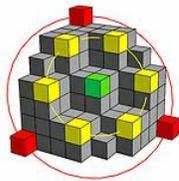


## Durchbruch

Seite 1 / 3 [weiter](#)

## Mathematik-Rätsel gelöst

Dienstag 01.02.2011, 14:16



C. Koutschan/M. Kauers/D. Zeilberger

**In der Mathematik stellten große Gelehrte immer wieder so genannte Vermutungen auf. Das sind Aussagen, von denen nicht bekannt ist, ob sie beweisbar oder widerlegbar sind oder ob sie zutreffen oder nicht.**

Meist sind es schwierige Sätze, an denen sich die Mathematiker Jahrzehnte bis Jahrhunderte lang die Zähne ausbeißen, bis sie endlich bewiesen oder widerlegt sind. Das Clay Mathematics Institute (CMI) in Cambridge (US-Staat Massachusetts) fasste im Jahr 2000 sieben

berühmte Vermutungen in einer „Liste ungelöster Probleme der Mathematik zusammen“, die fortan als „Millenium-Probleme“ bekannt wurden.

Wird eine solche Vermutung bewiesen, macht dies weltweit Schlagzeilen, auch wenn kaum jemand außerhalb der Fachgemeinschaft das Problem versteht. So war es zuletzt 2002, als der russische Mathematiker Grigori Perelman aus St. Petersburg die Poincaré-Vermutung löste. Aufgestellt hat sie 1904 der französische Mathematiker und Philosoph Henri Poincaré. Sie lässt sich von folgender Aussage ableiten: Die Oberfläche einer Kugel ist zweidimensional und beschränkt (also endlich), hat aber keinen Rand. Jede geschlossene Kurve darauf lässt sich auf einen Punkt zusammenziehen, welcher auch auf der Kugel liegt. Sie ist das einzige zweidimensionale Gebilde mit diesen Eigenschaften.

Die Poincaré-Vermutung behandelt ein analoges Objekt, nämlich eine dreidimensionale „Oberfläche“ eines vierdimensionalen Körpers. Eine Lösung der Vermutung könnte helfen, die Topologie des Universums genauer zu beschreiben.

#### Enfant terrible der Mathematik

In seiner Arbeit legte Perelman imaginäre Schnüre auf eine solche 3D-Oberfläche und konnte schließlich zeigen, dass diese sich auf einen Punkt zusammenziehen lassen. Eines der Millenium-Probleme war damit gelöst. Dafür hatte das CMI eine Million Dollar Preisgeld ausgelobt, die nun dem russischen Mathe-Genie zugesprochen wurde. Doch Perelman, der zu jener Zeit zu einem verschrobene Sonderling wurde und zurück zu seiner Mutter zog, lehnte die Million ab, was den Blätterwald noch mehr rauschen ließ als sein zuvor geführter Beweis. Ebenso verweigerte er 2006 als erster Preisträger die Annahme der Fields-Medaille, die alle vier Jahre von der Internationalen Mathematischen Union als eine Art Ersatz-Nobelpreis verliehen wird. „Ich bin kein Held der Mathematik! Ich will nicht ausgestellt werden wie ein Tier im Zoo“, sagte er damals.

Zuvor hatte der Beweis der „Fermatschen Vermutung“ weltweit Aufsehen erregt. Der Satz, den der Franzose Pierre de Fermat um 1737 formulierte, hatte rund 350 Jahre lang Bestand. Erst 1993 fand der Brite Andrew Wiles mit Hilfe seines Schülers Richard Taylor die Lösung. Dabei hatte Fermat schon selbst behauptet, er kenne den Beweis. „Es ist unmöglich, eine dritte Potenz in die Summe zweier dritter Potenzen zu zerlegen, eine vierte Potenz in zwei vierte Potenzen, oder allgemein irgendeine Potenz größer als zwei in Potenzen gleichen Grades. Ich habe hierfür einen wahrhaft wunderbaren Beweis, doch ist der Rand hier zu schmal, um ihn zu fassen“, notierte er (gemeint war der Rand seines Schreibpapiers, das Original ist in Latein abgefasst). Auch Wiles blieb

