

Warum waren Copernicus, und noch viel mehr Kepler, so dumm?

von Franz Krojer, München 2021

Man weiß, dass die Erde um die Sonne kreist und nicht umgekehrt. Aber wenn doch der Mond um die Erde kreist, warum soll es die Sonne nicht auch? Sie erscheinen beide gleich groß, die eine leuchtet tags, der andere nachts, und warum sollen sie dann nicht um denselben Mittelpunkt, also die Erde, kreisen? Es waren nicht nur heroische Taten gottbegnadeter Geister, sondern hart erkämpfte Einsichten, langjährige Messungen, wie z. B. bei Tycho Brahe, die zur Revolution eines Copernicus, Kepler, Galilei, Newton, zum neuen Almagest, führten. Offensichtlich war und ist hier gar nichts.

Man kennt auch die drei Keplerschen Gesetze: dass sich die Planeten (1.) auf Ellipsenbahnen und (2.) mit ungleichförmiger Geschwindigkeit (Flächensatz) um die Sonne bewegen. Und das dritte:

„Das Gesetz, die Krönung der Keplerschen Astronomie, lautet: Die Quadrate der Umlaufzeiten aller Planeten (einschließlich der Erde) verhalten sich wie die Kuben ihrer mittleren Abstände von der Sonne; oder anders formuliert: Die zweite Potenz der Umlaufzeit dividiert durch die dritte Potenz des mittleren Sonnenabstandes, $T^2 : A^3$, hat für alle sechs Planeten den gleichen Wert.“¹⁰³

Wie aber kam Kepler überhaupt auf sein drittes Gesetz? Die Umlaufzeiten sind einigermaßen direkt aus dem Stand der Planeten gegenüber den Sternen ablesbar, zumindest aus geozentrischer Sicht. Aber wie kam man auf die Abstände, wenigstens auf die relativen, wenn also der Abstand Sonne-Erde eine Astronomische

¹⁰³Walther Gerlach und Martha List: Johannes Kepler, Der Begründer der modernen Astronomie, München 1987 (Piper), S. 92 f.

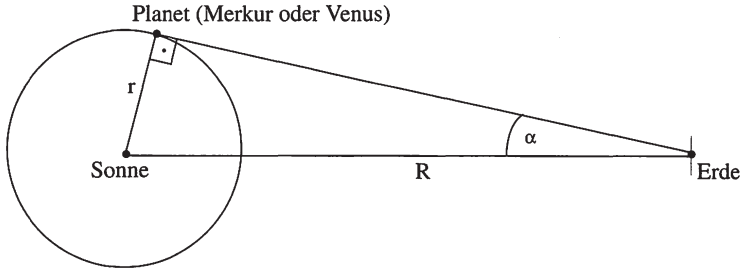
Einheit (1 AE) betragen soll? Woher hatte Kepler diese Abstände, damit er überhaupt sein drittes Gesetz entdecken konnte?

So eben damals nicht:

„Die Umlaufzeit eines Planeten lässt sich am Himmel durch genaue Beobachtung bestimmen. Aus dem dritten Keplerschen Gesetz folgt dann der relative Abstand. Seit dem Mai 1618 wissen die Astronomen, dass zum Beispiel Jupiter rund fünfmal so weit von der Sonne entfernt ist wie die Erde.“¹⁰⁴

Sondern:

Diese Werte hatte schon Copernicus Jahrzehnte vorher gehabt! Sie können relativ einfach mittels Kreisgeometrie und Trigonometrie erhalten werden, sofern einige Beobachtungen vorliegen. Bei den inneren Planeten, also Merkur und Venus, erschließt man deren Abstand aus dem Winkel Sonne-Erde-Venus zur Zeit der größten Elongation¹⁰⁵:



Also $r = \sin(\alpha) * R$ bzw. (da $R = 1 \text{ AE}$) $r = \sin(\alpha)$

Bei den äußeren Planeten Mars, Jupiter, Saturn usw. ist die Geometrie und Rechnung etwas komplizierter, um deren relativen Abstand (in AE) zu erhalten, aber war mit vergleichbarer Präzision

¹⁰⁴Dirk Lorenzen: Kepler und die Entfernungen der Planeten, Deutschlandfunk vom 15.5.2018, Suche unter <https://www.deutschlandfunk.de>

