

## QUANTENSPRUNG

Zum 123.  
Mal an dieser  
Stelle

Mit dem Titel „Kleine Schritte für die Wissenschaft“ startete am 24. November 2005 die Quantensprung-Kolumne. Damals schon – irgendwie kommt es mir gar nicht vor, als sei es schon so lange her – habe ich versucht, Ihnen, verehrter Leser, meine Motivation als Kolumnen-Autor und meine Denkweise als Naturwissenschaftler vorzustellen. Ich freue mich, dass sich der „Quantensprung“ anscheinend einer gewissen Beliebtheit erfreut.

122 Kolumnen nach der ersten gibt es nun einen Anlass, den Begriff Quantensprung nochmals anzusprechen: Gestern vor 150 Jahren wurde der Physiker Max Planck geboren. In meiner ersten Kolumne erklärte ich, dass der auf ihn zurückgehende Begriff Quantensprung umgangssprachlich falsch benutzt wird. In der von Planck begründeten Quantenmechanik versteht man unter einem Quantensprung nicht einen großen Sprung oder Fortschritt, sondern genau das Gegenteil, die kleinste mögliche Zustandsveränderung, von einem Quantenzustand zu einem anderen.

Beispielsweise könnte man sich vorstellen, dass Elektronen von einer (imaginären) „Umlaufbahn“ um den Atomkern auf eine andere springen. Das 1900 formulierte Strahlungsgesetz mit dem „Planckschen Wirkungsquantum“ als Naturkonstante markiert den Anfang der Quantenphysik: Demnach kann jede elektromagnetische Strahlung nur in diskreten „Paketten“ (Quanten) vorkommen. Fünf



AXEL MEYER

Professor für  
Evolutionäres Biologie,  
Konstanz

Jahre später verstand Einstein, was das wirklich bedeutete: nämlich, dass nach der Lichtquantenhypothese die Energie des Lichtes wuniger mit dessen Intensität zu tun hat als mit seiner Frequenz. Dies war das Ende der klassischen Physik.

Das Ende meiner Kolumne ist dagegen noch lange nicht in Sicht, denn mir macht diese zusätzliche Aufgabe immer noch viel Spaß. Mein täglicher Job besteht darin, ein Labor zu leiten und meinen professoralen Pflichten nachzukommen. Und es ist wirklich nicht so, dass ich damit nicht genug zu tun hätte. Dennoch ist mir die Vermittlung von Einblicken in die Welt und das Weltbild eines Naturwissenschaftlers ein Bedürfnis. Die Themen gehen mir jedenfalls nicht aus. Allerdings bin ich offenbar sehr gealtert in diesen letzten beiden Jahren – wie auf dem hier gezeigten Bild sehe ich schon lange nicht mehr aus.

Gelernt habe ich als Kolumnen-Autor so einiges. Beispielsweise, dass der Anlass für einen Leserbrief fast immer negativer Natur ist. Auch bin ich mir jetzt sicher, dass eine Kolumne kein Weg zu größerer Beliebtheit ist – zumindest nicht, wenn man das Kind beim Namen nennt. Wenn ich, in eigener Sache, jetzt auch noch schamlos darauf hinweisen darf, dass die ersten 100 Kolumnen gerade in einem Buch mit dem Namen „Evolution ist überall“ erschienen sind – dann ist die Quantensprung-Kolumne Nummer 123 auch schon wieder fertig.

wissenschaft@handelsblatt.com

**Die 100 ersten „Quantensprünge“** von Axel Meyer sind jetzt als Buch erschienen. Die beliebte wöchentliche Handelsblatt-Kolumne ist der Beleg dafür, dass Wissenschaft uns alle angeht. Als Evolutionsbiologe weiß Meyer zum Beispiel, warum das Geschenkverhalten zu Weihnachten exakt dem Grad der genetischen Verwandtschaft und evolutionären Fitness entspricht. Er nimmt aber auch zu gesellschaftlichen und vor allem forschungspolitischen Fragen offen Stellung und legt sich dabei gerne mit Gleichstellungsbeauftragten und anderen Universitäts-Bürokraten an.

