

Abstract

In meiner Arbeit befasse ich mich mit der Frage, was Menschen an der Zahl π fasziniert und warum π eine der meist besprochenen Zahlen der Mathematik ist.

Zuerst informierte ich mich mit Hilfe von Büchern und dem Internet über die 4000-jährige Geschichte von π . Als nächstes versuchte ich mir einen Überblick über Gruppen von Personen zu verschaffen, die sich mit π beschäftigen oder beschäftigt haben, und führte ein aufschlussreiches Gespräch mit einem Mitglied des Klubs der Freunde der Zahl π .

Die Gründe für die Faszination der Zahl π sind vielfältig, wie sich bei der Beschäftigung mit diesem Thema herausstellte. So fand ich als Beweggründe mathematischen Erkenntnisdrang und Streben nach technischem Fortschritt, aber auch Freude am irrationalen Aspekt von π als Kontrast zum meist rationalen Alltag. Zusätzlich zeigte sich, dass die Beschäftigung mit π von der Gesellschaft vor allem nach ihrem materiellen Nutzen beurteilt wird.

Einleitung

π ist überall. Es ist uns vielleicht nicht immer bewusst, doch diese Zahl begegnet uns Tag für Tag. Sie ist in jedem kreisrunden Gegenstand, wie Teller, CD, Münze, Rad, enthalten. Ich entschied mich aber nicht deshalb für dieses Thema, sondern vielmehr weil ich kurz hintereinander zuerst den Film *Pi* sah, von dem ich begeistert war, dann vom Klub der Freunde der Zahl π hörte. Erst von diesem Zeitpunkt an fiel mir auf, wie oft wir auf π stossen. Heute scheint π richtig im Trend zu liegen und wird sogar als Name für Läden¹ und Parfums² verwendet.

Die Reaktion der Mitschüler auf meine Themenwahl war ziemlich einheitlich. Die meisten verzogen das Gesicht; Mathematik ist eben nicht für alle ein Lieblingsfach. Doch muss ich hier anmerken, dass sich meine Arbeit nicht in erster Linie um die mathematischen Aspekte von π dreht. Ich wollte vielmehr wissen, warum Leute sich für eine trockene Zahl interessieren. Was ist denn faszinierend an π ? Also suchte ich nach möglichen Gründen.

Die Ergebnisse sind nicht einzig, umfassend und abschliessend, denn es ist kaum möglich, sämtliche individuellen Beweggründe festzuhalten. Aber mir scheint, dass es mir gelungen ist eine weite Palette von Gründen zu berücksichtigen. Ich selber war fasziniert von den Faszinierten, ihren Ansichten und Ambitionen. Es war spannend sich auf dieses Thema einzulassen und die weit verzweigte Welt von π kennenzulernen. Zwar wird π für mich eine mathematische Zahl bleiben, doch ist sie mir dank meinem neuen Wissen ein Bisschen näher gekommen und von nun an mit vielen Erinnerungen verknüpft.

Würde ich meine Arbeit weiterführen und vertiefen, wäre ich gerne einmal an einem Treffen des Klubs der Freunde der Zahl π dabei, und es würde mich auch interessieren mehr über die π -Berechnungsprogramme zu erfahren. Für die vorliegende Arbeit musste ich jedoch eine Auswahl treffen.

¹ siehe Titelbild

² *Pi* von Givenchy

1. Kurze Geschichte der Zahl π

Die folgenden Ausführungen stützen sich hauptsächlich auf das Buch π von Jörg Arndt und Christoph Haenel. [1]

Die Zahl π ist definiert als das Verhältnis von Umfang und Durchmesser eines Kreises.³ Die Bezeichnung π , 16. Buchstabe des griechischen Alphabets, ist relativ neu. Man vermutet, dass sie zuerst von John Machin (1680-1752) verwendet wurde. Aber erst Mitte des 18. Jahrhunderts, als Leonhard Euler (1707-1783) diese Bezeichnung in seinem Werk⁴ benutzte, setzte sie sich endgültig durch.

π beschäftigt die mathematischen Köpfe schon seit mehr als 4000 Jahren und gehört damit zu den meist besprochenen mathematischen Themen. Das berühmte Problem der Kreisquadratur⁵ beispielsweise ist eng verknüpft mit den Eigenschaften der Zahl π .

1.1 Die Anfänge

Vermutlich wurde früher für π der Wert 3 angenommen, bevor die Babylonier und Ägypter, ca. 2000 v. Chr. mit der eigentlichen π -Forschung begannen, nämlich den π -Wert genauer zu berechnen. Die beste Näherung der Babylonier⁶, wie die der Ägypter⁷, stimmte auf eine Nachkommastelle. Auch die Inder bemühten sich ca. 600 v. Chr. um eine Approximation⁸, bei der aber keine richtige Stelle nach dem Komma verzeichnet werden konnte.

In der Bibel⁹ wird ein im Auftrag von König Salomon gebautes rundes Wasserreservoir aus Erz, genannt ehernes Meer, beschrieben: „*Und er machte das Meer, gegossen, von einem Rand zum anderen zehn Ellen weit, und eine Schnur von dreissig Ellen war das Mass ringsherum.*“ Daraus ergibt sich für π der simple Wert 3. Das ist keine sehr fortschrittliche Näherung, wenn man bedenkt, dass schon 1000 Jahre vorher genauere Werte gefunden worden waren.

1.2 Polygone

Die alten Griechen befassten sich ebenfalls mit der Quadratur des Kreises, und Platon berechnete ca. 380 v. Chr. π auf zwei richtige Nachkommastellen.¹⁰ Archimedes war der erste, der eine Methode fand, um π systematisch mit Polygonen zu berechnen und es gelang ihm, mit Hilfe des umschriebenen und des einbeschriebenen 96-Ecks eine obere und untere Schranke für π zu setzen.¹¹ Fast 2000 Jahre wurde diese Methode verwendet und π immer genauer berechnet. Auch die Chinesen entdeckten die Polygone und stellten ca. 480 n. Chr. mit sieben richtigen Stellen¹² einen Weltrekord auf, der 800 Jahre lang

³ $\pi = U : d$

⁴ *Introductio in Analysin infinitorum*, 1748

⁵ Quadratur des Kreises: mit Zirkel und Lineal einen Kreis in ein flächengleiches Quadrat verwandeln

⁶ π (Babylonier) = 3.125

⁷ π (Ägypter) = 3.16049

⁸ π (Indien) = 3.08832

⁹ im AT 1. Buch der Könige 7, 23 sowie im AT 2. Buch der Chronik 4, 2

¹⁰ π (Platon) = 3.14626

¹¹ π (Archimedes) = 3.14084 < π < 3.14285

¹² π (China) = 3.1415926 < π < 3.1415927

ungebrochen blieb. Der darauf folgende Weltrekord wurde von einem persischen Astronomen um ca. 1430 aufgestellt.¹³ Er berechnete π auf 16 Stellen genau und wurde erst im Jahre 1630 von einem Europäer namens Grienberger übertrumpft, der einen auf 39 Stellen genauen Wert angab.

1.3 Unendliche Reihen

Die Methode der Polygone wurde durch die Methode der unendlichen Reihen¹⁴ abgelöst, mit deren Hilfe bis ins Jahr 1874 π auf 527 korrekte Stellen berechnet wurde. 1882 konnte von Lindemann bewiesen werden, dass π nicht nur irrational ist, was bereits 1766 von Lambert bewiesen worden war, sondern auch transzendent¹⁵. Dies brachte die Lösung des uralten Problems: Das Quadrieren eines Kreises mit Lineal und Zirkel ist nicht möglich.

1.4 Computer

Der wichtigste Schritt in der π -Numerik war die Erfindung des Computers um 1940. Die Anzahl richtiger Nachkommastellen schnellte nach oben, ein Rekord jagte den andern. Dazu trugen die sich ständig verbessernde Leistungsfähigkeit des Computers wie auch die Anwendung von Hochleistungsalgorithmen bei. Bald allein auf weiter Flur waren die amerikanischen Brüder Chudnovsky sowie der Japaner Yasumasa Kanada. Ab 1997 übernahm Kanada mit einem riesigen Sprung von sechs auf 50 Milliarden Stellen die alleinige Führung. Aktueller Rekord: 206 158 430 000 korrekte Nachkommastellen.¹⁶ Ein neues Gebiet der Stellenjagd eröffnete sich mit dem BBP-Verfahren (BBP steht für das Erfinder-Trio Bailey, Borwein und Plouffe) zur Berechnung einzelner Nachkommastellen der Zahl π ohne Kenntnis der vorangehenden Ziffern. Das Verfahren liefert vorläufig nur hexadezimale Ziffern, d. h. Ziffern im Sechzehnersystem.

¹³ π (Persien) = 3.14159265358979325

¹⁴ z. B. $\pi/4 = 1 - 1/3 + 1/5 - 1/7 + 1/9 + - \dots$, von Leibnitz, 1674

¹⁵ transzendent: Diese Zahl kann nicht Lösung einer Polynom-Gleichung mit rationalen Koeffizienten sein.