ANZEIGE

## Mathematik

Übersicht

## Neueste Artikel



01.02.2011

**Durchbruch: Mathematik-Rätsel gelöst**

Google-Anzeigen

## Fortbildung für Erzieher

Mathematische Bildung in der Kita - Land der Zahlenszweige  
[www.ifoer.de](http://www.ifoer.de)

1		6		
			4	3
8	3			
			8	2
9	7			

**Online-Sudoku: Der Schnellste ist der Beste**

Drei Schwierigkeitsgrade:  
 leicht, mittel, schwer

Google-Anzeigen

## Nachhilfe überall in Linz

Erfolgreiche Nachhilfe/Lerntechnik;  
 überall in Linz - einfach besser!  
[www.Lehrerteam.at](http://www.Lehrerteam.at)



**Intelligenztest: Wie schlau sind Sie?**



**Mathematik: Die härtesten Testfragen**



Anzeige

## ILS-Fernstudium



**Deutschlands größte Fernschule: Über 200 staatlich zugelassene Kurse**



**Attraktive staatliche und IHK-Abschlüsse: Betriebswirte, Abitur, Meister, Techniker...**



**Jetzt 4 Wochen kostenlos testen: Start jederzeit und ohne Risiko**

Suchbegriff

Erweiterte Suche

Durchbruch

zurück Seite 2 / 3 weiter

# Komplexe Bauklötzchen

## ZUM THEMA

**Neurowissenschaft**  
Die Wahrheit über „Genies der Mathematik“

**Neurologie**  
Stromtherapie hilft Mathematik-Versagern

**MATHEMATIK**  
Schön knifflig muss es sein

## SCHLAGWÖRTER

- Andrews-Robbins-Vermutung
- Fermatsche-Vermutung
- Institut für Symbolisches Rechnen der Johannes-Kepler-Universität Linz
- Manuel Kauers
- Christoph Koutschan
- Millenium-Probleme
- Perelman
- Poincare-Vermutung

Jetzt ist es wieder so weit: Für eine im Jahr 1985 von den US-Mathematikern George Andrews und David Robbins aufgestellte Vermutung gelang den Mathematikern Christoph Koutschan und Manuel Kauers vom Institut für Symbolisches Rechnen der Johannes-Kepler-Universität Linz (JKU) in Zusammenarbeit mit ihrem US-Kollegen Doron Zeilberger der Beweis. Veröffentlicht wird er in den Proceedings of the National Academy of Sciences. Damit steht fest, dass sich die Struktur so genannter „total symmetrischer planarer Partitionen“ mit einer einzigen Formel beschreiben lässt. „Mit dem Beweis ist endgültig auch die letzte einer ganzen Reihe berühmter mathematischer Vermutungen bewiesen, die sich auf so genannte planare Partitionen beziehen“, heißt es in der Entdeckungsmeldung der JKU.

Eine Partition ist die Möglichkeit, in der Zahlentheorie eine ganze Zahl als Summe anderer ganzer Zahlen darzustellen. Eine Partition von 5 wäre etwa 2+3, eine andere wäre 1+4 und noch eine andere wäre 1+1+1+2 und so weiter. Doch damit nicht genug: Eine Partition, etwa 1+1, lässt sich waagrecht in einer Zeile sowie senkrecht in einer Spalte schreiben. Beide zählen dann als verschiedene Partitionen, die sich in einer Tabelle darstellen lassen. Dies lässt sich auch grafisch veranschaulichen, nämlich durch Türme von „Bauklötzchen“, die auf einer schachbrettartigen Grundfläche stehen.