**AXEL MEYER:**  
Evolution ist überall  
Böhlau Verlag, Wien 2008,  
157 Seiten, 19,90 Euro

## Die Selbstwert-Falle

Mädchen können genauso gut Mathematik wie Jungen, trauen sich aber weniger zu, belegen aktuelle Untersuchungen



Nichts für Mädchen? Eine Sechstklässlerin aus Berlin löst Bruchrechnungen an der Tafel.

CLAUDIA WESSLING | DÜSSELDORF

„Wir haben das Jahr der Mathematik. Die Mädchen können so lange was malen.“ Die Karikatur im Berliner Stadtmagazin „Zitty“ greift ein uraltes Klischee auf: Die Disziplin von Gauß und Hilbert ist Männersache. Auch wenn heute sicher niemand mehr die im Jahr 1900 geäußerte Ansicht des Leipziger Neurologen Paul Möbius teilen möchte, „dass ein mathematisches Weib wider die Natur sei“ – ganz verschwunden ist das Vorurteil nicht.

Dabei sind Mädchen genauso gut in Mathematik wie Jungen, sie trauen sich bloß weniger zu. Die Schlüsseldisziplin für Technik und Naturwissenschaften wird deshalb weitgehend von Männern geprägt. Initiativen wie der „Girls' Day“, der heute stattfindet, wollen über Jahrhunderte tradierte Geschlechterklischees durchbrechen und Mädchen für technische Berufe begeistern. Doch der Erfolg stellt sich nur sehr langsam ein.

„Manche Lehrer denken noch heute, Mädchen können das nicht. Das ist eigentlich gar nicht zu glauben“, sagt Sylvia Jahnke-Klein. Die Dozentin für Schulpädagogik an der Universität Oldenburg erforscht seit Jahren die Situation von Schülerinnen im Mathematik-Unterricht. Dass diese es nicht immer leicht haben, bestätigen auch Bildungsstudien wie Pisa und Timss, denen zufolge Mädchen bei den Tests der mathematischen Kompetenz hinter den Jungen zurückfallen. Im Bereich Problemlö-

sen allerdings – einer mit mathematischen Fragen eng verknüpften Fähigkeit – hatten in der 2003 veröffentlichten Pisa-Studie mit Schwerpunkt Mathematik die Mädchen die Nase vorn.

Vorgebliche mathematische Schwächen von Mädchen und Frauen werden gerne mit der Biologie begründet: Tatsächlich belegen kognitive Tests, dass Frauen im räumlichen Verstehen den Männern aufgrund hormoneller Einflüsse auf das Gehirn oft unterlegen sind. Doch solche Fähigkeiten lassen sich trainieren – und sind außerdem auch nicht zwingend notwendig, um eine gute Mathematikerin zu werden. „Auch Mädchen sind mathematisch begabt, die statistische Normalverteilung ist die gleiche wie bei Jungen“, sagt Ulf Beutelspacher, Professor an der Universität Gießen und Direktor des Mitmach-Museums „Mathematikum“.

Oft werde durch „falsch verstandene Solidarität“ die Selbst einschätzung der mangelnden mathematischen Begabung von der Mutter an die Tochter weitergegeben. Das Stereotyp wird zur sich selbst erfüllenden Prophezeiung: Eine Studie der kanadischen Universität von British Columbia ergab im Jahr 2000, dass Klischees die Mathematik-Leistungen von Frauen negativ beeinflussen. Teilnehmerinnen, denen Texte über die genetische Unterlegenheit ihres Geschlechts vorgelegt wurden,

schnitten im anschließenden Rechen-test schlechter ab.

