

QUANTENSPRUNG

Die Währung der Wissenschaft

Norbert Häring und Olaf Storbeck haben unlängst im Handelsblatt die deutschsprachigen ökonomischen Fakultäten nach objektiven Kriterien unter die Lupe genommen. Die Zählung der Publikationen, also Evaluierung des wirklichen wissenschaftlichen Einflusses (Impact), zeigte, dass nur eine kleine Gruppe von Forschern und Fachbereichen in internationalen ökonomischen Fachjournals auf Englisch publiziert. Somit ist die Masse der deutschen Forschung international wenig präsent.

Volkswirtschaft! Man sollte meinen, dies sei doch eine Wissenschaft, deren Ergebnisse und Prinzipien auf mehr als ein Land zutreffen und damit international relevant sind. Die Lingua franca der Wissenschaft ist Englisch – like it or not –, und wer nicht auf Englisch veröffentlicht, beschränkt seinen Leserkreis ungeheuerlich und ist global nicht präsent. Ungelesene Veröffentlichungen aber führen zur Obskurität.

Man darf jedoch nicht vergessen, dass es sehr verschiedene Publikationskulturen in wissenschaftlichen Disziplinen gibt. Die Unter-

AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz



schiede betreffen unter anderem die Ko-Autorenschaft, die Art des Zitats, das Publikationsmedium. In den Geisteswissenschaften zählt das eigene Buch oder das Kapitel im Sammelband, welches möglichst umgeben ist von denen angesehenen Kollegen, oder gar die Festschrift zum runden Geburtstag – oder Tod – des berühmten Kollegen. Auch wird noch meist in Zeitschriften und Verlagen des Vaterlandes veröffentlicht. So reduziert sich der Leserkreis auf die, die die Muttersprache beherrschen.

Anders in den Naturwissenschaften. Bücher oder Buchkapitel zu schreiben wird vermieden, denn ein Buch ist langsamer als eine Zeitschrift und damit schneller veraltet. Auch werden die meisten wissenschaftlichen Bücher nur in wenigen hundert Kopien gedruckt und preislich so kalkuliert, dass gerade einmal die größten Bibliotheken der Welt ein Exemplar kaufen (müssen). Somit sind auch die Büros vieler Naturwissenschaftler erschreckend buchleer.

Sehr wichtig ist für sie, dass Bücher und deren Zitate meistens bibliometrisch nicht erfasst werden und so in den messbaren Kriterien des „Impacts“ kein Gewicht haben. So wirkt die Einladung zu einer naturwissenschaftlichen Konferenz mit der Verpflichtung, ein Buchkapitel abzuliefern, eher abschreckend. Naturwissenschaftler streben daher nach Veröffentlichungen in angesehenen, das heißt oft zitierten, Fachzeitschriften. Und auf den Impact und darauf basierende Rankings kommt es immer mehr an, auch in Deutschland. Vielleicht sogar mittlerweile zu sehr.

wissenschaft@handelsblatt.com

# Wo die Mathematik zu Hause ist

Arabisch sind unsere Zahlen nur dem Namen nach. Den alten Indern verdanken wir Grundlagen der Mathematik, nicht zuletzt die Null.

