

QUANTENSPRUNG

Die geniale Evolution des Auges

Selten, viel zu selten kann man spüren, dass wissenschaftlich etwas ganz Besonderes in der Luft liegt. Dann ist der Fortschritt so offensichtlich, dass man atemlos einem Vortrag zuhört und weiß, man ist gerade Augenzeuge eines historischen Ereignisses. Im Frühjahr 1995 passierte das auf einem kleinen Workshop auf einem bayrischen Schloss.

Wissenschaftlich lagen große Erwartung und Aufregung in der Luft, denn gerade war eine äußerst spannende Studie in „Science“ veröffentlicht worden, in der das Labor eines Schweizer Kollegen die Funktion eines Gens - Pax6 genannt - beschrieben hatte. Dies ist ein ganz besonderes Gen. Schon damals wurde es medien- und Stockholm-gerecht als „Master control gene“ bezeichnet.

Eine ganze neue Klasse von Genen wurde so getauft, die hoch oben in der Befehlshierarchie steht und bestimmt, was die „untergebenen“ Gene zu tun haben. Die Kontrollgene sind oft essenziell wichtig in der Entwicklung des Bauplans eines Embryos und deshalb auch unter allen Tieren kaum unterschiedlich - denn jegliche Mutation wäre



AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

möglicherweise tödlich.

Die „Science“-Studie des Schweizer zeigte Erstaunliches. Mutationen im Pax6-Gen der Taufeliege führen dazu, dass sie ihre Augen verliert, die Mutante wird deshalb „eyeless“ genannt. Wenn nun das Pax6-Gen einer Maus in eine augenlose Taufeliege eingebaut wird, dann kann das Maus-Gen neue funktionierende Augen, auch an verschiedenen Körperteilen wie den Beinen der Fliege, entstehen lassen. Nur, erstaunlicherweise baut das Maus-Pax6-Gen kein Wirbeltier-Auge an der Fliege, sondern ein Insektenauge!

Die Entdeckung der Pax6-Funktion macht die Evolution von Augen verständlicher. Die sind nämlich im Lauf der Zeit in verschiedenen Tiergruppen gleich mehrfach „neu“ erfunden worden. Nur wie? Vielleicht liegt die Lösung darin, dass die Architektur der Gen-Interaktionen nur einmal entstanden war, aber später mehrfach unabhängig rekrutiert werden konnte. So konnten Augen immer wieder einmal neu entstehen, ohne wieder neu zu sein, denn jeder Augentyp wird nach dem gleichen alten genetischen Rezept gebaut.

Nach der Konferenz überlegte ich mit einem Kollegen, wer von den Teilnehmern der Konferenz wohl als Nächstes den Anruf aus Stockholm bekommen würde. Wir lagen nicht so falsch mit unserem Tipp. Wenige Monate später wurden drei Nobelpreise für frühere Entdeckungen zur Funktion der Master-Kontrollgene verliehen - bisher aber noch nicht an den Schweizer Kollegen.

wissenschaft@handelsblatt.com

Kleine Versuche und große Ergebnisse

Physikexperimente sind riesig und teuer? Die Nobelpreisträger-Tagung in Lindau zeigt das Gegenteil.

BERND MÜLLER | LINDAU

Ein Nobelpreisträger ist immer im Dienst: Hände schütteln, Ehrungen empfangen, Vorträge halten - selbst dann noch, wenn Normalsterbliche beim Endspiel der Fußball-EM um die Wette johlen dürfen. Und so diskutieren 25 hochdekorierte Wissenschaftler seit Sonntag und noch bis Freitag nicht über Fußball, sondern über die aktuellen Herausforderungen ihres Fachs, in diesem Jahr der Physik.

Neues ist in Lindau traditionell Mangelware. Viele der Laureaten sind betagt und blicken in ihren Vorträgen vor allem auf das Geleistete zurück. Doch es gibt Ausnahmen - etwa Klaus von Klitzing vom Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart oder sein Kollege Theodor Hänisch, Preisträger 2005, vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching, die beide zwar das Rentenalter erreicht haben, aber noch mitten im Forscherleben stehen.