¹⁰⁵Martin Carrier: Nikolaus Kopernikus, München 2001 (Beck), S. 95.

im Rahmen des copernicanischen Systems ebenso möglich, ja Copernicus konnte diese Werte sogar aus dem Almagest entnehmen und korrigieren: „dass also, was Ptolemäus natürlich nicht ahnte, Epicykel und Deferens des Mars sich gerade wie Erdbahn und Marsbahn verhalten.“¹⁰⁶

Und also lagen die Abstände der Planeten (in AE) so vor:

„Aus den Ptolemäischen Angaben folgen für
Merkur Venus Mars Jupiter Saturn
jene Verhältniszahlen gleich

0,375 0,719 1,544 5,217 9,231

während Copernicus, der offenbar noch einige neuere Beobachtungen zuzog, diese Distanzen gleich

0,395 0,719 1,512 5,219 9,174

setzte, und die neueste Zeit sie auf

0,387 0,723 1,524 5,203 9,539

fixierte, so daß die von Copernicus eingeführten Verbesserungen für dieselben eigentlich von keinem erheblichen Betrage sind.“¹⁰⁷

Und man kann das auch bei Kepler selbst lesen: „Wie Kopernikus sicher erwiesen hat, sind die Entfernungen der Planeten von der Sonne, die der Erde = 1 gesetzt: Saturn etwas weniger als 10, Jupiter 5, Mars $1\frac{1}{2}$, Venus $\frac{3}{4}$, Merkur $\frac{1}{3}$ – ungefähr.“¹⁰⁸

Aus solchen Werten ergibt sich, schön gerundet, z. B. diese Tabelle¹⁰⁹:

¹⁰⁶Rudolf Wolf: Handbuch der Astronomie, Zürich 1890 (1973), S. 531 (zu § 255).

¹⁰⁷Rudolf Wolf: Geschichte der Astronomie München 1877, S. 233. Ich habe hier nicht, wie Wolf, die astrologischen Symbole gesetzt, sondern die Planetennamen gleich ausgeschrieben.

¹⁰⁸Johannes Kepler: Epitome Astronomiae Copernicanae (Auswahl), in Winfried Petri: Die betrachtende Kreatur im trinitarischen Kosmos, Kepler-Festschrift, Regensburg 1971, S. 83 (§ 91).

¹⁰⁹Ludwig Günther: Die Mechanik des Weltalls, Eine volkstümliche Darstellung der Lebensarbeit Johannes Keplers, besonders seiner Gesetze und Probleme, Leipzig 1909, S. 84

Planet	1. Mittlere Entfernung von der Sonne a	2. Kuben der mittleren Entfernung a ³	3. Umlaufs- zeiten in Erbjahren b	4. Quadrate der Umlaufs- zeiten b ²	5. Verhältnis von a ³ : b ²
Saturn	9,510	860,085	29,3272	860,085	1
Jupiter	5,200	140,608	11,8578	140,608	1
Mars	1,524	3,539	1,8812	3,539	1
Erde	1,000	1,000	1,0000	1,000	1
Venus	0,724	0,379	0,6156	0,379	1
Merkur	0,388	0,058	0,2408	0,058	1

Das scheint so einfach zu sein wie das Einmaleins oder ABC. Aus heutiger Sicht „unmittelbar einsichtig“.

Dann aber entsteht die Frage, wieso nicht schon Copernicus auf diese Verhältnisse kam und auch Kepler so lange brauchte bis er dieses Gesetz endlich entdeckt hatte. Die Fragestellung ist ganz klar, aber in der Kepler-Literatur habe ich sie kaum thematisiert gefunden (wobei zu berücksichtigen ist, dass ich nicht alle Literatur sichten konnte, aber generell, so viel lässt sich sagen, taucht die Fragestellung eben nicht auf).