Besonders in der Pubertät bekommen Schülerinnen Probleme in Mathematik, Physik und Informatik, erläutert die Didaktikerin Jahnke-Klein. Im Streben nach mehr Weiblichkeit sei es „unfein und nicht schick, gut in Mathe zu sein“. Auch aus Mangel an Selbstvertrauen fühlen sich Mädchen im Mathe-Unterricht unwohl.

Während Jungen eine verpatzte Klassenarbeit als Pech werten und sich unbeeinträchtigt dem nächsten Thema zuwenden, sehen ihre Mitschülerinnen im Versagen eine Bestätigung ihrer Unfähigkeit. Dabei unterschätzen sich die Mädchen in den als männlich wahrgenommenen Fächern systematisch, wie durch Untersuchungen wie Pisa und Timss nachgewiesen wurde. Jungen hingegen tendierten zur Selbstüberschätzung. Mädchen fehlte es an ausreichend vielen positiven Vorbildern, die ihnen zeigen, dass man auch als Naturwissenschaftlerin oder Mathematikerin ganz Frau sein kann, sagt Jahnke-Klein. „Untersuchungen zeigen, dass eine Frau besonders dann als Modell wirksam ist, wenn sie neben mathematisch-naturwissenschaftlicher Kompetenz auch einen attraktiven Partner vorweisen kann.“

Lebendige Geschichten über berühmte Mathematikerinnen könnten nach Ansicht der Didaktikerin Schülerinnen überzeugen – etwa das Beispiel der 1776 in Paris geborenen Sophie Germain, die gegen den Widerstand ihrer Eltern heimlich Mathematik studierte und unter männlichem Pseudonym veröffentlichte. Eine gründliche Reform des Unterrichts könne Mädchen zu mehr Spaß an Mathe verhelfen. Auch begabte Schülerinnen wünschten sich, bei kniffligen Fragen so lange fragen zu können, bis sie „wirklich und richtig“ verstanden hätten. Gruppenarbeit und plastische Experimente kommen nach bisherigen Erkenntnissen ebenfalls den Lernstrategien der Mädchen entgegen. Immer wieder heftig diskutiert wird die Option des getrennten Unterrichts. Viele erfolgreiche Mathematikerinnen hätten in ihrer Jugend Mädchenschulen besucht, sagt Jahnke-Klein. Der gemischte Unterricht hingegen verleite dazu, die Naturwissenschaften den „dafür zuständigen“ Jungen zu überlassen.

Verglichen mit den Naturwissenschaften, hat Mathematik bei jungen Frauen noch einen guten Stand: 2006 wählten 63 Prozent der Mädchen Mathe als Abiturfach, Fächer wie Physik und Chemie dümpeln seit 20 Jahren bei einem Anteil zwischen vier und zehn Prozent. Auch an der Universität sind Frauen zumindest in den ersten Semestern in der Mathematik keinesfalls unterrepräsentiert: Nach Angaben des IT-Branchenverbands Bitkom waren in dem Fach im Jahr 2006 mehr als die Hälfte der Studienanfän-

ger Frauen. Ein großer Teil von ihnen studiert allerdings auf Lehramt – nach offiziellen Statistiken derzeit mehr als 60 Prozent.

Zu höheren akademischen Weihen bringen es auch in der Mathematik bisher nur wenige Frauen, sagt Andrea Blunck, die an der Universität Hamburg die Professur „Mathematik und Gender Studies“ innehat. Ende 2005 lehrten nach einer Statistik der Deutschen Mathematiker-Vereinigung 105 Frauen auf Professuren oder Juniorprofessuren, ein Anteil von knapp zehn Prozent. Wie auch in anderen Fächern ist die zeitintensive Tätigkeit im akademischen Umfeld mit Kindern und Familie in Deutschland weiter schwer zu vereinbaren – wer wegen einer Babypause zu lange nicht publiziert, verliert den Anschluss.