CLAUDIA WESSLING | DÜSSELDORF

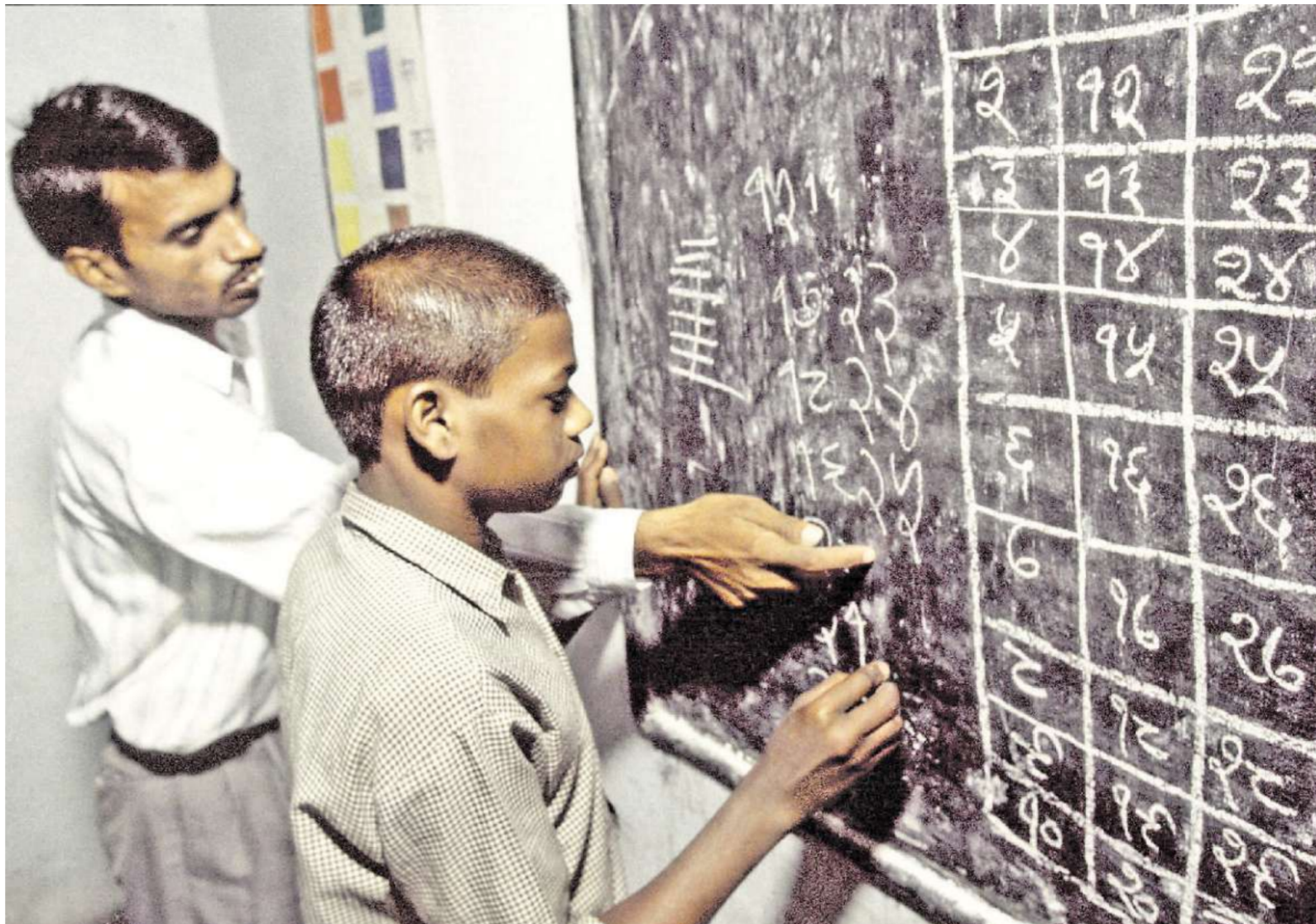
Die Inschrift im Tempel von Gwalior rund 400 Kilometer südlich der indischen Hauptstadt Neu-Delhi wirkt auf den ersten Blick unscheinbar. Doch wer genau hinsieht, erkennt inmitten der fremdartigen Sanskrit-Zeichen die Zahlen 270 und 50. Die Steinplatte, welche die Maße für die Länge eines Gartens in der Klosteranlage angibt, gilt als der älteste schriftliche Beweis für die Verwendung der Null. Außerdem zeigt sie, dass die Inder bereits im Jahr 876 die heute bei uns gebräuchlichen Ziffern des Dezimalsystems benutzten. Wenn wir heute von arabischen Zahlen sprechen, weil sie aus dem Morgenland überliefert wurden, müssten wir korrekt eigentlich „indische Zahlen“ sagen, denn die Araber waren nur die Zwischenhändler.

Unter dem Sanskrit-Wort „sunya“ (für „leer“) wurde die Null geboren. Die philosophische Grundlage dafür war der gleich lautende buddhistische Begriff für Leere. Vor allem die aus heutiger Sicht banal erscheinende Erfindung der Null und der negativen Zahlen war eine wichtige Voraussetzung für mathematische Abstraktion.