Die Themen von Hänisch und von Klitzing setzten einen interessanten Kontrapunkt zur aktuellen Wahrnehmung der Physik in der Öffentlichkeit. Die fokussiert sich - angefeuert durch die Medien - vor allem auf den Large Hadron Collider, den rund drei Milliarden Euro teuren Riesenbeschleuniger, der dieses Jahr in Betrieb geht und Protonen mit nie da gewesener Wucht aufeinander prallen lässt, um das Inferno eine Billiardstelskunde nach dem Urknall nachzustellen und das lange gesuchte mysteriöse Higgs-Teilchen zu finden. Keine Frage: LHC ist das derzeit aufwendigste und faszinierendste Experiment, das die Physiker zu bieten haben. Und so widmete sich der Gesprächskreis „Nobelpreisträger und ihre Erwartungen an den Large Hadron Collider“ am Mittwoch diesem Thema.

Umso wohltuender war, was Hänisch und von Klitzing vortrugen. Weitgehend unbemerkt vom Massenpublikum haben die beiden und weitere Kollegen in aller Welt eine Entwicklung eingeleitet, die man auf Englisch etwas respektlos als „keep it simple and stupid“ bezeichnen könnte. Hänisch präsentierte neue Apparaturen zur Herstellung von Bose-Einstein-Kondensaten, einer seltsamen Form der Materie ganz nahe am absoluten Temperaturnullpunkt bei minus 273,15 Grad Celsius, wo Atome ihre individuellen Eigenschaften verlieren und als ein einziges Quantenobjekt erscheinen.

Wer Bilder von der Apparatur kennt, mit der der deutsche Physiker Wolfgang Ketterle vom Massachusetts Institute of Technology in den USA (Nobelpreis 2001) als einer der

Ersten Bose-Einstein-Kondensate erzeugte, wird sich bei Hänischs Vortrag verwundert die Augen gerieben haben. Während Ketterles Apparatur am MIT noch ein Wust aus Vakuum-, Kühl-, Laser- und Elektronikkomponenten war, die einen ganzen Raum füllten, passt Hänischs Apparatur am Max-Planck-Institut für Quantenoptik auf einen Schreibtisch. Das Kondensat wird in einem kleinen Plastikwürfel von einem nur wenige Quadratzentimeter großen Chip erzeugt, der den Atombrei mittels Laser und dünnen Drähten, die



Gesprächig: Nobelpreisträger Theodor Hänisch hält einen Vortrag auf der 58. Nobelpreisträger-Tagung in Lindau

magnetische Felder und Mikrowellen erzeugen, in der Schwebe hält. Ein Bose-Einstein-Kondensat für die Hosentasche - laut Hänisch ist ein Kondensat „to go“ kein Hirngespinnst mehr.

Die neue Einfachheit in der Physik sei gar nicht so neu, meint William Phillips, Preisträger von 1997. Schon immer hätten die Physiker die Grenzen ihrer Wissenschaftsdisziplin auf Neuland verschoben. LHC im Großen und die Laborexperimente der Material- und Quantenphysiker eben im Kleinen. Dabei sei die Physik hinter LHC keineswegs komplexer, nur weil die Maschine größer sei - im Gegenteil. Die zum Teil bizarren Strukturen aus Kohlenstoffröhren, gefüllt mit kleineren Kohlenstoffperlen, mit denen die Nanotechnologen experimentieren, seien viel komplizierter zu verstehen.

Klaus von Klitzing präsentierte ein boomendes Forschungsfeld, die so genannten Graphene. Das sind Schichten aus Kohlenstoff, die nur eine Atomlage dünn sind. Im Prinzip ist das nichts anderes als die Kohlenstoffröhren, die in den neunziger Jahren für Furore sorgten, nur eben in eine Fläche abgerollt. Die Gebrauchsanweisung lieferte von Klitzing in seinem Vortrag gleich mit: Ein Stück Graphit mehrmals auf ein Klebeband drücken - fertig ist das Graphen. Die simple Technik, erfunden von Physikern der Uni-

versität Manchester, verblüfte an sei auch nicht so wichtig, meint von Klitzing, weil seriöse Wissenschaft irgendwann immer zu Anwendungen führe, meist jedoch in Feldern, wo man es zuvor am wenigsten erwartet hätte.

