

**H**ätte sich die Menschheit das Jahr-2000-Problem erspart, wenn Mathematiker stärker an der Entwicklung der Computer beteiligt gewesen wären? Die Techniker waren ja froh, dass die Dinge überhaupt funktionierten. Wer kümmerte sich in den siebziger Jahren um den Datumssprung zur Jahrtausendwende? Und wer hätte geahnt, dass zum Millennium die gesamte entwickelte Welt von Computern abhängig sein würde?

Techniker testen plausible Situationen. Wenn ein System läuft, dann läuft es. Mathematiker hingegen sind Pedanten von Berufs wegen. Sie versuchen zu beweisen, dass unter bestimmten Voraussetzungen keine Panne passieren kann.

Viele Mathematiker sind zutiefst davon überzeugt, dass sie die Sprache des Universums sprechen. Die moderne Naturwissenschaft, von der Relativitätstheorie bis zur Quantenmechanik, wird in mathematischen Gleichungen ausgedrückt. Ohne höhere Mathematik gäbe es keine Computertomographie, keine CDs, keinen Mobilfunk.

Wer sind diese Mathematiker, die von sich glauben, dass ohne ihre Wissenschaft so ziemlich nichts funktionieren würde? Und wie kommen sie auf die Idee, sie hätten den großen Computer-Crash verhindern können?

„In Österreich gelten wir als Spinner“, sagt Edmund Hlawka, 83. In seinem Büro im „Grünen Turm“ der Technischen Universität in Wien herrscht, was man bei einem Mathematiker am allerwenigsten ver-

muten würde: ein heilloses Chaos von Büchern und Unterlagen, verstreut auf Tisch, Stühlen und Boden.

Da sitzt der weltberühmte emeritierte Professor, der sich selbst als „uneigentlichen Schüler“ von Kurt Gödel bezeichnet, in sich zusammengesunken in seinem Sessel und spricht über Primzahlen. Das sind jene positiven ganzen Zahlen, die nur durch 1 und sich selbst teilbar sind. Also 2, 3, 5, 7, 11, 13 und so weiter.

Die 2 tanze aus der Reihe, merkt der Professor an. Denn die 2 ist eine gerade Zahl, während alle Primzahlen größer als 2 ungerade sind. Wären sie gerade, wären sie durch 2 teilbar und daher keine Primzahlen. „Man muss das immer wieder betonen“, sagt Hlawka und lächelt schelmisch, als würde er ein pikantes kleines Geheimnis enthüllen. „Die Zahl 2 ist ein Sonderfall.“

Primzahlen sind gewissermaßen die Atome der Zahlen. Jede positive ganze Zahl ist eindeutig als Produkt von Primzahlen darstellbar. Ist das wichtig? Ja.

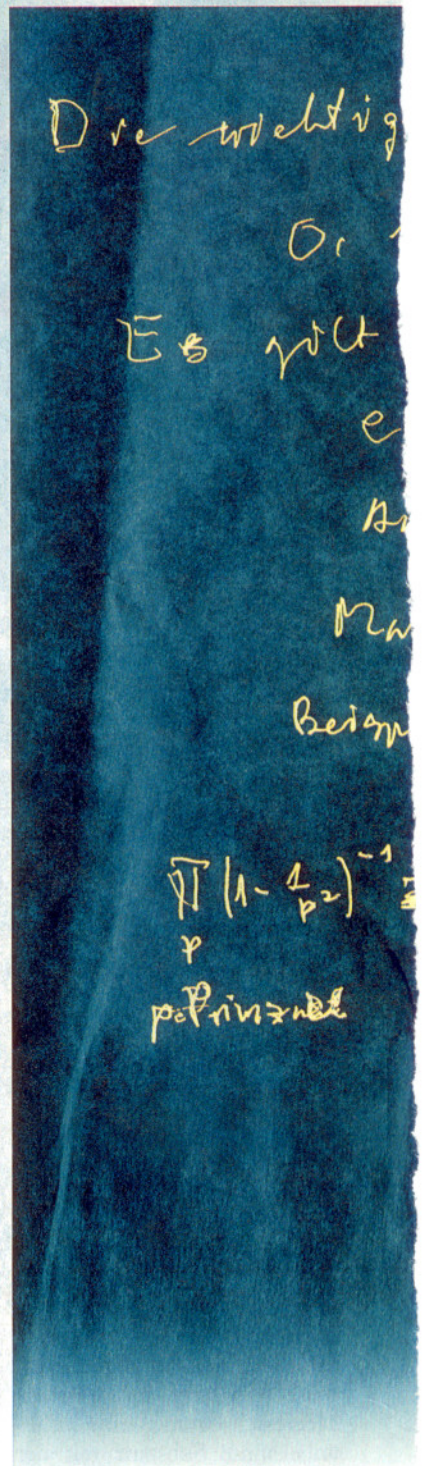
In seinem Notizbuch hat der Professor eine Zahl aufgeschrieben. Sie lautet  $2^{6972593} - 1$ . „Das ist die derzeit größte bekannte Primzahl“, sagt Hlawka bedeutungsvoll. „Das ist der Stand vom 1. Juni.“ Bitte, im Computerzeitalter können sich die Dinge jederzeit ändern.