Selbst diplomierten Mathematikerinnen mache mangelndes Selbstvertrauen oft zu schaffen, sagt Blunck. Eine Doktorarbeit zu schreiben erscheine Studentinnen eher als ihren männlichen Kommilitonen als „unwägbares Risiko“. Dass Frauen für die abstrakte Wissenschaft schlechter geeignet sind, glaubt die Mathematikerin nicht – auch wenn die extrem kondensierte Fachsprache sicherlich „männlich geprägt“ sei. Die große Zahl von Förderprogrammen und Stipendien für Absolventinnen habe bislang keinen Frauenboom in der mathematischen Forschung eingeleitet: „Es gibt einfach immer noch zu wenige Bewerberinnen.“

Du bist, was deine Mutter isst –  
mehr Jungen bei guter Ernährung

Die Kalorienzufuhr der Mutter beeinflusst das Geschlecht des Kindes

TINKA WOLF | DÜSSELDORF

Die Ernährung einer werdenden Mutter kann das Geschlecht ihres Kindes beeinflussen, behaupten britische Forscher. Dabei scheint eine höhere Kalorienzufuhr die Geburt von Jungen zu begünstigen.

In ihrer Studie, die in den „Proceedings of the Royal Society B“ erschienen ist, hatten Wissenschaftler der Universitäten von Exeter und Oxford 740 Frauen untersucht. Die Teilnehmerinnen repräsentierten in Bezug auf Gewicht, Gesundheit und Lebensstil den britischen Durchschnitt und bekamen alle zum ersten Mal ein Kind. Sie mussten Angaben über ihr Essverhalten vor und in den ersten Wochen der Schwangerschaft machen. Dann wurden sie, entsprechend ihrer täglichen Kalorienzufuhr, in drei Gruppen aufgeteilt.

In der Gruppe, die die meisten Kalorien zu sich nahm, brachten 56 Prozent der Frauen Söhne auf die Welt. In der Gruppe mit der geringsten Kalorienzufuhr dagegen waren es nur 45 Prozent. Doch nicht nur die Kalorienzahl, sondern auch die Nährstoffe und Vitamine beeinflussen das Geschlecht: Je abwechslungsreicher die Frauen sich ernährten, desto eher bekamen sie Söhne. Sogar ein regelmäßiges Frühstück mit Getreidefloccen spielte eine Rolle.

„Die Studie könnte erklären, warum in den Industrienationen seit Jahren immer weniger Jungen zur Welt kommen“, sagt Fiona Mathews von der Universität Exeter, die die Studie geleitet hat. Das klingt angesichts der vielbeschworenen „Epidemie der Fettleibigkeit“ zunächst paradox. Tatsächlich jedoch, heißt es in der Pressemitteilung der Universität Exeter, hätten Studien gezeigt, dass Menschen in Industrieländern immer weniger Energie mit der Nahrung aufnehmen. Die Fettleibigkeit sei vielmehr auf die schlechte Qualität der Nahrung und auf Bewegungsmangel zurückzuführen.

Eine reichhaltige Ernährung der Mutter scheint also schon bei der Zeugung eines Kindes jene Spermien zu begünstigen, die für männliche Nachkommen sorgen. Dabei bestimmt, genetisch betrachtet, eigentlich der Vater das Geschlecht des Kindes: Nur wenn das Spermium, das die Eizelle befruchtet, ein Y-Chromosom trägt, wird der Nachwuchs männlich.

Der Mechanismus, der hinter der ernährungsbedingten Selektion steckt, ist unbekannt, das Phänomen an sich jedoch nicht. Besonders von manchen wirbellosen Tieren weiß man, dass Weibchen mit guter Ernährung oder hohem sozialem Status öfter männliche Nachkommen haben.