Die Beschäftigung mit Zahlen und Berechnungen hat in Indien eine jahrtausendealte Tradition, die bis heute nachwirkt. Dass jemand mit seinen schlechten Schulnoten in „Mathe“ kokettiert, ist in Indien undenkbar. „Guten Mathematikern wird in Indien großer Respekt entgegengebracht“, sagte Manoj Chari, Absolvent des Tata Institute of Fundamental Research in Mumbai (früher Bombay), eines der indischen Elite-Institute für mathematische Forschung. Sicher ein Indiz für die Bedeutung, die der abstrakten Wissenschaft in Indien noch heute beigemessen wird.

Die mathematischen Leistungen der Inder wurden in der westlichen Welt lange verkannt. Schon vor rund 4500 Jahren berechneten die Menschen im Indus-Tal, der Wiege der indischen Zivilisation, nach dem Dezimalsystem Maße und Gewichte. Mit einem Zehnersystem zu rechnen ist erheblich leichter als beispielsweise mit dem von den Babyloniern verwendeten 60er-System. Im dritten vorchristlichen Jahrtausend entstanden in Indien die so genannten Brahma-Zahlen, aus denen sich unsere Ziffern von 1 bis 9 entwickelten. Den Grundstein für die mathematische Lehre legten die so genannten Vedas, in poetischer Sprache verfasste religiöse Schriften, deren Entstehung die Historiker auf zwischen 1900 und 800 vor Christus datieren. Die im Westen weithin unbekanntesten Tricks der vedischen Mathematik sind noch heute nützlich zur Lösung von Rechenaufgaben.

Die frühen Mathematiker dieser Zeit konstruierten Altäre für Pflanzen- und Tieropfer und legten in den so genannten Sulbasutren exakte Vorschriften für Rituale fest. Zwischen 800 und 600 vor Christus – über die



Mit mathematischem Unvermögen zu kokettieren ist in Indien unmöglich: Schulunterricht in Mirzapur im Bundesstaat Uttar Pradesh.

Datierung streiten die Historiker noch – formulierte Baudhayana in einer dieser Sutren einen Spezialfall des Satzes, dessen Entdeckung die westliche Historie dem später geborenen Griechen Pythagoras zuschreibt. Auch die jahrhundertelange Beschäftigung mit der als „göttlicher Wissenschaft“ verehrten Astrologie begünstigte die Entwicklung einer fortschrittlichen Mathematik, der Konzepte für das Unendliche und sehr große Zahlen frühzeitig vertraut waren. Dies wirkt bis in die indische Gegenwart nach, die Bezeichnungen „lakh“ für hunderttausend und „crore“ für zehn Millionen etwa sind bis heute gebräuchlich.

Die Erfindung der Null als vollwertige Zahl ist eine Leistung mit kaum zu überschätzender Bedeutung. Der früheste bekannte Text über das Rechnen in einem Dezimalsystem mit der Null und negativen Zahlen – das Brahmasputasiddhanta – wurde von dem Mathematiker und Astronomen Brahmagupta im Jahr 628 verfasst. Forscher in Europa mussten sich damals – und noch Jahrhunderte später –

ohne diese Konzepte abmühen. Auch bedingt durch die ablehnende Haltung der christlichen Kirche des Mittelalters gegenüber „Importen“ aus der arabischen (in Wirklichkeit indischen) Welt, fand die indische Zahlenlehre erst im 16. Jahrhundert weitere Verbreitung. Die Inder, sagte Albert Einstein einmal, hätten die Europäer erst gelehrt, „wie man zählt“, und die Wissenschaft der Neuzeit dadurch erst möglich gemacht.