### Abfallende Türme

Für den Bau einer solchen planaren Partition gelten bestimmte Regeln: Kein Turm darf höher sein als ein anderer Turm dahinter oder links und auch nicht als die Grundfläche breit ist. „Das Schachbrett entspricht der Tabelle und Türme sind die Zahlen, wobei die Höhe des Turmes dem Betrag der Zahl entspricht“, erklärt Mitentdecker Manuel Kauers gegenüber Pressevertretern. „Dann kann man das Ganze noch normalisieren, indem man sagt: Die Türme sollen waagrecht und senkrecht abfallen.“

Google-Anzeigen

### Lernmaterial Mathematik

für die Mittelstufe: farbig, in 3 Niveaustufen und sofort einsetzbar!  
[www.bernetverlag.ch](http://www.bernetverlag.ch)

Die Frage ist nun: Wie viele Möglichkeiten bzw. Bauklötzmuster gibt es für eine gegebene Zahl? Dies lässt sich mit einer Formel errechnen, in die nur die Zahl selbst und die Größe des Schachbretts eingesetzt werden muss. Koutschan und Kauers erweiterten das Problem mit der Forderung, die Bauklötzmuster müssten noch bestimmte Symmetrien erfüllen. „Dafür gibt es wieder eine eigene Formel, die im Jahr 1995 bewiesen wurde. Drei Kollegen von mir haben diesen Beweis auch mit dem Computer geführt“, resümiert Kauers.

ANZEIGE

## Mathematik

Übersicht

### Neueste Artikel



01.02.2011  
**Durchbruch: Mathematik-Rätsel gelöst**

Google-Anzeigen

### Intensivnachhilfe

in den Semesterferien Jetzt buchen!  
[www.lernquadrat.at](http://www.lernquadrat.at)

1	6		
		4	3
8	3		
		8	2
9	7		

**Online-Sudoku: Der Schnellste ist der Beste**

Drei Schwierigkeitsgrade: leicht, mittel, schwer

Google-Anzeigen

### Infotage der FH OÖ

Werde Student für einen Tag!  
Studienberatung & Schnuppern  
[www.FH-OOE.at/Infotage-FH-OOE](http://www.FH-OOE.at/Infotage-FH-OOE)

### MBA Fernstudium - € 5000

Ihr MBA Studium an der KMU Akademie  
Berufsbegleitend & ortsunabhängig!  
[Fern-MBA.at](http://Fern-MBA.at)



**Intelligenztest: Wie schlau sind Sie?**



**Mathematik: Die härtesten Testfragen**



Anzeige

### ILS-Fernstudium



**Deutschlands größte Fernschule: Über 200 staatlich zugelassene Kurse**



**Attraktiv** Suchbegriff  
**IHK-Abschlüsse, berufliche Weiterbildung, Abitur, Meister, Techniker...**

Durchbruch

zurück Seite 3 / 3

# Beweisführung durch Superrechner

## ZUM THEMA

**MATHEMATIK**  
Nachts, wenn die Vampire rechnen

**MATHEMATIK**  
Die Rechnung bitte!

**MATHEMATIK**  
Rechnen mit dem Rechner

**MATHEMATIK**  
Um die Ecke denken

## SCHLAGWÖRTER

- Andrews-Robbins-Vermutung
- Fermatsche-Vermutung
- Institut für Symbolisches Rechnen der Johannes-Kepler-Universität Linz
- Manuel Kauers
- Christoph Koutschan
- Millenium-Probleme
- Perelman
- Poincare-Vermutung

In einem weiteren Schritt bestimmten die Linzer Mathematiker nicht nur die Anzahl der Partitionen, sondern auch deren Teile. „Wenn in dem Bauklötzmuster eine Symmetrie herrscht, gibt es nämlich Gruppen von Würfeln, die sich durch Spiegelung oder Rotation aufeinander abbilden lassen“, erläutert Kauers. Daraus ergibt sich die Gruppe der „total symmetrischen planaren Partitionen“. Die Anordnungen der Türme darin sowie deren Bestandteile lassen sich anhand bestimmter Formeln abzählen. Zwar gibt es auch dafür Formeln. Doch es ist unklar, ob sie wirklich korrekt sind. Das lässt sich nur vermutet. Die entsprechende Vermutung formulierten Andrews und Robbins. „Wir haben sie nun bewiesen. Das war die letzte noch offene Vermutung zu diesem Thema“, freut sich Kauers.