Dennoch warnt von Klitzing seine Kollegen, jetzt blindlings auf den Zug aufzuspringen, nur weil es plötzlich Geld dafür gibt. Zwar sei die Forschung an Graphenen vergleichsweise billig, erfordere aber auch tiefes Verständnis in diesem Zweig der Physik. Von Klitzing: „In der Physik gibt es leider zu viel Mittelmaß, weil zu schnell auf Modethemen gesetzt wird.“ Die Einfachheit der Graphene

wundere ihn nicht. Schon immer lagen Durchbrüche in der Wissenschaft im Zusammenfassen und Vereinfachen von Komplexem - auch Nobelpreise habe es schon oft für solche verblüffend einfachen Erkenntnisse gegeben.

Er selbst wird der Physik noch eine Weile erhalten bleiben. Just zur Lindauer Tagung hat von Klitzing eigentlich das Rentenalter von 65 erreicht und müsste in Rente gehen. Doch eine neue Regelung der Max-Planck-Gesellschaft erlaubt es neuerdings Institutsdirektoren - selbstverständlich nach strenger wissenschaftlicher Evaluation - noch bis 75 weiterzumachen.

In Lindau treffen alte Hasen auf den Wissenschaftler-Nachwuchs

Tradition am See

Die Tagung der Nobelpreisträger in Lindau am Bodensee hat Tradition. Gegründet 1951 von Graf Lenart Bernadotte, Herr über die Bodensee-Insel Mainau, hat sich das Meeting als feste Größe in der internationalen Szene der Wissenschaftskongresse etabliert. Diese Woche treffen sich bereits zum 58. Mal Spitzenwissenschaftler aus aller Welt - 25 Nobelpreisträger nehmen teil, so viele wie nie zuvor. Neben alten Hasen wie dem Biochemi-

ker Manfred Eigen (Chemie-Nobelpreis 1967) war auch Peter Grünberg in Lindau, der den Preis für Physik erst im vergangenen Jahr bekommen hat.

Junge Ideen

Was so viele der Laureaten trotz vollem Terminkalenders immer wieder in die Stadt am Bodensee lockt, ist der Austausch mit hochbegabten jungen Nachwuchswissenschaftlern - in diesem Jahr 557 aus 66 Ländern, ein Rekord. Man erhoffte sich frische Ideen

vom Nachwuchs, sagt US-Preisträger William Phillips. Das war nicht immer so. Noch vor wenigen Jahren war das Lindauer Treffen eine rein deutsche Angelegenheit, bei der Nachwuchswissenschaftler aus deutschen Forschungseinrichtungen nach Proporzprinzipien rekrutiert und nach Lindau geschickt wurden. Um das Treffen nicht in der Bedeutungslosigkeit versinken zu lassen, entschlossen sich die Veranstalter zu einer Frischzellenkur.

Nachwuchs mit Niveau

Heute können sich Nachwuchswissenschaftler aus aller Welt bewerben, allein in China und Indien gibt es Tausende Interessenten. Ein strenges Auswahlverfahren stellt sicher, dass nur die Besten nach Lindau kommen. „Die Diskussionen mit den Studenten haben ein sehr hohes Niveau“, bestätigt Klaus von Klitzing. „Davon profitieren auch wir Preisträger - und wir können zeigen, dass wir ganz normale Menschen sind.“

Arten sterben schneller als bisher gedacht

DÜSSELDORF. Bedrohte Arten können womöglich schneller aussterben als bisher angenommen. Das behaupten amerikanische Forscher im Magazin „Nature“.

