

Ernst Peter Fischer

Leseprobe

»NOCH WICHTIGER
ALS DAS
WISSEN IST DIE
PHANTASIE«



Die 50 besten Erkenntnisse der
Wissenschaft von Galilei bis Einstein



Professor Dr. Ernst Peter
Fischer

»**Noch wichtiger als das
Wissen ist die
Phantasie**«

Die 50 besten Erkenntnisse
der Wissenschaft von Galilei
bis Einstein

»Sehr lesenswert.« *Hamburger Abendblatt*



Bestellen Sie mit einem Klick für 10,00 €



Seiten: 320

Erscheinungstermin: 22. August 2016

Mehr Informationen zum Buch gibt es auf

www.penguinrandomhouse.de

Inhalte

- Buch lesen
- Mehr zum Autor

Zum Buch

In seinem neuen Buch versammelt der renommierte Wissenschaftshistoriker Ernst Peter Fischer die besten Erkenntnisse aus der Naturwissenschaft. Ob von Galileo Galilei, Marie Curie oder Albert Einstein – es sind Weisheiten, die die Neugier für die Forscher wecken und Lust machen auf noch mehr Wissenschaft. In gewohnt unterhaltsamer und tiefsinniger Weise bringt uns Ernst Peter Fischer seine Faszination für diese Welt näher, regt dazu an, weiterzudenken und sich sein Staunen zu bewahren.



Autor

Professor Dr. Ernst Peter Fischer

Ernst Peter Fischer zählt zu den renommiertesten Vermittlern von populärer Naturwissenschaft. Unter seinen zahlreichen Veröffentlichungen finden sich u. a. der Bestseller »Die andere Bildung« (2001), die kurzweilige Biographie »Der kleine Darwin« (2009) und »Durch die Nacht« (2015), eine faszinierende

ERNST PETER FISCHER zählt zu den renommiertesten Vermittlern von populärer Naturwissenschaft. Unter seinen zahlreichen Veröffentlichungen finden sich u. a. der Bestseller *Die andere Bildung* (2001), die kurzweilige Biografie *Der kleine Darwin* (2009) und *Durch die Nacht* (2015), eine faszinierende Reise durch die dunklen Gefilde unseres Lebens.

Ernst Peter Fischer lebt in Heidelberg.

Noch wichtiger als das Wissen ist die Phantasie in der Presse:

»Ernst Peter Fischer erklärt dem Volk alles, was es über Naturwissenschaft wissen muss.«

Die Zeit

Außerdem von Ernst Peter Fischer lieferbar:

Durch die Nacht. Eine Naturgeschichte der Dunkelheit
Niels Bohr. Physiker und Philosoph des Atomzeitalters
Der kleine Darwin. Alles, was man über Evolution wissen sollte
Die Verzauberung der Welt
Max Planck. Der Physiker
Schrödingers Katze auf dem Mandelbrotbaum. Durch die
Hintertür zur Wissenschaft
Warum Spinat nur Popeye stark macht. Mythen und Legenden
in der modernen Wissenschaft

Besuchen Sie uns auf www.penguin-verlag.de und Facebook.

Ernst Peter Fischer

»NOCH WICHTIGER
ALS DAS WISSEN
IST DIE PHANTASIE«

Die 50 besten Erkenntnisse der Wissenschaft
von Galilei bis Einstein



PENGUIN VERLAG

INHALT

Zur Einführung 9

Erkenntnisse aus Astronomie und Physik

Galileo Galilei 15

Johannes Kepler 21

Isaac Newton 27

Michael Faraday 33

James Clerk Maxwell 37

Hermann von Helmholtz 43

Ludwig Boltzmann 49

Heinrich Hertz 55

Werner von Siemens 61

Max Planck 65

Albert Einstein 71

Lise Meitner 77

Marie Curie 83

Niels Bohr 89

Werner Heisenberg 95

Max Born 101

Wolfgang Pauli 107

Erwin Schrödinger 113

Victor Weisskopf 119

J. Robert Oppenheimer 125

Carl Friedrich von Weizsäcker 131

Richard P. Feynman 137

Erkenntnisse aus Mathematik und Informatik

- Carl Friedrich Gauß 143
David Hilbert 149
Norbert Wiener 155
Alan Turing 161
Konrad Zuse 167

