QUANTENSPRUNG

Männlich, weiblich oder Zwitter?

Die Zweifel an der Weiblichkeit von Caster Semenya, der Weltmeisterin über 800 Meter, waren berechtigt. Tests zufolge besitzt sie ein X- und ein Y-Chromosom, ist also genetisch ein Mann. Der Leichtathletikverband IAAF hält Semenya für „intersexuell“.

Das Geschlecht ist in jeder Hinsicht etwas Labiles. Das fängt bei den Chromosomen an. Nur wenige Tiere haben überhaupt Geschlechts-Chromosomen, wie die Säuger mit den X- und Y-Chromosomen. Säugetiere mit heterogametischer Kombination sind Männchen. Die Weibchen haben zwei gleiche Geschlechts-Chromosomen, also XX. Bei Vögeln ist es umgekehrt: Die Weibchen haben W- und Z-, die Männchen zwei W-Chromosomen. Die meisten Fische haben gar keine Geschlechts-Chromosomen. Bei den allermeisten Arten ist es völlig unbekannt, wie die Geschlechter genetisch determiniert sind. Offenbar sind mehrere Mechanismen möglich. Echte Zwitter, die sowohl Samen als auch Eier entweder gleichzeitig oder in verschiedenen Lebensphasen produzieren, sind nicht selten bei Fischen. Bei vielen Reptilien wiederum entscheidet die Umwelt. Mutter Krokodil kann steuern, wie heiß sie die Eier ausbrütet, und damit, ob mehr Söhne oder Töchter entstehen.

AXEL MEYER
Professor für Evolutionsbiologie in Konstanz

Selbst bei einem strikten XY-Geschlechtssystem wie beim Menschen kann sehr viel Variation vorkommen. Neben den Standard-Chromosomen 46,XX (weiblich) und 46,XY (männlich) gibt es auch die 45,X Variation mit nur einem weiblichen X-Chromosom. Menschen mit diesem „Turner-Syndrom“ sind unfruchtbar, haben aber sonst einen normalen weiblichen Körper. Beim Klinefelder-Syndrom 47,XXY handelt es sich um männliche Phänotypen. Aber es gibt auch Mosaike: mos45,X/46,XX und mos45,X/46,XY sowie den Chimerismus chi46,XX/46,XY wobei nicht alle Zellen des Körpers die gleiche Chromosomenzahl haben.

Vielleicht hat Semenya zwar ein X- und ein Y-Chromosom, aber mit einem defekten Arm des Y-Chromosoms, auf dem das geschlechtsbestimmende Gen (SRY) sitzt. Sie wäre damit eine sterile XY-Frau. Semenya selbst sagte: „Gott hat mich nun einmal gemacht, wie ich bin.“

wissenschaft@handelsblatt.com

UNSERE THEMEN

MO ÖKONOMIE: VWL
DI ESSAY
MI ÖKONOMIE: BWL & FINANCE
DO NATUR UND GEIST
FR LITERATUR

Chemiker nutzen die Kraft der Sonne

Solarchemie könnte eine günstige Alternative für viele Prozesse sein

SUSANNE DONNER | DÜSSELDORF

Wenige Chemiker dürften einen so sonnigen Arbeitsplatz haben wie Michael Oelgemöller. Seine Versuche finden nicht im schattigen Labor bei Neonlicht statt, sondern unter der prallen Sonne Australiens, auf dem Dach der James Cook University in Townsville.

Nach der Energiewirtschaft könnte bald auch die Chemie die Kraft der Sonne für ihre Zwecke erschließen. Bisher halten Chemiker ihre Reagenzgläser eher über den Bunsenbrenner als in die Sonne. Die Industrie interessierte sich lange Zeit wenig für die Möglichkeiten der Fotochemie, also lichtgetriebene Reaktionen. „Sie wird in der Zukunft mehr Bedeutung haben“, sagt Jochen Mattay von der Universität Bielefeld. Sobald fossile Rohstoffe und Energiequellen für die chemische Industrie deutlich teurer werden, kann die Sonne als kostenlose Energiequelle punkten. Neue Spezialchemikalien, vielleicht Arzneien oder Lacke, könnten dann mittels Tageslicht produziert werden. „Wenn das einmal anerkannt ist, könnte man auch Massenchemikalien wie Caprolactam auf diese Weise herstellen“, sagt Mattay. Er weist auf Untersuchungen hin, die belegen, dass die Chemie auch bei bewölktem Himmel in Gang kommt. Auch der führende Schweizer Solartechniker Aldo Steinfeld von der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich ist optimistisch. Im Juli verkündete er, dass man lediglich einen chemischen Reaktor in ein Solarturm-Kraftwerk einbauen müsse, um die Sonne für chemische Reaktionen zu nutzen.