Die neue Zahl ist jedenfalls eine so genannte Mersenne-Primzahl: eine Primzahl, die um 1 kleiner als eine Potenz von 2 ist, wobei die Hochzahl wiederum eine Primzahl ist. Eine Zahl wie  $2^3 - 1 = 7$  zum Beispiel: nämlich die 7.

Dass es unendlich viele Primzahlen ►

**Mathematik.** Thomas Vašek über den Boom einer Wissenschaft, die Eingeweihte für die Sprache des Universums halten – und die trotzdem nur von wenigen verstanden wird.

FOTOS VON HELENE WALDNER UND OLIVER ZEHNER



# Zahl

sten Zahlen der Mathematik

$$e, \pi, i = \sqrt{-1}$$

die wichtige Gleichung

$$\bar{w} + 1 = 0$$

wendungen in

chemie und Physik

der Elektrotechnik

$$\frac{\pi^2}{6} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$$

natürliche Zahl

### Edmund Hlawka

Der weltberühmte 83-jährige Professor hat zwei geheimnisvolle mathematische Beziehungen notiert: Was hat die eulersche Zahl  $e$  mit  $\pi$  und der imaginären Wurzel aus  $-1$  zu tun? Warum lässt sich  $\pi^2/6$  als unendliche Summe von Bruchzahlen darstellen? Gibt es periodisch wiederkehrende Muster in den Dezimalstellen von  $\pi$ ?

# ...den, bitte!

gibt, zeigte Euklid schon vor 2500 Jahren. Aber gibt es auch unendlich viele mersenne-sche Primzahlen? „Das weiß bis heute niemand“, sagt Hlawka. Als Hlawka vor einigen Monaten über die „großen ungelösten Probleme der Mathematik referierte, war der Hörsaal voll.

Mathematiker suchen nach Ordnung in scheinbarem Chaos, nach Gesetzen hinter vermeintlicher Anarchie.

Primzahlen kommen völlig unregelmäßig vor. Niemand weiß, wie wir grundsätzlich von einer zur Nächsten gelangen.

Dafür gibt es verblüffenderweise eine Formel für die statistische Verteilung der Primzahlen: den berühmten Primzahlsatz, wonach die Anzahl der Primzahlen bis zu einer vorgegebenen Zahl  $n$  ungefähr gleich  $n$  dividiert durch den natürlichen Logarithmus von  $n$  ist.

Ist es nicht sonderbar, dass Primzahlen öfters paarweise vorkommen, zum Beispiel 11 und 13 oder 17 und 19? Die nahe liegende Frage: Gibt es unendlich viele solcher Zwillinge? Man vermutet es.