Erkenntnisse aus Naturforschung und Biologie

- Francis Bacon 173
Benjamin Franklin 179
Alexander von Humboldt 185
Charles Darwin 191
Konrad Lorenz 195

Erkenntnisse aus Chemie und Medizin

- Justus von Liebig 201
Robert Wilhelm Bunsen 207
Louis Pasteur 213
Robert Koch 219
Rudolf Virchow 225
Wilhelm Conrad Röntgen 231
Albert Schweitzer 237

Erkenntnisse aus Molekularbiologie und Genetik

- Max Delbrück 243
Sidney Brenner 249
Barbara McClintock 255
James D. Watson 261
Francis Crick 267
Jacques Monod 273
François Jacob 279

Noch mehr Erkenntnisse

Georg Christoph Lichtenberg 285

Jean Piaget 289

Isaiah Berlin 295

Anton Tschechow 301

Quellen der Erkenntnisse 307

ZUR EINFÜHRUNG

»Phantasie ist wichtiger als Wissen, denn Wissen ist begrenzt, und Phantasie umfasst die ganze Welt.« Eine schöne Erkenntnis, die dem überlebensgroßen Albert Einstein zugeschrieben wird und diesem Buch in abgewandelter Form den Titel gibt. Und auch wenn niemand genau sagen kann, wann und wo Einstein sie formuliert hat, so fällt es den meisten Menschen leicht, dem Gesagten zuzustimmen. In diesem Buch sollen denn auch Männer und Frauen zu Wort kommen, die als Forscher eine Fülle von Wissen angehäuft, dabei aber nicht vergessen haben, dass es Qualitäten gibt, die wichtiger sind. Die Phantasie gehört ebenso dazu wie ihre Weisheit, nach der sich viele Zeitgenossen sehnen.

Wenn ein neugieriges Mitglied der Art *Homo sapiens*, also ein von Biologen als »weiser Mensch« eingestuftes Lebewesen, in dem großen Nachschlagewerk namens Wikipedia nachschaut, was gelehrte Frauen und Männer unter der Weisheit verstehen, die ihm offenbar durch seine Geburt und seine Herkunft zukommt, dann verweist die enzyklopädische Auskunft zuerst auf die Weisheit alter Männer und danach auf Weisheiten aus dem alten China. Selbst einfältige Menschen dürfen jetzt fragen, warum die Frauen fehlen, wo der neue Osten und die Jungen bleiben und weshalb der Westen keine Rolle spielt. Wenn dasselbe Mitglied derselben Art mit demselben Computer jetzt bei Amazon nach Büchern schaut, die das Wort »Weisheit« im Titel führen, tauchen die Weisheit der Pferde, die Weisheit der Indianer, die Weisheit der Tuareg, die Weisheit der Buddhisten und viele andere Weisheiten vor seinem Auge auf, was abermals verwundert, weil in sämt-

lichen Titeln die Wissenschaft fehlt. Dafür bekommen hier sogar die Weisheitszähne ihren Auftritt, wobei diese Bezeichnung für die spät sich zeigenden Zähne von Menschen aus Persien stammt. Sie wurde dann mit *dentes intellectus* ins Lateinische übersetzt – wobei man diese intellektuellen Zähne wahrscheinlich öffnen muss, um die Löffel mit der Weisheit dazwischen zu bekommen, die viele Menschen meinen gefressen zu haben.

