

Armin Gerl

Kepler, Galilei und die rudolphinische Wissenschaft

Acta Universitatis Carolinae. Mathematica et Physica, Vol. 46 (2005), No. Suppl, 75--87

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/143826>

Terms of use:

© Univerzita Karlova v Praze, 2005

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Kepler, Galilei und die rudolphinische Wissenschaft

ARMIN GERL

Regensburg

Received 20. October 2004

Johannes Kepler (1571–1630) und Galileo Galilei (1564–1642) waren Zeitgenossen. Ihre Bedeutung für die Entwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes ist sprichwörtlich. Galilei gilt als der Begründer einer neuen Mechanik, Kepler als Vollender der copernicanischen Astronomie und beide gelten als Wegbereiter für Newtons Gravitationstheorie. Ich will im Folgenden die Beziehung, die beide Wissenschaftler zueinander hatten, beleuchten.

Lange Phasen des Schweigens und plötzliche Abbrüche sind kennzeichnend für den Briefwechsel zwischen beiden. Der Briefwechsel beginnt unmittelbar nach Veröffentlichung von Keplers *Mysterium cosmographicum* (1596), bricht gleich danach wieder ab, wird erst über ein Jahrzehnt später wieder aufgenommen, in einem völlig veränderten Klima, das von den umwälzenden Neuigkeiten des *Sidereus nuncius* (Sternenbote 1610) Galileis beherrscht ist. Die Nachricht in Galileis Schrift „*Sidereus nuncius*“ von 1610 über die Erfindung des Fernrohres und die ersten damit verbundenen astronomischen Entdeckungen versetzten Kepler in helle Begeisterung, und er verfasste deshalb seine Schrift „*Dissertatio cum nuncio sidereo*“. Aber schon im Frühjahr 1611 nach dem Erscheinen von Keplers Schrift zur Optik „*Dioptrice*“ bricht die Korrespondenz Galileis mit Kepler wieder ab, diesmal endgültig. Man muss bis zum August 1627 warten, um noch einmal einen Brief zu finden, den letzten zwischen den beiden Wissenschaftlern: ein völlig belangloses Empfehlungsschreiben für einen jungen, vielversprechenden Mathematikstudenten. Wir wollen uns zuerst den Briefwechselthemen zuwenden, bevor wir die Gründe für den Abbruch des Meinungs-austausches beleuchten.

Der Briefwechsel beginnt am 4. August 1597 mit einem Brief Galileis an Kepler. Ein Deutscher namens Paul Helmberger war nach Padua gereist und hatte

Birkenstr. 19, D-93049, Regensburg, Germany

Galilei zwei Exemplare des soeben erschienenen *Mysterium cosmographicum* Keplers überbracht. Galilei bedankte sich dafür in einem Brief an Kepler, den er dem nach Deutschland zurückkehrenden Helmberger mitgab. Beim Überfliegen des Vorwortes hatte Galilei festgestellt, dass Kepler zu der noch sehr kleinen Zunft der „Kopernikaner“ gehörte. Galilei drückt darüber im Brief seine Begeisterung aus. Er verspricht, dass er Keplers Buch in Ruhe lesen werde. Dann geht er auf seinen „Kopernikanismus“ näher ein:

„Und dies werde ich um so lieber tun, weil ich schon vor vielen Jahren zu den Anschauungen von Kopernikus gekommen bin und von diesem Standpunkt aus die Ursachen vieler Naturvorgänge entdeckt habe, die auf Grund der gewöhnlichen Annahmen zweifellos nicht zu erklären sind. Ich habe darüber vieles an direkten und indirekten Beweisen geschrieben, aber bisher noch nicht zu veröffentlichen gewagt, abgeschreckt durch das Schicksal von Kopernikus selbst, der unser Lehrmeister ist. Er hat sich bei einigen wenigen unsterblichen Ruhm erworben, von unendlich vielen aber (denn so groß ist die Zahl der Toren) wird er verlacht und ausgepiffen. Ich würde es in der Tat wagen, mit meinen Gedankengängen an die Öffentlichkeit zu treten, wenn es mehr Leute Eurer Gesinnung gäbe; da dies nicht der Fall ist, werde ich es unterlassen. Die Kürze der Zeit und der dringende Wunsch Euer Buch zu lesen, drängt mich zu schließen, indem ich Euch meiner Zuneigung versichere und stets gerne zu Euren Diensten bereit bin. Lebet wohl und säumet nicht, mir weiter erfreulichste Nachricht von Euch zu geben.“