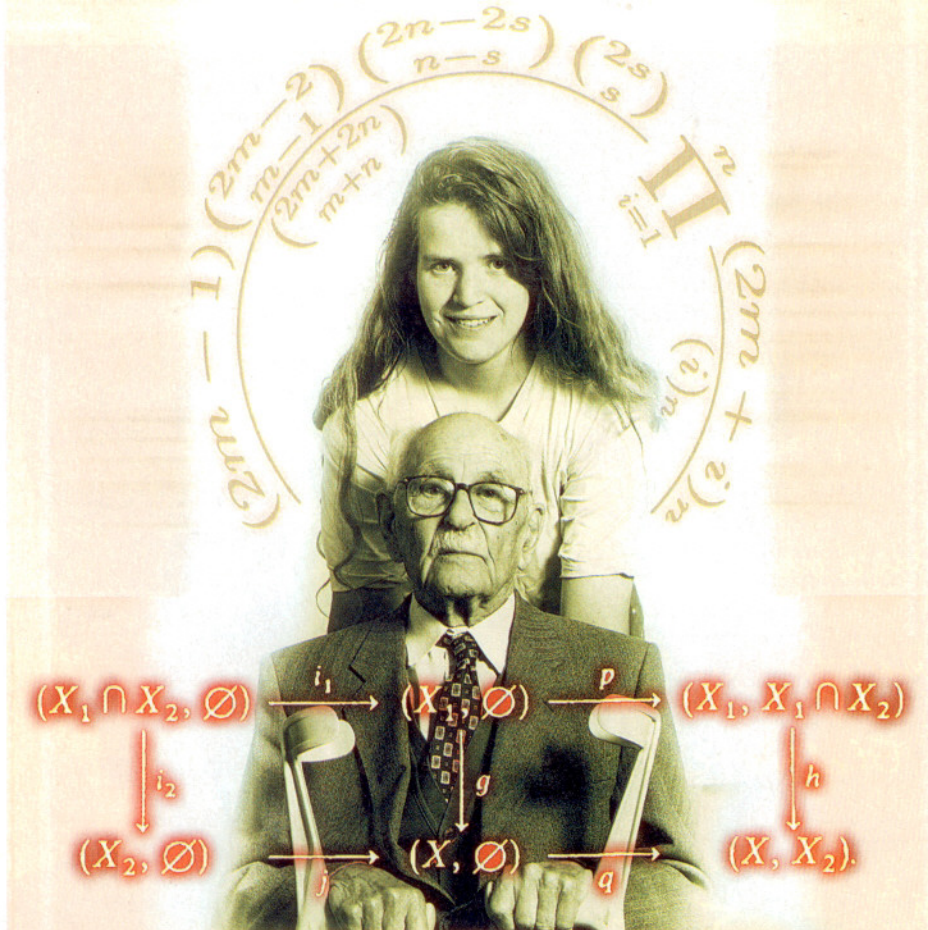
Was man über Primzahlen weiß, was man nicht weiß und was man bloß vermutet, würde ein dickes Buch füllen.

Mathematiker ziehen Schlussfolgerungen – und darin sind sie so unerbittlich und pedantisch wie Sherlock Holmes.

**N**aturwissenschaftler bestätigen ihre Theorien durch Experimente. Mathematiker hingegen sind darauf angewiesen, ihre Aussagen nach logischen Regeln zu beweisen.

Als gesichert gilt nur, was klar und nachvollziehbar gezeigt wurde, alles andere läuft bestenfalls unter dem Schlagwort „Vermutung“. Neuerdings gelten daher Beweise mit mehr als 500 Seiten nicht mehr als statthaft, schließlich könnte in jeder Fußnote der Hund begraben sein. Jeder mathematische Lehrsatz baut auf anderen auf, wäre nur einer davon falsch, so bräche das Gebäude zusammen.

Unbewiesen ist zum Beispiel die Vermu-



### Leopold Vietoris, 108 Jahre. Theresia Eisenkölbl, 23 Jahre

Der Innsbrucker Professor, vermutlich der älteste lebende Österreicher, ist einer der Mitbegründer der Algebraischen Topologie, einer hochabstrakten und schwierigen Disziplin. Die unten abgebildete Formel gehört zum Beweis seines Theorems. Theresia Eisenkölbl, 23, gilt als Shooting Star in der Kombinatorik. Als Schülerin erreichte sie bei der Mathematik-Olympiade in Hongkong die maximale Punkteanzahl, mit 22 bekam sie eine Assistentenstelle an der Uni.

tung eines Mathematikers namens Goldbach, der die kühne Behauptung aufstellte, dass jede gerade Zahl die Summe von zwei Primzahlen sei.  $24 = 19 + 5$  oder  $21.000 = 17 + 20.983$  zum Beispiel. Das Problem selbst versteht an sich jeder. Der Beweis wäre ein heroischer Akt der Geistesgeschichte.

Man hat Goldbachs Vermutung bereits für Zahlen mit 100.000 Stellen nachgeprüft. Niemand zweifelt daran, dass sie stimmt. Doch nur ein Beweis könnte das Gesetz enthüllen, warum sich Primzahlen tatsächlich so und nicht anders verhalten.

Ein einziges Gegenbeispiel macht alle Anstrengungen zunichte.

Der Schweizer Mathematiker Leonhard Euler vermutete im 18. Jahrhundert, dass die Summe von drei vierten Potenzen niemals eine vierte Potenz sein könne.

1988 fand Noam Elkies von der Harvard University ein Gegenbeispiel:  $2.682.440^4 + 15.365.639^4 + 18.796.760^4 = 20.615.673^4$ .

Eine Gleichung als Denkmal der kritischen Vernunft.