Am ehesten gestellt habe ich die Frage bei Ernst Zinner gefunden:

„Warum zeitraubende Untersuchungen über die harmonischen Verhältnisse in der Geometrie, Musik und den Aspekten anstellen, die zudem von Willkür nicht frei waren ..., wenn Kepler als geübter Rechner sein 3. Gesetz viel eher finden konnte? Hatte er doch schon 1595 die Beziehung zwischen Abständen und Umlaufzeiten untersucht und dafür eine Annäherung gefunden! Und waren ihm damals doch die Abstände und Umläufe genügend bekannt, so daß sich das Gesetz daraus ergeben konnte! Ist eine solche Frage überhaupt berechtigt?“¹¹⁰ Mehr als zwanzig Jahre waren also vergan-

¹¹⁰Ernst Zinner: Entstehung und Ausbreitung der copernicanischen Lehre, 2. Auf-

gen, bis Kepler 1618 sein später sogenanntes drittes Gesetz gefunden hatte, obwohl er, soweit es seine sonstigen Lebensumstände zuließen, ständig an der Thematik „Planetenbewegungen“ gearbeitet hat.

Aber wirklich gestellt *und* auch ausgearbeitet habe ich diese Fragestellung bisher nur bei Owen Gingerich gefunden, in einem Aufsatz aus dem Jahr 1975; dazu später.

Es geht ja nicht darum, zu beweisen, wie gescheit man heute ist, sondern den Erkenntnisprozess zu verstehen am Übergang von der antiken und mittelalterlichen zur modernen Physik und Astronomie, also zur Newtonschen Mechanik.

Martin Carrier unterscheidet zwischen einer anachronen und einer diachronen Sichtweise auf die Entwicklungsprozesse der Wissenschaften. „Die historiographische Tradition beginnt ihre Rekonstruktion gern an der gegenwärtig für richtig gehaltenen Theorie. In dieser als ‚anachron‘ bezeichneten Zugangsweise bildet die Gegenwart den Ausgangspunkt des Interesses an der Vergangenheit (Kragh 1987, 88).“ Andererseits: „Dem steht eine ‚diachron‘ geprägte Historiographie gegenüber, die auf die Rekonstruktion von Theorien aus deren jeweiligem Selbstverständnis zielt und ihre Integration in das System des Wissens ihrer Zeit aufzeigen will.“¹¹¹

Zunächst ist klar, dass diese beiden Sichtweisen kaum in Reinform auftreten können, aber halt doch ziemlich schwerpunktmäßig. Anachron gesehen, wirken die heute für uns noch relevanten Forschungsergebnisse Keplers geradezu selbstverständlich und trivial, dass also die Planetenbahnen keine Kreise, sondern Ellipsen sind, und eben auch das später sogenannte dritte Keplersche Gesetz. Sobald man zur diachronen Sichtweise übergehen möchte, ist man verwundert über all den „Plunder“, den Kepler jahrzehntelang mit sich schleppte, um endlich auf seine drei Gesetze zu kommen:

lage, München 1988 (Beck), S. 328.

¹¹¹Martin Carrier: Nikolaus Kopernikus, München 2001 (Beck), S. 14 f.; Helge S. Kragh: An Introduction to the Historiography of Science, Cambridge 1987.

„Seltsam verschlungen zwar sind die Wege, auf denen er zu seinen Ergebnissen kam, insbesondere die, die ihn zu dem Gesetz von dem konstanten Verhältnis der Quadrate der Umlaufzeiten und der Kuben der Bahnachsen führten, und manche Kommentatoren der historischen Entwicklung, denen diese typisch deutsche Faustgestalt schwer begreiflich ist in ihrem Schwanken zwischen nüchterner Erkenntnis der Natur und mystischer Versenkung in ihre Geheimnisse, glauben mit einem gewissen Bedauern feststellen zu müssen, daß das Gesamtwerk Keplers so viel Spreu enthalte neben den unzweifelhaft echten Körnern.“¹¹²

Letztlich hätten selbst schon ein Copernicus oder auch der mathematisch versierte Rheticus Jahrzehnte vorher schon auf diese interessanten Verhältnisse von Umlaufzeiten und Abständen kommen können, denn das war durchaus schon innerhalb ihres Forschungshorizonts gelegen (weit mehr als die Ellipsenbahnen):