Kepler antwortet aus Graz am 13. Oktober 1597. Er habe sich doppelt über den Brief Galileis gefreut. Einmal weil er mit Galilei auf diese Art Freundschaft geschlossen habe, zum anderen über die Übereinstimmung beider im Bezug auf die kopernikanische Kosmographie. Dann fordert er Galilei auf, er möge nicht vor der großen Zahl der Gegner der kopernikanischen Lehre kapitulieren. Er erteilt Ratschläge, wie man mit diesem Problem umgehen könne. Wenn Galilei aber nicht öffentlich machen wolle, was er zum Vorteil für Copernicus entdeckt hat, so solle er es ihm, Kepler, wenigstens privat mitteilen. Schließlich bittet er Galilei noch, für ihn eine Beobachtung durchzuführen, da er selbst hierfür nicht die entsprechenden Instrumente habe. Diese Beobachtung bezieht sich auf das Problem der „Fixsternparallaxe.“ (Sie wurde erst 1838 von Bessel nachgewiesen und gilt als schlagendes Argument für die copernicanische Theorie).

Für die nächsten zwölf Jahre fand hiernach keinerlei brieflicher Gedankenaustausch statt. Nachdem Galilei in seinem 1610 erschienenen *Sidereus nuncius* (Sternboten) seine mit Hilfe des Femrohrs gemachten Entdeckungen (vier Jupitermonde, Saturnphänomene, Phasen der Venus etc.) veröffentlicht hatte, bahnte sich wieder ein Briefwechsel an. Während Dichter die Entdeckungen Galileis feierten, die zum Gespräch der Welt geworden waren, blieben die Gelehrten seines eigenen Landes, mit wenigen Ausnahmen, feindselig und skeptisch. Die erste und für etliche Zeit einzige Stimme, die sich zur Verteidigung Galileis erhob, war die gewichtige Stimme des führenden Astronomen Europas, Johannes Kepler.

Kepler erfuhr am 15. März 1610 von Galileis Entdeckung durch Wackher von Wackenfels. Anfang April erhielt Kaiser Rudolf II., dessen Hofastronom Kepler war, ein Exemplar des *Sidereus nuncius* und Kepler durfte einen Blick hineinwerfen. Am 8. April erhielt Kepler dann selbst ein Exemplar mit der dringenden Bitte Galileis um ein Urteil. Diese Bitte ließ Galilei mündlich durch den toskanischen Gesandten in Prag, Giuliano de Medici, übermitteln. Kepler begrüßt die Entdeckungen Galileis begeistert und obwohl er kein Teleskop besaß, glaubte er Galileis Zeugnis. Er verfasste noch im Jahr 1610 zwei Schriften zu diesem Thema, die „*Dissertatio cum nuncio sidereo*“ und die „*Narratio de observatis a se quatuor Jovis satellitibus erronibus*“. 1611 legt er dann in seiner umfangreicheren Abhandlung „*Dioptrice*“ die Theorie des nach ihm benannten astronomischen Fernrohrs dar.

Schon 11 Tage nachdem Kepler den Sternenboten erhalten hatte, schrieb Kepler seine Flugschrift „*Dissertatio cum nuncio sidereo*“ („Unterhaltung mit dem Sternenboten“) in Form eines offenen Briefes an Galilei. Der Kurier nach Italien ging am 19. April ab. Kurz darauf erschien ein unerlaubter italienischer Nachdruck in Florenz. Die „*Dissertatio*“ beginnt damit, dass Kepler der Hoffnung Ausdruck gibt, Galilei, dessen Urteil ihm viel bedeute, möge sich zu seinem Marswerk („*Astronomia nova*“) äußern.

Keplers Autorität als kaiserlicher Astronom war für Galilei äußerst wichtig, wie sich in seinen Briefen zeigt. Am 9. August 1610 schreibt Kepler aus Prag an Galilei in Padua einen langen Brief. Er bittet um ein Fernrohr und die Benennung von Zeugen für Galileis Beobachtungen. Galilei antwortet am 19. August 1610. Er habe sein Fernrohr dem Großherzog von Toscana überlassen, ein anderes gleichwertiges habe er momentan nicht. Den Großherzog benennt er auch u.a. als Zeugen für die Beobachtung der mediceischen Gestirne. Als Folge der Anerkennung der Entdeckungsansprüche Galileis durch den kaiserlichen Hofastronomen schlug die Stimmung in Italien um. Gelehrte der Jesuiten in Rom bestätigten nun Galileis Beobachtungen.