Molekularbiologen können Bilder von menschlicher Erbmasse zeigen, Astronomen die Fotos einer fernen Galaxie. Aber wie soll man jemandem erklären, warum die so genannte „riemannsche Vermutung“ das herausragende Problem der Mathematik ist?

Wer zeigen kann, dass alle komplexen Nullstellen der sogenannten Zeta-Funktion den Realteil  $1/2$  haben, sichert sich einen Platz im Olymp der Mathematik.

Mathematiker lieben die großen, die jahrhundertealten Probleme, die Super-Nüsse der Menschheitsgeschichte.

Über 350 Jahre alt war das Rätsel, das der

## Große Mathematiker

Die Könige im Reich der Zahlen und Formeln: Seit der Antike wächst der Baum der Mathematik – ohne Ende, denn wo Probleme gelöst sind, entstehen neue.

### EUKLID (Griechenland, rund 300 v. Chr.)



Seine „Elemente“ waren jahrhundertlang das große Standardwerk der Mathematik. Euklid zeigte unter anderem, dass es unendlich viele Primzahlen gibt.

### PIERRE DE FERMAT (1601–1665)

Französischer Jurist und Mathematiker. Das so genannte „fermatsche Prinzip“ beschreibt den Weg des Lichts zwischen zwei Punkten. Fermat ist vor allem durch seinen „letzten Satz“ bekannt, der erst 1994 bewiesen wurde.



französische Mathematiker Pierre de Fermat hinterlassen hatte.

Fermat, ein Jurist und Hobbymathematiker, vermutete, dass es keine drei positiven ganzen Zahlen gibt, welche die Gleichung  $a^n + b^n = c^n$  für  $n$  größer als 2 erfüllen. In ein Buch kritzelte er: „Ich habe hierfür einen wahrhaft wunderbaren Beweis, doch ist dieser Rand hier zu schmal, um ihn zu fassen.“

Fermats Notiz raubte Generationen von Mathematikern den Schlaf.

Nach jahrelanger Klausur fand der britische Mathematiker Andrew Wiles im Jahr 1994 schließlich einen 130 Seiten starken Beweis, der selbst für hoch spezialisierte Fachleute kaum nachvollziehbar ist.

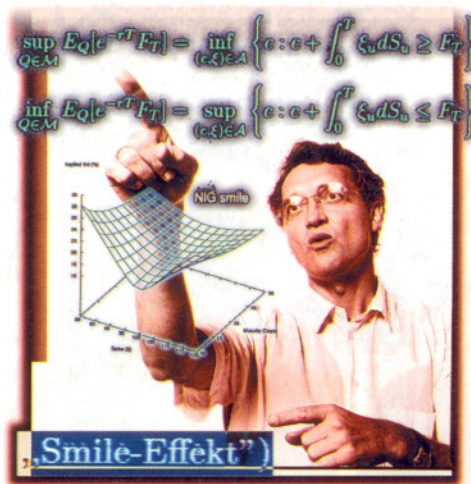
Wahrscheinlich ist „Fermats Satz“ zu nichts nütze. Allerdings brachte Wiles' Beweisverfahren die Zahlentheorie mithilfe der Theorie elliptischer Kurven einen großen Schritt weiter. Sicher ist: Falls Fermat jemals tatsächlich einen Beweis hatte, dann ging der anders als der von Wiles.

Der vor drei Jahren verstorbene ungarische Mathematiker Paul Erdős war zeitlebens auf der Suche nach möglichst schwierigen Problemen – und nach der Schönheit in der Mathematik.

Mit zwei schäbigen Koffern tingelte der kleine, magere Mann, stets von seiner Mutter begleitet, von einem Mathematikerkongress zum nächsten. Wer die Ehre hatte, gemeinsam mit Erdős zu publizieren, bekam von „Onkel Paul“ die so genannte Erdős-Zahl 1 verliehen. Wer mit jemandem publizierte, der mit Erdős publiziert hatte, erhielt Erdős-Zahl 2. Und so weiter. Es wäre nicht die Mathematik, würde es nicht mittlerweile Theoreme und Abhandlungen über Erdős-Zahlen geben.

