

GÜNTER M. ZIEGLER

# „Formeln tragen keine Schuld.“

18.03.2008, Berlin. Das Mathematische Institut der TU erinnert in seinem Inneren an eine Mischung aus Schwimmbad und bunt gekacheltem U-Bahnhof. Im sechsten Stock liegt das Büro von Günter M. Ziegler. Vor dem Interview entledigt sich der Initiator des „Jahrs der Mathematik 2008“ erst einmal der Krawatte und des Jacketts.

INTERVIEW: Moritz Honert FOTOS: XXXX

**H**err Ziegler, in dem Science-Fiction-Klassiker „Per Anhalter durch die Galaxis“ ist die Antwort auf die Frage nach „dem Leben, dem Universum und dem ganzen Rest“ die Zahl 42. Können Sie darüber lachen, oder ergibt das für Sie als Mathematiker sogar durchaus Sinn?

Günter Ziegler: Nein, das ergibt überhaupt keinen Sinn. Deshalb ist es auch lustig. Außerdem zeigt es doch sehr schön, dass in diesem unserem Universum eine Menge Dinge einfach nicht zusammenpassen. **Hinter dem Witz steckt aber auch die Frage, inwieweit Mathematik dazu taugt, die Welt zu erklären.**

Je nachdem, wie man Welt definiert, bekommt man da sehr unterschiedliche Antworten. Meine Welt hat viele Komponenten, die mit Mathematik einfach nichts zu tun haben, und auch nicht mathematisch beschreibbar sind. Auf der anderen Seite liefert Mathematik fantastische Modelle dafür, wie das Universum funktioniert. Das Geheimnis der Gravitation, das verborgene Wesen der Elementarteilchen und vieles mehr bekommt man mit mathematischen Methoden in den Griff. Wieso aber die Mathematik in den Naturwissenschaften über diese unerklärliche Effektivität verfügt, weiß keiner. Es gibt keine philosophisch befriedigenden Erklärungen dafür, warum man mit mathematischen Methoden die

Welt erklären können soll. Die Mathematik rechtfertigt ihre Anwendung vor allem dadurch, dass man die Dinge mit ihrer Hilfe wirklich berechnen und beschreiben kann. **Offensichtlich gibt es in der Natur sich wiederholende mathematische Muster: Die Zahl Phi beispielsweise, der so genannte Goldene Schnitt.** Ja, der Goldene Schnitt verbirgt sich zum Beispiel in den Fibonacci-Zahlen, deren Quotienten sich dem Goldenen Schnitt immer mehr annähern. Die Fibonacci-Zahlen tauchen häufig auf, zum Beispiel im Aufbau von Blättern, den Zapfen von Pinien, oder auch, wenn man die Zähne einer Ananas durchzählt. Dafür gibt es aber ganz rationale Erklärungen: Wenn die Blätter einer Pflanze so arrangiert sein sollen, dass jedes ein Maximum an Licht bekommt, was evolutionär sinnvoll ist, dann beschreiben die Fibonacci-Zahlen einfach die natürliche Ordnung.

#### Eine höhere Ordnung?

Offenbar ist das Universum auf mathematischen Prinzipien aufgebaut. Wenn man tief religiös ist, neigt man vielleicht zu der Annahme, dass der liebe Gott da Formeln reinkodiert hat. Aber natürlich hat kein Gott sich hingestellt und gesagt: „Es werde Licht nach der und der Formel.“ Deshalb ist es schon ein Wunder, was Mathematik alles leisten kann.

Günter M. Ziegler wurde am 19.05.1963 in München geboren. Als Jugendlicher gewann er den Bundeswettbewerb Mathematik, die Internationale Matheolympiade 1981 in Washington und den Wettbewerb „Jugend forscht“ in der Kategorie Mathematik/Informatik. In den achtziger Jahren studierte er Mathematik und Physik in München und promovierte dann in den USA. 1992 habilitierte er an der TU Berlin. Neben seiner Tätigkeit als Professor mit dem Schwerpunkt Geometrie ist Günter Ziegler stellvertretender Sprecher der Berlin Mathematical School, Präsident der Deutschen Mathematiker-Vereinigung und Initiator des Jahrs der Mathematik 2008. Er lebt zusammen mit seinem Partner in Berlin.