¹⁶ <http://www.lupi.ch/PiSites/Pi-Rekord.html> [22]

2. Fasziniert von π

„Probably no symbol in mathematics has evoked as much mystery, romanticism, misconception and human interest as the number π .“¹⁷

2.1 Der Klub der Freunde der Zahl π

„Ziel und Aufgabe unserer Vereinigung ist die Hochhaltung und Förderung des Geistes der Zahl π .“¹⁸

*„Ein Mensch, der gerne Zahlen lernt,
trifft einen, der von π sehr schwärmt,
und hört von ihm, wie rein und klar,
wie schön, phantastisch, wunderbar,
wie herrlich dieses π doch sei –
und schon sind der Verehrer zwei.
Die wollen gleich – aus diesen Gründen –
den Menschen die Zahl π verkünden.
So gehen sie in die Welt hinaus ...“¹⁹*

2.1.1 Entwicklung

Im Jahre 1991 gründeten Andreas Ulovec und Albert Washüttl den inoffiziellen Klub der Freunde der Zahl π . Doch erst 1994 machte eine erste Interessierte, nämlich Felicitas Hiesberger, die Aufnahmeprüfung in den Klub. Nach der Aufnahme eines weiteren Mitglieds kam es 1995 zur offiziellen Anmeldung des Klubs und zur ersten Sitzung. Ein Thema waren die Statuten²⁰, in denen Folgendes verankert ist:

1. Der Geist der Zahl π entsteht aus der Begegnung zwischen π und dem Menschen und ist deshalb individuell verschieden.
2. Das Betätigungsfeld des Klubs der Freunde der Zahl π ist unbegrenzt und abhängig von den persönlichen Interessen der Mitglieder, wobei ein Zusammenhang mit π bestehen muss.
3. Die Aufnahmeprüfung beinhaltet das auswendige, fließende und in ästhetisch angebrachter Weise Vortragen der ersten 100 Nachkommastellen der Zahl π .
4. Alle Interessenten, die aufgrund grosser räumlicher Distanzen die Aufnahmeprüfung nicht ablegen können, haben die Möglichkeit als assoziiertes Mitglied aufgenommen zu werden.
5. Falls ein Mitglied aufgrund von Vergesslichkeit, Nachlässigkeit oder Alzheimer nicht mehr im Stande ist, die 100 Stellen vorzutragen, bleibt dies ohne Konsequenzen.
6. Entscheidungen werden durch persönliche Einwilligung der einzelnen Mitglieder individuell getroffen und nicht durch allgemeinen Mehrheitsbeschluss.
7. Der jährliche Mitgliederbeitrag beträgt 20 DM.
(Der Mitgliederbeitrag ist jedoch bis auf weiteres ausgesetzt.)

¹⁷ *The Joy of π* von David Blatner [3]

¹⁸ <http://3pi.org/Verein.html> [15]

¹⁹ http://3pi.org/Texte/pi_durchflutet.html#roth [14]

²⁰ <http://3pi.org/Statuten.html> [13]

Die Statuten machen deutlich, dass es sich hier um einen eher ungewöhnlichen Klub handelt, und dass es den Mitgliedern nicht an Humor fehlt.

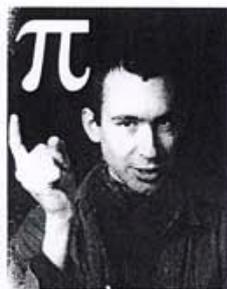
An der erwähnten Sitzung entstand die erste Ausgabe des Vereinsblatts der Freunde der Zahl π , das ab der zweiten Ausgabe den Namen *pi vobiscum* trug. Die weiteren Themen der ersten Sitzung waren: π und die Sinnlosigkeit, Zahlenästhetik, Berechnungsmethoden und Historisches.

In den folgenden Jahren wurden Mitglieder aus Österreich, Deutschland, der Schweiz und sogar aus den USA und Kanada aufgenommen. Im Moment zählt der Klub 35 Vollmitglieder, 2 Ehrenmitglieder und 38 assoziierte Mitglieder. Neben Sitzungen finden auch regelmässig π -Treffen statt.

FORMAT MEMO

Volkszählung: Wenn Pi zur Religion wird

■ Neues Rätsel für Österreichs Statistiker: In einigen Volkszählungsformularen findet sich nämlich unter der Rubrik „Religionsbekenntnis“ statt des üblichen „röm.-kath.“ oder „evgl.“ nur eine Zahl – allerdings eine



Pi-Fan Washüttl:
Neue Religion für Volkszähler.

ganz besondere: 3,141592..., also die sogenannte Zahl Pi. Hintergrund: Der im Jahr 1996 gegründete Verein Freunde der Zahl Pi hat allen Mitgliedern nahegelegt, ihrer Liebe zur unendlichen Zahl auch

offiziell Ausdruck zu verleihen. Vizepräsident des Fanklubs, Albert Washüttl, Astrophysiker aus Wien: „Pi ist eine phantastische Zahl.“

Österreichische Wochenzeitschrift *Format*, Juni 2001²¹

²¹ http://3pi.org/Medien/format_juni2001.html [11]

2.1.2 Memorieren

Es gibt noch andere π -Clubs, z. B. einen namens „1000-Club“ in Schweden, der bei der Aufnahmeprüfung gar 1000 auswendig aufgesagte π -Stellen verlangt. Nicht nur π -Fanatiker haben Freude am Memorieren von π . Der Wissenschaftler Simon Plouffe, bekannt vom BBP-Verfahren, gelangte mit 4096 memorierten Stellen ins Guinness Buch der Rekorde. Der momentane Weltmeister ist Hiryuku Goto mit 42 000 Stellen. Nach dem Rekord des Japaners 1995 vermutete man, dass das Memorieren von Ziffern auf Japanisch einfacher sei als in anderen Sprachen.

Zum Auswendiglernen wurden Merkverse gedichtet. Die Anzahl Buchstaben eines Wortes geben die Ziffern von π an. Diese Verse gibt es in vielen verschiedenen Sprachen. Hier ein einfaches Beispiel für die ersten acht Stellen von π :

„*May I have a large container of coffee?*“²²
3 1 4 1 5 9 2 6

Michael Keith änderte die berühmte Ballade *The Raven* von Edgar Allen Poe so ab, dass sie zu einem Merkgedicht zum Memorieren von 740 Stellen wurde, mit dem Namen *Near a Raven*. Hier die erste Strophe vom Original und von der Neufassung:

Poe, E.
*The Raven*²³

*Once upon a midnight dreary, while I pondered, weak and weary,
Over many a quaint and curious volume of forgotten lore,
While I nodded, nearly napping, suddenly there came a tapping,
As of someone gently rapping, rapping at my chamber door.
"Tis some visitor," I muttered, "tapping at my chamber door;
Only this, and nothing more."*

Poe, E.
*Near a Raven*²⁴

<i>Midnights so dreary, tired and weary.</i>	926535
<i>Silently pondering volumes extolling all by-now obsolete lore.</i>	897932384
<i>During my rather long nap - the weirdest tap!</i>	62643383
<i>An ominous vibrating sound disturbing my chamber's antedoor.</i>	27950288
<i>"This", I whispered quietly, "I ignore".</i>	419716

Keith erweiterte seine Version später sogar auf 3865 Stellen. Ein Problem der Dichter war, wie sie die Ziffer 0 wiedergeben sollten. Einige lösten das Problem indem sie ein Satzzeichen an dieser Stelle schrieben, andere benutzten ein Wort mit zehn Buchstaben. Ein weiteres Problem war die Stelle 762, wo in der Zahl π die Ziffernfolge 9999998 vorkommt. Da müssen also sechs Wörter mit neun und eines mit acht Buchstaben aufeinander folgen.

²² π von Torben Svenson [8]

²³ <http://www.comnet.ca/~forrest/raven.html> [20]

²⁴ <http://users.aol.com/s6sj7gt/mikerav.htm> [16]

2.1.3 Ein Mitglied des Klubs im Gespräch²⁵

Lukas Müller, Mathematiklehrer an der Bezirksschule Endingen, ist Mitglied und Botschafter des Klubs der Freunde der Zahl π . Für π würde er alles tun, antwortete er auf die Bitte nach einem Interview.

In seinem Beruf als Mathematiklehrer trifft Lukas Müller immer wieder auf π , wenn er die Kreisberechnung durchnimmt. Der Kreis spiele in der Mathematik eine grosse Rolle, wie auch das Verhältnis zwischen Umfang und Radius. Im alltäglichen Leben kenne man Verhältnisse wie 1:2 und 1:4, aber 1: einer „krummen“ Zahl sei etwas Spannendes, findet Lukas Müller. Auch dass man zwar versuchen könne dieser irrationalen Zahl π auf die Spur zu kommen, aber schon von Anfang an wisse, dass man sie durch die besten Experimente nie ganz genau erfassen werde, fasziniert ihn, sowie natürlich die 4000-jährige Geschichte der Zahl π .