Weisheit hat offenbar bereits im Mund etwas mit dem Alter zu tun, und vielleicht sollte man erst gegen Ende eines oder seines Lebens versuchen, sich auf Weisheiten und ihre Qualitäten einzulassen, auch wenn man seit Jugendtagen damit beschäftigt ist. In meiner Schulzeit war solch eine Empfehlung zur geduldigen Gelassenheit zu hören, wobei es einen Philosophielehrer gab, der meinte, den Jungen – vor den Zeiten der Koedukation – beibringen zu können, was kluge Sätze von weisen unterscheidet. Als kluger Satz wurde die Bemerkung von Karl Marx eingestuft, in der es sinngemäß heißt, dass die Philosophen dauernd versucht hätten, die Welt zu interpretieren, während es in Wirklichkeit darauf ankomme, sie zu verändern. Als weise stufte der Lehrer zunächst mit einem ironischen Unterton die Feststellung ein, dass sich Marx da unnötig abmühe, denn die Welt habe nie etwas anderes getan, als sich zu verändern, und zwar vor allem, seit sich Menschen in ihr austoben. Für das Verändern benötige man auf keinen Fall besondere Gelehrte. Sie benötige man hingegen, um die Welt zu verstehen, und vielleicht – so der Lehrer – sei der- oder diejenige gut beraten und also auf dem Weg zur Weisheit, der diese Reihenfolge einhalten kann, also erst die Welt zu verstehen versucht, bevor er sich daranmacht, sie zu verändern (wobei sie auch Schaden nehmen und sogar zugrunde gerichtet werden kann).

Das mit dem Verstehen versuchte bekanntlich auch Albert Einstein, der dann – immer noch in der Schule – mit dem weisen Satz zitiert wurde, dass Weisheit nicht das Ergebnis von Bildung

sei, sondern durch den lebenslangen Versuch zustande komme, sie zu erwerben – wobei sich die Knaben in ihren Sitzbänken in aller Ruhe überlegen konnten, wen Einstein mit dem »sie« meinte, die Bildung oder die Weisheit.

Auf jeden Fall wird mit dem klugen Zitat klar, dass Weisheit – oder auch Erkenntnis, um noch einmal auf den Titel dieses Buches zu verweisen – ihre Zeit braucht und man sich umfassend um sie bemühen kann, während Letztere vergeht. Merkwürdigerweise suchen viele Menschen in westlich ausgerichteten (europäisch-abendländischen) Kulturen nach Weisheiten im Osten, was sich unter anderem an den vielen Bänden zeigt, die Buchhandlungen dazu in eigenen Abteilungen vorrätig haben und die vom Tao der Physik ebenso künden wie vom Tao der Liebe. Wer in seine Suchmaschine »östliche Weisheit« eingibt, wird von der Titelfülle fast erschlagen, wobei besonders häufig auf die Schriften des Dalai Lama verwiesen wird, des tibetanischen Buddhisten und »ozeangleichen Lehrers«, wie es heißt. Wer es stattdessen mit »westlicher Weisheit« versucht, findet viel weniger Resonanz und eher so etwas wie die *Weisheit der Urvölker für westliche Köpfe* oder *Fernöstliche Lehren für den westlichen Alltag*.

Allmählich kommt man sich dabei als Europäer ratlos und ungerecht behandelt vor. Haben die klugen Köpfe im Osten wirklich mehr Weisheiten zu bieten als die westlichen Wettbewerber um die Wahrheit? Warum verkündet man es als eine Weisheit, wenn der Dalai Lama sagt: »Wenn du sprichst, wiederholst du nur, was du schon weißt, wenn du aber zuhörst, kannst du unter Umständen etwas Neues erfahren«? Der Satz ist wahrscheinlich weder weise noch richtig, wie Kenner der europäischen Literatur wissen, die einen Heinrich von Kleist hervorgebracht hat. Kleist hat über das allmähliche Verfertigen der Gedanken beim Reden nachgedacht und darauf hingewiesen, dass man am Anfang eines Satzes keineswegs weiß, was am Ende herauskommt. Man lernt sich selber kennen beim Sprechen, was zu der Frage führt, warum

dies im Westen nicht als Weisheit angepriesen wird. Ist das zu schwer für die Menschen, die leichte Kost bevorzugen?