„Wenn wir unser neues mathematisches Modell zur Bestimmung von Aussterberaten benutzen, zeigt es uns, dass die Dinge viel schlimmer stehen als gedacht“, sagt Brett Melbourne von der Universität von Colorado in Boulder. Laut einem Bericht der Internationalen Naturschutzunion (IUCN) sind weltweit 16 000 Tier- und Pflanzenarten vom Aussterben bedroht.

Melbourne und seine Kollegen glauben jedoch, dass bisherige Modellrechnungen zwei wichtige Faktoren außer Acht gelassen haben: die Unterschiede in Größe und Verhalten einzelner Tiere und das Zahlenverhältnis von Männchen zu Weibchen innerhalb einer Population. Ziehe man diese Faktoren bei der Berechnung heran, steige das Aussterberisiko zum Teil um das Hundertfache an, schreiben die Forscher in ihrer Studie.

Sie hatten im Labor Käferpopulationen untersucht und an den Ergebnissen ihr mathematisches Modell getestet. „Die Experimente haben gezeigt, dass alte Modelle außer Acht gelassen haben, wie wichtig verschiedene Arten von Zufälligkeiten sind“, erklärt Melbourne. „Es ist so ähnlich wie bei einem unbekanntem Kartenspiel, bei dem man die Chancen falsch einschätzt, weil man die Regeln nicht kennt.“

Bisherige Modellrechnungen folgten vor allem zwei Regeln. Als erster wichtiger Faktor galten Zufallsereignisse - etwa wenn ein Tier versehentlich ertrinkt. In einer großen Population hat selbst eine ganze Folge solcher Ereignisse kaum Einfluss auf das Überleben der Art; in kleinen Populationen dagegen kann eine Pechsträhne die ganze Gruppe an den Rand des Aussterbens bringen.

Der zweite wichtige Faktor für bisherige Berechnungen waren äußere Zufallsereignisse wie die Temperatur oder die Regenwahrscheinlichkeit. Solche Umwelteinflüsse haben häufig entscheidende Auswirkungen auf das Überleben und die Geburtenrate der Tiere.

Doch Zufall ist nicht gleich Zufall - Melbourne und seine Kollegen bemängeln, dass Variationen und Zufälligkeiten innerhalb einer Population bisher falsch gedeutet wurden. Denn nicht alle Individuen einer Population verhalten sich gleich oder bevorzugen dieselben Partner. Es habe die Tendenz gegeben, solche Faktoren mit anderen Zufallsfaktoren aus der Umwelt der Tiere zu vermengen. „Dadurch wird die Gefahr des Aussterbens unterschätzt“, so Melbourne. *tiw*

12. Handelsblatt Jahrestagung am 28. und 29. Oktober 2008 in München

Halbleiter-Industrie 2008.

Diskutieren Sie mit diesen und weiteren Top-Referenten:



George Bailey, General Manager, IBM Microelectronics



Peter Bauer, Sprecher des Vorstandes, Infineon Technologies



Dr. Doug Grosse, Senior Vice President, AMD



Frans van Houten, President & CEO, NXP Semiconductors



Thomas Seifert, Mitglied des Vorstandes, Qimonda



Jürgen Weyer, Managing Director, Freescale Halbleiter

Weitere Informationen erhalten Sie unter: <http://vhb.handelsblatt.com/halbleiter>

Handelsblatt

Substanz entscheidet.

Handelsblatt Veranstaltungen

Halbleiter-Industrie 2008.

Bitte faxen an: 0211.9686-4685

- Ja, ich nehme am 28. und 29. Oktober 2008 in München teil zum Preis von € 1.999,- zzgl. MwSt. p. P. [P1200147M012]
- Bitte senden Sie mir unverbindlich das ausführliche Tagungsprogramm zu.
- Ich interessiere mich für Ausstellungs- und Sponsoringmöglichkeiten.

Name _____

Firma _____

Anschrift _____

Telefon _____

E-Mail _____

Datum _____ Unterschrift _____

oder einsenden an: EUROFORUM Deutschland GmbH Sabine Müller, Postfach 11 12 34, 40512 Düsseldorf, E-Mail: sabine.mueller@euroforum.com

Rufen Sie uns an: 0211.9686-3685

HB1