Als junger Mathematiklehrer war die Zahl π für Lukas Müller eine Zahl wie alle anderen auch. Doch zwei seiner Schüler, die 50 Stellen nach dem Komma auswendig gelernt hatten, brachten ihn auf den Geschmack. Er selber kannte nur einige wenige Stellen von π und hatte sich nie für mehr interessiert, denn schon mit 39 Stellen könne man das ganze Weltall mit einer Abweichung von einem winzigen Proton berechnen. Diese Genauigkeit sei faszinierend, für den Alltag jedoch, würden zwei Nachkommastellen genügen. Als Lukas Müller das nächste Mal die Kreisberechnung durchnahm, warf er zuerst einen Blick ins Internet. Dort stiess er auf den Klub der Freunde der Zahl π , mit dem er sofort Kontakt aufnahm und bei dem er einige Zeit später, nach bestandener Aufnahmeprüfung, Mitglied wurde.

Die Aufnahmeprüfung fand auf seinen Wunsch hin in Wien statt, im Juli 1996, um 3.14 Uhr, 15.9 Meter vor dem Stephansdom. In acht Tagen fuhr Lukas Müller mit dem Velo nach Wien, und lernte unterwegs die ersten 100 Nachkommastellen von π auswendig. Zur abgemachten Zeit stand er an der vereinbarten Stelle und deklamierte in einem orangen Overall mit schwarzem π -Zeichen die 100 Stellen.



Lukas Müller, Wien, Juli 1996²⁶

²⁵ genauer Wortlaut des Interviews im Anhang

²⁶ <http://www.astro.univie.ac.at/~wasi/PI/pics/14/7/96/LM2b.jpg> [18]

Um ihn herum hatte sich eine Menge Leute versammelt und hörte ihm verwundert zu. Unter den Zuschauern waren auch zwei Vorstandsmitglieder, die die Aufnahmeprüfung überwachten. Lukas Müller kümmerte sich nicht gross um die Zuschauer, er hat kein Problem damit sich auszustellen.

Der Klub bekommt immer wieder Zuwachs und zählt mittlerweile rund 75 Mitglieder, darunter finden sich Astronomen, Archäologen, Wirtschaftsinformatiker und Mathematiker. Lukas Müller erzählt, dass man im Klub versuche, an den π -Tagen²⁷ nicht nur den mathematischen, sondern auch den künstlerischen, sprachlichen und eventmässigen Aspekt abzudecken, denn die Zahl π sei so spannend, dass man sie nicht auf die Mathematik reduzieren dürfe.

Lukas Müller fühlt sich nicht mit allen Mitgliedern gleichermassen verbunden, gibt es doch solche, die nur einmal im Jahr an der Generalversammlung auftauchen, im Gegensatz zu denen, die wie er selber mit Herzblut dabei sind.

Lukas Müllers Schüler wissen alle von seiner π -Begeisterung, die zu seinem Markenzeichen geworden ist. Einige Schüler meinten er übertreibe es, gesteht der π -Liebhaber, andere hingegen hätten Spass an diesem Thema. Das Thema behandelt er einerseits, weil er eine gewisse Kompetenz in Sachen π habe und andererseits, weil er damit die Strenge der Mathematik etwas aufbrechen könne. Ob sich seine Einsichten in die Mathematik des Kreises verändert haben, seit er sich intensiv mit π beschäftigt, weiss Lukas Müller nicht. Aber er sei bestimmt kompetenter in seiner Tätigkeit als Mathematiklehrer, bezüglich der Berechnung am Kreis.

Als der Klub 1995 von drei jungen Studenten gegründet wurde, verlangte die Vereinspolizei die Formulierung von Sinn und Zweck der Vereinigung. So entstand der Satz: *Ziel und Aufgabe unserer Vereinigung ist die Hochhaltung und Förderung des Geistes der Zahl π* . Der Ausdruck *der Geist der Zahl π* , der in einem anderen Sinne auch im Werbespruch von Givenchy *Let the scent of pi spread all over the world* vorkommt, habe nichts mit Esoterik zu tun, erklärt Lukas Müller, sondern vielmehr mit Dadaismus. Die Dadaisten wollten sich vom traditionellen Kulturgut lösen. Das sei ein ganz neuer Ansatz gewesen. Und das sei auch mit der Aufforderung, man solle den Geist der Zahl π über die ganze Welt verbreiten, gemeint, man solle sich vom alltäglichen Gebrauch der Zahlen lösen, in Anbetracht der Möglichkeiten von Zahlen wie π . Lukas Müller ordnet der Abstraktheit der Zahl π eine gewisse Ästhetik zu. Mit dieser Zahl sei es wie mit einem Bild. Die Betrachter sähen zwar alle dasselbe Objekt, aber im Gehirn des Einzelnen löse es die unterschiedlichsten Reaktionen aus. So kann die Zahlenreihe von π auf manche schön und faszinierend wirken.

Lukas Müller stört es nicht, wenn er oder der Klub belächelt wird, im Gegenteil, er geniesst es in den Augen anderer nicht ganz der Norm zu entsprechen. Er hat Verständnis dafür, dass man die Beschäftigung mit π als Spinnerei betrachten kann und gesteht jedem Menschen seine eigene Auffassung zu. Für ihn ist es das Exotische, nicht ganz Rationale, das Unergründliche, das hinter der Zahl π steckt, das ihn fasziniert. Denn im Leben, meint er, sei es immer entweder so oder so, aber π sei in vielen Sachen zwischendrin. Das findet er bereichernd.

²⁷ π -Tage finden jährlich am 14. 3. statt (amerikanische Schreibweise: 3/14)

2.2 Endlose Jagd nach Stellen

Die folgenden Ausführungen stützen sich hauptsächlich auf das Buch π von Jörg Arndt und Christoph Haenel. [1]

2.2.1 Anfänge

Ab 1945 gab es die ersten einfachen Tischrechner, auf denen mit Hilfe einer arctan-Formel²⁸ 808 Stellen von π berechnet wurden. Schon wenige Jahre später erschienen die ersten elektronischen Computer auf dem Markt. Mit diesen, ebenfalls mit den arctan-Formeln programmiert, gelang es bis ins Jahr 1958 über 10 000 Stellen zu berechnen. Die Computertechnik schritt voran, und 1961 wurde die 100 000-Stellen-Marke von zwei IBM-Forschern überschritten. Der Computer brauchte dafür nur knapp neun Stunden, während nur drei Jahre vorher für einen Zehntel der Stellen noch 70 Stunden benötigt worden waren. Bis ins Jahr 1973 wurden weitere Rekorde verzeichnet, bis zu einer Million Stellen. Für alle Berechnungen wurden arctan-Reihen oder daraus abgeleitete Formeln verwendet. Trotz der rasanten Entwicklung des Computers wurde von angesehenen Mathematikern und Informatikern vorhergesagt, dass man bald an eine Leistungsgrenze stossen würde.

2.2.2 Hochleistungsalgorithmen

Dank der Erfindung eines viel schnelleren Multiplikationsverfahrens und Verbesserungen im Bereich der Algorithmen wurde die arctan-Formel 1980 von neuen Hochleistungsalgorithmen abgelöst. Fast alle Hochleistungsalgorithmen und deren Verbesserungen sind auf die Brüder Borwein zurückzuführen, die damit und mit vielen weiteren Publikationen zu π einen grossen Beitrag in der π -Numerik leisteten. Dank ihnen besitzt die π -Forschung einen sehr guten Ruf. Es wurde sogar überlegt für π einen eigenen Mathematik-Zweig mit dem Namen π -Mathematik zu errichten. Die Berechnung von π wurde durch die Algorithmen sehr erleichtert, da weniger Schritte benötigt wurden und sich so die Berechnungsdauer erheblich verkürzte. In den darauf folgenden Jahren gab es einen Weltrekord nach dem andern.

2.2.3 Die Brüder Chudnovsky



Gregorij (sitzend) und David (rechts) Chudnovsky²⁹

²⁸ Mit der arctan-Funktion lässt sich eine sehr schnell konvergierende unendliche Reihe bilden, d. h. man nähert sich schneller dem gesuchten Wert (z. B. $\pi/4$).

²⁹ New York Times, Dezember 1997; http://www.poly.edu/polypress/brilliant_brothers.cfm [23]

Zwei der wichtigsten Stellenjäger sind die Brüder David und Gregorij Chudnovsky. In einer Wohnung in Manhattan hatten sie selber einen Computer mit Teilen aus dem Versandhaus zusammengebaut. Der Boden des Appartements war übersät von Kabeln und die ganze Elektronik erzeugte eine enorme Hitze. Mit diesem Computer kamen sie sechs Mal auf die Weltrekordliste, das letzte Mal 1996 mit über acht Milliarden Stellen. Trotz ihrer Erfolge war es für die beiden Experten der Zahlentheorie immer schwierig eine Anstellung an einer Universität zu finden. Ein Grund dafür könnte sein, dass Gregorij wegen einer Muskelschwäche ans Bett gefesselt sei, wie Richard Preston in seinem Report über die Chudnovskys schreibt.

