Quantengatter. Damit sollten sich dann schon einfache Rechenoperationen realisieren lassen“, verspricht Meschede.

Der Efeu-Effekt

Es ist dunkel; die Baumaschinen an der Nussallee 11 stehen still. „Jetzt können wir anfangen zu arbeiten“, sagt Professor Dr. Hanns Häberlein. „Solange hier in regelmäßigen Abständen der Boden vibriert, lohnt es sich kaum anzufangen.“ Dann zeigt er einen Film, den seine Mitarbeiter und er gedreht haben, als der Boden mal nicht vibrierte: Ein heller Fleck bewegt sich gemächlich auf dem Bildschirm hin und her. „Das ist ein so genannter β_2 -adrenerger Rezeptor, an den gerade ein Adrenalin-Molekül angedockt hat“, erklärt der Pharmazeut. „Wir haben das Adrenalin zuvor so modifiziert, dass es unter Lasereinstrahlung zu leuchten beginnt. Dadurch können wir sehen, dass sich der Rezeptor nur sehr langsam in der Zellmembran bewegt.“

zeigen. Danach werden die Rezeptoren ins Innere der Zelle verfrachtet. „Dieser Mechanismus ist uns Pharmaforschern natürlich ein Dorn im Auge“, betont Häberlein. „Schließlich reagiert die Zelle dann nicht mehr so stark auf Medikamente, was beispielsweise die Behandlung von Asthmaanfällen erschwert. So, jetzt schauen Sie mal...“ Mit einem Mausclick startet er einen zweiten Film; der weiße Fleck springt nun wild über den Bildschirm. „Das passiert, wenn wir die Zelle mit einem Inhaltsstoff aus dem Efeu-Extrakt vorbehandeln und anschließend mit Adrenalin stimulieren: Der Rezeptor bewegt sich nun viel schneller in der Zellmembran. Er wird trotz der großen Adrenalin-Menge offensichtlich nicht so schnell abgeschaltet!“

Efeu ist ein bewährter pflanzlicher Wirkstoff gegen Husten. Wie er funktioniert, wusste man nicht – bis Häberlein ankam und seine Filme zeigte. „Der Pflanzenextrakt wirkt eher indirekt: Er verhindert, dass die aktivierten Rezeptoren in die Zelle geschleust werden“, sagt er. Adrenalin entspannt die glatte Bronchialmuskulatur. Außerdem bringt es Lungenepithelzellen dazu, das so genannte „Surfactant“ zu bilden – eine seifige Substanz, die den Schleim verflüssigt. Efeuextrakt sorgt dafür, dass das Adrenalin diese heilsamen Wirkungen in den Lungenzellen länger und stärker entfalten kann.

Häberlein ist wie Buse Inhaber einer Stiftungsprofessur: Die Firma Engelhard Arzneimittel finanziert seinen Lehrstuhl für „Zellbiologie und molekulare Wirkstoffforschung“ – und das auf unbegrenzte Zeit. Auch der Wirkstoffforscher profitiert von der Lasertechnologie: Schließlich ist es die durch Laserbestrahlung ausgelöste Fluoreszenz, die von der Kamera aufgezeichnet wird. Das Verfahren nennt sich „Single Particle Tracking“, abgekürzt SPT. Neben der Technik seien aber noch andere Faktoren für den Erfolg wichtig, betont der Wissenschaftler. „Vor allem die enge Zusammenarbeit mit Kollegen – in unserem Fall beispielsweise der Arbeitsgruppe von Professor Kubitschek aus der Physikalischen Chemie. Ohne seine langen Erfahrungen mit der SPT hätten wir es sicher nicht so schnell geschafft, einzelne Rezeptoren auf der Membran lebender Zellen zu filmen.“

FL/FORSCH



Unsichtbares Licht

Was unseren Augen verborgen bleibt

So schön es ist, wenn im Februar die ersten Schneeglöckchen durch die Schneereste lugen – wer nicht gut hinschaut, bemerkt die Frühlingsboten gar nicht. Schließlich heben sich die weißen Köpfe kaum von der nasskalten Pracht ab. Wie gut, dass Insekten das anders sehen.