Nachdem Kepler Galilei im Brief vom 9. August 1610 um ein Fernrohr gebeten hatte, Galilei aber keines zusenden konnte oder wollte, erhielt Kepler eines vom Kurfürst Ernst von Köln, Herzog von Bayern, der es von Galilei erhalten hatte. So konnte Kepler die Jupitermonde vom 3. August bis zum 9. September selbst beobachten. Als Ergebnis entstand die Schrift „*Narratio de observatis a se quatuor satellitibus erronibus*“ („Bericht über die vier wandernden Jupitersatelliten“).

Jetzt brach der Briefwechsel endgültig ab. Der toskanische Gesandte in Prag, Giuliano de Medici, übernahm noch kurz eine mündliche Mittlerrolle. Er musste neue Entdeckungen Galileis in Geheimschrift an Kepler weitergeben. Aus der ersten Chiffreinformation schloss Kepler, Galilei habe auch Marsmonde entdeckt. Erst drei Monate später lüftete Galilei sein Geheimnis, aber nicht Kepler gegenüber, sondern dessen Arbeitgeber, dem Kaiser Rudolph:

„Ich beobachtete den höchsten Planeten (Saturn) in dreigestaltiger Form“. Galilei glaubte noch, der Saturn habe Monde. Erst Huygens erkannte die Ringe etwa 50

Jahre später. In einer weiteren Chiffreschrift teilte Galilei dann über Giuliano de Medici die Entdeckung der Venusphasen mit.

Die Narratio wurde sofort in Florenz nachgedruckt. In der Folgezeit schrieb Kepler noch einige Briefe an Galilei, die nicht oder nur indirekt über den toskanischen Gesandten beantwortet wurden. Damit endet der Kontakt zwischen Kepler und Galilei. Galilei erwähnt Kepler in seinen Arbeiten nur sehr selten, meist um ihn zu kritisieren. Keplers Planetengesetze, seine Entdeckungen auf dem Gebiet der Optik wie auch das Teleskop werden von Galilei übergangen. Was war der Grund für diese Haltung, einem Mann gegenüber, der ihn tatkräftig unterstützt hatte? In dieser Frage gibt es unterschiedliche Meinungen von Galileiexperten und Wissenschaftshistorikern. Der Galileiforscher Stillman Drake (Universität Toronto) vertritt die Auffassung, dass Galilei bei seiner Darstellung des copernicanischen Systems im „Dialog“ (Dialog über die beiden hauptsächlichsten Welt-systeme....) die elliptischen Planetenbahnen Keplers unerwähnt gelassen habe (wobei diese These Keplers den Anfang der modernen Astronomie markiere) daraus resultiere, dass die Abweichung von der Kreisform sehr schwach sei und somit die Annahme von Planetenkreisbahnen um die Sonne als erste Annäherung recht gut ausreiche. Galilei sei dem Prinzip der Annäherung in der Naturwissenschaft durchaus gewogen gewesen. Man müsse also nicht annehmen, dass der Grund für Galileis ablehnende Haltung darin liegt, dass Kepler ein deutscher Protestant war, dessen Werke auf dem Index der verbotenen Bücher standen, und auch nicht darin, dass es grundsätzlich unmöglich gewesen wäre, Keplers Astronomie den Lesern zur Zeit Galileis zu erklären.

Der amerikanische Wissenschaftsphilosoph Gerald Holton eröffnet in seinem Buch „Einstein, die Geschichte und andere Leidenschaften“ die These, es sei eine „thematische Imagination“ Galileis gewesen, die ihn zur ablehnenden Haltung gegenüber Keplers Astronomie bewogen habe. Den Höhepunkt der wissenschaftlichen Revolution für die physikalischen Wissenschaften habe Newtons Werk „Principia...“ gebildet, das die imaginativen Durchbrüche“ von Galilei und Kepler verbunden habe. Es wäre eigentlich logisch gewesen, wenn sich Galilei erkenntlich gezeigt hätte, nachdem Keplers Gesetze die Überlegenheit des copernicanischen Systems klar gezeigt hatten. Seltsamerweise sei Galilei zu Kepler auf Distanz geblieben, habe ihm bei jeder Gelegenheit die kalte Schulter gezeigt und die keplerschen Gesetze der Planetenbewegung nie akzeptiert. Dies sei für lange Zeit ein verzwicktes Rätsel in der Wissenschaftsgeschichte gewesen: Warum verzichtete Galilei im Kampf gegen seine Gegner auf Keplers Entdeckungen? Die Erklärung dafür sei auf unerwartete Weise durch einen Kunsthistoriker namens Erwin Panofsky geliefert worden. Der Schlüssel zu Galileis Ablehnung der keplerschen Astronomie sei in Galileis Brief an Cigoli vom Juni 1612 zu finden, wo Galilei die Überlegenheit der Malerei über die Bildhauerei begründet. Dabei setzt Galilei Giuseppe Arcimboldo, den Hofmaler Kaiser Rudolf II., herab. Dessen Stil, heute als Manierismus bezeichnet, habe der Meinung Erwin Panofskys nach, eine