2.2.4 Yasumasa Kanada

Der andere ganz grosse Name ist Yasumasa Kanada. Er leitet an der Universität von Tokyo ein Laboratorium, das mit den leistungsfähigsten und teuersten Computern, eigens für die Zahlenberechnung entwickelt, ausgerüstet ist. Dank dieser guten Umstände gelang es ihm schon 1981, sich in der Weltrekordliste einzutragen. Bis 1996 hatte er noch Konkurrenten in den Chudnovskys. Doch seit 1997 schlägt er seine eigenen Rekorde. Auch der aktuelle Rekord³⁰ mit exakt 206 158 430 000 Stellen³¹ geht auf sein Konto. Die Computer brauchten für die gesamte Berechnung 83,5 Stunden.



Yasumasa Kanada³²

Über seine Arbeit erfährt man aber vom schweigsamen Kanada nur wenig. Kanada betrachtet seine Stellen als „nichtkommerzielle Ziffern“. Das bedeutet, dass er sie nicht beliebig zur Verfügung stellt. Die ersten paar Milliarden Stellen können zwar aus dem Internet heruntergeladen werden, was mehrere Tage dauert, aber sein ganzes Werk darf nur für geprüfte wissenschaftliche Forschung gebraucht werden.

Yasumasa Kanada berechnete neben der Zahl π auch deren Kehrwert ($1/\pi$), sowie $\sqrt{2}$ auf ca. 137 Milliarden Stellen.

Von 1980 bis heute hat sich die Anzahl π -Stellen um das 34 000fache erhöht. Und in Anbetracht der sich immer weiterentwickelnden Computerleistung ist kein Ende in Sicht.

³⁰ 20. September 1999

³¹ <http://www.lupi.ch/PiSites/Pi-Rekord.html> [22]

³² <http://www.hints.org/~kanada/> [21]

2.2.5 Fehler bei der Berechnung

Mit der Berechnung von immer mehr Stellen steigt auch das Risiko der Berechnungsfehler. Vor allem bei den letzten Ziffern treten häufig Fehler auf. Kanada führte die Berechnung des letzten Rekords zur eigenen Kontrolle mit zwei verschiedenen Algorithmen aus. Obwohl bei seiner Überprüfung nur die letzten 45 Ziffern unterschiedlich waren, strich er sicherheitshalber die letzten 280 Stellen.

Schon früher entdeckte man Fehler jeweils mit dem folgenden Rekord. Einen peinlichen Fehler fand man in Paris, im *Palais de la Découverte*, dem einzigen Museum mit einem π -Saal, wo ringsherum an der Wand die ersten 707 Stellen der Zahl π prangen. Die Stellen wurden von William Shanks 1874 berechnet und waren ab der 527. Stelle falsch. 1945, acht Jahre nach der Eröffnung des Museums, wurde der Fehler entdeckt und sofort korrigiert. Das Gerücht, dass immer noch ein Fehler in diesem π vorhanden sei, blieb allerdings bestehen.

2.3 Mathematical Cranks – Die „verrückten“ Mathematiker

Als Mathematical Cranks werden mathematische Amateure und Exzentriker bezeichnet, die wie vernarrt an einem mathematischen Problem knobeln, wobei sie manchmal etwas Unmögliches zu beweisen glauben. Die folgenden Beispiele beschränken sich auf die Mathematik rund um π .

2.3.1 In der Realität

2.3.1.1 Gesetz über π

Die folgenden Ausführungen stützen sich hauptsächlich auf die Bücher π von Jörg Arndt und Christoph Haenel [1], *Mathematik von A-Z* von William Dunham [5] und *Mathematical Cranks* von Underwood Dudley [4].

Ende des 19. Jahrhunderts³³ machte Dr. Edward Johnston Goodwin, Doktor der Mathematik, eine Entdeckung. Er dachte, er habe den exakten Wert für π gefunden und somit auch die Quadratur des Kreises bewältigt. Neue Entdeckungen werden meist Wissenschaftlern vorgelegt, von ihnen überprüft und widerlegt oder bestätigt. Doch Goodwin wählte einen anderen Weg: Er erwarb für seine Entdeckung das Copyright in mehreren Staaten (u. a. auch in Deutschland und Österreich) und stellte einen Antrag an das Abgeordnetenhaus in seinem Heimatstaat Indiana, USA. Diesem bot er an, er dürfe den exakten Wert von π unentgeltlich verwenden. „Diese Gesetzesvorlage bietet dem Staat Indiana als Beitrag zur Ausbildung eine neue mathematische Wahrheit zur alleinigen Verwendung an. Er darf sie gratis und ohne etwaige Lizenzgebühren nutzen, vorausgesetzt, diese Vorlage wird in der Legislaturperiode 1897 offiziell verabschiedet.“³⁴ In der sehr kompliziert gefassten Beweisschrift, entdeckt man für π sogar verschiedene Werte, nämlich 4, 3.2, 3.33333 und 3.555556. Die Abgeordneten, wahrscheinlich vom Schreibstil beeindruckt und ohne genaue Kenntnisse der Mathematik, verabschiedeten das Gesetz, da keine Kosten damit verbunden waren und es für den Staat nur Vorteile zu haben schien. Die Gesetzesvorlage wurde mit der Empfehlung sie anzunehmen an den Senat weitergereicht. Die Medien begannen sich für das neue Gesetz zu interessieren, da

³³ Zu dieser Zeit hatte man π schon auf über 500 Stellen genau berechnet.

³⁴ Präambel des *House Bill No. 246*, Indiana State Legislature, 1897

Gesetze mit mathematischem Inhalt selten sind. In den Zeitungen wurde der grosse Mathematiker für seine wertvolle Berechnung gelobt. Nur sehr wenige Journalisten äusserten sich skeptisch über dieses Gesetz und noch weniger waren strikt dagegen. An der Ausschussberatung war zufällig ein Professor namens C. A. Waldo dabei, der Goodwin als Verrückten bezeichnete, worauf die weiteren Beratungen zurückgestellt und bis heute nicht wieder aufgenommen wurden.

Schon früher, im Jahre 1888, soll Dr. Goodwin bereits in einer Zeitschrift die exakte Kreiszahl veröffentlicht haben. Damals aber berechnete er den Wert nicht, sondern er erfuhr ihn auf übernatürliche Art und Weise ...

2.3.1.2 Lösung der Quadratur des Kreises

Die folgenden Ausführungen stützen sich hauptsächlich auf das Buch *Mathematische Knocheleien* von Martin Gardner [6].

Einer der vielen, die glaubten die Lösung des uralten Problems der Kreisquadratur gefunden zu haben, war der englische Philosoph Thomas Hobbes (1588-1679). Im Alter von 40 Jahren entdeckte er seine Liebe für die Mathematik und beschäftigte sich fortan mit geometrischen Problemen. 1655 veröffentlichte er eine lateinische Schrift, die ein Verfahren zur Quadratur des Kreises enthielt. Dieses stellte zwar eine sehr gute Näherung dar, aber wie 1882 bewiesen wurde, ist das Problem mit Zirkel und Lineal unlösbar. Hobbes war überzeugt, dass sein Verfahren absolut korrekt sei. Doch ein namhafter englischer Mathematiker, John Wallis, schickte Hobbes ein Flugblatt, auf dem er ihn freundlich, aber etwas von oben herab auf seine Fehler hinwies. Hobbes veröffentlichte daraufhin ein Buch, in dem er Wallis erniedrigte. So begann ein Wortgefecht, das fast ein Vierteljahrhundert dauerte. Hobbes versuchte verbittert seine Theorie zu verteidigen und beide schreckten nicht vor gegenseitigen Beleidigungen zurück. Die Angelegenheit endete erst mit dem Tod von Hobbes.

2.3.2 In der Fiktion

Viele Schriftsteller und Regisseure waren von π und von der π -Forschung fasziniert und bauten π in ihr Werk ein oder widmeten es ganz dieser geheimnisvollen Zahl.

2.3.2.1 Der Roman *Contact*

Die folgenden Ausführungen stützen sich hauptsächlich auf die Bücher π von Jörg Arndt und Christoph Haenel [1] und *Bausteine des Chaos Fraktale* von Heinz-Otto Peitgen, Hartmut Jürgens und Dietmar Saupe [7].

Im Roman *Contact* von Carl Sagan (1986) spielt π eine wichtige Rolle. Von einem Ausserirdischen erfährt eine irdische Frau, dass in π eine höhere Botschaft stecke. Die Botschaft sei aber erst weit hinten in den Stellen von π zu finden, sie sei mathematisch verschlüsselt und so konzipiert, dass nur die Menschen sie entschlüsseln könnten. Vermutlich hatten die rasante Entwicklung der Computer und die fortschreitende Berechnung von π Carl Sagan inspiriert. Im Buch macht eben ein solcher Supercomputer eine seltsame Entdeckung: Tatsächlich stellt ein Ziffernabschnitt von π , auf komplizierte Weise interpretiert, einen Kreis dar.