Denn Schneeglöckchenblüten haben eine Eigenschaft, von der wir nichts mitbekommen: Sie verschlucken den ultravioletten Anteil des Sonnenlichts. Schnee reflektiert UV-Licht dagegen – ein Grund dafür, warum Skiläufer sich gut eincremen sollten: UV-Strahlung ist sehr energiereich und kann die Haut nachhaltig schädigen (siehe Seite 22). Unser Auge ist allerdings nur für langwelligere (und damit energieärmere) Strahlung empfänglich. Bei vielen Insekten ist das anders: Sie haben spezielle Rezeptoren für UV-Licht. Damit zeigt sich das Schneeglöckchen seinen potenziellen Bestäubern nicht „weiß auf weiß“: Da es ja ultraviolette Strahlung verschluckt, seine Umgebung aber UV reflektiert, sieht zum Beispiel eine Biene eine schwarze Blüte vor hellem Hintergrund.

„Dass Blüten den UV-Kanal nutzen, um sich von ihrer Umgebung abzuheben, finden wir ziemlich häufig“, erklärt Professor Dr. Wilhelm Barthlott. „Sie machen auf diese Weise potenzielle Bestäuber wie Bienen, Schmetterlinge oder auch kleine Vögel auf sich aufmerksam.“ So reflektieren viele Kakteen

die kurzwellige Strahlung – schon allein, um sich vor ihren schädigenden Wirkungen zu schützen. Ihre Blüten hingegen verschlucken das UV-Licht und heben sich dadurch vollkommen vom Kakteenkörper ab. „Dies ist auch ökologisch problemlos“, betont der Direktor des Nees-Instituts für Biodiversität der Pflanzen. „Die Blütenblätter müssen nur ganz kurz halten; eine UV-Schädigung stört dann nicht. Dafür werden sie von Bestäubern besser erkannt.“

Die Blüten anderer Pflanzen tragen sogar ein für menschliche Augen unsichtbares Muster. Der Sonnenhut erscheint uns beispielsweise schlicht gelb. Mit einer UV-Kamera haben Barthlott und seine Mitarbeiterin Dorothee Rosen jedoch festgestellt, dass die Blütenblätter innen UV schlucken, außen aber reflektieren. Für eine Biene ist der Sonnenhut daher zweifarbig. Pflanzen nutzen diesen Effekt, um sich von ähnlich aussehenden Arten in ihrer Umgebung abzugrenzen. Gerade gelbe Blumen zeigen eine unglaubliche Vielfalt an Ultraviolettmustern, von denen wir Menschen kaum etwas ahnen.

Insekten und Vögel sind aber nicht die einzigen Tiere, die UV-Licht sehen können. Auch manche Fische haben diese Fähigkeit – zum Beispiel der heimische Dreistachlige Stichling. Er nutzt diesen Sinn unter anderem während der Partnerwahl. Stichlingsmännchen besitzen Körperregionen, die kurzwellige Strahlung reflektieren. Dieses UV-Signal ist für Sexualpartnerinnen be-



Foto: Ingolf Rick

sonders attraktiv.

Neue Experimente zeigen, dass auch die Männchen auf UV stehen: Sie bevorzugen demnach ebenfalls Stichlingsweibchen, die kurzwelliges Licht reflektieren. „Gut möglich, dass die Fische ihren UV-Sinn als geheimes Kommunikationskanal nutzen“, erklärt der Verhaltensbiologe Ingolf Rick. „Viele ihrer Fressfeinde scheinen nämlich ultraviolette Strahlung nicht sehen zu können.“ Zusammen mit seiner Kollegin Ricarda Modarressie modelliert Rick momentan am Computer, was Stichlinge unter Wasser wirklich sehen und inwieweit die UV-Kommunikation ihnen gegenüber ihren Feinden Vorteile verschafft.