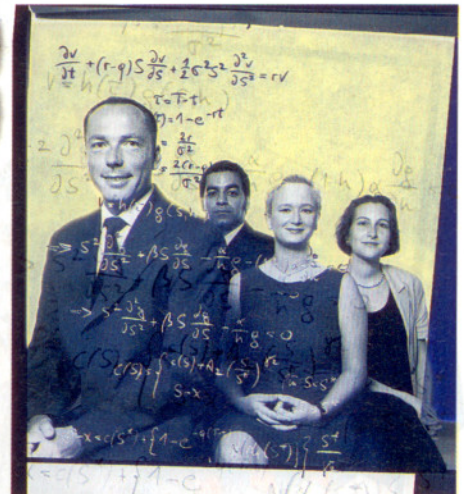
Noch in hohem Alter betrieb Erdős 19 Stunden täglich Mathematik, gestärkt durch Aufputzmittel und unzählige Tassen Kaffee. „Ein Mathematiker ist eine Maschine, die Kaffee in Theoreme verwandelt“, pflegte er zu sagen. Erdős stellte seinen Mathe-Kollegen auch selbst Probleme, für deren Lösung er, je nach Schwierigkeit, Geldpreise von fünf Dollar aufwärts auslobte.

In seiner Privatsprache nannte er Kinder „Epsilons“, nach dem griechischen Buchsta-



### Walter Schachermayer

Der Professor für Finanzmathematik gewann 1998 den Wittgenstein-Preis. „Banken kommen heute ohne mathematische Modelle nicht aus. Wissenschaftliche Entwicklungen sind unmittelbar praxisrelevant.“



### Walter Mussil (li.), Bank Austria

Der 29-jährige technische Mathematiker und seine Kollegen beschäftigen sich in der Bank Austria mit mathematischem Risikomanagement. Mussil: „In der Bank gibt es faszinierende Anwendungsmöglichkeiten.“

ben Epsilon, mit dem in der Mathematik üblicherweise kleine Größen bezeichnet werden. Eine Mathe-Vorlesung nannte er „Predigt“, und „gestorben“ war für ihn, wer die Mathematik an den Nagel gehängt hatte. Gott sah er als „größten Meister“, auch als „Supreme Fascist“ oder einfach nur „SF“ an – wobei er dies keineswegs politisch meinte.

Erdős behauptete, Gott besitze ein „transfinites Buch der Theoreme“, in dem die besten und elegantesten Beweise stünden. „Du brauchst nicht an Gott zu glauben, aber du solltest an das Buch glauben“, meinte er öfters.

Als der deutsche Mathematiker David Hilbert erfuhr, dass einer seiner früheren Assistenten ein Dichter geworden war, meinte er bloß trocken: „Für die Mathematik hat ihm ohnedies die Fantasie gefehlt.“

Der britische Zahlentheoretiker Godfrey Harold Hardy drückte es so aus: „Ein Mathematiker ist, wie ein Maler oder Dichter, ein Meister des Musters.“

Kaum zufällig sehen die Mathematiker in ihrer Wissenschaft auch Kunst – auffällig viele sind Musiker.

Dem Wiener Professor Christian Krat-

enthaler, 40, war eine Karriere als Konzertpianist vorgezeichnet. Als seine Hände den Strapazen des Klavierspielens nicht mehr gewachsen waren, nutzte er seine zweite große Begabung und wurde Mathematiker. Kratenthaler besitzt die erdösche Zahl 2 und gilt als Kapazität auf dem Gebiet der Abzählkombinatorik. Dabei geht es, im einfachsten Fall, um Fragen der Art: Wie viele mögliche Lottotipps gibt es für 6 aus 45? Wie viele Zwölftonreihen gibt es in der Zwölftonmusik? Nur so zum Beispiel.

Der Inder Srinivasa Ramanujan besaß jene geheimnisvolle Intuition für Muster und Beziehungen in der Mathematik. „Wahrscheinlich wusste er bis zuletzt nicht, was ein Beweis ist“, meinte sein Entdecker Hardy, dem der damals völlig unbekannt 23-jährige Ramanujan 1913 einen Brief schrieb – die darin enthaltenen Formeln waren, wie sich bald herausstellen sollte, genial.

Als Hardy einmal seinen indischen Freund am Krankenbett besuchte, erwähnte er, dass er mit dem Taxi Nr. 1729 gekommen sei – eine denkbar langweilige Zahl, wie Hardy spaßhalber anmerkte. „Nein“, entgegnete Ramanujan: „Das ist eine sehr ▶

#### G. W. LEIBNIZ (1646–1716)

Deutscher Mathematiker und Philosoph. Erfand unabhängig von Newton die Differentialrechnung.



#### CARL F. GAUSS (1777–1855)

Größter deutscher Mathematiker. Große Leistungen in allen Gebieten der Mathematik. Primzahlsatz geht auf den 15-jährigen Gauß zurück.