„Hierfür war die wiederbelebte antike Idee von der harmonischen Anordnung der Teile der Welt konstitutiv, die sich schon ansatzweise bei Copernicus findet, so wenn er zwischen der Bewegung und Größe der Planetenbahnen eine Harmonie und ‚bewundernswerte Symmetrie der Welt‘ erblickt. (De Rev. I.10; DR, 21). Hierauf bezieht sich die *ratio prima*, die bereits in Richtung des dritten Keplerschen Gesetzes weist: ‚Niemand wird eine zutreffendere Regel (*ratio*) beibringen als die, daß die Größe der Bahnen an der Dauer der Umlaufzeiten gemessen wird.‘ (De Rev. I,10; DR, 19f.)“¹¹³

Das dritte Gesetz taucht unvermittelt, aber hervorstechend, erstmals im fünften Buch der „Weltharmonik“ auf:

„Hier muß nun wiederum eine Frage aus meinem *Mysterium cosmographicum* erledigt und eingeschaltet werden, die ich vor 22

¹¹²Das Weltbild des Kopernikus und das Weltbild unserer Zeit, in: Hans Kienle: Der gestirnte Himmel über dir, Aufsätze und Vorträge vom Wesen astronomischer Forschung, Wiesbaden 1952, S. 200

¹¹³Volker Bialas: Johannes Kepler, München 2004 (Beck), S. 75 f.

Jahren offen ließ, weil die Sache noch nicht klar war. Nachdem ich in unablässiger Arbeit einer sehr langen Zeit die wahren Intervalle der Bahnen mit Hilfe der Beobachtungen Brahes ermittelt hatte, zeigte sich mir endlich, endlich die wahre Proportion der Umlaufzeiten in ihrer Beziehung zu der Proportion der Bahnen:

, – spät zwar schaute sie nach dem Erschlafften,
Doch sie schaute nach ihm, und lange hernach kam sie selbst.'

Am 8. März dieses Jahres 1618, wenn man die genauen Zeitangaben wünscht, ist sie in meinem Kopf aufgetaucht. Ich hatte aber keine glückliche Hand, als ich sie der Rechnung unterzog, und verwarf sie als falsch. Schließlich kam sie am 15. Mai wieder und besiegte in einem neuen Anlauf die Finsternis meines Geistes, wobei sich zwischen meiner siebzehnjährigen Arbeit an den Tychonischen Beobachtungen und meiner gegenwärtigen Überlegung eine so treffliche Übereinstimmung ergab, daß ich zuerst glaubte, ich hätte geträumt und das Gesuchte in den Beweisunterlagen vorausgesetzt. Allein, es ist ganz sicher und stimmt vollkommen, daß die Proportion, die zwischen den Umlaufzeiten irgend zweier Planeten besteht, genau das Anderthalbfache der Proportion der mittleren Abstände, d. h. der Bahnen selber, ist, wobei man jedoch beachten muß, daß das arithmetische Mittel zwischen den beiden Durchmessern der Bahnellipse etwas kleiner ist als der längere Durchmesser. Wenn man also von der Umlaufzeit z. B. der Erde, die ein Jahr beträgt, und von der Umlaufzeit des Saturn, die 30 Jahre beträgt, den dritten Teil der Proportion, d. h. die Kubikwurzeln, nimmt und von dieser Proportion das Doppelte bildet, indem man jene Wurzeln ins Quadrat erhebt, so erhält man in den sich ergebenden Zahlen die vollkommen richtige Proportion der mittleren Abstände der Erde und des Saturn von der Sonne. Denn die Kubikwurzel aus 1 ist 1, das Quadrat hiervon 1. Die Kubikwurzel aus 30 ist etwas größer als 3, das Quadrat hiervon also etwas größer als 9. Und Saturn ist in seinem mittleren Abstand von der Sonne ein wenig höher als das Neunfache des mittleren Ab-

standes der Erde von der Sonne. Wir werden unten im 9. Kapitel diesen Satz brauchen bei dem Nachweis der Exzentrizitäten.“¹¹⁴

Auffallend zunächst, dass es sich um Fachjargon handelt, den wir Heutige nicht mehr ohne weiteres verstehen: „Das Wort Proportion hatte zu Keplers Zeiten noch eine zweifache Bedeutung; es wird damit nicht nur (wie heute) die Verhältnisgleichung bezeichnet, sondern schlechthin auch das Verhältnis zweier Zahlen.“¹¹⁵