Das andere Ende des Regenbogens

Auch am anderen Ende des Regenbogens gibt es Farben, für die wir keinen Sinn haben. Die Rede ist von Infrarot-Licht – Wärmestrahlung, wenn man so will. Während im UV-Bereich noch viele Tiere sehen können, ist ein IR-Sinn schon etwas exotischer. Es gibt nur eine Handvoll Tiergattungen, die einen entsprechenden Sensor „erfunden“ haben. Dazu ge-

▲ Dreistachlige Stichlinge sehen ihre Umwelt mit anderen Augen als der Mensch. Damit können sie beispielsweise UV-Signale potenzieller Sexualpartner wahrnehmen.

▼ Vor allem gelbe Blütenpflanzen wie der Sonnenhut tragen oft ein für uns nicht wahrnehmbares Muster. Das Bild rechts zeigt im Vergleich, wie die UV-Kamera den Sonnenhut sieht.

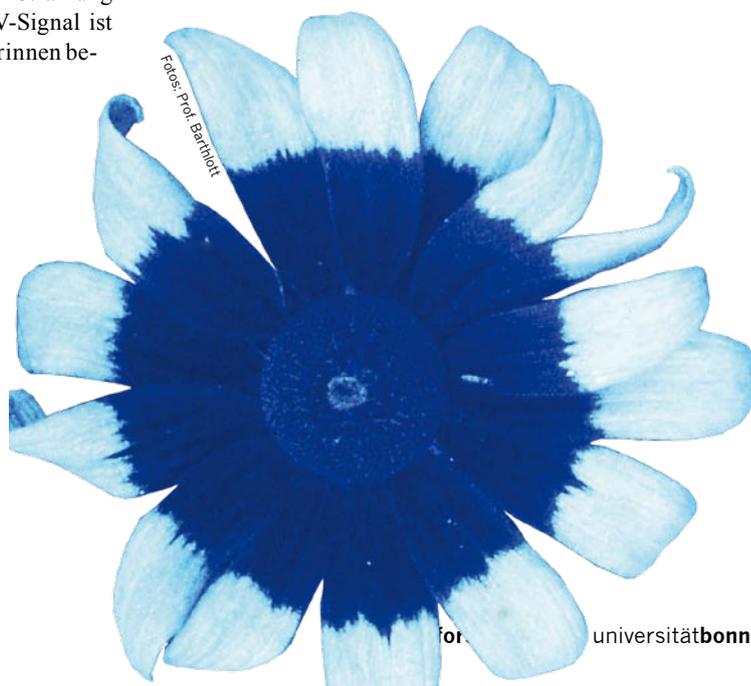


Foto: Prof. Barthlott



Foto: privat

▲ Auf frischen Waldbrandflächen suchen die Bonner Zoologen nach Insekten mit IR-Sinn – hier Helmut Schmitz bei einem Forschungsaufenthalt in Australien.

hören beispielsweise Riesenschlangen und Grubenottern. Sie gehen bei Dämmerung oder in der Nacht auf Jagd und spüren mit dem Wärmesensor ihre Beute auf. Mit unseren unempfindlichen Temperaturfühler auf der Haut ist diese Fähigkeit nicht zu vergleichen. „Man könnte Schlangen die Augen verbinden, und sie würden dennoch in der Lage sein, Beute präzise zu orten“, erklärt der Bonner Zoologe Dr. Helmut Schmitz.

Forschungsschwerpunkt des Privatdozenten sind jedoch IR-Sensoren bei Insekten. Gerade einmal vier Gattungen kennt die Wissenschaft, die diese Fähigkeit haben: Der nur in Australien vorkommende Feuerkäfer, der kleine Aschekäfer, der schwarze Kiefernprachtkäfer und eine australische Rindenwanze. Sie alle nutzen Wald-

brandgebiete, um dort ihre Eier abzulegen. Der Prachtkäfer hat von ihnen den ausgeklügeltesten Sensor: Angeblich kann er damit noch aus 80 Kilometern Entfernung Waldbrände aufspüren. Das kann der Bonner Zoologe nicht bestätigen. „Der Sensor ist aber in der Tat sehr empfindlich und technischen IR-Fühlern, wie sie beispielsweise in Infrarotkameras zum Einsatz kommen, zumindest ebenbürtig“, sagt er.