#### LEONHARD EULER (1707–1783)

Schweizer Mathematik-Genie. Die berühmte eulersche Zahl  $e$  ist jedem Mittelschüler bekannt.



#### DAVID HILBERT (1862–1943)

Großer deutscher Mathematiker. Konfrontierte seine Kollegen mit 23 ungelösten Fragen der Mathematik.





**Mathematiker Christian Krattenthaler (li.), Karl Sigmund**

Christian Krattenthaler war eigentlich hoch begabter Konzertpianist. Heute ist er eine Kapazität im Bereich der Abzählkombinatorik. Karl Sigmund gilt als einer der Mitbegründer der so genannten Biomathematik, die auch in der Virenforschung eine Rolle spielt. Beim Berliner Mathematik-Weltkongress im vergangenen Jahr hielt er den Hauptvortrag.

interessante Zahl, nämlich die kleinste Zahl, die sich auf zwei verschiedene Arten als die Summe von zwei dritten Potenzen ausdrücken lässt. „Was Ramanujan meinte, war:  $1729 = 12^3 + 1^3 = 10^3 + 9^3$ .

Hundert Punkte für Ramanujan – und hundert Punkte billigte auch Hardy seinem Partner zu, während er für sein eigenes Talent nur 25 veranschlagte.

Ramanujan war fasziniert von einer Zahl, die Mathematiker für eine der Konstanten des Universums halten: von der Zahl  $\pi$ , die exakt den Flächeninhalt eines Kreises mit dem Radius 1 ausdrückt.  $\pi$  gehört zu den geheimnisvollen Zahlen, die man transzendenten Zahlen nennt. Sie erfüllen keine algebraische Gleichung (mit ganzzahligen Koeffizienten). Seit Jahrhunderten suchen Mathematiker nach Regelmäßigkeiten, nach einer Ordnung in den Dezimalstellen von  $\pi$ .

„Eine Zeit lang kam die 7 häufig vor“, sagt Professor Hlawka. Doch die Hoffnung

zerschlug sich wieder. Die Zahl wurde von schnellen Super-Computern auf einige Milliarden Stellen genau berechnet, und bis jetzt zeigt sich keinerlei Muster.

Umso verblüffender ist, dass sich  $\pi$  mit Hilfe von unendlichen Summen aus Bruchzahlen darstellen lässt. Auch Ramanujan selbst fand solche Approximationen für die Zahl  $\pi$ . Die mysteriösen Formeln des indischen Jahrhundertgenies gewannen in der Physik große Bedeutung – eine Ordnung in den Dezimalstellen von  $\pi$  fand er ebensowenig wie alle anderen. Bloß – für Mathematiker heißt das noch nicht allzu viel.

„Ein Chinese hat  $\pi$  auf drei Milliarden Stellen berechnet“, sagt Leopold Schmetterer, 79: „Aber was sind drei Milliarden gegen das Unendliche?“

Der legendäre Wiener Mathematikprofessor, berühmt geworden mit Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie, steht mit trauriger Miene vor seiner Mathematikbiblio-

thek. Er kann seine Bücher nicht mehr sehen, denn seit einigen Jahren ist er fast völlig blind. Am Wiener Mathematik-Institut rühmt man Schmetterers unglaubliche Vorstellungskraft. Wenn Kollegen an der Tafel vortragen, macht er sie gelegentlich auf Detailfehler aufmerksam. „Die Mathematik hat es geschafft, das Unendliche zu definieren“, sagt Schmetterer. Mathematiker haben Methoden entwickelt, um „unendlich viele“ Fälle zu behandeln. In dieser Allgemeinheit liegt ihre große Stärke.

Naturwissenschaften lassen sich ohne Mathematik gar nicht mehr betreiben. Albert Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie ist nicht denkbar ohne eine gekrümmte, so genannte riemannsche Geometrie.

„In den Naturwissenschaften ist eine Sache erst dann verstanden, wenn man sie in Differentialgleichungen oder allgemein in Funktionalgleichungen ausdrücken kann“, sagt Professor Hlawka: „Das können Sie ruhig zitieren.“ Hlawka wiederum zitiert Galileo Galilei: „Die Sprache der Natur ist die Mathematik.“

