

Edmund Weitz
Heike Stephan

Gesichter der Mathematik

111 Porträts und
biographische Miniaturen

SACHBUCH



Springer

Gesichter der Mathematik

Edmund Weitz

Gesichter der Mathematik

111 Porträts und
biographische Miniaturen

Illustrationen von Heike Stephan

 Springer

Edmund Weitz
Fakultät Design, Medien und Information
HAW Hamburg
Hamburg, Deutschland

ISBN 978-3-662-66348-6 ISBN 978-3-662-66349-3 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-66349-3>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2022

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Covermotiv und alle Illustrationen: Heike Stephan
Textgestaltung: Edmund Weitz

Planung: Iris Ruhmann

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

If people do not believe
that mathematics is simple,
it is only because they do not realize
how complicated life is.

John von Neumann (1903–1957)

VORWORT

Mathematik wird von Menschen gemacht! Das klingt nach einer Selbstverständlichkeit. Leider wird das Fach aber an Schulen und Hochschulen häufig so gelehrt (und gelernt), als ginge es um ein Bauwerk, das schon lange vor den Pyramiden in einem perfekten Zustand auf die Welt gekommen ist und sich seitdem nicht verändert hat. Wir finden, dass man das anders angehen sollte. Mathematik ist einerseits mindestens so alt wie die Schrift, andererseits aber quicklebendig und ständig in Bewegung. Die, die Mathematik bewegten und bewegen, möchten wir in diesem Buch vorstellen. Damit Sie sich – im wahrsten Sinne des Wortes – ein Bild machen können. Damit Mathematik zugänglicher und „menschlicher“ wird. Das wollen wir durch Porträts und Geschichten erreichen.

Die Geschichte der Porträts begann 2018 mit Abbildungen für das Buch *Konkrete Mathematik (nicht nur) für Informatiker*. Weitere kamen ein gutes Jahr später für *Elementare Differentialgeometrie (nicht nur) für Informatiker* hinzu. Und auch der YouTube-Kanal *Weitz / HAW Hamburg* meldete regelmäßig neuen Bedarf an Illustrationen an. Irgendwann waren wir bei über 200 gezeichneten Mathematikerinnen und Mathematikern angelangt und fanden, diese sollten nicht nur in der Größe einer Streichholzschachtel in der Randspalte eines Lehrbuchs oder für wenige Sekunden in einem Mathevideo zu sehen sein. Deshalb bildet eine Auswahl von 111 dieser gezeichneten Porträts die Grundlage des vorliegenden Buches. Viele wurden bisher gar nicht im Druck veröffentlicht, einige sogar speziell für dieses Buch gezeichnet; alle wurden von Grund auf überarbeitet und werden hier erstmals in angemessener Größe gezeigt.

Ergänzt werden die Abbildungen durch kleine Geschichten zu den abgebildeten Personen. Auch diese haben das Ziel, die

Menschen hinter der Mathematik zu zeigen. Sie werden *nicht* erfahren, wann genau **Leonhard Euler** geboren wurde oder welche wichtigen Theoreme **Emmy Noether** bewiesen hat, weil wir keine historische Abhandlung schreiben oder Wikipedia Konkurrenz machen wollten. Wir greifen lieber Aspekte heraus, die bezeichnend und interessant sind. Es wird locker zugehen und wir stellen uns vor, dass man das Buch wie ein *Coffee Table Book* irgendwo nach Lust und Laune aufschlagen und dort einfach mit dem Lesen anfangen kann. Man muss es also nicht von vorne bis hinten durchlesen, aber es spricht natürlich auch nichts dagegen.

Es wird *auch* um Mathematik gehen, jedoch (keine Angst!) nicht um die „richtige“ Mathematik mit Formeln und Herleitungen, sondern um ihren Platz in der Kultur und in der Geschichte – und um das, was sie mit den Menschen macht, die sie *machen*. Sollten doch einmal Fachbegriffe wie z. B. *abelsche Varietät* vorkommen, die Ihnen vielleicht nichts sagen, so können Sie die getrost überlesen, ohne etwas Wichtiges zu verpassen. Damit es nicht zu bedeutsam wird, haben wir im Zweifelsfall einer hübschen Anekdote den Vorzug vor tiefeschürfenden Gedanken gegeben. Manchmal mag es sich gar um Legenden handeln, die mit der Zeit ihren wahren Kern verloren haben. Außerdem kann man auf jeweils eineinhalb Buchseiten dem Leben und dem Werk der dargestellten Personen natürlich nicht gerecht werden. Wenn Ihnen das nicht reicht und Sie nach dem Zuklappen des Buches das Bedürfnis nach weiteren Informationen verspüren, dann hat es jedenfalls sein Ziel erreicht. Zu diesem Zweck gibt es am Ende der meisten Geschichten Vorschläge für Bücher, in denen man weiterlesen kann. Die Zahlen sind Verweise auf die Literaturliste, die auf Seite 233 beginnt. (Sie sind aber nicht als gelehrte Quellenangaben gemeint.)

Mathematik wird von weißen Männern gemacht! Dieses Eindrucks wird man sich kaum erwehren können, wenn man unser Büchlein durchblättert. Heutzutage ist Mathematik in Deutschland das MINT-Fach mit dem größten Frauenanteil und gleichzeitig eine Wissenschaft, in der Menschen auf allen Kontinenten miteinander im Austausch stehen. Aber das war nicht immer so. Bis weit in das 20. Jahrhundert hinein wurde Frauen der Zugang zur Wissenschaft verwehrt oder systematisch erschwert und der Fortschritt in der Mathematik spielte sich fast ausschließlich in Europa ab. Unsere Auswahl spiegelt das zwangsläufig wider.