Man kann weiterfragen: Warum jubeln Bildungsbürger hierzulande dem Dalai Lama zu, wenn er verkündet, dass sich der Buddhismus bemühe, Leiden zu mindern und Freuden zu mehren, während das gleiche Publikum mit ausdruckslosem Gesicht gelangweilt auf den Hinweis reagiert, dass genau damit die Ziele westlicher Wissenschaft formuliert sind, nämlich die Freude an der Schönheit der Welt durch Wissen zu mehren und das Leiden der Menschen durch die Verbesserung ihrer Existenzbedingungen zu mindern?

Es gibt sie, die Erkenntnisse, die Weisheiten der westlichen Wissenschaft, die von Frauen und Männern geäußert worden sind, die das dazugehörige Wissen erworben und sich ihre Phantasie bewahrt haben. Dieses Buch stellt einige dieser Denkschätze und die dazugehörigen Forscher vor – wobei die jeweils zitierte Erkenntnis für sich stehen bleibt und nicht im Detail kommentiert wird. Witze und Weisheiten sollte man wirken lassen und nicht erklären. Sie werden durch solche Versuche nur verwässert und verdorben. Dafür wird der Leser aber neugierig auf die Menschen, von denen die Weisheiten stammen. Ihm kann mit den biografischen Anhängen zu den Schöpfern der zitierten Erkenntnisse geholfen werden. Womöglich machen diese Erläuterungen Lust auf noch mehr Wissenschaft – ob sie nun westlich oder östlich geprägt ist. Sie gehört zum Menschen und ist jede Mühe wert.

ERKENNTNISSE
AUS ASTRONOMIE
UND PHYSIK

»Ich fühle mich nicht zu dem Glauben verpflichtet, dass derselbe Gott, der uns mit Sinnen, Verstand und Vernunft ausgestattet hat, von uns verlangt, dieselben nicht zu benutzen.«

GALILEO GALILEI

(1564–1642)

Nur wenige Wissenschaftler verfügen über den Bekanntheitsgrad des Italieners Galileo Galilei, was vermutlich aber weniger an seinen fachlichen Qualifikationen und sachlichen Einsichten als an seinem polternden Auftreten und polemischen Engagement liegt. Beides war zudem mit einem unübersehbaren Geltungsbedürfnis gepaart. Galilei ging es vor allem um die Priorität von Ideen und Entdeckungen, und er wäre heute ein gefragter und gern gesehener Gast in televisionären Talkrunden, der sich lärmend und stets selbstsicher über Gott und die Welt auslassen und alles besser wissen würde.

Es sind wohl vor allem diese menschlichen Eigenschaften gewesen, die den Poeten Bertolt Brecht auf die Idee brachten, in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts ein Theaterstück über das *Leben des Galilei* zu schreiben. Brecht lässt seinen Galilei zum einen als leidenschaftlichen Wissenschaftler erscheinen, der »wie ein Liebender, wie ein Betrunkener« herausbrüllt, was er erfahren hat, und den eine große Sehnsucht auszeichnet: »Ich denke manchmal: ich ließe mich zehn Klafter unter der Erde in einen Kerker einsperren, zu dem kein Licht mehr dringt, wenn ich dafür erführe, was das ist: Licht«, lässt Brecht Galilei sagen.

Auf der anderen Seite führt der deutsche Dichter in seinem Theaterstück einen eher aggressiven Galilei vor, der gegen die unübersehbare öffentliche Dummheit kämpft und denjenigen in hoher Erregung »keine Gnade« gewähren will, »die nicht geforscht haben und doch reden«.

Der letzte Satz passte ganz vorzüglich auf die vielen Ethiker und anderen Philosophen, die in unseren Tagen etwa den biologischen und chemischen Wissenschaften unentwegt mit moralisch erhobenen Zeigefingern in die praktische Quere kommen wollen, ohne selbst auch nur das geringste Wissen erworben zu haben oder anbieten zu können, das den zahlreichen bedürftigen Personen unserer Tage die zitierte »Mühseligkeit der menschlichen Existenz« tatsächlich nehmen kann (statt sie unnötig zu vergrößern).