Doch vor den industriellen Anwendungen kommt zunächst die intensive Forschung. Einer der führenden Solarchemiker ist Mattays ehemaliger Mitarbeiter Michael Oelgemöller, der Deutschland 1999 verließ und heute in Australien eine Gastprofessur innehat. „Drei große Trends prägen derzeit die Solarchemie“, sagt Oelgemöller. Das mit Abstand prominenteste Feld ist die solare Herstellung von Wasserstoff aus Wasser. Wer das schafft, hat die Energiefrage ein für allemal gelöst, weil Wasserstoff ein ausgezeichneter Treibstoff ist. Doch von diesem Traum ist man noch immer weit entfernt. Die erforderlichen Katalysatoren zersetzen sich zu rasch. Deutlich weniger Forscher widmen sich dagegen den anderen beiden Bereichen: der Produktion von Chemikalien mit Hilfe der Sonne und der solaren Zerlegung von Schadstoffen.

In Oelgemöllers Sonnenlabor auf dem Institutsdach hilft das Tageslicht beispielsweise dabei, eine Substanz namens Juglon aufzubauen, die in Walnussschalen vorkommt. Sie sorgt dafür, dass unter Wallnussbäumen nichts mehr wächst. „Das ist ein natürliches Unkrautbekämpfungsmittel“, sagt Oelgemöller. Aber auch als Baustein für Antibiotika und Krebsarzneien, für Aromastoffe und Parfums könnte der watteähnliche, orange Stoff taugen.

Bei klassisch-chemischer Herstellung kosten allerdings fünf Gramm Juglon einige Hundert Euro. Zu teuer, um die Substanz für Anwendungen interessant zu machen. Außerdem entsteht dabei das giftige Schwermetall Chrom, das aufwendig entsorgt werden muss.

Auf dem Sonnendach der Chemiker in Townsville entsteht Juglon dagegen ohne Gift, preiswert und einfach: Isopropanol, ein Alkohol, der in Nagellackentfernern eingesetzt wird, wird in einem Glaskolben mit dem Farbstoff Bengal Rosa versetzt, eine Aquariumpumpe bläst Luft dazu. Dann legt man den Kolben in die Sonne, die den Rest erledigt. Die Lösung färbt sich zusehends tiefrot. Der Alkohol reagiert mit dem eingebrachten Sauerstoff. „Das kann man auch im Labor unter einer Lampe machen. Aber draußen funktioniert es besser“, sagt Oelgemöller. Im Sonnenlicht liegt die Effizienz bei 80 Prozent, innerhalb der Institutsmauern sind es nur 60 bis 70 Prozent.

Oelgemöller hofft nun, dass ein Investor anspringt und eine solarchemische Pilotanlage für Juglon errichtet. Dass das keine aberwitzige Vision ist, demonstriert das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln. Dort steht ein gewaltiger Solarreaktor im Freien. Darin kann eine Komponente für die Produktion von Rosenduft gewonnen werden.

100 Tonnen Rosenduft verkaufen Fabriken jährlich. Allerdings nutzen sie teures und energieraubendes Kunstlicht. Die Sonne hat sich nicht durchgesetzt, obwohl sie genauso wirtschaftlich ist wie das Kunstlichtverfahren. Doch Lampenreaktoren sind der Industrie vertraut; die Investitionen und das Risiko sind gering. Sonnenfabriken stehen dagegen nur in wenigen Forschungsstätten. Den Sprung in die Produktion haben sie bisher nicht geschafft. So muss Oelgemöller weiterhin Überzeugungsarbeit leisten, wenn er Vertreter der Industrie oder öffentliche Geldgeber gewinnen möchte. „Am leichtesten bekommt man heute Geld für die solare Abwasserbehandlung“, sagt er.

Foto: Pressefoto DLR

In einem solarchemischen Versuchsreaktor des DLR in Köln entsteht der Duftstoff Rosenoxid.