Mit der Kolonialzeit und den folgenden politischen Wirren verblasste der Stern der indischen Mathematik. Doch die Tradition lebte fort. Legendar wurde Srinivasa Ramanujan Iyengar, ein 1887 in Südindien geborener Autodidakt, dessen Genie bis heute die mathematische Zunft begeistert. Seit früherer Jugend beschäftigte sich der tief gläubige Hindu mit zahlentheoretischen Fragen, von seinen Zeitgenossen wurde er oft als Sonderling verlacht. Nur der berühmte britische Professor Godfrey Harold Hardy, dem Ramanujan seine selbst erarbeiteten Formeln und Gleichungen schickte, erkannte

das Talent des Inders und lud ihn nach Cambridge ein. In nur wenigen Jahren schrieben der Atheist Hardy und der tief religiöse Ramanujan Mathematikgeschichte, verfassten bahnbrechende Arbeiten über die Primzahlverteilung und die Kreiszahl Pi. Doch die Karriere des „indischen Gauss“ nahm ein tragisches Ende: Im feucht-kalten englischen Klima erkrankte er an Tuberkulose und starb mit nur 33 Jahren.

Im heutigen Indien findet Grundlagenforschung, wie sie Ramanujan betrieb, höchstens an Spitzeninstituten wie dem Tata Institute, den sieben Indian Institutes of Technology (IIT) oder dem Institute of Mathematical Sciences in Madras statt. Das IIT Kanpur machte 2002 weltweit Schlagzeilen, als Professor Manindra Agrawal und zwei seiner Studenten eine Methode zur Identifizierung großer

Primzahlen ausarbeiteten, ein Problem, das vor allem in der Verschlüsselungstechnik wichtig ist. Doch in einem Milliardenvolk mit einer Alphabetenrate von etwa 39 Prozent streben auch die Gebildeten eher nach materieller Sicherheit und suchen nach dem Abschluss einen Job im indischen Silicon Valley von Bangalore oder Hyderabad. „In der Softwarebranche lässt sich besser Geld verdienen als an einer Hochschule“, sagt auch Manoj Chari, der wie viele seiner Landsleute nach der Promotion in den USA blieb und dort für ein Beratungsunternehmen arbeitet.

Doch auch in der IT-Industrie setzt sich inzwischen die Erkenntnis durch, dass Indien sich wieder mehr der Forschung zuwenden muss, wenn es seinen weltweiten Spitzenplatz in der Software-Entwicklung verteidigen will. Unternehmen wie Daimler, SAP, IBM und Microsoft lassen in Indien nicht mehr nur EDV-Dienstleistungen erbringen, sondern haben dort eigene Forschungsabteilungen eingerichtet. Bis zu einer halben Million IT-Experten würde bald fehlen, wenn die Universitäten nicht mehr Forschungspersonal ausbilden, warnt Arun Gupta, Forschungsdirektor bei Pixtel Media Technology. Die Erfolge in Wirtschaft und Wissenschaft haben bewirkt, dass die frühere Kolonie Großbritanniens im Ausland zunehmend selbstbewusst auftritt: Die IT-Branche präsentiert sich auf der Frankfurter Buchmesse mit einem eigenen Pavillon, und im Jahr 2010 wird Indien erstmals in seiner Geschichte den renommierten Internationalen Mathematiker-Kongress ausrichten. Die Mathematik kommt nach Hause.



2. Handelsblatt-Jahrestagung Indien 27.-29. September 2006

ZIFFERN, ZAHLEN UND ZAHLSCHRIFTEN

Zahlen aus Ziffern

Die Begriffe Ziffer (aus dem arabischen „sifir“ für null) und Zahl werden in der deutschen Sprache fälschlicherweise häufig synonym verwendet. Beispielsweise in dem Begriff „Dunkelziffer“, die eigentlich eine Zahl ist. Mathematisch korrekt müsste man also eigentlich „Dunkelzahl“ sagen und schreiben. Ziffern sind schriftliche Zeichen zur Darstellung von Zahlen in einem Zahlensystem. „0“ wurde von den alten Indern zu-

nächst nur gemeinsam mit anderen Ziffern als Leerstelle verwendet, bevor sie auch allein stehend als gleichberechtigte Zahl verwendet wurde.

Zehnersystem

Im heute gebräuchlichsten Zahlensystem, dem in Indien entstandenen und über die Araber nach Europa gelangten Dezimal-

system (mit der Basis zehn), gibt es zehn Ziffern. In Computerprogrammen benutzt man das Dualsystem mit den beiden Ziffern 0 und 1.