Zusammen mit Kollegen vom Forschungszentrum Jülich versucht Schmitz, den Käfersensor nachzubauen. Ihre Hoffnung: Die Herstellung hochempfindlicher Messfühler zu moderaten Preisen. „In der Technik nutzt man heutzutage so genannte Mikrobolometer“, sagt er. „Entsprechende Kameras kosten aber 8.000 Euro und mehr. Außerdem sind die darin verbauten Siliziumchips vergleichsweise träge – der Käfersensor misst mindestens fünfmal schneller.“ Grund ist das einzigartige Funktionsprinzip, das Schmitz und seiner Kollegen inzwischen weitgehend aufgeklärt haben: In einem winzigen röhrendurchzogenen Druckzylinder aus Chitin befinden sich einige hundertmilliardstel Milliliter Wasser. Bei Bestrahlung mit Infrarotlicht der passenden Wellenlänge erwärmt sich das Chitin und gibt die Wärmeenergie über die Röhren an die Flüssigkeit weiter. Sie dehnt sich schlagartig aus, wodurch sich der Druck im Chitinbehälter erhöht. Dadurch verformt sich ein Mechanorezeptor am Fuß des Zylinders: In ihm öffnen sich Kanäle, durch die elektrisch geladene Ionen strömen. Diese Spannungsänderungen registriert der Käfer – und das schon wenige Tausendstel Sekunden nach dem

Infrarot-Puls. „Das Ganze funktioniert hydraulisch und damit fast verzögerungsfrei – ähnlich wie im Auto, wenn Sie aufs Bremspedal steigen“, erklärt Schmitz.

Sein Kollege Dr. Herbert Bousack vom Forschungszentrum Jülich versucht nun, diesen „mikrofluidischen Mechanorezeptor“ zu kopieren. An dem vom BMBF geförderten Projekt sind auch der Professor Dr. Rolf Krause und sein Diplomand Manuel Grifka vom Institut für Numerische Simulation beteiligt: Sie wollen das Messprinzip am Rechner simulieren und so Erkenntnisse für eine optimale technische Umsetzung gewinnen. „Anwendungen für preiswerte IR-Sensoren gibt es viele“, betont Schmitz. „Denken Sie nur an billige Infrarotkameras, mit denen man Kältebrücken in seiner Wohnung aufspüren kann.“ Sogar mit der Automobilbranche steht er im Kontakt. Mercedes und BMW bauen schon heute postkarten große Nachtsichtgeräte in die Armaturenbretter ihrer Topmodelle ein. Damit lassen sich selbst bei schlechter Sicht Fußgänger oder auch Tiere am Straßenrand rechtzeitig erkennen. Schmitz hat so einen Nachtsicht-Assistenten selbst mal ausprobiert und war von den „neuen Einsichten“ sehr angetan. Die Testfahrt erfolgte übrigens, ganz passend, in der Dunkelheit der Uni-Tiefgarage.

FL/FORSCH

► Weitere Informationen zum Käfersensor im Netz: <http://www.zoologie.uni-bonn.de/Neurophysiologie/home/Schmitz/BMBF-HP/index.html>

INTERNATIONALE JUGENDGEMEINSCHAFTSDIENSTE **ijgd**

...gemeinsam leben, lernen und arbeiten

- Mit Jugendlichen aus aller Welt 3 Wochen gemeinsam leben, lernen und arbeiten.
- Andere Kulturen erfahren und an interessanten Projekten mitarbeiten.
- Lass dich auf das Leben ein und überzeuge dich von deinen Talenten!
- Als TeamerIn oder TeilnehmerIn eines internationalen Workcamps.
- Pädagogisches Praktikum möglich.

informiere dich unter: www.ijgd.de

Bundesgeschäftsstelle · Kasernenstr. 48 · 53111 Bonn Tel: 0228 - 2 28 00 -16/17
 Fax: 0228 - 2 228 00 -10 · Mail: workcamp.leader@ijgd.de · Internet: www.ijgd.de