Forscher um Christian Jung vom DLR-Institut für Technische Thermodynamik haben eine solare Wasseraufbereitungsanlage entwickelt. Im baden-württembergischen Lampoldshausen entgiftet sie stark belastetes Abwasser. Mit Hilfe der Sonne und mit Wasserstoffperoxid werden Arzneimittelrückstände und anorganische Stickstoffverbindungen zerstört. „Das Wasser wird in sehr kurzer Zeit gereinigt. Das funktioniert besser als mit konventionellen Verfahren“, so Jung. Das Sonnenklärwerk arbeitet so gut, dass das Wasser sogar in das umliegende Naturschutzgebiet eingeleitet werden darf. Die Firma Kaco New Energy in Neckarsulm will Jungs solare Reinigungstechnik künftig global vermarkten.

Physiker Hawking gibt seinen Lehrstuhl auf

Der schwerbehinderte Forscher geht in den Ruhestand

LONDON. Der berühmte britische Astrophysiker Stephen Hawking geht offiziell in den Ruhestand. Der schwerbehinderte Wissenschaftler werde den renommierten Lucasischen Lehrstuhl für Mathematik an der Universität Cambridge nach 30 Jahren heute abgeben, teilte die Universität am Mittwoch mit. Hawking hat mit 67 Jahren die Altersgrenze für den Lehrstuhl erreicht. Er werde aber weiter an der Universität arbeiten. Ein Nachfolger soll in näherer Zukunft bekanntgegeben werden.

Der Lucasische Lehrstuhl für Mathematik ist einer der angesehensten und ältesten der Welt, ihn hatte schon Isaac Newton inne. Hawking, der wegen der Muskelschwäche ALS fast völlig bewegungsunfähig ist und nur über einen speziell gefertigten Computer kommunizieren kann, gehört zu den weltweit bekanntesten Kosmologen. Sein wissenschaftlicher Ruhm beruht unter anderem auf der 1974 erstmals veröffentlichten Herleitung der „Hawking-Strahlung“ von Schwarzen Löchern.

Einem breiten Publikum wurde Hawking 1988 durch sein Buch „Eine kurze Geschichte der Zeit“ bekannt, das mit über neun Millionen weltweit verkauften Exemplaren ein internationaler Bestseller wurde. Darin erläutert Hawking Fragen zur Kosmologie und dabei insbesondere die Rolle der Zeit. Es enthält Betrachtungen zum Urknall und versucht, Eigenschaften schwarzer Löcher mit Hilfe der Stringtheorie zu erklären.

Hawking wurde durch seine Fähigkeit, sehr komplexe Themen in anschauliche Bilder zu übertragen, auch weit über die akademische Welt hinaus bekannt. Berühmt ist sein Vergleich, dass die Frage nach der Zeit vor dem Urknall so unsinnig sei wie die Frage nach dem, was südlich des Südpols komme. *dpa/fk*

STEUERN SIE IHRE IT VON ÜBERALL.

Das IBM System x3650 M2 Express mit Intel® Xeon® 5500er-Prozessoren gehört zu den führenden x86 Serversystemen für Virtualisierung. Das Integrated Management Module hilft Ihnen, physische und virtuelle Server von praktisch überall zu steuern und zu warten. Ihr Vorteil dabei: erheblich weniger Kosten in der IT.

IBM express advantage

IBM SYSTEM x3650 M2 EXPRESS
2.642,00 € (inkl. MwSt.)*
Monatl. IBM Leasingrate: 73,71 € (inkl. MwSt.)[1]

Best.-Nr. 7947K2G
Intel® Xeon® Quadcore Prozessor E5530 (2.40 GHz)
3x 2 GB Hauptspeicher / Open Bay, bis zu zwölf 2,5"-SSAS/SATA/SSD-Festplatten
ServeRAID MR10i, DVD-/CD-Multiburner
Systems Management Software iBMC und IBM Systems Director 6.x

IBM SYSTEM STORAGE DS3400 EXPRESS
3.856,00 € (inkl. MwSt.)*
Monatl. IBM Leasingrate: 107,58 € (inkl. MwSt.)[1]

Best.-Nr. 172641X
4 Gigabit pro Sekunde Fibre-Channel-Schnittstellentechnologie
Skalierbar auf 3,6 Terabyte Speicherkapazität mit 300 GB Hot-Swap-fähigen SAS-Festplatten
Flexible Verwendung mit IBM System x- und BladeCenter-Servern
IBM Management Software DS3000 Storage Manager