Zudem ist sie natürlich subjektiv und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wir haben nicht nach „objektiver Rangfolge“ im Pantheon der Mathematik ausgewählt, sondern danach, ob wir von den jeweiligen Menschen schon einmal gehört oder gelesen hatten und ob wir etwas über sie erzählen konnten, das uns berichtenswert, unterhaltsam und in diesem Rahmen angemessen erschien. Sollte jemand, den Sie wichtig finden, hier fehlen, so ist der Grund dafür sicher nicht böser Wille unsererseits, sondern schlicht und einfach Unkenntnis oder Platzmangel. Sortiert haben wir die Einträge ganz simpel nach Geburtsdatum. Die Lebensdaten der beschriebenen Personen befinden sich jeweils ganz unten am Ende jedes Artikels.

Wir hoffen, dass Sie Freude am Durchblättern des Buches haben, dass Ihnen die Porträts und Geschichten gefallen, dass Sie danach die Mathematik vielleicht mit etwas anderen Augen sehen und dass Sie *mehr* wissen wollen. Letzteres ist das, was alle in diesem Buch vorgestellten Menschen verbindet: Sie wollten und wollen *mehr* wissen!

Wir bedanken uns herzlich bei Iris Ruhmann vom Springer-Verlag für die gewohnt gute Betreuung des Buchprojektes. Jörg Balzer, Maren Hoberg, Mouna Weitz und Professor Wolfgang Willaschek haben das Manuskript vorab gelesen, uns auf Fehler aufmerksam gemacht und wertvolle Anregungen beigesteuert. Auch dafür bedanken wir uns ganz herzlich. Wir würden eigentlich gerne einen alten Scherz von [John Conway](#) aufgreifen und frech behaupten, diese vier trügen die Verantwortung für alle noch verbleibenden Fehler. Aber die Wahrheit ist natürlich, dass *wir* diese Fehler eingebaut haben und es sicher noch welche geben wird. Unter der Adresse <http://weitz.de/GDM/> werden wir daher in Zukunft Errata veröffentlichen. Sollten Sie Fehler entdecken, die dort noch nicht aufgeführt sind, dann freuen wir uns über eine Mitteilung.

Heike Stephan (Bilder) & Edmund Weitz (Texte)

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	VII
Die Antike und das Mittelalter	1
Thales von Milet	3
Euklid von Alexandria	5
Archimedes von Syrakus	7
al-Chwarizmi	9
Fibonacci	11
Michael Stifel	13
Gerolamo Cardano	15
Die Neuzeit	17
René Descartes	19
Pierre de Fermat	21
Blaise Pascal	23
Isaac Newton	25
Gottfried Wilhelm Leibniz	27
Jakob Bernoulli	29
Johann Bernoulli	31
Abraham de Moivre	33
Leonhard Euler	35
Jean-Baptiste le Rond d'Alembert	37
Joseph-Louis Lagrange	39
Pierre-Simon Laplace	41
Adrien-Marie Legendre	43
Joseph Fourier	45
Sophie Germain	47
Carl Friedrich Gauß	49
Siméon Denis Poisson	51

Bernard Bolzano	53
Augustin-Louis Cauchy	55
Niels Henrik Abel	57
János Bolyai	59
Carl Gustav Jacob Jacobi	61
Peter Gustav Lejeune Dirichlet	63
William Rowan Hamilton	65
Joseph Liouville	67
Hermann Graßmann	69
Évariste Galois	71
James Joseph Sylvester	73
Karl Weierstraß	75
George Boole	77
Arthur Cayley	79
Charles Hermite	81
Gotthold Eisenstein	83
Leopold Kronecker	85
Bernhard Riemann	87
Die Moderne	89
Richard Dedekind	91
Sophus Lie	93
Georg Cantor	95
Magnus Gösta Mittag-Leffler	97
Gottlob Frege	99
Felix Klein	101
Sofja Wassiljewna Kowalewskaja	103
Ferdinand von Lindemann	105
Henri Poincaré	107
Giuseppe Peano	109
David Hilbert	111
Hermann Minkowski	113
Grace Chisholm Young	115
Felix Hausdorff	117
Ernst Zermelo	119
Bertrand Russell	121
Henri Léon Lebesgue	123
Godfrey Harold Hardy	125
Edmund Landau	127

Max Dehn	129
Luitzen Egbertus Jan Brouwer	131
Emmy Noether	133
Eric Temple Bell	135
Solomon Lefschetz	137
Hermann Weyl	139
George Pólya	141
Srinivasa Ramanujan	143
Richard Courant	145
Stefan Banach	147
Jerzy Neyman	149
Norbert Wiener	151
Carl Ludwig Siegel	153
Die Gegenwart	155
Alfred Tarski	157
Andrei Nikolajewitsch Kolmogorow	159
John von Neumann	161
Ruth Moufang	163
Kurt Gödel	165
André Weil	167
Harold Scott MacDonald Coxeter	169
Stanisław Marcin Ulam	171
Saunders Mac Lane	173
Gerhard Gentzen	175
Shiing-Shen Chern	177
Alan Turing	179
Paul Erdős	181
Israel Moissejewitsch Gelfand	183
Martin Gardner	185
George Bernard Dantzig	187
Laurent Schwartz	189
Paul Halmos	191
David Blackwell	193
Julia Robinson	195
Daniel Gorenstein	197
Yutaka Taniyama	199
Alexander Grothendieck	201
John Forbes Nash, Jr.	203