Die Passage taucht zudem zwar voller Enthusiasmus, aber doch etwas überraschend im Text auf, ist „an ziemlich unauffälliger Stelle postiert“¹¹⁶, „ist mehr ein zeitlicher Zufall als das Ergebnis eines argumentativen Zusammenhanges“.¹¹⁷ Wer nur auf der Suche nach exakten Naturgesetzen ist, wird das Buch verwerfen und nur diese eine Stelle gelten lassen, ein „Steinbruch, aus dem man das berühmte Gesetz wie einen funkelnden Edelstein herauslöst“.¹¹⁸ Also: „Seit Laplace sieht man in Kepler ausschließlich den großen Mathematiker und Naturwissenschaftler, den Entdecker der drei nach ihm benannten Planetengesetze, während man seine ‚*Harmonices mundi libri V*‘ ignorierte, fehlinterpretierte, bestenfalls entschuldigen zu müssen vermeinte. Die Überlieferungsgeschichte der Keplerschen Lehren ist daher voll von Kuriositäten und Irrtümern . . .“¹¹⁹

Doch diese Frage steht im Raum: „Why did it take Kepler

¹¹⁴Johannes Kepler: Weltharmonik, Buch V, in: Stephen Hawking: Die Klassiker der Physik, S. 546 f.; auch in Fritz Krafft: Was die Welt im Innersten zusammenhält, Antworten aus Keplers Schriften, S. 589 f.; übersetzt von Max Caspar (Augsburg 1923); das Zitat ist von Vergil.

¹¹⁵Johannes Kepler: *Harmonice Munde*, Gesammelte Werke VI, München 1940, Anm. zu 126.39, S. 535; dort noch weitere Erläuterungen.

¹¹⁶Bialas: Johannes Kepler, München 2004 (Beck), S. 149 f.

¹¹⁷Jürgen Mittelstrass: Wissenschaftstheoretische Elemente der Keplerschen Astronomie, in: Internationales Kepler-Symposium Weil der Stadt 1971, Hildesheim 1973, S. 22.

¹¹⁸Thomas Posch: Johannes Kepler, Darmstadt 2017 (WBG), S. 156 f.

¹¹⁹Rudolf Haase: Marginalien zum 3. Keplerschen Gesetz, Kepler-Festschrift, Regensburg 1971, S. 159.

so long to find this relation between the periodic times and the mean heliocentric distances?“¹²⁰ Und weiter: „The answer, I believe, sheds considerable light on Kepler’s approach to physical problems and on his methodology.“

Der Versuch Owen Gingerichs gefällt mir aber nicht. Er holt zu weit aus, versucht die Frage von einem großräumigen Kontext aus zu beantworten, ich möchte mir das aber einfacher zurechtlegen. Ich wollte zunächst auch alle möglichen „Faktoren“ ins Spiel bringen, aber die Antworten wären dann eher unspezifisch ausgefallen. Ich habe einige Zeit gebraucht, bis ich darauf kam, dass Kepler eine ziemlich direkte Antwort auf die Frage gab.

Offensichtlich hat er nie alle möglichen Potenzen der Abstände und Umlaufzeiten ins Verhältnis gesetzt. Auch heute fände man auf diesem Weg nur sehr selten ein Gesetz. Das was heute so leicht erscheint, war es damals eben nicht. „Wie Kepler zu seinem Gesetz gekommen ist, welche Planetenbahnen er dabei untersucht hat und wie die Potenzreihen, die Kepler möglicherweise aufgestellt hat, ausgesehen haben, wissen wir heute nicht.“¹²¹

Aber er war diesem Gesetz lange auf der Spur. Er schreibt doch: habs vor 22 Jahren im „Weltgeheimnis“ liegen lassen müssen, gehört eigentlich dorthin, aber die Sache war ihm noch nicht klar genug, erscheint nun endlich hier, in der „Weltharmonik“.

Er hatte früher schon eine Formel gefunden gehabt, eine Lösung, die ihm noch nicht ganz gefallen hatte, wo es noch was nachzubessern galt:

„Der Frage, wie die Bewegungen der Planeten mit der Größe der Bahn zusammenhängen, ist Kepler bereits in seiner Jugendschrift ‚Mysterium Cosmographicum‘ von 1596 nachgegangen. In diesem Werk, in dem Kepler den Bau der Welt durch Einschaltung der

¹²⁰Owen Gingerich: The Origins of Kepler’s Third Law, *Vistas in Astronomy*, Vol. 18 (1975), Issue 1, S. 596.