Neigung zum Irrationalen, Phantastischen, Komplizierten und Schrillen und sei antiklassisch gewesen, indem er sich den Idealen der Rationalität, Einfachheit und Ausgewogenheit entgegengestellt habe. Die Art der Renaissancekunst, die Galilei verehrte, habe die Ellipsenform abgelehnt, der Manierismus habe sie geschätzt. Für Galilei sei der Kampf gegen den Manierismus ein Kampf gegen unnötige Komplexität, Verzerrung, Ungleichgewicht.

Panofsky meint, abgesehen von der „Unverdaulichkeit“ der keplerschen Art zu schreiben, schien Galilei Keplers Art zu denken, den Manierismus ins Sonnensystem zu bringen. Für Galilei, wie auch für Aristoteles und Copernicus hatte sich alle Bewegung am Himmel im Rahmen der Überlagerung von Kreisen (Deferent und Epizykel) zu vollziehen, Ellipsen als verzerrte Kreise waren unwürdige Formen für Himmelskörper. Panofsky weist in dem Artikel, auf den sich Holton bezieht, darauf hin, dass Galilei schon seit 1612 mit den ersten beiden Keplergesetzen vertraut war, wie aus einem Briefwechsel Galileis mit Frederico Cesi hervorgeht. Auch der Wissenschaftshistoriker Alexander Koyré hat sich ausführlich mit Panofskys These befasst. Er hält es für sehr wahrscheinlich, dass der „Symbolismus“ Keplers und dessen kosmotheologische Argumentation bei Galilei Abneigung hervorriefen. In animistischer Manier ging Kepler vor, wenn er die Antriebskraft der Sonne einer Seele zuschrieb, vermöge welcher sie sich um sich selbst dreht und dabei gleich einem ungeheuren Wirbel eine magnetische und quasimagnetische Wirkung emittiert, die die Planeten erfasst und um sie kreisen lässt. Für Galilei war das eine Rückkehr zu magischen Vorstellungen; das galt auch für den Begriff der Anziehungskraft, den Kepler wiederholt gebrauchte und den kein Anhänger Galileis jemals akzeptierte.

Keplers Einführung der elliptischen Bahnen ist mit einer dynamischen Konzeption verknüpft. Kepler ersetzt die reine Himmelskinematik seiner Vorgänger durch eine Himmelsdynamik. Gerade weil Kepler von einer im Wesentlichen mystischen Kosmologie ausging, aber doch die Kraft besaß, diese auf quantitative Aussagen zu reduzieren, war es ihm vielleicht möglich, als Astronom so „modern“ zu werden, wie Galilei als Physiker. Doch Galilei, der Vater der modernen Mechanik, war frei von allem Mystizismus, aber in seiner Neigung zu Purismus und Klassizismus befangen und im Bereich der Astronomie eher Forscher denn Weltenschöpfer. Abschließend meint Koyré, Galileis Beispiel zeige, dass man nichts übertreiben solle, auch nicht das Verlangen nach Klarheit. Michael Sharrat kommt in seinem 1994 erschienenen Buch „Galileo- decisive innovator“ zu ähnlichen Ergebnissen: Galilei war mehr oder weniger mit dem System des Copernicus zufrieden, trotz dessen ernsthafter Mängel, die Kepler zu seinen großartigen Leistungen anspornten. Deshalb kann man den Heliozentrismus Galileis als „Copernicanismus“ bezeichnen. Die pythagoräischen Vorstellungen Keplers, die seine Forschungen motivierten, waren für Galilei nicht akzeptabel. Für den mystischen Pythagoräismus, der Kepler zu seinen größten Leistungen brachte, hatte Galilei nichts übrig. Die bedeutende intellektuelle Errungenschaft Keplers in seiner

Astronomia nova von 1609 scheint nie Galileis Wertschätzung erfahren zu haben. Kepler hatte die Planetenastronomie sonnenzentriert und geometrisch gereinigt, exakt und auf eine Weise zufriedenstellend, als hätte es die Lösungen von Ptolemäus und Copernicus nie gegeben. Kepler versucht die Ursachen der Himmelsbewegungen zu ergründen, während Galilei, der Physiker, zu denken schien, jeder Versuch, eine Himmelsmechanik zu schaffen, sei voreilig.