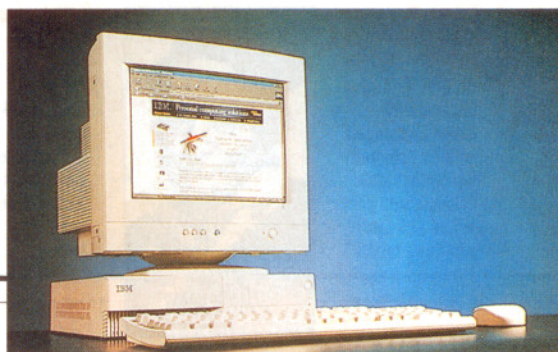
Der Wiener Mathematik-Professor Karl Sigmund wendet mathematische Spieltheorie auf die Entwicklung biologischer Populationen an. „Man kann sich Welten vorstellen, in denen sich Massen nicht anziehen“, sagt Professor Sigmund: „Aber es gibt keine Welt, in der mathematische Gesetze nicht gelten.“

Das gilt selbst für die Welt der Börsen.

Der Wiener Professor Walter Schachermayer gewann mit seinen finanzmathematischen Arbeiten im vergangenen Jahr den mit 15 Millionen Schilling dotierten Wittgenstein-Preis. In der Finanzmathematik wird die Bildung von Optionspreisen auf der Basis stochastischer, d. h. zufallsabhängiger, Modelle untersucht. Grundlage ist die Theorie der brownischen Bewegung, die das Verhalten von Molekülen und Atomen in Flüssigkeiten beschreibt. Für ihre so genannte Black-

**Mathematik in der Praxis**

Moderne Wissenschaft und High-Tech beruhen auf höherer Mathematik: Ohne Formeln und Gleichungen gäbe es weder Relativitätstheorie noch Computer.



**COMPUTER**

Die grundlegenden theoretischen Vorarbeiten für die ersten Computer stammten von den Mathematikern Alan Turing und John von Neumann aus den vierziger Jahren. Die so genannte „boolesche Algebra“, auf der Computersprachen basieren, wurde bereits im 19. Jahrhundert entwickelt.

Scholes-Formel erhielten Robert Merton und Myron Scholes 1997 den Nobelpreis.

Soll Mathematik nützlich sein? Oder zählen bloß die herausragenden intellektuellen Leistungen – gleich, ob sie die Welt vorwärts bringen oder nicht?

„Die Biologen konzentrieren sich ja auch nicht schwerpunktmäßig auf die Katalogisierung der Artenvielfalt des Amazonas, sondern sind stark in der Genforschung engagiert“, meint der Wiener Professor Hans G. Feichtinger, 48. Neben der mathematisch sauberen Arbeit, die er einfach als „Professionalität“ sieht, fordert er auch eine Orientierung an der Anwendbarkeit mathematischer Forschung: „Die Mathematiker müssen raus aus dem Elfenbeinturm!“ Feichtingers „Numerische harmonische Analyse Gruppe“ (NuHAG) am Institut für Mathematik der Universität Wien beschäftigt sich unter anderem mit der so genannten Wavelet-Theorie, einem erst in den letzten zwölf Jahren entwickelten Verfahren, das aber bereits jetzt eine große Rolle bei der digitalen Signalverarbeitung spielt, zum Beispiel bei der Kompression von Bilddaten.

**A**ber lässt sich a priori bestimmen, was sich irgendwann als nützlich erweisen wird? „Ich habe nie etwas gemacht, was nützlich gewesen wäre“, meinte der Zahlentheoretiker Hardy kokett.

Er irrte.

Eine der besten Verschlüsselungsmethoden, der so genannte RSA-Algorithmus, gründet auf der mathematischen Tatsache, dass es sehr schwierig ist, große Zahlen in deren Primfaktoren zu zerlegen.

„Reine Theorien können zu großartigen Fortschritten führen“, sagt Harald Rindler, Vorstand des Mathematik-Instituts an der Universität Wien: „Wenn man zu sehr an Anwendungen denkt, führt das zur Stagnation.“

Auf Basis eines Algorithmus des US-Mathematikers Doron Zeilberger entwickelte Peter Paule vom Linzer RISC-Institut ein Programm, das Formeln und Beweise für bestimmte mathematische Probleme produ-



### Leopold Schmetterer

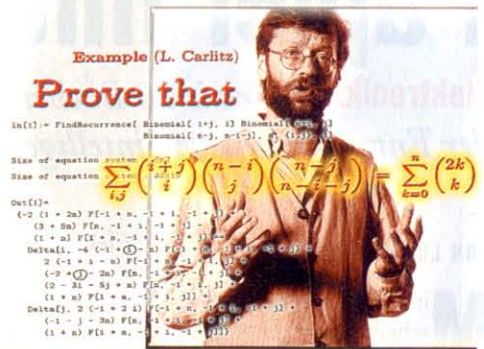
Der 79-jährige emeritierte Professor wurde berühmt auf dem Gebiet der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. „Die Mathematik studiert die Struktur der empirischen Welt“, sagt er.