### Eine charmante Untertreibung

Die Beweisführung gelang indes nur mit viel Rechenleistung von Computern. „Unser wesentlicher Schritt war es, die Andrews-Robbins-Vermutung in eine geeignete Form zu bringen, die dann mit dem Computer bewiesen werden konnte“, resümiert Kauers Kollege Koutschan. Das aber ist eine charmante Untertreibung. Denn die dazu nötigen Hilfsgleichungen sind so umfangreich, dass sie ausgedruckt rund eine Million. A4-Seiten umfassen würden. Laut Koutschan ist dies vermutlich die längste Gleichung, die je in einem mathematischen Beweis verwendet wurde. Doch sie machte es möglich, das Problem mit nur einigen Monaten Rechenzeit abzuarbeiten. Sonst hätte es Jahrhunderte gedauert. Die Ergebnisleichung ist dagegen winzig: Sie umfasst nur eine einzige Zeile.

Google-Anzeigen

### Nachhilfe überall in Linz

Erfolgreiche Nachhilfe/Lerntechnik; überall in Linz - einfach besser!  
[www.Lehrerteam.at](http://www.Lehrerteam.at)

Mit ihr gelang es den Linzer Forschern, die letzte einer Reihe berühmter Vermutungen zu beweisen. Diese wurden im Jahr 1985 vom US-Mathematiker Richard Stanley auf einer historischen Konferenz in Montreal vorgestellt. Alle wurden in den folgenden Jahren bewiesen – bis auf die Andrews-Robbins-Vermutung. Dazu Kauers: „Als letzter verbleibender Eintrag in Stanleys Liste hat diese Vermutung viele bedeutende Experten und Expertinnen angezogen. Trotzdem blieb sie für fast 30 Jahre unbewiesen. Dass der Beweis schließlich mit einem automatischen Beweisverfahren gelungen ist, zeigt, dass moderne Computerprogramme mathematische Probleme knacken können, an denen traditionelle Mathematiker und Mathematikerinnen scheitern.“

zurück Seite 3 / 3

## Übersicht: Durchbruch

<a href="#">Mathematik-Rätsel gelöst</a>	Seite 1
<a href="#">Komplexe Bauklötzchen</a>	Seite 2
<a href="#">Beweisführung durch Superrechner</a>	Seite 3

ANZEIGE

## Mathematik

Übersicht

### Neueste Artikel



01.02.2011  
**Durchbruch: Mathematik-Rätsel gelöst**

ANZEIGE



**Renditestark mit Edelholz**  
Investieren Sie in Edelholz mit 12 % Rendite - sicher, ökologisch und  
**Erfolgreich Traden!**  
Jetzt Depot eröffnen und Goldbarren iWw. ca. 365 € sichern!



**Für Singles mit Niveau**  
Sind Sie Single und möchten Sie ElitePartner.at kostenlos testen?



**Online-Sudoku: Der Schnellste ist der Beste**  
Drei Schwierigkeitsgrade: leicht, mittel, schwer

Google-Anzeigen

### Infotage Campus Hagenberg

Werde FH Student für einen Tag Studienberatung & Infos vor Ort  
[www.fn-ooe.at/Infotage-Hagenberg](http://www.fn-ooe.at/Infotage-Hagenberg)

### Schaff Ich - Lernsoftware

Flexible Nachhilfe für die Fächer Mathematik und Deutsch  
[www.admovi.de](http://www.admovi.de)



**Intelligenztest: Wie schlau sind Sie?**



**Mathematik: Die härtesten Testfrag**