¹²¹Volker Bialas: Die Bedeutung des dritten Planetengesetzes für das Werk von Johannes Kepler, *Philosophia naturalis* 13 (1971), S. 45.

fünf regulären Körper in die sechs Planetensphären darstellt, diskutiert er im 20. Kapitel ‚das Verhältnis der Bewegungen zu den Bahnen‘. Während also zunächst der Beweis geliefert ist dafür, daß die Entfernungen der Planeten von der Sonne im Weltbild des Kopernikus sich nach den Maßen der fünf regulären Körper richten, wird jetzt nach einem zweiten, in den Verhältnissen der Bewegungen und Intervalle vermuteten Argument für die Bestätigung der Dimensionen des Systems gesucht. Werden mit U_1, U_2 die Umlaufzeiten, mit r_1, r_2 die mittleren Abstände zweier Planeten von der Sonne bezeichnet, so gilt nach dem ‚Mysterium‘ die Verhältnisgleichung

$$\frac{U_2+U_1}{2} : U_1 = r_2 : r_1 ,$$

allerdings nur näherungsweise und bezogen auf zwei benachbarte Planeten. In der ‚Weltharmonik‘ bringt Kepler dieses Problem zu einer glücklichen Lösung.¹²²

Ich vermute, dass diese halbrichtige Näherungsformel der späteren richtigen Lösung im Weg stand, weil, ebenfalls von mir vermutet, keine direkte mathematische Ableitung, kein Weg von der ersten zur zweiten Formel besteht.

Also blieb die Sache eben offen. Und Kepler schreibt weiter, dass er in „unablässiger Arbeit einer sehr langen Zeit“ vorher noch eine andere große Sache zu erledigen hatte, nämlich aus den Braheschen Beobachtungen sich über die wahren Bahnen, speziell über deren Ellipsenform und der dazugehörigen Exzentritäten bzw. Harmonien/Intervalle, klar zu werden, also was im ersten und zweiten Keplerschen Gesetz kurz zusammengefasst wird, sich darin für Kepler aber bei weitem nicht erschöpft. Das ist die einfache Begründung, warum die Entdeckung seines dritten Gesetzes so lange gedauert hat: es mussten zuerst andere grundsätzliche Dinge geklärt werden. Bei Gingerich werden diese einleitenden Sätze Keplers zu seiner Entdeckung des Harmonischen Gesetzes nicht

¹²²Volker Bialas: Die Bedeutung des dritten Planetengesetzes für das Werk von Johannes Kepler, *Philosophia naturalis* 13 (1971), S. 46.

einmal erwähnt, was ich nicht verstehe.

Ich nenne die Entdeckung, dass sich die 6 Planetenbahnen mittels der Verschachtelung der 5 Platonischen Körper beschreiben lassen, gerne das Nullte Keplersche Gesetz, weil es zwar aus heutiger Sicht letztlich „null und nichtig“ ist, aber es Kepler damals die Gewissheit gab, dass die Kopernikanische Lehre prinzipiell richtig, denknotwendig sei; aber weil leider noch nicht alles genau zusammenpasste, musste eben Tycho Brahe mit seinen vielen genauen Messungen hinzugezogen werden, damit die Theorie nicht bloß ein hübscher Gedanke blieb.

„Empirischer Pythagoreismus“¹²³: „Es dürfen jene Spekulationen a priori nicht gegen die offenkundige Erfahrung verstoßen, sie müssen vielmehr mit ihr in Übereinstimmung gebracht werden.“¹²⁴

Albert Einstein spricht von zwei Grundproblemen, die Kepler zu lösen hatte:

zunächst „die Bestimmung der ‚wahren‘ Bewegungen der Planeten einschließlich der Erde, wie sie etwa auf dem nächsten Fixstern einem dort befindlichen und mit einem vollkommenen stereoskopischen Doppelfernrohr ausgerüsteten Beobachter sichtbar wären. Dies war Keplers erstes großes Problem. Das zweite Problem lag in der Frage: Nach welchen mathematischen Gesetzen vollziehen sich diese Bewegungen? Es ist klar, daß die Lösung des zweiten Problems, wenn sie überhaupt dem menschlichen Geiste erreichbar wäre, die Lösung des ersten voraussetzte. Denn man muß einen Vorgang zuerst kennen, bevor man eine auf diesen Vorgang bezügliche Theorie prüfen kann.“¹²⁵

¹²³ Wilhelm Windelband, zit. n. Johannes Hemleben: Johannes Kepler, Reinbek 1971 (rororo), S. 146.