Wer den Namen Galileo Galilei hört, denkt vermutlich zuerst daran, dass der Forscher doch mit der katholischen Kirche in Konflikt geraten ist und dann sogar die hässlichen Hände der unnachgiebigen Inquisition zu spüren bekommen hat, die ihm schwer zugesetzt und zu einem unnötigen Widerruf gezwungen haben. Erst im Anschluss an dieses Trauerspiel fällt vielen Menschen bei dem Namen Galileo Galilei ein, dass dieser Physiker und Astronom Ansichten über die Bewegungen und das Aussehen von verschiedenen Himmelskörpern entwickelt hat. Dabei konnte Galilei als einer der ersten Astronomen seine Objekte nicht mehr nur mit bloßem Auge betrachten, sondern ihm ist dabei maßgeblich die damals neue Konstruktion eines Fernrohrs zu Hilfe gekommen, das der Wissenschaft im Besonderen und der Menschheit im Allgemeinen ab 1609 eine stark erweiterte Sicht des Universums erlaubte.

Bevor es das Fernrohr für den Himmel gab, war Galilei mehr mit irdischen Dingen und ihrer Physik beschäftigt, wie sie sich etwa in pendelnden Kronleuchtern oder den Bewegungen von fallenden oder schwimmenden Körpern zeigt. Er versuchte nach vielen Versuchen in zahlreichen Vorrichtungen, die fleißig beobachteten und gemessenen Zahlen mithilfe der dazugehörenden Sprache zu verstehen, also mit den Formeln und Gleichungen, die die Mathematik den Menschen zur Verfügung stellt. Galilei gewann dabei eine Überzeugung, die er in seinem Buch *Il Saggiatore* bis 1623 in einer Art Glaubensbekenntnis aufschrieb. Diesem

Bekenntnis hängt die moderne Wissenschaft bis heute an, obwohl es in vielen Bereichen – etwa dem des Lebens – nicht unbedingt in der beschworenen Strenge haltbar ist und irgendwann einmal gründlich bedacht werden sollte:

»Das Buch der Natur kann man nur verstehen, wenn man vorher die Sprache und die Buchstaben der Mathematik gelernt hat, in denen es geschrieben ist. Es ist in mathematischer Sprache geschrieben, und die Buchstaben sind Dreiecke, Kreise und andere geometrische Figuren, und ohne diese Hilfsmittel ist es menschenunmöglich, auch nur ein Wort davon zu verstehen.«

Mit anderen Worten, Galilei verkündet als seine feste Überzeugung: »Gott ist ein Mathematiker.« Viele Zuhörer sind bis heute von dieser Botschaft so sehr angetan und begeistert, dass niemandem auffällt, wie gewaltig Galilei hier aufschneidet. Was er sagt, heißt nämlich in moderner Sprache, dass es mathematisch fassbare Naturgesetze für Bewegungen wie etwa die des freien Falls von Kugeln und anderen Gegenständen gibt, um die sich Galilei höchstpersönlich und höchst emsig bemüht hat – leider ohne jeden Erfolg. Galilei lag also keinerlei Beweis für seine oben zitierte starke Behauptung vor, die sich frühestens am Ende des 17. Jahrhunderts als relevant und akzeptabel herausstellen sollte.

Kurzum, was Galilei über die Mathematik schreibt, entspricht und entspringt vielleicht seinen Wünschen und verdient vielleicht unsere Bewunderung als eine kühne Vision, hat aber leider mit dem ihm und seiner Zeit verfügbaren Wissen nichts zu tun. Und dieser Widerspruch zwischen Anspruch und Wirklichkeit brachte unseren Helden dann auch in den gefährlichen Konflikt mit der Kirche, den nur die Institution gewinnen konnte.