Der Roman endet folgendermassen: „*In welcher Galaxie man sich auch befand: Wenn man den Umfang eines Kreises nahm, ihn durch seinen Durchmesser teilte und genau genug mass, entdeckte man ein Wunder – einen weiteren Kreis, der Kilometer jenseits des Dezimalkommas gezeichnet war. Noch weiter innen würden reichhaltigere Botschaften stecken. Es spielte keine Rolle, wie man aussah, woraus man bestand oder woher man kam. Solang man in diesem Universum lebte und ein bescheidenes Talent für Mathematik hatte, stiess man früher oder später auf dieses Wunder. Es war von Anfang an da. Es war in allem. Man musste seinen Planeten nicht verlassen, um es zu finden. Im Stoff des Weltraums und im Wesen der Materie fand sich, wie in einem grossen Kunstwerk, ganz klein geschrieben die Signatur des Künstlers. Über den Menschen, Göttern und Dämonen stand eine Intelligenz, die dem Universum vorausging.*“³⁵ Lesestoff für Freunde von Mysterien ...

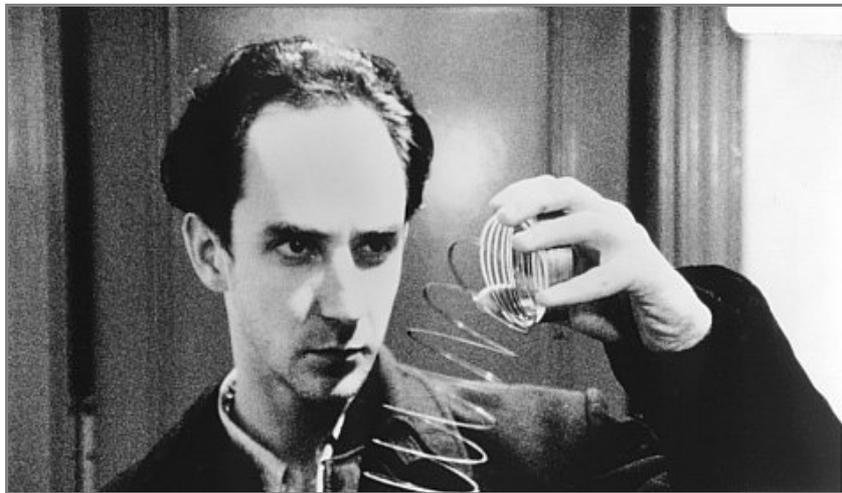
Da π auf der ganzen Welt und im ganzen Universum Gültigkeit habe, sei diese Naturkonstante geeignet für eine allfällige Kommunikation mit Ausserirdischen, sonstigen fremden Wesen oder gar mit Gott, behaupten gewisse Leute, die an Übernatürliches glauben, und verlangten deshalb, man müsse an allen Raumsonden ein π -Zeichen anbringen.

2.3.2.2 Der Film *Pi*

Der Protagonist, Max Cohen, ein genialer Mathematiker und Zahlentheoretiker, erklärt im Film *Pi* seine Theorie der Welt:

- „1. *Mathematik ist die Sprache der Natur.*
2. *Alles um uns herum lässt sich durch Zahlen wiedergeben und verstehen.*
3. *Stellt man die Zahlen eines beliebigen Systems graphisch dar, entstehen Muster.*

Folgerung: Überall in der Natur existieren Muster.“³⁶



Max Cohen (Sean Gullette) im Film *Pi*³⁷

Max lebt allein und seine Wohnung ist überstellt von einem riesigen, selbstgebauten Computer, was an die Chudnovsky Brüder erinnert. Max sucht mit Hilfe der Zahl π nach der einen Formel, welche die ganze Welt und ihre Muster erklärt. Hinter dieser Weltformel her

³⁵ *Bausteine des Chaos Fraktale* von Heinz-Otto Peitgen, Hartmut Jürgens und Dietmar Saupe [7]

³⁶ Monolog aus dem Film *Pi* von Darren Aronofsky [9]

³⁷ <http://us.imdb.com/EGallery?source=ss&group=0138704&photo=1-7.jpg&path=group> [17]

sind auch eine Wall Street-Firma, die damit die Börse vorhersagen möchte, und eine religiöse jüdische Sekte, die mit dem Code die Thora entschlüsseln will.

Kurz vor dem Absturz des Computers wird eine 216-stellige Zahl ausgedruckt, die Max aber als nutzlos ansieht und wegwirft. Doch von der Sekte erfährt er, dass eine genau so lange Zahl gesucht wird, die der wahre Name Gottes sein soll. Auch sein früherer Mathematiklehrer, der sich mit π beschäftigt hatte, war während seiner Forschung einmal auf diese geheimnisvolle Zahl gestossen. Zurückgezogen in seiner Wohnung geht Max noch einmal auf die Suche. Immer mehr wird diese zum Wahn. Unter dem ständigen Druck seiner Verfolger wird Max immer häufiger von Kopfschmerzattacken gequält. Trotz der Warnung seines Mentors, er solle eine Pause einlegen, treibt er sich bis an die körperlichen Grenzen und findet schliesslich erst im Tod seine Ruhe. Der Film zeigt eine interessante Theorie der Zahlenmystik zur Erklärung der Welt, aber auch den tragischen Untergang eines brillanten Mathematikers.

2.4 Ist π normal?

π ist eine irrationale Zahl, d. h. sie hat unendlich viele Stellen hinter dem Komma, die sich nicht zyklisch wiederholen wie bei rationalen Zahlen³⁸, die sich als Bruch darstellen lassen. Obwohl man den Wert von π schon auf über 200 Milliarden Stellen genau kennt, ist noch ungeklärt, ob π normal ist. Normal im mathematischen Sinne bedeutet, dass jede Ziffer und alle möglichen Ziffernfolgen aus jeweils gleich vielen Ziffern in den Nachkommastellen von π gleich häufig auftreten.³⁹

Schon seit Generationen beschäftigen sich Mathematiker mit dieser offenen Frage, doch konnte bis jetzt weder die Normalität noch das Gegenteil bewiesen werden. Da aber bis jetzt keine abnormalen Bereiche in π entdeckt wurden, tendieren die Mathematiker zur Annahme, dass π normal ist. Yasumasa Kanada lieferte mit seinen Rekorden jeweils eine Statistik mit, die die genaue Anzahl aller Ziffern angibt, und in der noch nie eine Ziffer aufsehenerregend aus dem Rahmen fiel. Natürlich fand man kleinere Unregelmässigkeiten, aber das müsste man im Verhältnis zur ganzen Zahl auswerten, was jedoch nicht möglich ist, da π unendlich ist. Es wurden und werden immer noch etliche mathematische Tests ausgeführt und statistisch ausgewertet. Falls π nämlich normal wäre, könnte man die Dezimalstellen als Zufallsziffern bezeichnen, weil dann an jeder Nachkommastelle die gleiche Wahrscheinlichkeit für alle Ziffern gelten würde. Die Gegner aber argumentieren, dass π keine Zufallszahl sein kann, weil man die Ziffern berechnen kann und jede „Zufallsziffer“ π um eine weitere Stelle genauer bezeichnet.

Beliebt ist die spielerische Suche nach Mustern und Symmetrien in der unendlichen Ziffernfolge von π . Je genauer man die Ziffernfolge studiert, desto mehr entdeckt man. Für Anfänger empfiehlt sich die Suche nach ihrem Geburtsdatum. (Die Schreibende hat ihr Geburtsdatum an der 80 769 617. Stelle gefunden.)⁴⁰ Hier noch ein Beispiel eines komplizierteren und kurioseren Fundes:⁴¹ Die Summe der ersten 144 Dezimalstellen der Zahl π ergibt 666. Gleichzeitig ist 144 das Produkt von $(6 + 6) \cdot (6 + 6)$. Geht man dem noch weiter nach, ergibt auch die Addition aller Nummern des Roulette die Zahl 666. Nur wenige werden wohl an eine Verbindung zur Hölle glauben ...

³⁸ z.B. $1/11 = 0.09090909\dots$

³⁹ z.B. 00, 01,, 99 oder 00000, 00001,, 99998, 99999 usw.

⁴⁰ http://www.aros.net/~angio/pi_stuff/piquery [19]

⁴¹ *Die Top Ten der schönsten mathematischen Sätze* von Pierre Basieux [2]

3. Der Faszination auf der Spur

Die Geschichte von π reicht über 4000 Jahre in die Vergangenheit zurück, und auch heute noch ist π eine der meist besprochenen Zahlen der Mathematik. Was macht diese Zahl so faszinierend?

In meiner Arbeit kam ich zum Schluss, dass die verschiedenen Gruppen von Personen, die sich mit π beschäftigen, dies alle aus ganz unterschiedlichen Gründen tun.