Der Galilei-Biograph Albrecht Fölsing sieht Galileis Haltung ähnlich: Keplers eigenwillige Mischung aus mystischer Weltanschauung, euklidisch-platonischer Geometrie und der copernicanischen Hypothese mit den 5 platonischen Körpern als Konstruktionsprinzip des Weltenbaus im *Mysterium Cosmographicum* von 1597 war für Galilei eher Mystik, die Keplerschen Spekulationen hatten mit Galileis Art des Philosophierens nur den nackten Kern der copernicanischen Hypothese gemeinsam.

Wenn auch der Renaissance-Platonismus und die magische Naturerfahrung für die Entstehung eines neuen Denkens bedeutsam waren, hat Galilei dieses Denken anders als seine Zeitgenossen Bruno, della Porta oder Kepler von seinen irrationalen Zügen befreit und den genuin wissenschaftlichen Zugang zur Natur eröffnet, in dem kein Platz mehr für mystische Spekulationen war, selbst wenn sie sich auf Zahlen bezogen. Kabbalistische Numerologie ließ Galilei völlig gleichgültig, unabhängig davon, ob sie zu seinen Gunsten ausfiel oder gegen ihn ins Feld geführt wurde, ob er nun pythagoräischer, hermetischer oder biblischer Herkunft war. Der italienische Wissenschaftsphilosoph und Historiker Paolo Rossi gibt folgende Einschätzung:

„Als ihn (Galilei) Kepler um einen brieflichen Gedankenaustausch bat (bezüglich des *Mysterium cosmographicum*), erhielt er keine Antwort. Galileis Ablehnung gegenüber jeder Form von Mystizismus schuf eine unüberbrückbare Distanz zu der Art von Wissenschaft, wie Kepler sie praktizierte. Diese Distanzierung hinderte Galilei in der Folge daran, die weitreichende Bedeutung der Entdeckungen Keplers zu erfassen.“

Und bezüglich der Gezeitentheorie Galileis schreibt Rossi: „Fast 20 Jahre lang, seit Erscheinen der kleinen Schrift von 1616 über Flut und Ebbe bis hin zum „Dialog über die hauptsächlichsten Weltsysteme“ sah Galilei in der Bewegung der Gezeiten und ihrer Erklärung einen entscheidenden physikalischen Beweis für die Richtigkeit der kopernikanischen Lehre. Galileis Erklärung des Gezeitenwechsels geht von einer doppelten Bewegung der Erde aus: die tägliche Rotation von Westen nach Osten um die Erdachse und die jährliche, ebenfalls von west-östlicher Richtung verlaufende Drehung der Erde um die Sonne. Es ist die Kombination dieser beiden Bewegungen, derzufolge sich jeder Punkt auf der Erdoberfläche „fortgesetzt nicht gleichförmig“ bewegt und die Geschwindigkeit ändert, indem sich die Bewegung manchmal beschleunigt und manchmal verzögert“. Alle Teile der Erde befinden sich also in „bemerkenswert ungleichförmiger Bewegung“, obwohl der Erde selbst keine unregelmäßige und ungleichförmige Bewegung zugeschrieben worden ist. Es ist mehrfach hervorgehoben worden, dass die „Unri-

chtigkeit“ der Erklärung Galileis (nach ihr müsste der Gezeitenwechsel alle 24 Stunden stattfinden) nicht erst auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisfortschritte festgestellt worden ist. Galileis Argumentation lässt sich auch schwer mit den Ergebnissen seiner eigenen physikalischen und astronomischen Beobachtungen in Einklang bringen. Nachdem Galilei, wie Ernst Mach hervorhebt, das klassische Prinzip der Relativität in die Physik eingeführt hat, vermischt er unzulässigerweise zwei verschiedene Bezugssysteme. Der gesamte Text des zweiten Tags des „Dialogo“ dient der Beweisführung, dass auf einer sich bewegenden Erde alles so geschieht wie auf einer Erde im Stillstand. Warum sollten sich Änderungen in der Drehgeschwindigkeit der Erdoberfläche allein auf die Ozeane und nicht ebenso auf alle nicht fest mit ihr verbundenen Körper auswirken? Die sich in täglicher Umdrehung bewegende Erde erscheint am vierten Tag des „Dialogo“ nicht mehr als Trägheitssystem.