#### ZUR PERSON







„Wie viel Mathe wir täglich benutzen, ist den wenigsten klar: Sie steckt in jedem iPod und jedem Mobiltelefon. Jedes Einparkmanöver ist Mathematik.“

kristallklar und manchmal gnadenlos. **Jetzt grinsen Sie. Das freut Sie?** Ja. (lacht) Wissen Sie, ich finde es schön, zuzuschauen, wenn etwas ineinander greift und funktioniert. Die Umkehrung des Satzes lasse ich aber nicht gelten: Nicht alles, was schön ist, muss auch gleichzeitig eindeutig und klar sein.

**Hatten Sie diese Faszination für Mathematik eigentlich schon immer?** Wahrscheinlich habe ich das Talent in die Wiege gelegt bekommen. Meine Eltern hatten beide eine Eins im Mathe-Abi. **Gibt es andere Begabungen, die häufig in Kombination mit mathematischem Talent auftreten?**

Es gibt tatsächlich eine ganze Reihe Mathematiker, die musikalisches Talent haben. Aber die angebliche Nähe klassischer Kompositionen zur Mathematik sollte auch nicht überbewertet werden. Die Musik von Bach etwa hat sicher etwas sehr Durchstrukturiertes, und in dem Sinne steckt viel Mathe drin. Aber auch seine großen Werke hat er mit seiner Intuition und nicht mit einer Formelsammlung geschrieben. Wenn man nach mathematischen Methoden komponiert, kommen meist keine Meisterwerke raus.

**Sie denken an das erste automatische Kompositionsprogramm „Amadeus“.** Richtig. Die Ergebnisse klingen eher nach Fahrstuhlmusik. Herr Bohlen hat es trotzdem gleich gekauft. (lacht) **Sie sprachen gerade von einigen dürren Stellen im Baum der Mathematik. Womit beschäftigt sich die Mathematik heutzutage? Was ist noch nicht ausgerechnet?** Manche Themen sind 10.000 Jahre alt und immer noch nicht geknackt, die Primzahlen zum Beispiel. Die sind etwas sehr Elementares, sozusagen die Atome der Multiplikation. Es gibt diesen Ishango-Knochen, den man in Afrika ausgegraben hat. Der ist

10.000 oder 20.000 Jahre alt. Darauf sind Markierungen in Gruppen von 11, 13, 17 und 19 – alles Primzahlen. Doch auch heute weiß man noch nicht, wie sich Primzahlen effizient berechnen lassen.

**Kann man die nicht einfach abzählen?** So einfach ist das nicht. Es sind sehr viele, und sie kommen sehr unregelmäßig – da eine Gesetzmäßigkeit zu entdecken, ist eine schwierige Sache. Aber es besteht immerhin die Hoffnung, dass das Problem in den nächsten zehn Jahren vielleicht geknackt wird.

**Wie hat man sich den Alltag von jemandem vorzustellen, der über so einem Problem brütet?**

Der Brite Andrew Wiles hat in den Neunzigern tatsächlich sieben Jahre an seinem Schreibtisch gesessen, um eine Lösung für ein 350 Jahre altes Problem zu finden. Als dann die Experten einen Fehler in seiner Argumentation gefunden haben, ist er noch mal zurück an den Schreibtisch und hat weitergeknobelt, bis er das Problem gelöst hatte. So etwas gab es noch nie. Wenn man eins von den ganz dicken Brettern bohren will, dann muss man wohl diese Konzentrationsfähigkeit haben und sich voll aus dem Alltagsgeschäft rausziehen können.