Der Klub der Freunde der Zahl π scheint auf den ersten Blick aus Verrückten zu bestehen. Ist die Beschäftigung mit π nicht sinnlos? Das ist die häufigste Kritik, die der Klub zu hören bekommt. Doch die Mitglieder sind eben gerade von dieser scheinbaren Sinnlosigkeit fasziniert. „*Die Sinnlosigkeit ist kein Argument gegen den Klub der Freunde der Zahl π , sondern vielmehr der Ausgangspunkt.*“⁴² Heutzutage wird nur sogenannten sinnvollen und nützlichen Dingen ein hoher Stellenwert beigemessen. Die Beschäftigung mit π ist daher etwas nicht Alltägliches, der Ausdruck einer anderen Sicht der Dinge.

Ein Hauptgrund für die Forschung zur Normalität von π und für die Suche nach Unregelmässigkeiten und Mustern in der Ziffernfolge von π liegt darin, dass π eine der wenigen bedeutenden Zahlen in der Mathematik ist, die unergründlich sind. Und das Unergründliche hat die Menschen schon immer fasziniert. Dieses Unergründliche ist es auch, das die Mitglieder des Klubs fasziniert. π ist etwas Geheimnisvolles, ein Kontrast zum Alltag, wo so vieles wissenschaftlich erforscht und ergründet ist.

Seit über 4000 Jahren beschäftigen sich Mathematiker mit der Berechnung von π und während Jahrhunderten suchten sie nach der Lösung des Problems der Kreisquadratur. Heute ist bewiesen, dass π transzendent und die Kreisquadratur mit Zirkel und Lineal nicht möglich ist. Dennoch gibt es immer wieder Amateure, die glauben für π einen exakten Wert gefunden, oder das Problem der Kreisquadratur gelöst zu haben. Sie verfolgen ihre Ideen mit grossem Eifer und erleben oft nur Enttäuschung, wenn sie Andere nicht von ihrem Ergebnis überzeugen können.

Was treibt diese Menschen an? Eigentlich dasselbe, das schon die Mathematiker im Altertum antrieb: Freude am Knobeln, mathematischer Erkenntnisdrang und Ehrgeiz. Hinzu kommt, dass sich der menschliche Verstand nicht mit unlösbaren Problemen abfinden will. Auch neigt der Mensch dazu, selber gefundene Lösungen als absolut korrekt anzusehen.

206 158 430 000 Stellen von π wurden bisher berechnet. Im Vergleich dazu wurden die Naturkonstanten Lichtgeschwindigkeit und Beschleunigung durch die Schwerkraft nur auf ca. neun Stellen berechnet. Für praktische Berechnungen würden auch für π zehn oder weniger Stellen genügen. Sogar für die Berechnung der Grösse des bis jetzt bekannten Universums würden, wie die Brüder Borwein herausfanden, ganze 39 Dezimalstellen von π genügen, und der dabei entstehende Berechnungsfehler wäre kleiner als ein Wasserstoffatom. Warum also immer mehr Stellen berechnen? Ein Grund ist sicher das Wettkampfdenken, nämlich etwas erreichen, das noch niemand geschafft hat. Der Hauptgrund liegt aber im Fortschritt der Computerprogrammierung. π -Berechnungsprogramme werden zum Testen von Computersystemen benutzt. Dabei muss der Computer tausende komplizierte Operationen durchführen. Liefert er eine falsche Ziffernfolge, weist dies auf einen Systemfehler hin. Schon beim kleinsten Fehler berechnet der Computer falsche Ziffern.

⁴² <http://3pi.org/Plaedoyer/2.html> [12]



Digit hunting⁴³

Diese verschiedenen Interessengemeinschaften befassen sich alle mit dem gleichen Objekt, nämlich π . Doch ihre Stellung in der Gesellschaft könnte unterschiedlicher nicht sein. Professoren und Programmierer, die immer mehr Stellen berechnen, sind hoch angesehen. Ihre Forschung hat einen Nutzen und das ist in der heutigen Zeit das Ein und Alles. Der Klub der Freunde der Zahl π wiederum wird belächelt, weil ihm so viel an dieser Zahl liegt. Die Mitglieder des Klubs beschäftigen sich aus reiner Freude an dieser spannenden Zahl mit π . Auch Mathematikbegeisterte, die sich mit π befassen und bei Berechnungen zu einem falschen Resultat kommen, werden mit Kopfschütteln bedacht und man schreibt gar Bücher⁴⁴ über diese „Spinner“.

Der technische Fortschritt in der Computerprogrammierung brachte und bringt uns allen Nutzen. Doch meiner Meinung nach gilt das auch für den Klub der Freunde der Zahl π . Hier ist es kein materieller Nutzen, sondern vielmehr ein Gewinn für jedes einzelne Mitglied, nämlich eine geistige Bereicherung. Nicht l'art pour l'art, sondern eben π pour π .

⁴³ Autor unbekannt; <http://3pi.org/Cartoons/> [10]

⁴⁴ z. B. *Mathematical Cranks* von Underwood Dudley [4]

Dank

Danken möchte ich Markus Egli, Mathematiklehrer an der Kantonsschule Wiedikon, für die gute Betreuung meiner Arbeit, Lukas Müller, Mathematiklehrer an der Bezirksschule Endingen, für das Interview und die vielen Informationen, meiner Schwester Tonia Geissbühler für das Titelfoto, und schliesslich meinen Eltern Sibylle Weber und Fritz Geissbühler fürs Durchlesen.

Anhang

Interview mit Lukas Müller, 12.11.2002, Zürich

Warum π ? Was fasziniert dich daran?

Ich bin Mathematiklehrer und nehme immer wieder das Thema Kreisberechnung durch. Der Kreis spielt in der Mathematik eine wichtige Rolle. Und mit dem Kreis natürlich auch das Verhältnis zwischen Umfang und Radius, oder zwischen der Fläche und dem Quadrat über dem Radius. Häufig in unserem Leben interessieren uns auch Verhältnisse. In unserem Alltag ist dieses Verhältnis 1:2, 1:4, 1:10, oder irgend so etwas. Und das ist jetzt 1: einer krummen Zahl. Und das finde ich eben schon sehr spannend. Aber das sehe ich aus meiner Optik als Mathematiker. Faszinierend ist für mich, dass ich mit meinen Schülern einer so seltsamen Zahl ein bisschen auf die Spur kommen kann. Man kann sich annähern und weiss aber schon von allem Anfang an, dass man die Zahl durch die besten Experimente nie ganz genau erfassen wird. Und faszinierend finde ich auch die ganze Geschichte, die hinter dieser Zahl steht, die 3000 v. Chr. begann und damals schon verschiedene Geister interessierte.

Gab es ein einschlägiges Erlebnis?

Ja, das gab es. Als ich nämlich als junger Lehrer das erste Mal die Zahl π mit meinen Schülern behandelte, war das für mich eine Zahl wie alle andern auch. Und dann hatte ich in dieser ersten Klasse zwei Schüler, die ein bisschen Spinner waren. Sie wollten sich nicht einfach mit dem Gesagten zufrieden geben. Sie kamen in der zweiten Stunde der Kreisberechnung zu mir und sagten: „Herr Müller, wir können 50 Stellen nach dem Komma der Zahl π .“ Da fiel mir der Kinnladen hinunter, denn ich kannte 10 oder 15 Stellen und mir wäre niemals in den Sinn gekommen mich für mehr zu interessieren. Denn von der mathematischen Genauigkeitsbetrachtung her, macht es absolut keinen Sinn mehr als 39 Stellen zu berechnen. Denn mit 39 Stellen kann man einen Kreis ziehen um das ganze Weltall, und die Differenz an der 39. Stelle plus oder minus 1 gibt bei diesem Umfang, eine Abweichung von maximal einem Proton. Und das ist auch so etwas Faszinierendes. Eigentlich ist schon 3,14 für unseren Alltag brauchbar genau. Aber diese zwei Schüler brachten mich auf den Geschmack. Das Ganze geriet dann etwas in Vergessenheit, tauchte aber immer wieder sporadisch auf. Als ich mich im Jahr 1995 wieder auf die Kreisberechnung vorbereitete, die ich mit einer Klasse behandeln wollte, kam ich auf die Idee auf dem Internet nachzusehen. So stiess ich auf den Klub der Freunde der Zahl π . Und ich dachte: „So wunderschöne Spinner.“ Das fand ich toll. Ich nahm mit ihnen Kontakt auf. Zuerst schickten wir uns E-mails. Dann gefielen sie mir immer mehr, so dass ich beschloss, diese Verbindungen zu intensivieren und den Vorschlag machte, am 14. Juli 1996 die Prüfung abzulegen, um in den Klub der Freunde der Zahl π aufgenommen zu werden.

Wie war deine Aufnahmeprüfung?