ziert. So liefert das Programm in Sekundenschnelle die Formel für jenes Problem, das schon das Mathe-Genie Carl Friedrich Gauß als Volksschüler geknackt hatte. Was ist die Summe  $1 + 2 + \dots + 100$ ? „5050“, antwortete der kleine Gauß seinem Lehrer. Natürlich hatte er nicht addiert, sondern die Formel gefunden:  $n$  mal  $(n + 1)/2$ , wobei  $n$  die größte Zahl in der Reihe ist.

RISC-Leiter Bruno Buchberger arbeitet bereits am „Theorema“-Algorithmus für ein breiteres mathematisches Spektrum.

Werden die Mathematiker durch Computereinsatz irgendwann überflüssig? Mitnichten, glauben die Mathematiker. „Der Computer hilft uns nur, die Zeit nicht mit langweiligen Dingen zu verschwenden“, sagt Buchberger.

An Spannung mangelt es der Mathematik nicht. Vor einigen Wochen bekam Professor Hlawka ein Manuskript eines Kollegen zur Begutachtung zugeschiedt. Titel: „A proof of the Riemann hypothesis“. Nun ja, das haben schon viele versucht. Nicht zu reden von den unzähligen pensionierten Ingenieuren, die an „Fermats letztem Satz“ herumbastelten oder gar die – aufgrund der Eigenschaften der Zahl  $\pi$  – unmögliche Quadratur des Kreises versuchten.



### Peter Paule, RISC-Institut

Arbeitet an Algorithmen für automatische Beweise. Das Linzer RISC-Institut versucht, Grundlagenforschung mit Anwendungen zu verbinden. Paule wurde kürzlich vom US-Institute for Standards and Technology (NIST) zur Mitarbeit eingeladen.

„Wir werden sehen“, sagt Hlawka.

Erst im heurigen Frühjahr beschäftigte sich ein Kongress am Wiener Erwin-Schrödinger-Institut für Mathematik und Mathematische Physik mit Riemanns Vermutung. Die neue Idee für den Beweis kommt, verblüffend genug, nicht aus der Mathematik, sondern aus der Physik.

Es sieht gut aus. Ob der Beweis noch vor der Jahrtausendwende glücken wird?

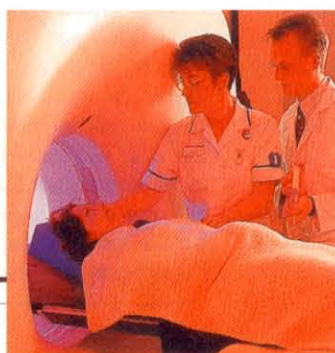
Die Dinge brauchen ihre Zeit in der Mathematik. Doch dafür wird der Beweis ewig gelten und sich nicht durch einen plumpen Datumssprung überrumpeln lassen wie die Computer. Und was ist das Millennium gegen das Unendliche?

Der für seinen schrulligen Humor bekannte Hardy hatte sich für den Fall, dass er eine Schifffahrt antreten hätte müssen, eine Art Versicherungspolizze ausgedacht. Vor Reiseantritt wollte er ein Telegramm an seine Kollegen abschicken mit dem Wortlaut: „Habe riemannsche Vermutung bewiesen. Stopp. Näheres nach Rückkehr.“

Hardy, der Seereisen über alles hasste, meinte, dass Gott ihn unter diesen Umständen nicht ertrinken lassen würde – um der Menschheit ein weiteres verflixtes Rätsel wie „Fermats letzten Satz“ zu ersparen. ■

### MEDIZINISCHE FORSCHUNG: HI-VIRUS

Der Österreicher Martin Nowak, Institute for Advanced Study (Princeton), entwickelte mathematische Modelle, welche die Ausbreitung von HI-Viren im Körper erklären. Weltweit arbeiten medizinische Forscherteams mit Mathematikern zusammen.



### COMPUTERTOMOGRAPHIE

Basiert auf der von dem österreichischen Mathematiker Johann Radon 1917 entwickelten Radon-Transformation. Aus der Absorption von Röntgenstrahlen wird auf Gewebedichte rückgerechnet.

### FUNKTELEFON

Bei der Planung von Funknetzen für mobiles Telefonieren spielen unter anderem mathematische Optimierungsverfahren eine bedeutende Rolle.