Wolfgang Haken	205
Stephen Smale	207
Nicolas Bourbaki	209
Ronald Graham	211
John Horton Conway	213
Donald Knuth	215
James Simons	217
Saharon Shelah	219
William Thurston	221
Grigori Perelman	223
Edward Frenkel	225
Terence Tao	227
Maryam Mirzakhani	229
Weiterführende Literatur	233
Index	257



DIE ANTIKE UND DAS MITTELALTER

Unter Wissenschaftshistorikern besteht Einigkeit darüber, dass die *eigentliche* Mathematik im klassischen Griechenland begann. Auch die noch älteren Hochkulturen haben natürlich mathematische Methoden verwendet. Anderenfalls könnten wir heute kaum noch die ägyptischen Pyramiden bestaunen, hinter denen enorme Ingenieurskunst steht. Und wir würden auch nicht die Stunde in 60 Minuten oder den Kreis in 360 Grad unterteilen, denn das ist ein Erbe der Art und Weise, wie babylonische Astronomen Zahlen aufschrieben. Ebenfalls kannten Ägypter und Babylonier den Satz des Pythagoras bereits Hunderte von Jahren vor der Geburt des griechischen Philosophen, Mathematikers und Religionsführers, nach dem er benannt ist.

Der qualitative Unterschied zu den Griechen bestand darin, dass ihre Vorgänger die Mathematik nur als Werkzeug betrachteten. Zudem beruhte sie aus ihrer Sicht auf Erfahrungstatsachen und wurde empirisch begründet. Die Griechen hingegen machten aus der Mathematik eine Disziplin, die *deduktiv* betrieben wird: Mathematische Sätze sind wahre Aussagen, die rein logisch aus anderen wahren Aussagen hergeleitet werden müssen. Damit wurde vor etwa 2600 Jahren das Muster dafür vorgegeben, wie Mathematikerinnen und Mathematiker noch heute arbeiten. Außerdem wurden viele Fragen aus purem Interesse und ohne Bezug zu Anwendungen untersucht; Mathematik wurde zur *l'art pour l'art*. Auch hier antizipierten die Griechen spätere Entwicklungen.

Nach der griechischen Mathematik, die den größten Teil eines Jahrtausends umspannt, war es dann aber mit der Herrlichkeit zumindest in Europa erst einmal vorbei. Die vom kulturellen Erbe der Griechen profitierenden Römer waren geschickte Ingenieure, hatten aber wohl keinen großen wissenschaftlichen Ehrgeiz. Und

das sich anschließende Mittelalter war in vielerlei Hinsicht eine dunkle Zeit, nicht nur für die Mathematik.

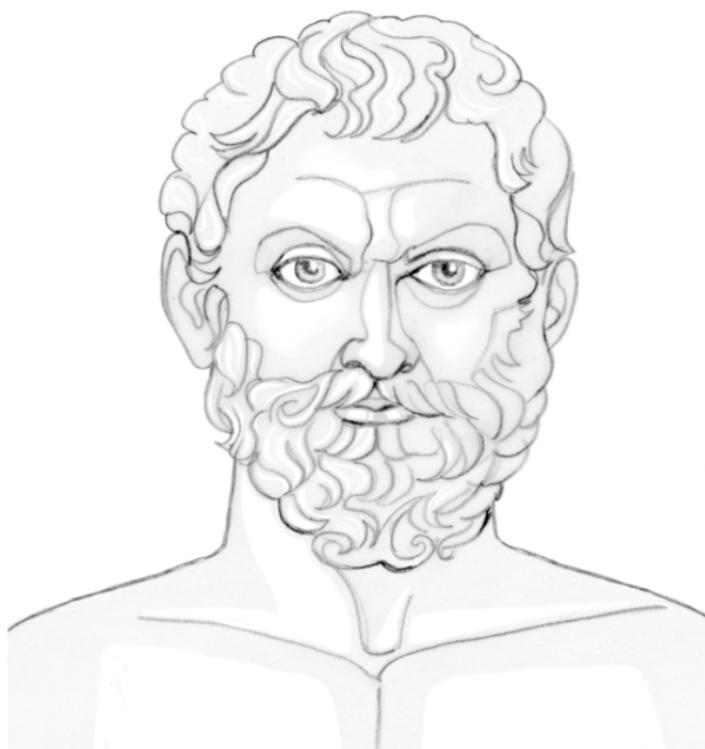
Zum Glück ging die Entwicklung in anderen Teilen der Welt weiter. In Indien entstand eine neue Art, Zahlen darzustellen, die nach und nach die ganze Welt erobern sollte. Und arabische Mathematiker bewahrten und studierten das griechische Erbe, integrierten die Neuerungen aus Indien und entwickelten beides weiter. Nach und nach migrierten diese Ideen auch nach Europa und setzten dort – wenn auch anfangs langsam und nicht ohne Widerstände – eine Revolution in Gang, die in der **Neuzeit** schließlich zu einer wahren Explosion der Mathematik und der Naturwissenschaften führen sollte.

