

Geistige Höhenflüge auf grüner Tafel

Wie das neue Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften Brücken für Physiker und Biologen schaffen will

Wenn Jürgen Jost arbeiten will, dann setzt er sich in den bequemen Sessel in seinem Büro und schließt die Augen. Während sich unersinnlich schwer tut, schlichte Würfel im Kopf zu drehen, sieht Jost alsbald komplizierte vierdimensionale Gebilde, die er sich als Abfolge räumlicher Figuren vorstellt. „Das geht besser als am Computer“, glaubt der 40-jährige, der 1993 mit dem renommierten Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft ausgezeichnet wurde. „Im Kopf kann man schneller etwas wegdenken“. Daraus zu schließen, daß Jürgen Jost dem Klischee des weltfremden Mathematikers entspricht, wäre falsch. Seine Figuren stehen in konkretem Zusammenhang mit Phänomenen aus der Gehirnforschung oder der Teilchenphysik.

Gräben überwinden

Jürgen Jost ist einer der drei Direktoren des Leipziger Max-Planck-Instituts für Mathematik in den Naturwissenschaften, das im Herbst eröffnet wurde. Daß Geometrie, Algebra und Analysis – die drei „Säulen“ der Mathematik – für Physiker zum Standardwerkzeug gehören, ist zwar nicht neu. Schließlich lassen sich viele Phänomene in der Natur durch Gleichungen beschreiben, „nichtlineare partielle Differentialgleichungen“ genauer gesagt, und für deren Lösungen braucht man mathematische Kenntnisse. Doch bislang arbeiten in der Regel an den Universitäten Naturwissenschaftler auf der einen, Mathematiker auf der anderen Seite. Weil sie unterschiedliche „Sprachen“ sprechen, ist die Kommunikation nicht immer einfach. Mit dem Leipziger Institut will man versuchen, ein paar Gräben zu überwinden.

Die „Mathematik in den Naturwissenschaften“ ist eine von bislang 17 Einrichtungen der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) in den neuen Ländern. Während in West-Deutschlands Stellen eingepard Institute geschlossen werden müssen (SZ, 14. 11. 1996), wird die MPG bei ihrer Senatsversammlung nächste Woche gar die Gründung zweier weiterer Institute im Osten verkünden. Langfristig treibt die Forschungsorganisation ein Ost-West-Verhältnis von 20 zu 60 Instituten an. Dafür genießt die MPG für einige Jahre eine Etatsteigerung von fünf Prozent – Geld, das sie im Osten ausgeben muß.

Die neuen Länder haben das auch bitter nötig. Ganze 1,18 Forscher kommen statistisch gesehen, auf 1000 Einwohner – verglichen mit 4,33 in den alten Ländern (europäischer Durchschnitt: 4,7). Mindestens 70 000 Stellen in der Industrieforschung sind verloren gegangen. Das kürzlich ausgelaufene Wissenschaftlerintegrationsprogramm, das die besten ostdeutschen Forscher fünf Jahre lang unterstützt hat, damit diese den Sprung an Universitäten schaffen, gilt als gescheitert – im wesentlichen, weil die lokalen Stellen drastisch sparen müssen. Viele Kollegen suchen eine Stelle“, sagt Jost.

Harter Wettbewerb

Hinter vorgehaltener Hand ist auch von unangelegter Flexibilität der ostdeutschen Forscher zu hören – was nicht überrascht, vergleicht man das DDR-System, in dem selbst die Zahl der Doktoranden planwirtschaftlich festgelegt war, mit dem harten Wettbewerb im Westen. Die jüngeren Leute, die zur Zeit der Wende ihr Studium abgeschlossen hatten, sind mehrheitlich in die alten Länder gegangen, weil ihnen die Situation an den Hochschulen der Ex-DDR zu unsicher erschien. Schließlich mußten nicht wenige potentielle Doktoranden wegen Stasi-Verstrickungen ihre Stelle aufgeben.