¹²⁴ Kepler, zit. n. Max Caspar: Johannes Kepler, Stuttgart 1958 (3. Aufl.), S. 145.

¹²⁵ Albert Einstein, Vorwort zu Carola Baumgardt: Johannes Kepler, Leben und Briefe, Wiesbaden 1953, S. 10. Dieser Text ist ebenfalls im Sammelband „Aus meinen späten Jahren“ enthalten, einen weiteren Text zu Kepler findet man auch in „Mein Weltbild“.

Auch so gesehen, ist klar, dass die Keplerschen Gesetze überhaupt nicht einfach und schnell aufgefunden werden konnten, dass es ein unglaublich mühevoller und einsamer Weg war (den nicht einmal Brahe oder Galilei mitgegangen sind), bis die wahren Bewegungen und Ellipsenbahnen der Planeten erkannt und somit das antik-mittelalterliche Dogma von den verschlungenen Kreisbahnen überwunden werden konnte. Erst dadurch wurden die durchaus berechtigten Einwände des „vielgelästerten Osiander“¹²⁶ hinfällig, erst dadurch wurden z. B. Parallaxenmessungen an Mars oder Venus wirklich sinnvoll.

Einstein weiter:

„Kepler erreichte die Lösung des ersten Problems durch einen wahrhaft genialen Einfall, der ihm die Bestimmung der ‚wahren‘ Gestalt der Erdbahn ermöglichte: Um die Erdbahn konstruieren zu können, braucht man neben der Sonne einen zweiten festen Punkt im planetarischen Raum. Hat man einen solchen Punkt, so kann man – indem man ihn und die Sonne als Fixpunkte von Winkelmessungen verwendet – die wahre Gestalt der Erdbahn nach denselben Methoden der Triangulationsberechnungen bestimmen, die man allgemein bei der Herstellung von Landkarten zu verwenden pflegt. Woher aber einen solchen zweiten Fixpunkt nehmen, wenn doch alle sichtbaren Objekte außer der Sonne (im einzelnen) unbekannte Bewegungen ausführen? Keplers Antwort: Man kennt mit großer Genauigkeit die scheinbare Bewegung des Planeten Mars und damit auch die Zeit seines Umlaufs um die Sonne (‚Mars-Jahr‘). Jedesmal, wenn ein Marsjahr vorbei ist, dürfte sich Mars an derselben Stelle des (planetaren) Raumes befinden. Beschränkt man sich zunächst auf die Benutzung solcher Zeitpunkte, so repräsentiert für diese der Planet Mars einen festen Punkt des planetaren Raumes, den man bei der Triangulation als Fixpunkt verwenden darf.

¹²⁶Paul Feyerabend, *Wider den Methodenzwang*, Anhang I, Frankfurt/M. 1976, S. 159.

Dies Prinzip benutzend, bestimmte Kepler zunächst die wahre Bewegung der Erde im planetaren Raume. Da nun die Erde selbst zu jeder Zeit als Triangulationspunkt verwendet werden konnte, war er auch imstande, die wahren Bewegungen der übrigen Planeten aus den Beobachtungen zu bestimmen.

Dadurch gewann Kepler die Grundlage für die Bestimmung der drei fundamentalen Gesetze, die mit seinem Namen für alle Zeiten verknüpft sind. Wieviel Erfindungskraft und unermüdlich harte Arbeit nötig waren, um diese Gesetze herauszufinden und mit großer Präzision sicherzustellen, das vermögen wir heute kaum noch zu würdigen.“

Und man muss auch noch wissen, dass Kepler kein großer Mitarbeiterstab, wie ihn noch Tycho Brahe hatte, zur Verfügung stand:

„Der Mangel an Mitteln hatte für Kepler einen besonderen Übelstand im Gefolge, er konnte sich nicht, wie er gewünscht und nötig gehabt hätte, dauernd einen Assistenten für seine umfangreichen Rechenarbeiten halten. Die wenigen Gehilfen, von denen wir wissen, wie Matthias Seiffart, Johannes Schuler, Caspar Odontius, blieben jeweils nur für kürzere Zeit in seinem Dienste beschäftigt.“¹²⁷

Die Würdigung Keplers fällt uns auch deswegen so schwer, weil er sehr schwer zu lesen ist, anders als bei Newton, dessen physikalische und mathematische Sprache uns viel näher liegt.