Gottheiten des Lichts – Mächte der Finsternis

Fast alle Hochkulturen verehrten die Sonne

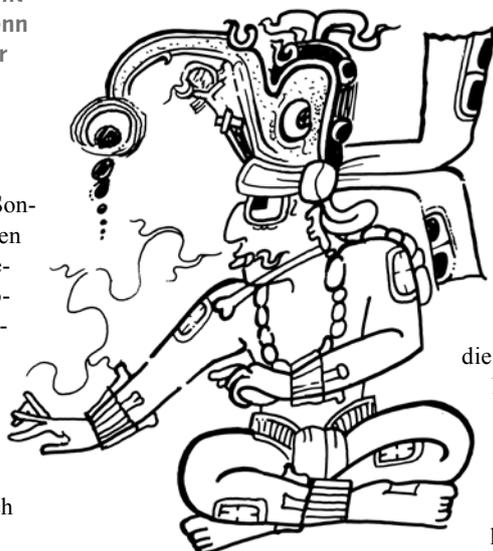
Die größte Sorge der alten Ägypter war, dass die Sonne bei ihrem nächtlichen Gang durch die Unterwelt aufgehalten und nicht mehr zurückkehren würde. Denn schon den frühen Kulturen war die Bedeutung der Sonne und des Lichts für ihr Leben sehr bewusst.

„Natürliche Lichtquellen – Sonne, Sterne, Blitz, Feuer – haben Mythos und Religion verschiedener Kulturen rund um den Globus beeinflusst“, sagt der Religionswissenschaftler Professor Dr. Manfred Hutter. Besonders die Sonne stand schon in der Frühzeit für Glück, Recht und Leben – die Dunkelheit dagegen für Verborgenheit, aber auch Gefahr.

Lichtgottheiten standen im Zentrum der Religion früher Hochkulturen. „In der indischen Glaubenswelt war das der Sonnengott Surya“, sagt Hutter. „Er zieht wie der griechische Gott Helios mit seinem Sonnenwagen über das Firmament.“ Auf seinem Weg sieht der Sonnengott alles und wird daher als Richter mit Recht und Gerechtigkeit verbunden. Auch in der babylonischen Religion war der Sonnengott Schamasch zugleich oberste ethische Instanz. In seinem Namen verkündete König Hammurapi um 1700 v. Chr. eine der ältesten Gesetzessammlungen. „In der altägyptischen Religion war der Sonnengott Re die zentrale Götterfigur“, erzählt Dr. Gabriele Pieke. „Er zieht täglich mit seiner Sonnenbarke über den Himmel und sichert so den Fortbestand der Welt. Er wurde entweder als Sonnenscheibe, als Mensch mit Falkenkopf oder als Falke dargestellt.“

Auch die zentralen Gottheiten der Inka, Maya und Azteken symbolisierten die Kraft der Sonne. Sie zogen am Tag über das Firmament und durchquerten nachts die Unterwelt. Die Kulthandlungen unterschieden sich jedoch. „Der aztekische Sonnengott Tonatiuh musste ständig genährt werden. Aber Menschenopfer waren nur in extremen Situationen wie Hunger-

perioden und Naturkatastrophen üblich“, betont der Altamerikanist Professor Dr. Nikolai Grube. Die immer



wieder kolportierten Berichte über die grausamen Opferungen der Azteken seien falsch. „Die Inkaherrscher dagegen leiteten ihre Abstammung vom Sonnengott Inti her. Die Sonne war das himmlische Gegenstück zum weltlichen Herrscher“, erklärt Grube. Wie die Ägypter fürchteten auch die vorkolumbischen Kulturen Amerikas, die Sonne werde eines Morgens nicht mehr wiederkehren. Dabei konnten sie durch genaue Beobachtungen und Berechnungen sogar Sonnenfinsternisse vorher sagen. Dazu verfügten sie über eigene astronomische Observatorien, die Grube nun zusammen mit einem slowenischen Kollegen genauer erforschen möchte. „Der Gedanke eines leblosen Himmelskörpers war den vorspanischen Völkern fremd – die Sonne war für sie ein sakrales Wesen“, betont der Wissenschaftler. Wenn sie verschwand, war Gefahr im Verzug: So durften während einer Sonnenfinsternis schwangere Frauen das Haus nicht verlassen.