Galileis Konflikt mit der Kirche hatte um 1614 begonnen, als er sich in Briefen und Gesprächen dahingehend äußerte, dass es doch für Astronomen nicht um die Frage gehen könne, ob einzelne Bibelstellen in Einklang mit dem Kopernikanischen System stünden oder nicht. Es gehe in der Wissenschaft seiner Tage viel-

mehr um die Aufgabe, das ganze Denken über den Kosmos von der ihm überholt erscheinenden Philosophie des Aristoteles zu lösen und für eine Epoche neu zu entwerfen, in der ein Teleskop zur Verfügung stand, das den Himmel näher holte und genauer Beobachtung zugänglich machte.

*»Erkennen heißt, das äußerlich
Wahrgenommene mit den inneren
Ideen zusammenbringen und ihre
Übereinstimmung beurteilen, was (man)
sehr schön ausgedrückt hat mit dem Wort
›Erwachen‹ wie aus einem Schlaf.«*

JOHANNES KEPLER (1571–1630)

Vor dem Wissen steht das Glauben, woraus folgt, dass die ersten Männer der Wissenschaft über festes Vertrauen in einen Schöpfergott verfügten und unter dieser Vorgabe die Welt erkundeten. Zu ihnen gehört Johannes Kepler, der bis in die Zeit des Dreißigjährigen Krieges lebte und sich zum Protestantismus bekannte. Für Kepler wirkte Gottes Gnade auf vielfältige Weise bis in den persönlichen Bereich hinein, etwa dadurch, dass der Schöpfer den kränklichen Astronomen auf der Erde lang genug am Leben hielt, um ihm ausreichend Gelegenheit zu geben, das Werk des allmächtigen Herrn des Himmels und der Erden in seiner Schönheit und Vollkommenheit zu erforschen.

Kepler zeigte sich zeitlebens davon überzeugt, dass »nichts in der Welt (...) von Gott planlos geschaffen« ist, wie er in seinem Hauptwerk *Weltharmonik* von 1619 geschrieben hat, und er sah seine Aufgabe darin, sich auf die dazugehörigen Gedanken Gottes einzulassen. Von den wissenschaftlichen Bemühungen Keplers, die den Gang von Licht durch Glas (Optik) ebenso ins Visier nahmen wie die sechseckige Form von Schneeflocken (Chemie), sollen nur die astronomischen Leistungen bedacht werden, die den Himmel zu erfassen versuchten.

Als Kepler sich an sein Werk machte, sah das christliche Denken die Erde mit dem Menschen im Zentrum der Welt, und um diese Mitte drehten sich die kugelförmigen Sphären, die ihrerseits außen Platz für das Göttliche ließen. Der aus dem Württembergischen stammende Astronom Kepler kannte nicht nur

die antiken Himmelsmodelle in christlicher Ausschmückung, wie sie etwa in Dantes *Göttlicher Komödie* eine Rolle spielen. Er kannte darüber hinaus auch die Ideen von Nikolaus Kopernikus (1473–1543), der in seinem Sterbejahr die bis heute als unwärend geltenden Ansichten über die Bewegungen am Himmel publiziert und dabei zwei dramatische Wendungen (Revolutionen) im Denken vorgenommen hatte. Zum Ersten empfahl Kopernikus, die Erde aus dem Zentrum der Welt zu nehmen und dort die Sonne unterzubringen. Und zum Zweiten stellte der polnische Domherr die Hypothese vor, dass sich die Erde zweimal drehe, nämlich nicht nur um die Sonne – in einem großen Umlauf, für den sie ein Jahr benötigt –, sondern zusätzlich in einem eher kleinen und kürzeren Rahmen um ihre eigene Achse, was den Wechsel von Tag und Nacht erklärt.

Allerdings gab es im frühen 17. Jahrhundert keinerlei empirische Evidenz für eine Drehung der Erde um die Sonne, was es vielen Astronomen dieser Zeit leicht machte, den heliozentrischen Gegenvorschlag zum geozentrischen Kosmos als belanglose Spielerei ohne wissenschaftlichen Wert abzutun. Es war offenbar mehr oder weniger allein Johannes Kepler, der von Anfang an fest von der zentralen Position einer wärmenden und leuchtenden Sonne überzeugt war.