Ich fand, ich könne nicht einfach mit dem Flugzeug oder Zug nach Wien reisen, sondern war der Meinung, diese Reise müsse noch einen Akzent haben. Ich fuhr also mit dem Velo von Würenlingen über Donau-Eschingen, der Donau entlang nach Wien. Acht Tage war ich unterwegs. In Wien war abgemacht, dass gemäss den Statuten des Vereins mindestens zwei Vorstandsmitglieder bei der Deklamation anwesend sein müssen. Ich wollte das aber nicht vor mich hin murmeln. Ich hatte mir einen orangen Overall gekauft und zu Hause mit breitem Pinsel zwei schwarze Striche über die Beine und einen Querstrich über die Arme gemalt, so dass man vor dem orangen Hintergrund das schwarze π sah, wenn ich die Arme ausstreckte.

Eine Vorbereitungsarbeit bestand darin, vom Internet die ersten Stellen der Zahl π auszudrucken. Auf der Velofahrt lernte ich jeden Abend wieder 25 neue Stellen auswendig, die ich bis Wien sehr gut beherrschte.

Ich wusste zwar, dass zwei Mitglieder in Wien sein würden, ich hatte aber keine Ahnung wie sie aussahen. Die Abmachung war, dass ich die hundert Stellen der Zahl π nachmittags um 3.14, 15.9 Meter vor dem Hauptportal des Wiener Doms aufsagen wollte. Ungefähr um 3 Uhr war ich also dort, nahm einen Meter aus der Hosentasche und begann die Distanz zum Portal abzumessen. In diesem Moment kamen zwei Personen auf mich zu und fragten mich, ob ich Lukas sei. Das waren also die beiden.

Um 3.14 stand ich an der richtigen Stelle. Der Präsident des Klubs war Astronom und hatte die Uhr des astronomischen Instituts dabei. Er gab das Startzeichen. Sofort begann ich laut und pathetisch zu deklamieren. Als ich langsam zur hundertsten Stelle kam, ging ein Zuschauer zum Präsidenten. Rundherum waren vielleicht etwa 70 oder 80 Leute, die zuschauten und sich fragten, was das soll. Dieser eine aber ging zum Präsidenten und fragte ihn, was ich da mache, ob ich eine Telefonnummer vom Mond aufsage oder was. Der Präsidentklärte ihn auf, dass ich Stellen der Zahl Pi aufsage. Das fand er ziemlich verrückt, fragte dann aber, ob ich diese Stellen auch rückwärts aufsagen könne. Der Präsident kam also zu mir und fragte mich dasselbe. Ich hatte mir das noch nie überlegt, antwortete aber nach einigen Sekunden mit ja. Und es klappte tatsächlich. Darüber wurde später noch diskutiert, denn der Präsident sagte, er könne das ganz sicher nicht, obwohl er sogar 450 Stellen auswendig kann. Aber er hatte eine ganz andere Art von Memorieren angewandt als ich. Ich machte das bildlich mit 5er-Blocks und immer 5 Blöcke gaben einen 25er-Block. So war es für mich nicht schwierig die Stellen retour aufzusagen. Der Präsident hingegen machte sogenannte logische Blöcke, wobei ich finde, dass das gar nichts mit Logik zu tun hat ... Die Blöcke bestanden manchmal aus 3 Ziffern, manchmal aus 6 Ziffern.

Wie war dein Gefühl beim Aufsagen?

Ich habe eben eigentlich kein Problem damit mich auszustellen. Ich kümmerte mich also nicht gross um die Zuschauer. Nachher sprach mich ein polnischer Philosophieprofessor an, mit dem ich dann in einem Cafe ein sehr angeregtes einstündiges Gespräch führte. Doch die meisten Zuschauer gingen nach der Darbietung.

Bekommt ihr im Klub immer noch Zuwachs?

Ja es gibt immer wieder Leute. Wir werden nächstes Jahr am π -Tag, am 14.3., wahrscheinlich eine grössere Veranstaltung in Baden organisieren. Wir werden den Film „Pi“ in einem Kino aufführen und rundherum werden wir noch ein Rahmenprogramm gestalten. Möglicherweise wird ein Interessierter aus der Nähe von Nürnberg vor dem Filmbeginn die hundert Stellen für die Aufnahmeprüfung deklamieren. Die Bedingung lautet ja, dass man die ersten hundert Stellen nach dem Komma auswendig und auf ästhetisch angemessene Weise aufsagen muss. Das mit dem ästhetisch war vorher nicht so, aber nach meinem Auftritt wurde das in die Statuten aufgenommen.

Was machen die Mitglieder beruflich?

1996 gab es im Vorstand einen Astronomen, einen Wirtschaftsinformatiker, einen Archäologen und eine Mathematikerin. In letzter Zeit gab es eine Trendwende Richtung Mathematik. Der neue Präsident ist Wirtschaftsmathematiker und letztes Jahr gab es eine Grossveranstaltung in Berlin, an der Uni Potsdam, wo anlässlich einer zweitägigen Tagung renommierte Professoren der Mathematik Vorträge zum Umfeld von Pi hielten. Wir versuchen aber immer neben dem mathematischen Aspekt auch noch den künstlerischen, sprachlichen, eventmässigen Aspekt abzudecken. Und zwar nicht um noch andere nicht-mathematisch interessierte Leute anzulocken, sondern weil wir die Zahl π so spannend finden, dass man sie nicht nur auf die Mathematik reduzieren darf.

Wie ist deine Beziehung zu den andern Mitgliedern? Seid ihr Sinnesgenossen?

Generell kann ich das nicht sagen. Es gibt Leute im Klub, die das noch ein lustiges Segment in ihrem Leben finden, vielleicht ein Mal im Jahr an der Generalversammlung auftauchen, die übrigens in Wien an der Biberstrasse in der Biberstube stattfindet. Beim Strassenschild wird alljährlich der untere Bogen des B abgedeckt und die Strasse heisst dann Pi-berstrasse. Dann gibt es aber solche die mit Herzblut dabei sind. Mit dem alten Präsidenten und einer Kollegin fühle ich mich aber schon sehr verbunden. Wir besuchen uns auch gegenseitig regelmässig und machen gemeinsam Sachen, die über π hinausgehen. Zum Beispiel machten wir, er ist auch Mathematiklehrer, mit unseren Klassen ein Projekt übers Internet, das nichts mit π zu tun hatte.

Was finden deine Schüler zu deiner π -Begeisterung?

Alle wissen davon. Es wurde sogar zu meinem Markenzeichen. Es gibt Schüler, die finden, dass ich es übertreibe. Und das merke ich auch. Es gibt aber auch viele Schüler, die Spass an diesem Thema haben. Ich nehme es natürlich auch durch, weil ich finde, dass ich in Sachen π eine gewisse Kompetenz habe, und weil ich auf diesem Gebiet das Strenge der Mathematik etwas aufbrechen kann.

Hast du zur Organisation und den Zielen des Klubs etwas beigesteuert?

Nein, der Klub wurde 1995 gegründet. Die Akten sind offiziell bei der Vereinspolizei hinterlegt. Dort steht unter der Rubrik Zweck: Vereinigung zur Hochhaltung und Förderung des Geistes der Zahl π . Es gab dann noch ein Problem, weil die Vereinspolizei dachte, sie werde auf den Arm genommen und lachte. Nach einer Reklamation des Klubs, konnten sie sich dann endlich als Klub anmelden. Die Gründer schrieben diese Statuten, die zwar immer wieder ein Thema sind, aber das interessiert mich nicht.

Hat dich die Beschäftigung mit π zu neuen Erkenntnissen gebracht?

Ob sich meine Einsichten in die Mathematik des Kreises geändert haben, weiss ich nicht. Aber was ich weiss ist, dass ich heute kompetenter bin in meiner Tätigkeit als Mathematiklehrer, wenn es um Berechnungen am Kreis geht. Und das verdanke ich den vielseitigen Beiträgen im π -Klub. Und die anderen geistigen Erweiterungen, die haben direkt mit π als Faktor nichts zu tun. Denn dass π transzendent ist, wusste ich vorher schon, aber heute kann ich das meinen Schülern anders erklären als vorher, als ich es einfach aus Büchern wusste.

Was ist denn der Geist der Zahl π ?

Man muss das vor dem Hintergrund sehen, als dieser Verein 1995 gegründet wurde. Die drei Gründer, junge Studenten, sassen eines Abends zusammen und beschlossen einen π -Klub zu gründen. Als die Vereinspolizei dann verlangte, man müsse Sinn und Zweck der Vereinigung formulieren, kamen sie auf diesen Satz mit dem Geist der Zahl π . Dass man den Geist der Zahl π über die ganze Welt versprühen soll, hat gar nichts mit Esoterik zu tun. Esoterische Gedanken liegen uns fern. Es hat eher etwas in Richtung Dadaismus. Dadaisten wollten sich auch vom traditionellen Kulturgut, ob Gedicht oder Malerei, lösen. Das war ein ganz neuer Ansatz und nicht mehr in der Logik. Und das ist auch die Meinung vom Satz, man solle den Geist über die ganze Welt versprühen. Man soll sich vom alltäglichen Gebrauch von Zahlen lösen, in Anbetracht der Möglichkeit von Zahlen wie π . Das kann man politisch interpretieren, oder für die eigene Lebensphilosophie ableiten. Das ist eigentlich mehr der Sinn dieses Satzes. Tönt natürlich alles ein bisschen schwammig, aber das gehört dazu.