Auch deshalb gilt die Max-Planck-Gesellschaft mittlerweile vielen als eine Art Lotter der Wissenschaft im Osten. Zwar

kommt der Großteil der Forscher an den neuen Instituten aus dem Westen, doch für die Universitäten bedeutet die Nähe eines Max-Planck-Instituts einen Gewinn.

Wer durch die Gänge der neuen Mathematik-Bibliothek in Leipzig geht, versteht dies: Es gibt wohl kein in den einschlägigen Kreisen bekanntes Fachmagazin, das dort nicht zu finden wäre. „Von der *Physical Review* haben wir sogar alle alten Jahrgänge kaufen können“, freut sich Jürgen Jost. Kaum ein wichtiges Buch, das nicht in den Regalen stünde – Zustände, von denen die Mathematiker an der Universität nur träumen können, denn zu DDR-Zeiten kamen sie an die internationale Literatur nicht heran, und heute können sie sich viele Werke nicht leisten.

Gemeinsam mit Jürgen Jost und dem erst 34-jährigen Stefan Müller, der zuvor bereits Professor in Freiburg sowie in Zürich war, leitet Eberhard Zeidler das Leipziger Institut. Zeidler ist nicht nur einer der wenigen ostdeutschen „Max-Plancker“, er ist der einzige heimische Direktor. Von ost-westlichen Zahlenspielen will er allerdings nichts hören. „Wir sollten darüber nicht reden“, sagt Zeidler, und beschwört lieber den „Schmelztiegel der Wissenschaft“. Zeidler gehört zudem zu der seltenen Forscherspezies, die in der

Die in der vergangenen Woche von Forschern des Deutschen Elektronen-Synchrotrons DESY in Hamburg veröffentlichten Meßdaten sind mit dem heutigen Weltbild der Physiker womöglich nicht vereinbar. Damit hätten die Experten einen lange gesuchten experimentellen Hinweis in der Hand, wie eine über das derzeitige „Standardmodell“ hinausgehende Physiktheorie aussehen könnte. Bevor die Experten jedoch von einer wissenschaftlichen Sensation sprechen wollen, möchten sie zunächst die brisanten Daten mit weiteren Messungen am Speicherring HERA untermauern.

Die Hadron-Elektron-Ringanlage HERA, mit Baukosten von über einer Milliarde Mark die teuerste Wissenschaftsmaschine Deutschlands, ist ein unterirdischer, ringförmiger Teilchenbeschleuniger mit einem Umfang von 6,3 Kilometern. HERA bringt Protonen (Wasserstoffatomkerne) und Positronen (Antiteilchen von Elektronen) praktisch auf Lichtgeschwindigkeit. Anschließend stoßen beide Teilchensorten frontal zusammen. An zwei Stellen des Speicherrings sind die beiden haushohen Detektoren H1 und Zeus aufgebaut, die die mikroskopischen Kollisionen präzise vermessen. Aus der Analyse dieser Meßdaten rekonstruieren die Physiker den grundlegenden Aufbau des Protons.

Sehr selten registrieren die Forscher dabei sogenannte tief inelastische Streuprozesse. Dabei fliegt das Positron nach dem Stoß in einem sehr großen Winkel davon und bekommt einen enormen Schwung mit auf den Weg. Es hat dann rund zehnmal soviel Energie als vor der Kollision. Das Ungewöhnliche: „In einem bestimmten Bereich haben wir diese tief inelastischen Streuprozesse in einer unerwartet hohen Anzahl registriert“, so DESY-Forschungsdirektor Albrecht Wagner. „Anstatt ein bis zwei maßen wir elf. Das sind viel mehr, als auf Grund der theoretischen Vorhersagen zu erwarten waren.“

Die Wahrscheinlichkeit, daß es sich bei den Messungen lediglich um statistische Fluktuationen handelt, welche mit dem alten Standardmodell zu erklären seien, beträgt nach Berechnungen der Experten etwa ein Prozent. Für wissenschaftliche

Ex-DDR einen Spagat geschafft haben: ein international renommierter Forscher zu sein und sich zugleich eine gewisse Unabhängigkeit vom Staat bewahrt zu haben. Er hat zum Beispiel Bücher im Westen publiziert, „immer am Rande der Legalität“, wie er heute sagt.