**Neurowissenschaftler stellten kürzlich die These auf, dass Autismus nur die absolute Übersteigerung eines männlichen Gehirns sei – also eine völlige Aufgabe des empathischen Teils zugunsten des logischen. Folgt man dem, wäre für Mathematiker ein leichter Hang zum Autismus sicher nicht unpraktisch.** Ich glaube, dass man mit solch biologischen Erklärungen sehr vorsichtig sein muss. Da kann schon etwas Wahres dran sein, aber am Ende sind die Dinge meist viel komplexer als eine Infografik in einem Magazin. Daraus zu folgern, Männer könnten auf Grund ihres Gehirns per se



## MAN KANN MEHR MATHE ALS MAN DENKT: Die Top 5 aus dem Alltag

### 1. Rückwärts einparken

Fachbereiche: Geometrie, Bewegungsplanung  
Das Postermotiv des Jahrs der Mathematik (oben) sagt alles.

### 2. Routenplanung

Fachbereiche: Kombinatorische Optimierung, algorithmische Geometrie.  
Die Mathematik im Navigationssystem beeindruckt mich jedes mal wieder: „Geometry is successful magic.“

### 3. Geldanlage

Fachbereiche: Arithmetik, Algebra  
Bitte den Zinseszins nicht vergessen! Das passiert sogar Banken – siehe die Werbung „Steigern Sie ihren Ertragswinkel“ der Deutschen Bank.

### 4. Krawatte binden

Fachbereich: Kombinatorik, Knotentheorie  
Es gibt genau 85 verschiedene Krawattenknoten.

### 5. Digitale Musik

Fachbereich: Kodierungstheorie  
Egal ob von CD, aus dem Internet oder vom iPod: Immer wenn es nicht rauscht, funktioniert die Mathematik.

Zusammengestellt von Günther M. Ziegler

### Wie viel kann sie denn leisten?

Wenn man sich Zufallsprozesse anschaut, an der Börse, in der Physik, dann kann man diese mit mathematischen Methoden relativ gut beschreiben. Es gibt aber Bereiche, die moderne Biologie zum Beispiel, in denen sich mathematische Methoden sehr viel schwerer tun. Mathematik ist anders als die Physik, in der Theorien ihre Allgemeingültigkeit verlieren können, in der Einstein irgendwann Newton abgelöst hat. Wenn Mathematik einmal funktioniert, dann funktioniert sie immer. Trotzdem ist sie weniger ein Stapel von Büchern, der linear aufeinander aufgebaut ist, sondern eher ein Baum, dessen Zweige sich in diese oder jene Richtung entwickeln. Und man findet immer wieder Stellen, an denen der Baum noch etwas dürr ist.

### Auch die jüdische Kabbala versucht die Welt mit Zahlen zu erklären. Kann die Wissenschaft von derlei Mystik irgendetwas lernen, oder ist das Hokuspokus?

Das ist schon faszinierend, aber insgesamt mehr Zahlenspielererei als wirkliche Mathematik. Vor ein paar Jahren gab es hier in Berlin eine Ausstellung namens „10 + 5 = Gott“. Die Zahlen zehn und fünf stehen im Hebräischen für die Buchstaben, die das Wort Jahwe ergeben. In der Ausstellung wurde versucht, Entwicklungslinien aufzuzeigen – von dem rein Spielerischen zu den herausragenden Beiträgen jüdischer Mathematiker. Aber dass die Sieben eine Glückszahl und die 13 eine Unglückszahl ist, das ist Kultur und nicht Wissenschaft. **Was sind Zahlen denn? Im Prinzip sind sie doch etwas völlig Abstraktes, oder?**

Ich kann vielleicht keine Drei, Zwei oder Eins abstrakt erfassen, aber drei Äpfel, zwei Häuser oder ein Auto. Ein ordentlicher Teil in der Mathematik besteht darin, sich die Dinge konkret zu machen. Das geht aber nur bis zu einem bestimmten Punkt: -1 Apfel kann ich mir vielleicht noch vorstellen, doch spätestens bei Wurzel aus -1 Äpfeln ist es vorbei.