Aber nicht nur die Wissenschaft wurde umgewälzt. Während Handwerker, Bauern und Händler früher spezialisierten „Rechenmeistern“ gutes Geld dafür bezahlen mussten, dass sie Kalkulationen durchführten, die heute jedes Kind beherrscht, konnten nun auf einmal *alle* das Rechnen erlernen. Das scheint für uns „moderne Menschen“ selbstverständlich und keines weiteren Gedankens wert. Wir sollten uns aber klarmachen, dass diese Demokratisierung der Alltagsmathematik sich erst mühsam entwickeln musste.

Wir stellen im folgenden Abschnitt bewusst nur einige wenige Personen exemplarisch vor, zu denen uns ein paar (hoffentlich) unterhaltsame und informative Zeilen eingefallen sind. Wäre dieses Buch der Versuch einer halbwegs vollständigen Darstellung der Geschichte der Mathematik, hätte man sicher auch chinesische Mathematiker, die Inder Aryabhata und Brahmagupta und außer al-Chwarizmi noch weitere Mathematiker aus dem arabischen Raum hinzufügen müssen. Und aus der Antike fehlen der schon erwähnte Pythagoras oder auch Eudoxos, Diophantos, Pappos und Hypatia. Über das Leben dieser Menschen ist allerdings so gut wie nichts bekannt.

Die meisten Illustrationen in diesem Abschnitt basieren auf sogenannten *Idealporträts*, die erst Jahrhunderte nach dem Tod der abgebildeten Personen entstanden sind. Lediglich bei **Stifel** und **Cardano** kann man hoffen, dass sie wirklich so aussahen, wie sie hier dargestellt werden. (Und man kann darüber streiten, ob sie noch dem Mittelalter zuzuschlagen sind. Aber sei's drum ...)

[12, 106, 137, 138, 210, 272, 281, 327]



THALES VON MILET

Mathematik kann unsterblich machen. Wohl keine andere Wissenschaft benennt die Objekte, die sie untersucht, so häufig nach den Menschen, die sie entdeckt haben. (Dass es dabei nicht immer gerecht oder historisch korrekt zugeht, steht auf einem anderen Blatt. Auf den folgenden Seiten werden wir dies noch das eine oder andere Mal thematisieren.)

Der bekannteste mathematische Satz dürfte ohne Zweifel der Satz des Pythagoras sein. Der älteste nach einem Menschen benannte Satz ist jedoch der Satz des Thales, den man typischerweise in der Mittelstufe lernt – und den dann die meisten leider auch

wieder vergessen. Als Pythagoras geboren wurde, war Thales bereits ein alter Mann.

Über diesen Mann, der auf seinen Reisen die Mathematik der Ägypter kennengelernt haben soll, weiß man aber eigentlich so gut wie gar nichts. Er hat keine Schriften hinterlassen und sämtliche Berichte über ihn beruhen auf Überlieferungen, die erst Jahrhunderte nach seinem Tod niedergeschrieben wurden. Eine davon besagt, dass von Thales der erste Beweis stammt, der jemals für ein mathematisches Theorem erbracht wurde: nämlich für die Aussage, dass Dreiecke, deren Eckpunkte auf einem Kreis liegen und deren eine Seite ein Durchmesser des Kreises ist, immer rechtwinklig sind.

Qualitativ neu gegenüber dem, was frühere Hochkulturen bereits wussten, war dabei, dass es hier nicht um konkrete Objekte geht, sondern um abstrakte Entitäten, die nur in unseren Köpfen existieren. Ob Thales „seinen“ Satz nun wirklich bewiesen hat oder nicht – er wird damit jedenfalls zur Symbolfigur dafür, was die Mathematik seit über zweieinhalb Jahrtausenden von allen anderen Wissenschaften unterscheidet: dass Aussagen nur dann als wahr anerkannt werden, wenn sie mit logischen Argumenten unwiderlegbar bewiesen wurden.

Eine weitere Legende besagt, dass Thales die meiste Zeit seines Lebens ein armer Mann gewesen sei, er aber einmal mit einer Art „Spekulationsgeschäft“, bei dem er sein astronomisches Wissen ausnutzte, gutes Geld verdient habe. Aristoteles – in dessen Schriften diese Geschichte zu finden ist – schrieb dazu, Thales habe damit demonstriert, dass es für Wissenschaftler leicht sei, reich zu werden, wenn sie nur wollten, dass es jedoch nicht das sei, wonach sie strebten. Auch das lässt sich als verklärter Fingerzeig für die nachfolgenden Generationen interpretieren: Mathematikerin oder Mathematiker wird man sicher nicht um des schnöden Mammons willen. Wir werden darauf ganz am Ende des Buches, wenn wir im 21. Jahrhundert angelangt sind, [noch einmal zurückkommen](#).

[106, 137, 222, 272, 278]



EUKLID VON ALEXANDRIA

Die Menschen, die sich in der Spätantike mit Mathematik beschäftigten, kamen um ein Standardwerk nicht herum, das *Elemente* genannt wurde. Und wer im 19. Jahrhundert in Europa die Schulbank drückte, dessen Mathematiklehrbuch trug häufig ebenfalls diesen Titel. Obwohl dazwischen fast zwei Jahrtausende lagen, handelt es sich um dasselbe Buch! Es gibt mit Sicherheit in der Geschichte der Menschheit kein einflussreicheres und langlebigeres wissenschaftliches Werk. Bis weit in die Neuzeit hinein galt das von dem Griechen Euklid in diesem Buch zusammengestellte Material als Blaupause dafür, wie Mathematik zu sein habe. Wer als gebildet gelten wollte, musste die *Elemente* gelesen haben. Und im

anglophonen Raum soll das Wort *Euclid* gängiger Schülerjargon für den Matheunterricht gewesen sein.