Zur Erklärung der Gezeiten zieht Galilei ausschließlich mechanische Ursachen in Betracht, d.h. Bewegungen oder zusammengesetzte Bewegungen; jegliche Vorstellung von lunaren „Einflüssen“ weist er zurück. Seine starke Abneigung gegen die Lehre von Einflüssen und okkulten Eigenschaften veranlasst Galilei, jede Theorie der Gezeiten abzulehnen, die sich auf die „Anziehung“ zwischen Mond und Wassermassen der Ozeane beruft. Eine solche Theorie ist für ihn keine Alternative zu anderen möglichen Hypothesen; sie ist weder inkohärent noch falsifizierbar durch Beobachtungen, sondern wird einfach als Ausdruck magischer Spekulation verworfen. Es lohne sich nicht, Worte zu verschwenden, um derartige Einfältigkeiten zu widerlegen. Dass Sonne und Mond irgend etwas mit der Erzeugung von Ebbe und Flut zu tun haben, lässt Galilei Salviati sagen, ist „eine Annahme, gegen die meine Vernunft sich aufs äußerste sträubt“. Er kann sich nicht entschließen, „an das Wirken verborgener Qualitäten und an ähnliche nichtige Phantastereien zu glauben“. Galilei wundert sich zutiefst, dass ein Mann wie Kepler, „bei seiner freien Gesinnung und seinem durchdringenden Scharfblick, wo er die Lehre von der Erdbewegung in Händen hatte, Dinge anhören und billigen“ konnte, „wie die Herrschaft des Mondes über das Wasser, die verborgenen Qualitäten und was der Kindereien mehr sind“.

Stillman Drake stellt fest, dass Galilei Kepler bewunderte, aber seinen „großartigen Spekulationen“ misstraute, denn Kepler musste ja notwendigerweise Kräfte in die Physik des Himmels einführen. Bei Aristoteles wie bei Galilei spielte die Kraft keine Rolle in der Physik als Naturwissenschaft, da Kraft als Antithesis zur Natur betrachtet wurde. Die Physik von Galileis Dialog, wie sie sich vor allem im „zweiten Tag“ findet, ist eine Physik schwerer Körper, die sich in der Nähe der Erdoberfläche bewegen. Sie ist keine universelle Physik im Sinne Newtons und hat auch nicht die Erklärung der Himmelsbewegungen zum Ziel. Diese revolutionäre Idee verdanken wir erst Kepler und nicht Galilei.

Rossi und Fölsing zitieren aus einem Brief Galileis vom 9. April 1632 an Diotati (also kurz nach der Abfassung des Dialogs), wo Galilei schreibt, einige der

Gedanken Keplers wären eher dazu geneigt, die Doktrin von Copernicus in Frage zu stellen, als sie zu bestätigen. Folgt man jedoch der Charakterisierung des Verhältnisses zwischen Galilei und Kepler und sieht man sich den italienischen Wortlaut dieser Briefstelle genauer an, so könnte man zu folgender Übersetzung neigen: „...aber aufgrund des wenigen, was ich stückweise habe verstehen können, fürchte ich, dass die Gedanken des Lansberg und einige des Kepler eher zu einer Schwächung der Theorie des Copernicus, denn zu ihrer Stärkung beitragen...“. Dies würde eher auf eine gewisse Unsicherheit Galileis bei seiner Beurteilung Keplers hinweisen. Galilei drückt auch an anderer Stelle seine Unsicherheit aus, den oft schwer verständlichen Argumentationen Keplers folgen zu können.

Nach Drake sollte Galileis Erklärung der Gezeiten den Höhepunkt des Dialogs bilden, wobei alle vorhergehenden Kapitel nur als Vorbereitung für das Verständnis dieser Erklärung gedacht waren. Die Erklärung der Gezeiten war eine Angelegenheit der Physik, nicht der Astronomie.

Galilei erklärte die Gezeiten mit Hilfe der zweifachen Erdbewegung (tägliche und jährliche), so dass für ihn nur die copernicanische Theorie dazu in Frage kam. So ist das Fehlen jeder Diskussion und sogar einer korrekten Beschreibung der ptolemäischen und der copernicanischen Astronomie, geschweige denn der tycho-nischen und der keplerschen Beiträge, nicht überraschend. Da Kepler die Gezeiten mit einer Anziehungskraft des Mondes zu erklären versucht, also nicht mit Hilfe der zweifachen Erdbewegung, greift Galilei ihn in diesem Zusammenhang im Dialog scharf an: „Von allen bedeutenden Männern aber, ...wundere ich mich zumeist über Kepler, mehr als über jeden anderen. Wie konnte er bei seiner freien Gesinnung und seinem durchdringenden Scharfblick, wo er die Lehre von der Erdbewegung in Händen hatte, Dinge anhören und billigen, wie die Herrschaft des Mondes über das Wasser, die verborgenen Qualitäten und was der Kindereien mehr sind?“ (Er lässt dies Salviati sagen!)