### Wie groß ist bei Ihrer Arbeit der Anteil an philosophischen Gedanken?

Im täglichen Leben machen sich die meisten Mathematiker nicht viele philosophische Gedanken. Die Bedeutung der Objekte, mit denen man hantiert, bleibt relativ weit außen vor. Die Dinge sind richtig oder falsch, und beides ist letztlich beweisbar. Die Mathematik hat eine sehr starke Eindeutigkeit. Sie ist Logik pur,





„Die Mathematik hat eine sehr starke Eindeutigkeit. Sie ist Logik pur, kristallklar und manchmal gnadenlos.“

**AUSSERGEWÖHNLICHE LEBEN: SECHS MATHEMATIKER-BIOGRAFIEN**  
Zusammengestellt von Günter M. Ziegler



**Carl Friedrich Gauß**  
(1777-1855)

Er mag als Mensch etwas langweilig gewesen sein, doch die neue Biografie von Hubert Mania ist kraftvoll, eine packende Lektüre. Und, wie ein Kritiker richtig feststellte, „besser als Daniel Kehlmann.“



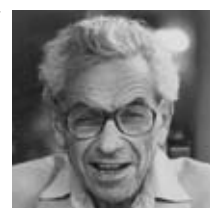
**Sofia Kovalevskaya**  
(1850-1891)

Die junge Russin studierte in Göttingen und Berlin und war 1899 an der Universität von Stockholm die erste Professorin Europas. Ihre „Erinnerungen aus meiner Kindheit“ sind große Literatur; in Schweden entstand 1983 der biografische Film „Ein Berg auf der dunklen Seite des Mondes“.



**Alan Turing**  
(1912-1954)

Der geniale schwule britische Mathematiker legte die Grundlagen der Berechenbarkeitstheorie, konzipierte den ersten echten Computer und knackte im Zweiten Weltkrieg die Verschlüsselung der deutschen U-Boot-Flotte. Die Biografie von Andrew Hodges ist ein Klassiker.



**Paul Erdős**  
(1913-1996)

Der legendäre ungarische Mathematiker war in den letzten Jahrzehnten seines Lebens ohne Stelle und immer auf Reisen. Nachzusehen im wunderbaren Filmporträt „N Is A Number – A Portrait Of Paul Erdős“ von George Csicsery.



**Andrew Wiles**  
(geboren 1953)

Die Geschichte des Briten, der in Oxford und Cambridge studierte und der nach sieben Jahren am Schreibtisch glaubte, ein Jahrhundertproblem gelöst zu haben, jedoch einen Fehler übersah, wird im Buch „Fermats letzter Satz“ von Simon Singh erzählt.



**John Nash**  
(geboren 1928)

Der Ausnahmematematiker wurde schizophoren und verbrachte viele Jahre in der Psychiatrie. Er schaffte den Weg zurück ins Leben und erhielt schließlich den Nobelpreis. Empfehlenswert ist Sylvia Nasars Biografie „A Beautiful Mind“. Die Verfilmung ist Hollywood-geschönt.

besser Mathe als Frauen, ist auch Blödsinn. Solche Theorien haben immer einen schalen Beigeschmack. In der Nazizeit gab es eine Zeitschrift namens Deutsche Mathematik, in der sich einmal ein Aufsatz fand, der mathematisch „bewies“, warum Juden keine gute Mathematik machen können. Dafür bräuchte man ein geometrisches Vorstellungsvermögen, das Juden nicht hätten. Völliger Blödsinn. **Ihr Schwerpunkt ist Geometrie. Macht man das auch am Schreibtisch?** Zum Teil ja, mit Papier und Bleistift, manchmal aber auch mit dem Computer. Visualisierung ist sehr wichtig, Zusammenarbeit, Ausprobieren. Meine Forschung ist ein kommunikativer Prozess. Es geht um mehrdimensionale Körper, und wir sind relativ weit weg von einer Antwort. Wir haben interessante Objekte gefunden, die allerdings sehr schwer zu beschreiben sind. **Das ist jetzt aber reine Avantgarde, oder?** Nicht unbedingt. Leute, die Software schreiben, um Arbeitsprozesse zu verbessern, greifen direkt und indirekt auf unsere Forschung zurück. Was wir erforschen,