Was machst du am π -Tag?

Ich habe schon zwei Mal an unserer Schule eine Veranstaltung organisiert, bei der eine Klasse Experimente vorbereitet, die sie dann an kleinen Stationen im ganzen Schulhaus präsentiert. Die einen machen ein physikalisches Experiment, andere etwas mit Schätzen usw. Alle anderen Klassen haben dann eine Stunde lang keinen Unterricht und können diese Experimente begutachten.

Was bedeutet dir der π -Tag?

Dieser 14. März hat verschiedene ganz grosse Bedeutungen in meinem Leben. Erstens wurde unsere Tochter an diesem Tag geboren, zweitens kam Albert Einstein an diesem Tag zur Welt, und drittens ist es eben der π -Tag. Den π -Tag gibt es erst seit 1996. Damals hatte eine Gruppe von Mathematikern in San Francisco entdeckt, dass der 14. März, auf amerikanisch 03/14, ja der Anfang von π ist. So entstand der π -Tag. 1997 feierten wir dann auch bereits in Endingen den π -Tag.

Ist π ästhetisch? Was meint ihr damit?

Mathematisch betrachtet, ist π ästhetisch oder nicht... Es gibt ja gewisse Zahlen, die eine Ästhetik haben. Für Pythagoras war 10 eine ganz wichtige Zahl. Für andere Leute ist die Zahl 7 sehr wichtig, wobei sie dann aber noch in der esoterischen Literatur eine Bedeutung hat. Ich von mir aus würde dieser Zahl π , ihrer Abstraktheit eine gewisse Ästhetik zuordnen. Und zwar im Sinne eines Bildes, das man anschauen kann, wo alle im Prinzip dasselbe Objekt sehen. Aber mit der Verarbeitung im Gehirn sehen alle doch wieder etwas anderes. Ich denke das ist auch im Fall π so. Wenn nämlich das Verarbeiten im Gehirn Reaktionen auslöst, dann ist ein Argument der Ästhetik gegeben. Ob das hinreichend ist, kann ich nicht sagen.

Auf eurer Homepage findet man Artikel wie: „Ist π sinnlos?“ Müsst ihr euch verteidigen? Wird der Klub belächelt?

Ja klar! Aber wir verteidigen uns nicht auf der Homepage, sondern das ist für die, die interessiert daran sind, was wir denken. Aber wir wollen sicher nicht missionieren, wir haben keinen Auftrag! Und dass wir belächelt werden, stört uns nicht. Das haben wir im Klub alle gemeinsam: wir sind selbstbewusst. Als ich vor dem Stephansdom deklamierte, wusste ich genau, dass die ca. 80 Zuschauer keine Ahnung hatten, was ich tat. Aber das war egal. Jedoch verstehe ich auch die Leute, die das, was wir machen, eine Spinnerei finden. In meinem Alltag werde ich nicht als ruhiger, gerader Mensch angesehen. Das gefällt mir auch und das pflege ich.

Wieso sind nicht alle Leute von π fasziniert?

Man muss eine Antenne dafür haben. Und vor drei oder vier Jahren haben mich zwei Schüler damit überrascht, dass sie mir vor der ganzen Klasse 100 Stellen von π aufsagten. Das freute mich. Und diese Schüler machten das, obwohl sie sicher genau wussten, dass es in der Klasse solche gab, die das absolut sinnlos fanden. Jeder Mensch hat eine andere Auffassung.

Wie erklärst du den Sinn deiner Beschäftigung mit π ?

Ich möchte es eigentlich beim bisher Gesagten bewenden lassen. Ich kann und möchte dieses Thema nicht zerreden. Ich möchte dieses Exotische oder nicht ganz Rationale, das hinter dieser Zahl und dem Klub steckt, nicht zerreden. Genau dieses Unergründliche gefällt mir an π .

Was meinst du zur unendlichen Stellenjagd?

Man muss einfach wissen, was das bedeutet. Es ist das Pendant zur Primzahlenforschung. Man sucht immer neue Primzahlen und eigentlich müsste man sagen, das ist eine Spinnerei. Die grösste Primzahl die man kennt, ist so immens gross, das macht aus mathematischer Sicht absolut keinen Sinn. Aber bei dieser Forschung wie auch bei Kanada geht es ja um etwas ganz anderes. Alle Beteiligten sind Computerspezialisten und schreiben Programme zur Berechnung von π -Stellen oder Primzahlen. Und wenn ein solcher Computer eine Primzahl berechnet, können sie sagen: Kauft unsern Computer! Geologie- und Erdölforschung zum Beispiel, die auf sehr schnelle Rechner angewiesen sind, kaufen dann diesen Computer.

Was meinst du zum Film π ?

Der gefällt mir. Er ist irgendwie ein bisschen auf der Linie, wie ich versuchte zu erklären, was mir an π gefällt. Er ist schwarz-weiss und längst nicht alles ist mit Stativ aufgenommen. Es hat auch verwackelte Szenen. Die Idee hinter dem Film, dass möglicherweise die Welt mit einer Weltformel funktioniert, ist ja etwas Spannendes. Ganz grosse Geister könnten diese Weltformel ja finden, aber in diesem Film wird auch gezeigt, dass jeder der kurz vor der Entdeckung dieser Weltformel stand, starb. Es gibt also die Möglichkeit die Formel zu entdecken, aber wer sie entdeckt, den gibt es danach nicht mehr. Das ist eine Idee, die mir sehr gut gefällt. Der Protagonist wird nicht verrückt wegen π , sondern vielmehr, weil er etwas so intensiv sucht und auch findet.

Was meinst du zur mathematischen Normalität von π ?

Es gibt keinen Hinweis darauf, dass π nicht normal ist, also ob alle Ziffern gleich häufig vorkommen. Aber auch niemand auf der ganzen Welt konnte bisher beweisen, dass π normal ist. Es gibt Untersuchungen über bestimmte Ziffernfolgen usw. Das ist aus mathematischer Sicht sehr spannend. Das gibt dieser Zahl eine gewisse Spannung und weckt das Interesse, sofern man die Antenne dazu hat das zu verfolgen. Es hat auch etwas mit unserem Leben zu tun. Denn im Leben ist es immer entweder so oder so, und π ist in vielen Sachen immer zwischendrin. Das finde ich bereichernd in unserem Leben.

Literaturverzeichnis

- [1] Arndt, Jörg / Haenel, Christoph. π . Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 2. Auflage 2000
- [2] Basieux, Pierre. *Die Top Ten der schönsten mathematischen Sätze*. Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg. 2. Auflage 2000
- [3] Blatner, David. *The Joy of π* . Walker and Company, New York. 1997
- [4] Dudley, Underwood. *Mathematik zwischen Wahn und Witz* (engl. *Mathematical Cranks*). Birkhäuser Verlag, Basel. 1995
- [5] Dunham, William. *Mathematik von A – Z*. Birkhäuser Verlag, Basel. 1996
- [6] Gardner, Martin. *Mathematische Knocheleien*. Vieweg, Braunschweig. 2. Auflage 1980
- [7] Peitgen, Heinz-Otto / Jürgens, Hartmut / Saupe, Dietmar. *Bausteine des Chaos Fraktale*. Klett-Cotta, Stuttgart. 1992
- [8] Svenson, Torben. π . Verlag Systeme, Herning. Version 15. Oktober 2002

Film

- [9] Aronofsky, Darren. *Pi*. Harvest Filmworks, Plantain Films, Protozoa Pictures, Truth and Soul Pictures. 1998

Internet

- [10] <http://3pi.org/Cartoons/>, 13. 1. 2003
- [11] http://3pi.org/Medien/format_juni2001.html, 13. 1. 2003
- [12] <http://3pi.org/Plaedoyer/2.html>, 13. 1. 2003
- [13] <http://3pi.org/Statuten.html>, 13. 1. 2003
- [14] http://3pi.org/Texte/pi_durchflutet.html#roth, 13. 1. 2003
- [15] <http://3pi.org/Verein.html>, 13. 1. 2003
- [16] <http://users.aol.com/s6sj7gt/mikerav.htm>, 13. 1. 2003
- [17] <http://us.imdb.com/EGallery?source=ss&group=0138704&photo=1-7.jpg&path=group>, 13. 1. 2003
- [18] <http://www.astro.univie.ac.at/~wasi/PI/pics/14/7/96/LM2b.jpg>, 13. 1. 2003
- [19] http://www.aros.net/~angio/pi_stuff/piquery, 13. 1. 2003

- [20] <http://www.comnet.ca/~forrest/raven.html>, 13. 1. 2003
- [21] <http://www.hints.org/~kanada/>, 13. 1. 2003
- [22] <http://www.lupi.ch/PiSites/Pi-Rekord.html>, 13. 1. 2003
- [23] http://www.poly.edu/polypress/brilliant_brothers.cfm, 13. 1. 2003