Lebte Euklid im ägyptischen Alexandria und lehrte er dort am legendären *Museion*? Oder arbeitete er wie Eratosthenes von Kyrene in der Bibliothek, die damals die größte der Welt war? War er ein Schüler von Platon? Wann und wo wurde er geboren und wie alt wurde er? Nichts davon wissen wir mit Sicherheit und ebenso ist nicht immer klar, welche Teile der *Elemente* lediglich das bekannte Wissen der damaligen Zeit wiedergeben und welche originäre Schöpfungen ihres Autors sind. Unbestritten ist aber, dass es sich um das älteste erhaltene Buch handelt, das strikt nach der axiomatischen Methode vorgeht: man beginnt mit einigen wenigen Grundvoraussetzungen und alles Folgende wird daraus rein logisch hergeleitet. Noch zur Zeit von [Gottfried Wilhelm Leibniz](#) und [Isaac Newton](#) galt nur als wahre Mathematik, was sich auf Euklid zurückführen ließ. Und die in den *Elementen* beschriebene Geometrie, die man heutzutage *euklidisch* nennt, war bis ins 19. Jahrhundert die einzig vorstellbare. (Erst dann realisierte man, dass auch [Alternativen denkbar](#) sind.)

Die Illustration ist einem der Porträts nachempfunden, die man im Internet findet, wenn man den Suchbegriff *Euklid* eingibt. Natürlich wissen wir heute nicht mehr, ob Euklid wirklich einen Bart oder lockige Haare hatte. Einige Historiker bezweifeln sogar, dass es die Person Euklid überhaupt gab, und halten den Namen für das Pseudonym eines Autorenkollektivs.

Darum ist auch die folgende Geschichte mit Ptolemaios I. eher im Bereich der Legenden zu verorten. Trotzdem ist sie aber zu schön, um nicht erzählt zu werden: Der Pharao soll Euklid gefragt haben, ob es nicht für seinen Sohn einen einfachen Weg gebe, die Mathematik zu erlernen. Der Überlieferung zufolge war Euklids mutige Antwort: „Es gibt keinen Königsweg zur Mathematik!“

[5, 13, 40, 149, 195, 199, 222, 266, 267, 272, 278, 329]



ARCHIMEDES VON SYRAKUS

Ungefähr 75 Jahre vor Beginn unserer Zeitrechnung entdeckte der römische Schriftsteller Cicero im heutigen Sizilien ein von Gestrüpp überwuchertes und vernachlässigtes Grab. Es war mit einer Skulptur dekoriert, die eine Kugel innerhalb eines Zylinders darstellte. Cicero hatte gefunden, wonach er gesucht hatte. Er wusste, dass in dieser Gegend etwa anderthalb Jahrhunderte zuvor Archimedes von Syrakus von einem römischen Soldaten getötet worden war. Nun wusste er auch, wo er seine letzte Ruhestätte gefunden hatte.

Über den Tod von Archimedes gibt es diverse Legenden, die wahrscheinlich alle nicht wahr sind. Die wohl bezeichnendste ist,

dass ebenjener plündernde Soldat den alten Mann bei geometrischen Überlegungen unterbrach und von diesem mit den Worten „Störe meine Kreise nicht!“ barsch zurechtgewiesen wurde. Das sollen allerdings dann auch seine letzten Worte gewesen sein.

Der Ruf von Archimedes, der bedeutendste Mathematiker der **Antike** gewesen zu sein, beruht auf vielen beeindruckenden Leistungen. Unter anderem war er der erste Mensch, der mit streng mathematischen Methoden eine Näherung für die Kreiszahl π ermittelte. Archimedes konnte viele Flächen und Volumen berechnen, an denen seine Zeitgenossen scheiterten. Die Figur, die er sich für sein Grab gewünscht hatte, deutet an, dass er darauf sehr stolz war. Mithilfe der Analysis ist so etwas heutzutage ein Kinderspiel, aber solche Methoden stehen uns erst seit dem 17. Jahrhundert zur Verfügung. Von Archimedes waren zwar korrekte Beweise für seine Resultate überliefert, aber wie war er auf sie gekommen? Darüber zerbrachen sich die Mathematiker jahrhundertlang den Kopf.

Geklärt wurde diese Frage erst 1906 dadurch, dass der dänische Mathematikhistoriker Johan Ludvig Heiberg in einer Istanbuler Kirchenbibliothek ein etwa tausend Jahre altes Dokument entdeckte, das seit der Zerstörung von Konstantinopel durch christliche Kreuzfahrer im Jahr 1204 verschollen war. Über verschiedene Umwege war es wieder an den Ort seiner Entstehung zurückgekehrt. Unter dem mehrfach beschriebenen Palimpsest, dessen kompletter Inhalt erst Anfang des 21. Jahrhunderts mit modernster Technik sichtbar gemacht werden konnte, fand man die Abschrift eines Briefes von Archimedes an den alexandrinischen Mathematiker Eratosthenes.