In China waren Licht und Dunkelheit gleichwertig

Anders in China. Dort sah man Licht und Dunkelheit, Ying und Yang, nicht als Gegenspieler an, sondern als

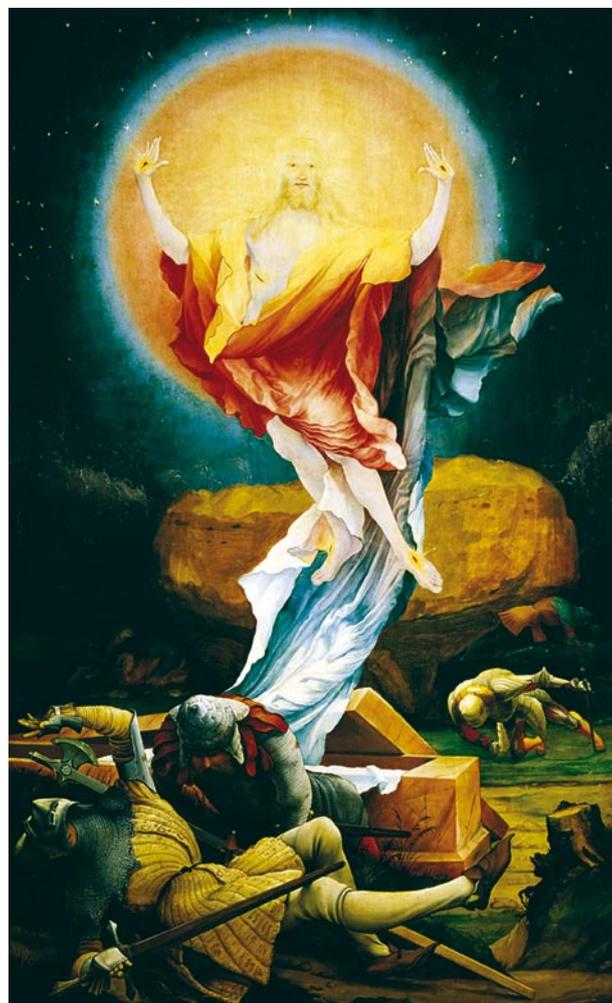
komplementäre Dinge: Keines galt als wichtiger oder moralischer als das andere. „Erst im Kontakt mit dem christlichen Abendland entwickelte sich eine moralisch gefärbte Lichtsymbolik“, betont der Bonner Sinologe Professor Dr. Wolfgang Kubin.

Im Schöpfungsbericht des Alten Testaments steht am Anfang von Allem das Licht. „Gott wird jedoch nicht mit der Sonne gleichgesetzt“, erklärt Professor Hutter. „Vielmehr ist die Sonne ein Geschöpf Gottes“. Im Neuen Testament symbolisiert Jesus das Licht der Welt; die Finsternis gilt dagegen als Symbol für Verlassenheit und Gottesferne. Auch der Koran nennt Allah das Licht des Himmels und der Erde. „Allah ist die Quelle, und die Propheten verteilen das ausgesandte Licht in der Welt“, erklärt die Kunsthistorikerin mit Schwerpunkt Islam Dr. Martina Müller-Wiener.

SANDRA BECKER / FORSCH

◀ Der Sonnengott der Maya K'inich Ajaw, „Herr Sonnengesicht“, galt als Gegenstück der weltlichen Könige im Himmel. Die Zeichnung stammt aus der Feder von Prof. Grube.

▼ Der auferstandene Jesus als Licht der Welt. Das Bild ist Bestandteil des weltberühmten Isenheimer Altars von Matthias Grünewald.



Lebensnotwendig – und lebensgefährlich

Licht: Die Dosis macht's

Nur in der Tiefsee oder in Höhlen leben Fische, Krebse oder Bakterien, die es können: ohne Licht existieren. In der dunklen Jahreszeit stellt die Vegetation das Wachstum weitgehend ein. Tiere gehen in den Winterschlaf, und viele Menschen würden ihnen das am liebsten nachtun. Licht bringt Leben, kann heilen – aber wenn es zu intensiv ist, leiden nicht nur Haut und Augen nachhaltig, sondern der gesamte Organismus protestiert.