VMware vSPHERE 4 ADVANCED LIZENZ
2.154,00 € (inkl. MwSt.)*
Monatl. IBM Leasingrate: 65,48 € (inkl. MwSt.)[1]

Best.-Nr. 4817VA6
Lizenz[2], Subscription und Support erforderlich
Subscription für einen Prozessor für ein Jahr: 303,45 € (inkl. MwSt.)*, Bestell-Nr. 4817SA6
IBM Support (ServicePac) für bis zu zwei Prozessoren für ein Jahr: 410,00 € (inkl. MwSt.)*, Bestell-Nr. 71Y2802[3]

INFORMIEREN SIE SICH ÜBER EINEN KOSTENLOSEN SERVERTEST, DIE 0%-FINANZIERUNG FÜR IHR SYSTEM UND DEN IBM BUSINESS PARTNER IN IHRER NÄHE UNTER:

ibm.com/systems/de/express1

*Alle Preise sind Einzelhandelsverkaufspreise von IBM, gültig ab 1. 7. 2009. Die Preise können je nach Konfiguration schwanken. Die Einzelhändler legen ihre eigenen Preise fest, daher können die Wiederverkaufspreise an die Endverbraucher schwanken. Produkte unterliegen der Verfügbarkeit. Die Preise können ohne vorherige Mitteilung geändert werden. Es kann sein, dass im Einstiegspreis Festplatte, Betriebssystem oder andere Elemente nicht enthalten sind. Wenn Sie am aktuellsten Preis in Ihrem geographischen Gebiet interessiert sind, setzen Sie sich bitte mit Ihrem IBM Ansprechpartner oder Ihrem IBM Business Partner in Verbindung. IBM Gewährleistungsregelung zu den aufgeführten IBM Produkten: 1 Jahr Gewährleistung, 3 Jahre freiwilliger Herstellerservice: Die Bedingungen dieses freiwilligen Herstellerservice liegen der Lieferung bei bzw. sind unter ibm.com/servers/support/machine_warranties abrufbar. Die Gewährleistung gemäß den Geschäftsbedingungen der IBM, insbesondere die Gewährleistungsfrist von zwölf Monaten, bleibt davon unberührt. [1] Monatliche IBM Leasingrate inkl. MwSt., bei 36 Monaten Laufzeit und einem Vertragsvolumen von mind. 4.000 Euro. Die Finanzierungsangebote sind freibleibend, vorbehaltlich einer positiven Bonitätsprüfung durch IBM, und richten sich ausschließlich an Geschäftskunden. Die Vermittlung erfolgt über den Business Partner auf Basis der IBM Global Financing Ratecard, Stand: Juli 2009. Es können weitere Einschränkungen anfallen. Raten und Angebote können ohne weitere Mitteilung geändert, verlängert oder aufgehoben werden. [2] Best.-Nr. 4817VA6 beinhaltet Lizenz für einen Prozessor, begrenzt auf maximal 12 Physical Cores pro CPU und 256 GB Physical Memory. [3] Ein Jahr IBM Support (ServicePac) während 9 Stunden an 5 Tagen die Woche für ein bis zwei Prozessoren eines Servers. IBM, das IBM Logo, IBM Express Advantage, System x, System Storage und BladeCenter sind Marken oder eingetragene Marken der International Business Machines Corporation in den Vereinigten Staaten von Amerika und/oder anderen Ländern. Die komplette Liste der IBM Marken siehe unter: www.ibm.com/legal/copytrade.shtml. Intel, das Intel Logo, Intel Core, Core Inside, Intel Inside, das Intel Inside Logo, Xeon und Xeon Inside sind Marken oder eingetragene Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften in den Vereinigten Staaten und/oder anderen Ländern. VMware ist eine in den Vereinigten Staaten und/oder in anderen Ländern eingetragene Marke von VMware. Andere Namen von Firmen, Produkten und Dienstleistungen können Marken oder eingetragene Marken ihrer jeweiligen Inhaber sein. © 2009 IBM Corporation. Alle Rechte vorbehalten. O&M IBM ES 10/09a

© Handelsblatt GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Zum Erwerb weitergehender Rechte wenden Sie sich bitte an nutzungsrechte@vhb.de.