„Wenn aber schon Kepler gesteht: ‚Ich selber, der ich als Mathematiker gelte, ermüde beim Wiederlesen meines Werkes mit den Kräften meines Gehirns, indem ich den Sinn der Beweise, die ich doch selbst ursprünglich mit meinem Verstand in die Figuren und den Text hineingelegt habe, aus den Figuren heraus mir in meinem Geist wieder vergegenwärtigen will‘, wie soll dieses Buch dann einem andern leichter verständlich sein? In der Tat, wenige Bücher, die in der Geschichte der Wissenschaft Name und Rang haben, sind gewichtiger als die *Astronomia Nova*, wenige aber auch so

¹²⁷Max Caspar: Johannes Kepler, Stuttgart 1958 (3. Auflage), S. 181.

schwer zu lesen wie sie.“¹²⁸

Das dritte Keplersche Gesetz hätte also schon im „Weltgeheimnis“ (1596) stehen können, und auch in der „Neuen Astronomie“ (1609) wäre es gut untergebracht gewesen, dann wären unsere drei Keplerschen Gesetze gleich in einem Buch gestanden, aber auch in der „Weltharmonik“ (1619) steht es „genau an der richtigen Stelle!“¹²⁹ Keplers „Weltkonstruktion [beruht] auf diesen zwei Pfeilern: auf der Einschaltung der regulären Körper, die die relativen Abstände liefern, und auf der Einführung der Harmonien, die die extremen Winkelgeschwindigkeiten ergeben. Indem er jetzt aus den Winkelgeschwindigkeiten die Abstände berechnen kann, schlägt das neue Gesetz, das er gefunden, die Brücke von einem Pfeiler zu dem andern. Das war sein Triumph. Wir verstehen die Entdeckerfreude, die ihn erfüllte, als er von dem Bogen aus, der sich über die beiden Pfeiler wölbte, sein Werk beschaute. Da alles sich so schön zusammenfügte, fühlte er sich in seinem Glauben an die Wahrheit seiner apriorischen Prämissen gestärkt und befestigt.“¹³⁰

„Empirischer Pythagoreismus“ auch zum Abschluss:

„In seinem Werk ‚*Harmonice Mundi*‘ erfüllte das dritte Gesetz jedoch nicht unmittelbar einen astronomischen Zweck, sondern ermöglichte es, die Abstände der Planeten von der Sonne über die harmonischen Verhältnisse der extremen Bewegungen der Planeten neu zu berechnen. Der nähere Zweck ist dort die Feinabstimmung des als harmonisch strukturiert vorgestellten Kosmos. Wegen der harmonikalen Bedeutung legte Kepler diesen Zusammenhang zunächst nicht als astronomisches Gesetz vor. Ein Jahr später, im Jahr 1620, gab er jedoch in der astronomischen Systeme-

¹²⁸Franz Hammer: Johannes Kepler, Ein Bild seines Lebens und Wirkens, Stuttgart 1944, S. 20.

¹²⁹Bernhard Sticker: Johannes Kepler – Homo iste, Selbsterkenntnis-Welterkenntnis-Gotteserkenntnis, in Krafft et al.: Internationales Kepler-Symposium, Weil der Stadt 1971, S. 472.

¹³⁰Max Caspar: Johannes Kepler, Stuttgart 1958, 3. Auflage, S. 341.

matik seiner in Linz erschienen ‚Epitome IV‘ eine physikalische, wenn auch spekulative Begründung und verifizierte das Gesetz anhand der von Galilei im Jahr 1610 entdeckten Jupitermonde numerisch (KGW 7, 307 und 318).“¹³¹

¹³¹Volker Bialas: Kepler und die Geburt einer neuen Astronomie, *Sterne und Weltraum* 12/2009, S. 52.