Der Integrität Zeidlers haben die Leipziger wohl auch zu verdanken, daß sich in ihrer Stadt – neben dem Max-Planck-Institut für neurophysiologische Forschung, das im selben Gebäude residiert – die Mathematiker angesiedelt haben. Plausibel ist die Wahl des Standortes aber auch aus historischer Sicht. Die Messestadt hat mathematische Tradition, lehrte doch hier schon Gottfried Wilhelm von Leibniz, der die „Infinitesimalrechnung“ erfunden hat. Jeder Mathematiker kennt

auch August Ferdinand Möbius und sein berühmtes „Band“, die „Kleinsche Flasche“, und die Gruppentheorie des Sophus Lie – alles Namen, die mit Leipzig verbunden sind.

„Die Nazis machten dieser Tradition ein Ende“, erzählt Jürgen Moser, weltweit bekannt für seine Beiträge zu vielen Sparten der Mathematik, unter anderem zur Chaostheorie. Moser, mittlerweile emeritiert, soll als auswärtiges wissenschaftliches Mitglied die Arbeit des Instituts unterstützen. „Auch mit der in Göttingen gepflegten Einheit von reiner und ange-

wandter Mathematik war 1933 Schluß“, sagt Moser. Letztere galt nämlich als jüdisch.“

Die angewandte Mathematik hat sich im Westen erst in den letzten Jahrzehnten davon erholt, in der DDR wurde sie nicht sonderlich gepflegt. Einen weiteren Beitrag zur Gesundung wollen jetzt die drei Leipziger Direktoren leisten. Ihr Konzept, das bereits mit Erfolg am Institut für komplexe Systeme in Dresden praktiziert wird: wenige feste Stellen, dafür einen großen Etat für Gastwissenschaftler, für Sommerschulen und Seminare. Vor allem junge Leute will man auf diese Weise ausbilden, international renommierte Forscher für ein paar Monate nach Leipzig holen.

Masse gegen Schlaglöcher

Wo sonst, wenn nicht in der hellen, gepflegten Atmosphäre des renovierten Reclam-Hauses im Graphischen Viertel, sollten die Mathematiker zu ihren geistigen Höhenflügen aufsteigen? An jeder Ecke hängt eine der grünen Schreiftafeln, ohne die Mathematiker nicht arbeiten können. Auf ihnen sind die komplizierten Formeln dieser geistigen Höhenflüge notiert, die aber, wie schon erwähnt, eine durchaus handfeste Grundlage haben. Was in der Physik schon länger praktiziert wird, könnte zum Trend in der Biologie werden: Viele Fachleute, darunter der Nobelpreisträger Manfred Eigen, glauben, daß ihre Disziplin sich „mathematisieren“ müsse, damit sich das Wesentliche aus der Fülle an Einzelheiten und Daten herauskristallisieren lasse.

Um beispielsweise besser zu verstehen, wie sich das Nervengeflecht im Gehirn organisiert, zwingt Jürgen Jost ein torusförmiges Netz im Computer, sich über eine Kugel zu legen. „Das hört sich sehr abstrakt an“, gibt Jost zu, doch solche Simulationen und Berechnungen führen letztlich dazu, daß man die Topologie von Nervennetzen grundlegend versteht.

Stefan Müller wiederum will mathematische Ideen in die Materialwissenschaft einbringen. Er versucht, eine theoretische Beschreibung der „Gedächtnismetalle“ zu finden, jener Substanzen, die, wenn man sie kühlt und daraufhin wieder erwärmt, ihre ursprüngliche Form wieder annehmen. Auch die „elektrorheologischen“ Flüssigkeiten gehören zu seinem Repertoire: Substanzen, die unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes zu einer zähen Masse werden, und die von der Autoindustrie als Kandidaten für adaptive, sprich: sich sowohl gut geteerten als auch mit Schlaglöchern versehenen Straßen anpassenden Stoßdämpfer gehandelt werden. Müller: „Die Mathematik kann helfen vorauszusagen, welche Strukturen sich in den Flüssigkeiten bilden.“