Keplers Überzeugung beruhte auf einem Grund, der direkt zu Gott führt. Er steckte darin, dass Kepler durch das Kopernikanische System von »religiöser Leidenschaft« erfasst wurde. Tatsächlich sieht Kepler in der heliozentrischen Anordnung am Himmel »das körperliche Abbild« des »drei-einen Gottes« in der Welt, wobei er Gott den Vater im Zentrum, seinen Sohn in der Oberfläche der Kugel und den »Heiligen Geist im Gleichmaß der Bezogenheit zwischen Punkt und Zwischenraum« sieht, wie es bei ihm etwas kryptisch und für die Gegenwart nicht immer leicht nachvollziehbar heißt. Einfacher ausgedrückt: Kepler erkundet die Gestalt des Kosmos im heliozentrischen Glauben mit-

hilfe der christlichen Trinität, und mit diesen Vorgaben macht er sich daran, nach den wahren Gesetzen der Proportionen der Planetenbewegung als dem wahren Ausdruck der Schönheit der Schöpfung zu suchen.

Bekanntlich findet Kepler im Laufe seines weiteren Lebens drei Gesetze dieser Art, wobei sich die genannte Zahl nicht nur in die christliche Harmonie fügt, sondern zu einem besonderen Erlebnis von Kepler führt. Tatsächlich findet er zunächst zwei Gesetze für die Bewegung der wandernden Himmelskörper, von denen das erste allgemein für die Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens von größter Bedeutung ist. Es stellt den Abschied von kreisförmigen Planetenbahnen am Himmel dar und verkündet, dass zum Beispiel die Erde die Sonne auf einer Ellipse umläuft. Kepler erkennt die außerirdische Realität dieser geometrischen Figur mithilfe von langwierigen Beobachtungen der Marsbahn und sich nahezu ewig hinziehenden Berechnungen.

Diese quantitative Akribie zeigt, dass hier neben dem religiösen Eiferer auch ein streng der Empirie verpflichteter Wissenschaftler heutiger Prägung am Werk ist, sodass man Kepler als direkten Mittler zwischen der mittelalterlichen und der modernen Welt betrachten kann. Anders ausgedrückt: Er steht und wirkt wahrlich am Beginn der Neuzeit. Sein Beispiel weist zugleich auf etwas Weiteres hin: Seine große Entdeckung – dass Planeten auf Ellipsen unterwegs sind – ist nicht das Ende einer Untersuchung, sondern erzwingt im Gegenteil einen neuen Anfang, und zwar aus folgendem Grund:

Solange die Annahme galt, dass die Planeten kreisförmig von außerirdischen Himmelsphären bewegt werden, fragte niemand nach der dafür nötigen Kraft. Die Götter hatten es schlicht auf diese perfekte Weise eingerichtet, und mehr war da für Menschen nicht zu wissen und zu wollen. Indem Kepler die Kreise abschaffte und durch Ellipsen ersetzte, kam er zwar, wissenschaftlich gesehen, der Wahrheit am Himmel näher, aber er musste dafür einen

Preis zahlen. Dieser bestand in der Verpflichtung, eine Antwort auf die Frage zu geben, wer oder was für die gefundene geometrische Form zuständig ist und die nötige Kraft dafür liefert. Kepler sah das Problem, kam aber nicht auf die Lösung, die noch ein knappes Jahrhundert auf sich warten lassen musste – und zwar so lange, bis Sir Isaac Newton in England die Bühne der Wissenschaftsgeschichte betrat und die Schwerkraft einführte. Mit seiner Mechanik konnte man Keplers Gesetze ableiten, und die moderne Physik hatte begonnen.

*»In der Wissenschaft gleichen
wir alle nur den Kindern,
die am Rande des Wissens
hie und da einen Kieselstein
aufheben, während sich der
weite Ozean des Unbekannten
vor unseren Augen erstreckt.«*