Drakes Sicht könnte das Verhältnis Galileis zu Kepler im Dialog erklären. Aber um mit Erwin Panofski zu sprechen, Galilei hat auch in seinen früheren Arbeiten die fundamentalen astronomischen Entdeckungen Keplers ignoriert, obwohl er spätestens seit 1612 von den ersten beiden Keplergesetzen wusste, wie der Briefwechsel mit Cesi zeigt. Koyré argumentiert überzeugend dahingehend, dass Galileis Favorisierungen der Kreisform – auch in seinem zirkulären Trägheitsprinzip – und damit eine Ablehnung der Ellipsenbahnform nicht der ausschlaggebende Grund für die Ignoranz Galileis gewesen sein kann. Auch Kepler und seine Bundesgenossen hätten fest in ihrem Glauben an das höchste Formideal des Kreises und der Kugel gestanden.

Im Grunde habe Kepler in der Ellipse nie – noch weniger als Galilei – etwas anderes sehen können, als einen deformierten Kreis. Aber Keplers Einführung der elliptischen Bahnen sei mit einer dynamischen Konzeption verknüpft, die ihrerseits auf einem astralen oder zumindest solaren Animismus beruht. Kepler sei in animistischer Manier vorgegangen, wenn er die Antriebskraft der Sonne einer Seele

zuschrieb, vermöge welcher sie sich um sich selbst dreht und dabei gleich einem ungeheuren Wirbel eine magnetische oder quasi magnetische Wirkung emittiert, die die Planeten erfasst und um sie kreisen lässt. Für Galilei sei das eine Rückkehr zu magischen Vorstellungen gewesen. Kepler habe dem in der Renaissance kräftig wiederbelebten klassischen Animismus näher gestanden als Galilei, so sei es sehr wahrscheinlich, dass der Symbolismus Keplers und dessen kosmotheologische Argumentation (zu der auch Keplers Horror vor der Unendlichkeit des Alls gehörte; Galilei ließ die Frage offen) die gleiche Abneigung in Galilei wie gegen Tassos Allegorismus provoziert hätten.

Der Brief Galileis vom 26. Juni 1612 an Cigoli, in welchem Galilei seine ästhetischen Ansichten darstellt, ist uns nur als Kopie aus dem 17. Jahrhundert erhalten geblieben. Erwin Panofsky sieht den Brief als authentisch an, und Koyré schließt sich dieser Auffassung an. Galilei sieht gemäß Panofsky Tassos Werk im Licht des Manierismus. Galilei schreibt in seinen *Considerazioni al Tasso*, dass Tassos Erzählweise mehr einem Intarsienbild als an ein Ölgemälde erinnert. Das Intarsienbild besteht aus kleinen verschiedenfarbigen Holzstückchen, die nie und nimmer so zart miteinander zu vereinen sind, dass deren Umrisse aus der Vielfalt der Farben sich nicht scharf und schneidend abheben: das muss die Formen und Gestalten trocken und hart machen, ohne Rundungen und ohne Tiefe. In der Ölmalerei löst man die Umrisse sanft auf, geht ohne Schroffheit von einer Farbe in die andere über, daher das Bild weiche Rundung und Kraft erhält und überall an Tiefe gewinnt, Ariost modelliert schraffiert und modelliert runde Formen. Tassos Arbeit ist trockenes Stückwerk. Galilei bewundert Ariost, kritisiert aber Tasso. Galilei erweist sich als der klassischen Renaissance verpflichtet. Innerhalb der Bildniskunst schätzt und verteidigt er Klarheit, Frische und die ausgewogene Komposition der Hochrenaissance; zuwider ist ihm das manieristische Überladene und Übertriebene.

Nach Galileis Meinung erinnert das allegorische Gedicht an jene perspektivistischen Trickbilder, die als „Anamorphosen“ bekannt sind. Sie zeigen eine menschliche Gestalt aus der Seitenansicht, sieht man sie aber von vorne an, so zeigt sich nichts als ein Gewoge von Linien und Farben, indem wir mit rechter Mühe Schemen von Flüssen, kahlen Stränden, Wolken oder seltsame zwittrige Gestalten ausmachen. Gelänge es der allegorischen Poesie nicht, auch nur den geringsten Anschein von Anstrengung zu vermeiden, so zwänge sie in ganz ähnlicher Weise der geläufigen Erzählung, die von Natur aus offen einsichtig und direkt zugänglich ist – eine allegorische Bedeutung auf, die aus der Schräge sichtbar und zugänglich ist, die uns also in extravaganter Manier die Sicht versperrt durch lauter phantastische, chimärische und überflüssige Einbildungen.