führt letztlich auch dazu, dass Leute ihre Hochregallager schneller leer geräumt bekommen, Pakete schneller geliefert werden und Züge pünktlicher fahren. In vielen Industriebereichen ist das, was Mathe kann, noch lange nicht ausgereizt. **Das klingt alles gar nicht so unspannend. Wieso gilt Mathematik trotzdem als staubtrockene Angelegenheit?** Mathe ist ein schwieriges Fach, das Konzentration erfordert, und bei dem man sich durchbeißen muss. Nun leben wir aber in einer Kultur, in der es nicht unbedingt angesagt ist, sich besonders anzustrengen und auch mal etwas zu machen, obwohl oder gerade weil es schwierig ist. Mathe ist ein interessantes Feld für Leute, die Spaß an der Herausforderung haben. Und vielleicht sind das einfach andere Menschen als solche, deren Vorstellung von Glück es ist, Freitagnacht in der Disco laute Musik zu hören und Mädels flachzulegen. **Die scheinen aber in der Mehrheit zu sein, schließlich wird Mathe regelmäßig zum unbeliebtesten Schulfach gewählt.** Es gilt zumindest als cool zu sagen, dass





„Eine Welt ohne Zahlen tritt auf der Stelle. Da kommt die Kultur einfach nicht weiter.“

die Flugbahn und Formeln zur Berechnung aufgedruckt. Aber wer gern skatet, interessiert sich nicht automatisch auch dafür, wie sich sein Sprung berechnen lässt.

Natürlich kann man den Sprung auch machen, ohne den Hauptsatz der Integralrechnung, der auf dem Poster steht, zu kennen. Aber in der Tat ist es so, dass jeder, der mit dem Skateboard erfolgreich die Treppe runterspringt, mit viel Intuition ein komplexes Bewegungsplanungsproblem löst. Mathe machen ist ja mehr als Formeln schieben. Jedes Einparkmanöver und die ganze MP3-Codierung ist Mathematik. Und das kommt an.

**Warum schafft es der Unterricht an den Schulen nicht, so etwas zu vermitteln?** Matheunterricht ist quer durch die Republik offenbar nicht perfekt. Das zeigen sowohl PISA-Ergebnisse als auch der Frust, mit dem Leute aus der Schule kommen. Für die Sekundarstufe I haben wir einen Koffer für Lehrer zusammengestellt. Darin sind Dinge, die Mathe im Unterricht veranschaulichen können. Nur ein Beispiel: ein Gummiband mit aufgedruckten Prozenten. Ziehe ich es vom Fuß bis zur Hüfte sind 50 Prozent am Knie. Ziehe ich es bis zum Kopf, sind 50 Prozent an der Hüfte. Man müsste die Inhalte viel stärker illustrieren.

**Mathe als Pflichtfach ist in Ihren Augen also in jedem Fall sinnvoll?** Ja. Mathe bis zum Abi ist nötig und sinnvoll. Es gehört zur Allgemeinbildung, zu sehen, was Mathe alles kann.

**Schwebt Ihnen so etwas wie ein Mathekanon vor?**

Den könnte man natürlich aufstellen. Den Teil, den man gesehen haben muss, würde ich relativ breit anlegen, den, den man aktiv beherrschen muss, um im Alltag zu bestehen, relativ schmal. Die Mathematik befeuert einen ganz ordentlichen Teil unserer Industrie. Deshalb sollten wir dieses Wissen nicht aus dem Ausblenden, was die Kinder in der Schule überhaupt kennen lernen. Sie müssen ja nicht zwangsläufig pauken, wie man es macht. Auch im Musikunterricht wird Komposition behandelt, ohne dass nachher jemand eine Oper schreiben soll. Mal ganz davon abgesehen, dass Mathe die Grundlage für alle Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und für unsere technisierte Welt ist.

**Ist eine Welt ohne Zahlen denkbar?**

Eine Welt ohne Zahlen tritt auf der Stelle. Da kommt die Kultur einfach nicht weiter. Ein Geld- oder Finanzsystem wäre ohne Zahlen überhaupt nicht vorstellbar, auch keine Technologie. Die Entwicklung der Mathematik und der Rationalisierung gehen deshalb immer Hand in Hand – man denke nur an die Zeitmessung oder Landvermessung. Für letztere wurde ja ursprünglich die ganze Geometrie erfunden. Versicherungen, Banken, Software, Autos, all das gäbe es nicht ohne Mathe.