In der nördlichsten Universitätsstadt der Welt, dem norwegischen Tromsø, bleibt es von Ende November bis Mitte Januar dunkel. Nur in der Mittagszeit dämmt es leicht. Die Inuit in Siorapaluk in Nordgrönland sehen sogar von Ende Oktober

bis Mitte Februar keine Sonne. Die Menschen haben sich zwangsläufig angepasst. „Dass dort das Leben in der dunklen Zeit langsamer läuft, ist gewissermaßen gemeinsames Kulturgut“, sagt Professor Dr. Thomas Schläpfer von der Klinik für Psych-

atrie und Psychotherapie. Dagegen scheinen deutsche Winter mit „spät hell und früh dunkel“ und vielleicht ein paar Sonnenstunden dazwischen komfortabel. Aber: „Bei weniger Licht produziert das Gehirn mehr Melatonin. Dieses Hormon regelt den Schlafbedarf. Das heißt: dunkel gleich müde“, erklärt Schläpfer. Ein Sommertag bringt selbst im Schatten etwa 10.000 Lux, in normal beleuchteten Räumen hat man nur 300 bis 800 Lux. „Deshalb kann im Winter schon am Nachmittag die Leistungskurve deutlich sinken – beim Einen weniger, beim Anderen mehr. Das liegt nicht wirklich an unterschiedlichen Melatoninspiegeln, sondern manche Menschen sind empfindlicher.“ Und anfälliger für eine Winterdepression, fachlich: Saisonal Abhängige Depression (SAD), die mit anhaltendem Stimmungstief und Antriebsschwäche einhergeht. Lichtduschen können helfen, aber nur, wenn sie mindestens 2.000 Lux haben. Das weiße Licht stimuliert Gehirnareale, die Produktion des „Glückshormons“ Serotonin zu modulieren. „Bei einer dauerhaften Depression helfen solche Lichtduschen allerdings nicht“, betont Professor Schläpfer.

Könnten wir ohne Sonne überleben? Ihr Licht fördert nicht nur das Wohlbefinden. Es stimuliert die Vitamin D-Produktion, den Stoffwechsel und das Immunsystem, beeinflusst Gehirnfunktionen, Nervensystem und Hormonhaushalt, steuert also den ganzen Menschen. „Wir können uns an veränderte Bedingungen anpassen. Fliegen zum Beispiel ist ja für uns eigentlich eine unnatürliche Bewegungsform, aber technische Lösungen ermöglichen, dass wir in 10.000 Metern Höhe reisen oder auch in die Tiefsee tauchen können“, meint Schläpfer. „Auch wenn es aus irgendeinem Grund plötzlich überhaupt kein natürliches Licht mehr gäbe, wären wir theoretisch in der Lage, es physikalisch zuzuführen und medikamentös zu substituieren, also eine Zeit lang zu überleben.“ Aber nur eine Zeit lang – denn

▼ **Sonnenlicht als
Lebenseelixier...**



Foto: forchla

ohne Sonneneinstrahlung würde der Menschheit früher oder später die Energie ausgehen.

Die Haut vergisst nicht

„Aus der Dermatologie sind die therapeutischen, aber auch schädigenden Eigenschaften des Lichts nicht wegzudenken“, sagt Professor Dr. Thomas Tüting. In Forschungsprojekten und der klinischen Praxis befasst er sich täglich damit, was ein Zuviel kurz- wie langfristig anrichten kann. „Hautkrebs hat definitiv zugekommen. Eine bedeutende Rolle spielt dabei die Umstellung von Lebensweise und Schönheitsidealen: Früher galt der Elfenbein-Teint als vornehm. Nur wer draußen arbeiten musste, war braun. Heute fliegen wir mal eben aus dem deutschen Winter in die Karibik und legen uns sofort in die Sonne.“ Empfindliche Menschen bekommen schon im deutschen Frühling einen Sonnenbrand. Der plötzliche Lichtschock reicht von der leichten Entzündungsreaktion bis zur regelrechten Verbrennung, auf die der ganze Körper reagiert: mit Übelkeit und Fieber.