Und in dem lüftete Archimedes das Geheimnis: Er hatte im Prinzip eine Methode angewendet, die der Italiener Bonaventura Cavalieri im 17. Jahrhundert erfunden hat – allerdings schon etwa zweitausend Jahre früher! Hätte man von Archimedes' Brief bereits zur Zeit der Renaissance gewusst, wäre die Geschichte der Analysis vielleicht ganz anders verlaufen.

[5, 78, 106, 137, 149, 195, 199, 222, 264, 203, 278, 284, 287, 290, 314, 329]



AL-CHWARIZMI

Der oben abgebildete Mann wurde um das Jahr DCCLXXX herum geboren. Ist die Jahreszahl schwer zu entziffern? Kein Wunder, denn außer im Abspann von Hollywoodfilmen und auf alten Bauwerken sieht man die römische Zahlschrift heutzutage selten. Und noch schwerer als das Lesen solcher Zahlen ist das Rechnen mit ihnen. Zum Glück haben wir das nicht nötig, weil wir das wesentlich einfachere Dezimalsystem verwenden.

Es ist wohl keine große Übertreibung, wenn man den choresmischen Gelehrten al-Chwarizmi, der den größten Teil seines Lebens als Wissenschaftler im sogenannten *Haus der Weisheit* in Bagdad verbrachte, als den Hauptverantwortlichen für den Sie-

geszug dieses Systems zunächst im arabischen Raum und nach und nach in der ganzen Welt bezeichnet. Er übernahm die aus Indien stammenden Ziffern – insbesondere die zuvor unbekannte Null –, arabisierte die Symbole und erklärte das „neue Rechnen“ in einem Buch, das sich explizit auch an Anfänger richtete.

Durch Übersetzungen ins Lateinische verbreitete sich dieses Buch in Europa. Und wie es damals gang und gäbe war, wurde auch der Name des Autors latinisiert – zu *Algorismi*. Daraus ist das Wort *Algorithmus* entstanden. Früher waren damit Anleitungen zum schriftlichen Rechnen gemeint; für uns Menschen im 21. Jahrhundert ist es jedoch ein allgegenwärtiger Begriff, den wir mit Computern und der Informatik verbinden.

Aber nicht nur auf diese Art hat sich al-Chwarizmi in unserer Alltagssprache verewigt. In einem weiteren einflussreichen Buch beschrieb er anhand von Regeln und Beispielen das Lösen linearer und quadratischer Gleichungen. Die Verfahren an sich waren zwar den Gelehrten zu seiner Zeit bereits bekannt, aber er stellte sie auf eine neue, systematische und bildhafte Weise dar, die sogar für Laien verständlich war. Auch dieses Buch fand den Weg nach Europa und dort wurde aus dem arabischen *al-ğabr* („das Zusammenfügen gebrochener Teile“) im Titel des Buches schließlich das Wort *Algebra* für einen der größten und wichtigsten Teilbereiche der heutigen Mathematik. Wie wir bei [Thales von Milet](#) schon gesehen haben, kann Mathematik unsterblich machen!

Die Zeichnung basiert übrigens auf einer Briefmarke, die die Sowjetunion 1983 zu al-Chwarizmis 1200. Geburtstag herausgegeben hat. Wann genau er wirklich geboren wurde, weiß heute niemand mehr. Und mit Sicherheit hat er auch nicht so ausgesehen. Aber andere Abbildungen gibt es nicht.

[5, 12, 138, 272, 287, 290, 327]



FIBONACCI

Ein Kaninchenpaar wird nach einem Monat geschlechtsreif und bekommt danach jeden Monat zwei kleine Kaninchen als Nachwuchs. Die beiden Kinder sind auch jeweils wieder ein Paar und produzieren Nachwuchs in derselben Frequenz. Und für deren Kinder und Kindeskindern gilt dasselbe. Jedes Paar gründet so seinen eigenen Stammbaum von Nachkommen, der sich genauso entwickelt wie der seiner Vorfahren. Alle Kaninchen leben ewig. Klingt ziemlich unrealistisch und konstruiert, oder? Aber man kann daraus eine interessante kleine Aufgabe machen: Wie viele Pärchen gibt es nach zehn oder hundert oder tausend Monaten?

Der Franzose Édouard Lucas stellte diese Frage im 19. Jahrhundert und nannte die sich ergebende Sequenz von Zahlen die *Fibonacci-Folge*: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13 und so weiter. Lucas schrieb Bücher zur Unterhaltungsmathematik, erdachte unter anderem die *Türme von Hanoi* und popularisierte das Spiel *Käsekästchen*. Auf den Namen für die Folge kam er, weil sich die Aufgabe schon in einem Buch aus dem 13. Jahrhundert befand, das von dem Italiener Fibonacci geschrieben worden war. Die Fibonacci-Zahlen sind aufgrund ihres Zusammenhangs mit dem Goldenen Schnitt und wegen echter oder scheinbarer Beziehungen zu Natur und Kunst ungemein beliebt. Google findet zu ihnen Millionen von Treffern; es gibt sogar eine seit 1963 erscheinende Zeitschrift, die sich ausschließlich mit diesem Thema beschäftigt. Die Folge hat den Namen Fibonacci in unser kollektives Gedächtnis eingebrannt.