Und Eberhard Zeidler? Der mit 56 Jahren älteste des Trios wehrt Fragen nach seiner Arbeit zunächst ab: „Alte Mathematiker sind nicht so produktiv“. Worauf Jost und Müller mit Kopfschütteln reagieren. Schließlich erklärt Zeidler doch, daß er einen „Traum“ hat, nämlich die Einheit zwischen der Physik und der Mathematik der Quantenfeldtheorie zu schaffen. Diese Theorie ist wohl mit das abstrakteste, was die Physik zu bieten hat, und sie beschreibt nicht nur das Quantenverhalten der Elementarteilchen, sondern auch das der elektromagnetischen Felder. „Die Physiker gehen da immer noch konkret heran“, sagt Zeidler, „während die Mathematiker längst Lehrsätze geschaffen haben.“

Erste Brücken zwischen Naturwissenschaft und Mathematik sind offenbar schon gebaut: Einen Stock tiefer beginnen die Gehirnspezialisten, sich für ihre Kollegen zu interessieren. „Die haben schon überlegt, uns in ihr Kernspin-Gerät zu legen“, amüsiert sich Jürgen Jost, „um zu sehen, wo es leuchtet, wenn wir über vierdimensionale Figuren nachdenken.“

Änderungen im Weltbild?

Konsequenzen aus einem physikalischen Experiment

Maßstäbe ist dies ein zu hohes „Restriktiko“. Deshalb wollen die Physiker der H1- und Zeus-Arbeitsgruppen zunächst die kommende Meßperiode abwarten. „Wir brauchen noch mehr Meßdaten, um verlässliche Aussagen machen zu können“, sagt Wagner.

Sollten sich die Indizien nach weiteren Messungen verdichten, dann würde das Standardmodell ins Wanken geraten. Neue Theorien müßten dann aufgestellt werden. Zahlreiche Experten liebäugeln bereits mit der „Supersymmetrie“ (SUSY), einer derzeit noch hypothetischen Erweiterung des Standardmodells. Vereinfacht gesagt geht SUSY davon aus, daß es zu jedem Materieteilchen („Fermion“) ein entsprechendes Kraftteilchen („Boson“) gibt und umgekehrt jedes Boson einen supersymmetrischen Fermion-Partner hat. Damit würde SUSY zwar die Anzahl der als elementar geltenden Teilchen auf einen Schlag verdoppeln. Gleichzeitig würde sie aber gravierende mathematische Probleme des Standardmodells beseitigen – wie beispielsweise Schwierigkeiten mit der Masse gewisser Teilchen wie etwa dem sogenannten Higgs-Boson.

Doch auch ein völlig neues, exotisches Elementarteilchen könnte die ungewöhnliche Häufung der tief inelastischen Streuprozesse verursacht haben: Das in Frage kommende sogenannte Leptoquark ist ein merkwürdiger „Teilchenzwitter“, es hat zugleich die Eigenschaften von Leptonen (zu denen die Elektronen zählen) und Quarks. Das Standardmodell behandelt diese beiden Teilchenfamilien strikt getrennt und erlaubt keine „Mischlinge“. Sollte das Leptoquark jedoch tatsächlich existieren, sind Quarks und Elektronen womöglich gar keine unteilbaren Elementarteilchen, sondern aus gemeinsamen Urteilchen zusammengesetzt. Als dritter Erklärungsversuch für die ungewöhnlichen HERA-Meßdaten kommt die Existenz einer neuen, bislang unbekanntenen Naturkraft in Frage. Welches dieser Konzepte letztlich das passende ist, werden die Physiker am DESY frühestens gegen Ende des Jahres abschätzen können, nachdem sie mit HERA weitere Messungen vorgenommen haben (Siehe auch NACHGEFRAGT).

FRANK GROTELÜSCHEN

JEANNE RUBNER