Auch bei Pferden oder Kühen wurde ein Einfluss der Ernährung auf das Geschlecht der Nachkommen beobachtet. Und aus der Reproduktionsmedizin ist bekannt, dass bei einer künstlichen Befruchtung das Nahrungsmittel eine Rolle spielt: Schwimmen die Eizellen in einer Flüssigkeit mit viel Glucose (Zucker), dann begünstigt das das Wachstum von männlichen Embryonen. Offenbar spielt das auch bei natürlichen Zeugungen eine Rolle: Lässt eine Frau das Frühstück ausfallen, gault sie dem Körper vor, dass die Ernährungssituation gerade eher dürftig ist.

Für den seltsamen Vorgang haben die Forscher eine evolutionsbiologische Erklärung parat: „Bei den meisten Spezies können die Männchen potenziell mehr Nachwuchs produzieren als die Weibchen“, sagt Mathews. „Das hängt natürlich stark von der Größe und vom Status ab, und mandes Männchen werden sich gar nicht fortpflanzen. Weibchen dagegen pflanzen sich langsam, aber stetig fort.“ Wenn nun ein Weibchen genug Ressourcen vorfinde, sei es sinnvoll, einen Sohn zu bekommen, denn er werde vermutlich mehr eigene Nachkommen zeugen und so die Gene der Mutter weiter verbreiten. „In mageren Zeiten dagegen“, erklärt Mathews, „ist eine Tochter die sicherere Sache.“

Radiologen entdecken die ältesten  
Ölgemälde der Welt in Afghanistan

Buddhistische Künstler waren den Renaissance-Malern um Jahrhunderte voraus

**DÜSSELDORF.** Als das islamistische Taliban-Regime im März 2001 die riesigen Buddha-Statuen von Bamian endgültig zerstörte, war das Entsetzen in der westlichen Welt groß. Auch die in Höhlen hinter den Statuen befindlichen buddhistischen Wandgemälde, die zwischen dem 5. und 9. Jahrhundert entstanden, wurden teilweise von übereifrigen Muslimen zerstört, die die Gesichter der Buddha-Darstellungen zerkratzen.

Jetzt aber haben Wissenschaftler mit Hilfe von Röntgeneräten den Resten der Gemälde dennoch eine spektakuläre Erkenntnis entlockt: Die Darstellungen von Buddhas in roten Roben zwischen Palmen und mythischen Wesen wurden mit Ölfarben gemalt – lange vor der vermeintlichen Erfindung dieser Technik in Europa im 15. Jahrhundert. Wie die japanischen, französischen und amerikanischen Forscher im „Journal of Analytical Atomic Spectrometry“ schreiben, enthalten Proben aus den Wandgemälden, die sie in der Europäischen Synchrotron-Strahlungsanlage in Grenoble untersuchten, Trockenöl.

12 der insgesamt 50 Höhlen seien mit Ölfarben bemalt worden, die möglicherweise aus Walnuss- oder Mohnsamen gewonnen wurden. „Dies ist das älteste eindeutige Beispiel für Ölmalerei auf der Welt“,

sagt Yoko Taniguchi, die Leiterin der Forschergruppe. Trockenöle wurden auch im antiken Ägypten und in Rom verwendet, allerdings als Arzneien und Kosmetika, nicht als Farbe.

Die Forscher nutzten verschiedene Synchrotron-Techniken wie Infrarot-Mikrospektroskopie, Röntgenfluoreszenz und Röntgenabsorptionsspektroskopie. Diese Bestrahlungstechniken waren notwendig, da die Bilder aus mehreren Lagen bestehen, die sehr dünn sein können und



Die ältesten Ölgemälde aus Bamian. Die Gesichter der Buddha-Darstellungen wurden von Muslimen zerstört.

## UNSERE THEMEN

MO ÖKONOMIE

DI ESSAY

MI GEISTESWISSENSCHAFTEN

DO NATURWISSENSCHAFTEN

FR LITERATUR

Borkenkäfer  
verstärken den  
Klimawandel

**DÜSSELDORF.** Nordamerikanische Borkenkäfer setzen große Mengen des Treibhausgases Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) frei. Zu dieser Erkenntnis kommen kanadische Wissenschaftler in einer Studie, die im Fachblatt „Nature“ erschienen ist.