Wichtig ist die allmähliche Gewöhnung an UV-Strahlung. Was macht manche Menschen empfindlicher als andere? Die Dicke der Hornschicht spielt eine Rolle, ebenso die Pigmentierung: Besonders gefährdet sind Menschen mit hellhäutiger, wenig pigmentierter Haut – dunkler pigmentierte, mediterrane Haut verträgt mehr UV-Strahlung. Schwarzafrikaner bekommen nie Sonnenbrand. Erhöht wird die normale Sensibilität der Haut durch bestimmte Stoffwechselfstörungen, aber auch durch Medikamente. Selten werden auch sogenannte „Photoallergien“ beobachtet, bei denen durch Licht allergische Hautreaktionen entstehen. Bei manchen Menschen tritt eine lichtabhängige Nesselsucht auf, eine Form der Urtikaria. „Sie können extrem sein – sind aber auch extrem selten“, sagt der Dermatologe.

Die kumulative UV-Bestrahlung – also ständige intensive Lichteinwirkung zum Beispiel im Gesicht oder jeder weitere Sonnenbrand über die Jahre – erhöhen das Risiko für Hautkrebs. Am häufigsten tritt der weiße

Hautkrebs auf. Er zeigt sich zunächst als rote Stelle mit Kruste und wächst dann zu einem kleinen Knötchen heran. „Weißer Hautkrebs nimmt immer mehr zu, insbesondere bei älteren Menschen. Aber man stirbt daran nicht – wenn man ihn frühzeitig und effektiv behandelt. Entartete Zellen lassen sich z.B. eliminieren, indem man die Stelle mit einer lichtsensibilisierenden Creme behandelt und anschließend mit spezifischem Licht bestrahlt“, sagt Tüting. Durch Licht entstanden, durch Licht behandelt.

Zu den bösartigsten Krebsarten gehört das maligne Melanom, der schwarze Hautkrebs. Wenn er durch Streuung auf dem Lymph- oder Blutweg Fernmetastasen bildet, sinken die Überlebenschancen rapide. Früherkennung ist deshalb entscheidend. Besser noch ist aber die Vorbeugung. „Generell gehören besonders unsere Kinder geschützt!“ sagt Tüting mit Nachdruck. „Sonnenbrand in der Kindheit ist ein wichtiger Risikofaktor für die spätere Entwicklung des malignem Melanoms. Die gesunde Haut ist ein dynamisches System und verfügt über Schutz- und Reparaturmechanismen – aber wenn diese überfordert sind, können sich die Zellen gegen UV-Schäden nicht mehr wehren.“

... und die Augen auch nicht

Grelles Licht ist auch für die Augen schädlich. „Bleibende Schäden an Linse und Netzhaut sind schmerzlos und machen sich erst über Jahre bemerkbar“, warnt der Ophthalmologe Professor Dr. Uwe Holz. Zwar besitzt die Netzhaut Schutzfaktoren, aber ob an der See oder im Schnee gilt: Man sollte sie nicht überstrapazieren. Grauer Star und degenerative Veränderungen der lichtempfindlichen Netzhaut sind Spätfolgen. Deshalb ist eine gute Sonnenbrille besonders auch für Kinder Pflicht – Betonung auf „gut“ mit den Qualitätszeichen UV-400 und CE, großem Glas, das vor seitlichem Lichteinfall schützt, und brauner oder grauer Tönung. Und die sollte man dann wirklich nur draußen tragen. Professor Holz: „Sich mit Sonnenbrille in geschlossenen Räumen aufzuhalten sieht vielleicht schick aus – sinnvoll ist das nicht.“

UK/FORSCH

Photo: fl

▼...und als Krankheitsursache: Zu lange sollten Mitteleuropäer ihre bleiche Haut nicht den wärmenden Strahlen aussetzen.