**Die damit verbundene Rationalisierung lässt sich nicht mehr zurücknehmen, oder?**

Technischer Fortschritt ist nicht zurückzunehmen. Genauso wenig wie intellektueller oder kultureller Fortschritt. Auch dass die Börsen inzwischen von den Computern beherrscht werden, und dass Algorithmen

die Finanzsysteme antreiben, bekommt man nicht mehr raus. Man muss nur versuchen, die Erkenntnisse zum Guten und nicht zum Negativen einzusetzen.

**Vor dem Dilemma stand ja auch schon die Physik.**

Richtig. Auch in der Mathematik wird es problematisch, wenn es um die Anwendung geht. In den USA wird das aktuell diskutiert: Wenn Geschäfte pleite gehen und Leute entlassen werden, dann sagen die Verantwortlichen: Wir können nichts dafür, diese Schritte hat der Algorithmus in unserer Businesssoftware so vorgeschrieben. Doch damit wird der Mathematik eine nicht akzeptable Verantwortung zugeschoben. Formeln tragen keine Schuld, es sind immer die Leute, die sie anwenden. Mathematik bedeutet, Dinge effizienter zu gestalten, doch man muss sich immer fragen, ob es moralisch richtig ist, das auch zu tun. ...

## MATHEMATIKER'S PLAYLIST: DIE TOP 5

- 1. Abba – When I Kissed The Teacher**  
(„He was a teacher of geometry“)
  - 2. Kate Bush – Pi**  
(Sie singt die ersten 120 Stellen der Zahl Pi – allerdings lücken- und fehlerhaft)
  - 3. Hilary Duff – The Math**  
(„If you can't do the math, then get out of the equation“)
  - 4. Modest Mouse – Never Ending Math Equation**
  - 5. Joan Armatrading – Square The Circle**  
(Die Quadratur des Kreises? Ja, natürlich geht das!)
- Zusammengestellt von Günter M. Ziegler



## FIBONACCI-ZAHLEN

Die Entdeckung der Fibonacci-Zahlen wird dem italienischen Mathematiker Leonardo von Pisa (genannt Fibonacci, etwa 1180-1240) zugeschrieben. Sie sind eine Zahlenfolge, die mit 0 und 1 beginnt und bei der die Summe zweier aufeinanderfolgender Ziffern die jeweils anschließende ergibt. Die ersten Zahlen sind damit 0,1,1,2,3,5,8,13,21,34 etc. Der Quotient zweier aufeinanderfolgender Zahlen gleicht sich immer mehr der Zahl Phi (1,6180339...), auch bekannt als Goldener Schnitt, an.

man schlecht in Mathe war. Man hört das sogar von Politikern, bei denen das nachweislich gar nicht stimmt. Zum Imageproblem in der Schule: Mathe wird immer wieder sowohl zum Lieblingsfach als auch zum Fach, das am wenigsten Spaß macht, gewählt. Mathe hat also das Potenzial zu begeistern und abzuschrecken. In den Medien kommt aber immer nur rüber: Kinder finden Mathe doof. Die Herausforderung ist, die Kinder und Jugendlichen für die Sache zu begeistern. Dafür muss man kämpfen. Auch mit Hilfe des Jahrs der Mathematik, das wir ja aktuell begehen.

**Und wie soll das gehen?**

Bei 15-jährigen, die sich für alles außer Schule interessieren, ist das sicher schwer. Da muss zunächst vermittelt werden, dass Mathe sehr vielfältig ist. Es gibt vielleicht jemanden, der hat keinen Spaß an Algebra, mag aber Geometrie und weiß das gar nicht. Wie viel Mathe wir täglich benutzen, ist den wenigsten klar: Sie steckt in jedem iPod und jedem Mobiltelefon. Wir wollen die Achtklässler davon überzeugen, dass Mathe cool ist.

**Darauf zielen ja auch die Poster für das Mathejahr ab: Auf einem springt ein Skater eine Treppe herunter, daneben sind**