Europäisch	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Arabisch-Indisch	.	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	
Östliches Arabisch-Indisch (Persisch und Urdu)	.	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	
Devanagari (Hindi)	०	१	२	३	४	५	६	७	८	९	
Tamil		௦	௧	௨	௩	௪	௫	௬	௭	௮	௯

UNSERE THEMEN

MO ÖKONOMIE

DI ESSAY

MI GEISTESWISSENSCHAFTEN

DO NATURWISSENSCHAFTEN

FR LITERATUR

## Neuer Schritt zum Quantenbit

DÜSSELDORF. Einem Team von Physikern des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik in Garching ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum Quantenbit gelungen, nämlich ein ultrakaltes Rubidium-Gas zwischen zwei unterschiedlichen Quantenzuständen hin und her zu schalten.

Nevill Mott hatte schon im Jahre 1960 beobachtet, dass gewisse elektrisch leitende Materialien plötzlich ihre Leitfähigkeit verlieren, wenn ihre Kristallstruktur zu unordentlich wird. Moleküle so geordnet zu gruppieren und zu fixieren („Mott-Isolator“) ist eine wichtige Bedingung, um mit ihnen Informationen zu verarbeiten.

Moleküle sind besonders interessant, um Quanteninformationen zu verarbeiten. Denn Moleküle können elektrisch wechselwirken – zumindest wenn sie polar sind, sich also aus unterschiedlichen Atomen zusammensetzen und einen positiven und einen negativen Ladungspol besitzen. Um als Quantenbit brauchbar zu sein, müssen sich die Moleküle aber nahe dem absoluten Temperaturnullpunkt fast zum Stillstand bringen lassen – etwa in einem solchen Laser-Karton.

Doch anders als einzelne Atome lassen sich Moleküle nicht leicht abbremsen und kühlen, weil ihre Atome gegeneinander schwingen und sich das ganze Molekül um mehrere Achsen drehen kann. „Wir umgehen diese Schwierigkeit, da wir die Moleküle erst an den einzelnen Plätzen des Gitters erzeugen“, sagt Gerhard Rempe, Direktor am MPI für Quantenoptik. Die Forscher haben dafür zunächst einen Mott-Isolator aus Rubidium-Atomen erzeugt. Sie haben ein atomares Rubidium-Gas bis knapp über dem absoluten Nullpunkt abgekühlt und dieses „Bose-Einstein-Kondensat“ im optischen Gitter eingefangen. Darin ordnen sich die Atome wie in gestapelten Eierkartons: der Zustand des Mott-Isolators. In dessen Mitte sitzen die Rubidium-Atome zu zweit in den Mulden. Nur am Rand gibt es Mulden mit einzelnen Atomen.

In den Mulden mit zwei Atomen bilden die Physiker aus ihnen Moleküle, indem sie ein Magnetfeld anlegen und seine Stärke verändern. Es wird für die Atome ab einer bestimmten Stärke des Magnetfeldes nämlich energetisch günstiger, sich mit ihrem Partner im Karton zu verbinden. Wird das Magnetfeld auf den ursprünglichen Wert zurückgeführt, trennen sich die Atome voneinander und nehmen ihren Ausgangszustand ein. Da nur die getrennten Atome, nicht die Moleküle nachweisbar sind, können die Forscher beweisen, dass die Moleküle nicht einfach aus dem Gitter entwischt sind.



**buecher.de**  
Bücher | Online | Portofrei

# Beste Unterhaltung. Immer versandkostenfrei.

Ihr persönlicher **Gutschein über 5,00 EUR\***



\* Der Gutschein kann auf alle Artikel mit Ausnahme von preisgebundenen Büchern eingelöst werden. Dieser Gutschein-Code ist pro Person nur einmal einlösbar. Mindestbestellwert 25,00 EUR. Der Gutschein ist gültig bis zum 31.10.2006.

Ihr persönlicher Gutschein-Code: **M377-5U34-5E5E-DJ9X**

Einfach einlösen unter: [www.buecher.de/handelsblatt](http://www.buecher.de/handelsblatt)

Bücher | Hörbücher | Fachbücher | Musik | Filme | Software | Spiele | Wein

Jetzt bestellen unter [www.buecher.de](http://www.buecher.de). Sparen Sie von Anfang an – mit unserer versandkostenfreien Lieferung innerhalb Deutschlands ohne Mindestbestellwert!