Zu Unrecht! Bereits mehr als ein Jahrtausend vor Fibonacci, der eigentlich Leonardo da Pisa hieß, kannte man diese Folge in Indien. Die Zuschreibung ist aber noch aus einem anderen Grund unglücklich. Sie wird nämlich Fibonaccis eigentlicher Bedeutung nicht gerecht. Sein oben erwähntes Hauptwerk *Liber abbaci*, dessen Titel sinngemäß übersetzt wohl „Buch der Rechenkunst“ lauten sollte, war für damalige Verhältnisse bemerkenswert. Sowohl vom Umfang der abgedeckten Themen her als auch unter didaktischen Aspekten übertraf es bei weitem andere Texte aus der Zeit und auch die meisten aus den Jahrhunderten danach. Methoden und Rechentechniken wurden darin nicht nur vorgeführt, sondern erklärt und begründet. Insbesondere wurde von Leonardo auch die neue indisch-arabische Zahlenwelt (also: „unser“ Dezimalsystem) vorgestellt und popularisiert. Wahrscheinlich hatte Fibonacci in Europa sogar einen noch größeren Einfluss auf die Entwicklung der Mathematik und damit der gesamten Kultur als [al-Chwarizmi](#), mit dessen Schriften er übrigens vertraut war. So gesehen ist es schade, dass er heutzutage für die meisten Menschen nur der Erfinder einer lustigen Aufgabe über Kaninchen ist.

Die Abbildung basiert auf einem Kupferstich, der etwa sechshundert Jahre nach Leonardo da Pisas Tod entstand. Wir müssen davon ausgehen, dass er im wirklichen Leben anders aussah.

[5, 12, 74, 75, 107]



MICHAEL STIFEL

Wir können uns glücklich schätzen, dass am 19. Oktober 1533 die Welt nicht untergegangen ist. In erster Linie natürlich, weil wir sonst alle nicht mehr da wären und Sie dieses Buch nicht lesen könnten. Aber auch deshalb, weil Michael Stifel so auf andere Gedanken kam. Stifel – hauptberuflich eigentlich Landpfarrer in Wittenberg – hatte nämlich etwas zu tief ins Glas der Zahlenmystik (auch *Numerologie* genannt) geschaut und anhand von Bibeltexten Tag und Stunde des Jüngsten Gerichts „errechnet“. Seitdem hat sich im Deutschen die Wendung „einen Stiefel reden“ für jemanden eingebürgert, der Unsinn von sich gibt.

Die Mitglieder von Stifels Gemeinde waren allerdings gar nicht glücklich. Viele hatten in Erwartung des nahen Endes die Arbeit auf den Feldern eingestellt oder gar ihr Hab und Gut verbrannt. Um ihn vor drohender Lynchjustiz zu bewahren, ließ der Kurfürst von Sachsen Stifel gerade noch rechtzeitig inhaftieren. Dabei hatte wohl sein Mentor Martin Luther die Finger im Spiel, der ihm ein Jahr später auch eine neue Pfarrei verschaffte – nachdem Stifel geschworen hatte, sich der Numerologie in Zukunft zu enthalten.

Und das tat er auch. Stattdessen beschäftigte er sich nun autodidaktisch mit ernsthafter Mathematik. Elf Jahre nach dem Weltuntergang bringt er sein Hauptwerk *Arithmetica integra* heraus und popularisiert damit und mit weiteren Büchern das algebraische Rechnen im deutschen Sprachraum. Er ist unter anderem für Plus- und Minuszeichen in der heutigen Form sowie für den Begriff *Exponent* verantwortlich und macht sich insgesamt über eine sinnvolle Notation wesentlich mehr Gedanken als seine Vorgänger.

Wichtig ist außerdem sein für die damalige Zeit äußerst fortschrittliches Konzept des Zahlbegriffs. Bei Stifel kommen beispielsweise ganz selbstverständlich rationale und negative Zahlen vor. Letztere nennt er zwar *numeri absurdi*, rechnet aber gleichwohl mit ihnen. Ihm war bereits klar, dass minus mal minus plus ergeben musste. Und auch vor negativen Exponenten schreckte er ebenso wenig zurück wie vor irrationalen Zahlen, die für ihn „fingiert“ und dennoch „real“ waren.

Die *Arithmetica integra* wurde übrigens von Johannes Petreius in Nürnberg gedruckt, bei dem ein Jahr zuvor das Hauptwerk von Kopernikus erschienen war und der im folgenden Jahr die *Ars magna* von [Gerolamo Cardano](#) herausgeben sollte. Damit befand sich Stifel zu Recht in illustrier Gesellschaft, denn er war zweifelsohne wie die beiden anderen ein großer Modernisierer.

Trotzdem wirken seine Texte und Formeln mit dem Abstand eines halben Jahrtausends auf uns natürlich ungewohnt und manchmal sogar kurios. Die Unbekannte, die wir nach [René Descartes](#) heute x nennen, heißt bei ihm *sum*. Er verwendete kein Multiplikationszeichen, sondern schrieb die Faktoren eines Produktes einfach hintereinander. Die dritte Potenz, die für uns x^3 ist, war für Michael Stifel also *sum sum sum ...*

[12, 107, 147, 210, 329]



GEROLAMO CARDANO

Heute gilt im akademischen Leben das Motto *Publish or perish*: Wenn man etwas Neues herausgefunden hat, wird es sofort veröffentlicht. Das war im Italien des 16. Jahrhunderts ganz anders. Damals wurden auf Marktplätzen öffentliche „Gelehrtenwettkämpfe“ ausgetragen, bei denen sich die Kombattanten gegenseitig Rechenaufgaben stellten. Das Abschneiden bei so einem Duell konnte z. B. darüber entscheiden, ob jemand eine Stelle an einer Universität erhielt oder wie gut sie honoriert wurde.