Die Ökologen um Werner Kurz vom Pazifischen Forstwirtschaftszentrum im kanadischen Victoria hatten untersucht, wie sich die Schäden, die der Bergkieferkäfer (Dendroctonus ponderosae) anrichtet, auf den Kohlendioxidkreislauf der betroffenen Wälder auswirken. Sie fanden heraus, dass der Käfer den Kreislauf zum Umkippen bringt: Die Bäume, die eigentlich Kohlendioxid aus der Atmosphäre aufnehmen sollten, sterben ab und setzen beim Zerfall selbst Kohlendioxid frei. „Solche Einflüsse durch Insekten werden in den meisten Klimamodellen ignoriert“, schreiben die Forscher in ihrer Studie.

Der nur fünf Millimeter große Bergkieferkäfer legt seine Eier unter die Rinde mehrerer Kiefernarten; die Bäume sterben dadurch ab. Bis Ende 2006 waren rund 130 000 Quadratkilometer Wald im kanadischen Bundesstaat British Columbia von den Larven des Schädlings befallen (das entspricht einer größeren Fläche als Bayern und Baden-Württemberg zusammen).

„Der aktuelle Ausbruch ist um eine Größenordnung schlimmer als alle anderen zuvor“, schreiben Kurz und seine Kollegen. Ihren Berechnungen zufolge wird der befallene Wald in den Jahren 2000 bis 2020 insgesamt 270 Megatonnen Kohlendioxid freisetzen. Das ist ziemlich genau die Menge Kohlendioxid, die Kanada laut Kyoto-Protokoll eigentlich einsparen wollte.

In den 15 Jahren vor der Ausbreitung des Bergkieferkäfers, erläuterte Kurz, sei der nordamerikanische Kiefernwald ein Kohlenstoffschlucker gewesen, mit reichlich gesunden Bäumen, die mehr CO<sub>2</sub> aus der Luft aufnahmen, als zum Beispiel bei Waldbränden freigesetzt wurde. Nun hat sich der Wald streckenweise in einen CO<sub>2</sub>-Produzenten verwandelt. Damit verstärkt sich ein Prozess, der dem Bergkieferkäfer wiederum zugute kommt: Durch die Erderwärmung kann der Schädling mittlerweile in Gebiete vordringen, die ihm früher zu kalt waren. *tiw*

nur so einzeln untersucht werden können. Die Wissenschaftler haben auf diese Weise eine breite Palette an Farbstoffen und Bindemitteln nachgewiesen sowie verschiedene durch Verwitterung der ursprünglichen Materialien entstandene Komponenten. Manche Schichten der Gemälde basierten auf Öl, andere bestanden aus Naturharzen, Proteinen und verschiedenen Gummisorten.

Die Gemälde gehören zum Erbe der Gandhara-Region im heutigen afghanisch-pakistanischen Grenzgebiet. Vor der Eroberung durch die Muslime im späten 7. Jahrhundert blühte dort eine sowohl hellenistisch als auch indisch beeinflusste buddhistische Kultur. Ihre Kunst war jahrhundertlang fast vergessen, bis im 19. Jahrhundert die britischen Kolonialherren begannen, die buddhistischen Bauten und Kunstwerke zu lokalisieren und auszugraben. Die islamischen Regierungen zeigen wenig Interesse an vorislamischen Kulturen. „Aus politischen Gründen wird nur wenig über Gemälde aus Zentralasien geforscht“, sagt Taniguchi. Erst die Vereinten Nationen haben mit ihrem Programm für die Weltkulturerbestätten in Bamian das Synchrotron-Projekt ermöglicht, ein Paradebeispiel für die Zusammenarbeit von angewandten Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften. *fk*