Es ergab daher Sinn, Entdeckungen zu neuen Rechenwegen für sich zu behalten, damit man gegenüber potentiellen Wettbewerbern einen Vorteil hatte. Der Mathematiker Niccolò Tartaglia

errang durch Erfolge bei solchen Scharmützeln eine gewisse Bekanntheit. Er kannte anscheinend als Einziger einen Weg, sogenannte *kubische Gleichungen* zu lösen.

An dieser Stelle tritt Gerolamo Cardano auf den Plan. Cardano war eine der schillerndsten Figuren seiner Zeit und es ist unmöglich, in ein paar Zeilen dem Leben dieses Universalgelehrten, das genügend Stoff für eine Seifenoper lieferte, auch nur halbwegs gerecht zu werden. Exemplarisch sei nur erwähnt, dass er ein Angebot des Papstes erhielt, dessen Leibarzt zu werden, ein Vierteljahrhundert später aber von der Inquisition inhaftiert wurde. Sein ältester Sohn wurde hingerichtet, weil er seine Ehefrau vergiftet hatte, ein anderer Sohn bestahl seinen Vater wegen hoher Spielschulden. (Das entbehrt nicht einer gewissen Ironie, weil Cardano selbst wegen seiner mathematischen Kenntnisse ein erfolgreicher Glücksspieler war. Er schrieb sogar das erste Buch zur Wahrscheinlichkeitsrechnung, das allerdings erst hundert Jahre später publiziert wurde.)

Aber zurück zu den kubischen Gleichungen. Cardano schaffte es, Tartaglia das Geheimnis seiner Lösungsmethode zu entlocken, weil er schwor, es niemandem zu verraten. Ein paar Jahre später brach er jedoch sein Versprechen und publizierte das Verfahren in seinem bahnbrechenden Buch *Ars magna*. Das führte zu langwierigen und erbitterten öffentlichen Auseinandersetzungen.

Doch warum ist Cardano hier die Hauptperson und nicht Tartaglia? Die Inhalte von Cardanos Buch, die dieser gemeinsam mit seinem Schüler Lodovico Ferrari entwickelt hatte, gingen weit über das hinaus, was Tartaglia wusste. Und es stellte sich später heraus, dass Tartaglia auch nicht der erste Mensch gewesen war, der zumindest *einige* kubische Gleichungen lösen konnte. Jedenfalls wird der allgemeine Lösungsweg für solche Gleichungen heute als *cardanische Formel* bezeichnet. Wer damals moralisch im Recht war, lässt sich heute nicht mehr mit Sicherheit sagen. Aber zweifellos war Cardanos Veröffentlichung der wichtigste Fortschritt in der Geschichte der Algebra, seit die Babylonier mehr als 3000 Jahre zuvor herausgefunden hatten, wie man quadratische Gleichungen löst.

[5, 12, 42, 97, 107, 149, 156, 195, 199, 205, 210, 222, 287, 290, 329]



DIE NEUZEIT

Die Renaissance und insbesondere die Aufklärung, die im Englischen den schönen Namen *Enlightenment* trägt, weckten die Mathematik in Europa aus dem Dornröschenschlaf des Mittelalters. Und auf einmal ging es mit Siebenmeilenstiefeln voran. Die Neuerungen, die die Mathematik umwälzten und antrieben, sind so vielfältig, dass es schwierig ist, in angemessener Gewichtung und Reihenfolge zumindest die Highlights aufzuzählen. Wir versuchen es trotzdem.

Als wichtigstes Novum des gesamten Jahrtausends steht an der Spitze ohne Zweifel die von **Gottfried Wilhelm Leibniz** und **Isaac Newton** kreierte Analysis, die ursprünglich *Infinitesimalrechnung* genannt wurde und anfangs gegen heftige philosophische Widerstände zu kämpfen hatte. Es ist nicht übertrieben, wenn man sagt, ohne sie gäbe es die moderne Physik und die gesamte uns umgebende Technik nicht. Die Physik war denn auch der wichtigste „Kunde“ der Mathematik in der Neuzeit und ihr ständiger Antrieb.

Aber auch die mathematische Fachsprache war ein unverzichtbarer Bestandteil für den Fortschritt, da sie sowohl die Kommunikation zwischen den Mathematikern als auch deren Arbeit im stillen Kämmerlein ungemein erleichterte. Während wir heute ganz selbstverständlich so etwas wie $x^2 = 25$ schreiben, gab es das Gleichheitszeichen bis zum Ende des 16. Jahrhunderts überhaupt nicht. Und erst im folgenden Jahrhundert setzte sich allgemein die Idee durch, Buchstaben als Platzhalter für Zahlen zu verwenden. Ebenso ist die hochgestellte Zwei für das Potenzieren nicht einfach vom Himmel gefallen. Solche „Formeln“ sind heutzutage oft das Hassobjekt von Schülerinnen und Schülern, aber eigentlich profitieren wir alle ungemein von ihrer Klarheit und Eindeutigkeit und vergessen dabei gerne, dass es sie nicht immer gab.