Genau diese – vollkommen analoge – klassische Grundhaltung, das Bestehen auf Klarheit, Nüchternheit, Trennung des Genres finden wir in Galileis wissenschaftlicher Arbeit wieder. Wir finden sie wieder in seiner Abneigung gegen die Zahlenspekulation, sei sie biblisch oder pythagoräisch, gegen vermenschlichende

oder vergöttlichende Vergleiche in der Beschreibung des Kosmos. Dies scheint die Wurzel seiner Probleme mit der Denkweise Keplers zu sein.

Interessant ist, dass der Begriff „Chimäre“ im „Dialog“ Galileis genau an der Stelle auftaucht, wo er die Charakterisierung der Astronomie des Ptolemäus durch Copernicus als „Monster“ beschreibt.

Galilei schreibt: „Eure Bemerkungen sind ganz richtig. Ihr müsst aber wissen, dass das hauptsächlichste Ziel der Astronomen von Fach kein anderes ist, als nur Rechenschaft: von den Erscheinungen an den Himmelskörpern abzulegen. Um diese und die Bewegungen der Gestirne zu erklären, suchen sie einen passenden Aufbau durch Zusammensetzung von Kreisen herzustellen, derart, dass die auf Grund einer solchen Annahme gewonnenen Rechnungsergebnisse Bewegungen liefern, die mit den Erscheinungen selbst übereinstimmen, wobei ihnen wenig darauf ankommt, irgend welche ganz ungeheuerliche Hypothese zu benutzen, die tatsächlich aus anderen Rücksichten Anstoß erregend sein könnte. Kopernikus selbst schreibt, er habe bei seinen ersten Studien die astronomische Wissenschaft auf Grund der unveränderten Voraussetzungen des Ptolemäus neu zu gestalten gesucht und die Bewegungstheorien der Planeten derart verbessert, dass die Rechnungen mit den Erscheinungen und die Erscheinungen mit den Rechnungen sehr wohl übereinstimmten, nur insoweit jedoch als man einzeln Planet für Planet vornahm. Er fügt aber hinzu, dass er danach versucht habe, den gesamten Bau aus den Einzelkonstruktionen zusammenzufügen; da sei daraus ein Ungetüm, eine Chimäre entsprungen, zusammengesetzt aus den ungleichartigsten, völlig unvereinbaren Gliedern, sodass zwar die Aufgabe des rechnenden Fachastronomen eine befriedigende Lösung gefunden habe, nicht aber habe der Astronom als Philosoph sich daran genügen lassen können. Da er aber sehr wohl einsah, dass, wenn schon die Himmelserscheinungen aus falschen Annahmen heraus allenfalls eine Erklärung finden konnten, dies noch weit besser auf Grund wirklich zutreffender Voraussetzungen möglich sein müsse, so begann er sorgfältig nachzuforschen, ob einer der bedeutenden Männer des Altertums der Welt einen anderen Bau zugeschrieben habe als den allgemein gebilligten des Ptolemäus. Er fand nun, dass einige Pythagoreer der Erde speziell die tägliche Umdrehung, andere ihr auch die jährliche Bewegung beigelegt hatten; da machte er sich denn daran, mit diesen beiden neuen Voraussetzungen die Erscheinungen und Besonderheiten der Planeten in Übereinstimmung zu bringen, Dinge, welche ihm alle bequem zur Hand waren. Als er nun schließlich sah, dass das Ganze auf wunderbar einfache Weise in Harmonie stand mit seinen Teilen, so nahm er dieses neue Weltsystem an und fand in ihm Befriedigung.“ Diese Harmonie des copernicanischen Planetensystems, die durch die Ursache „Erdbewegung“ für die Verschiedenheiten der Planetenbewegungen entsteht, übte eine Faszination auf Galilei (und auch auf Kepler) aus, der zunehmend weitere Astronomen erlagen; die stimmige, dichte logische Vernetzung der Planetenbewegungen des copernicanischen Systems wurde allmählich zum Markenzeichen physikalischen Denkens. Albert Einstein wird später

von „innerer Geschlossenheit“ einer physikalischen Theorie sprechen. Im Gegensatz dazu sah Galilei – wie schon Copernicus – das ptolemäische System als „Monster“ an; Galilei spricht von Chimäre, ein Terminus, den er in seinen Briefen oft gebraucht. Er fürchtet sogar, dass Keplers Veränderung der copernicanischen Astronomie sozusagen einen Rückschritt in diesen chimärischen Charakter darstellt; der Manierismus hält wieder Einzug in das „Weltgemälde“ der Astronomie. Nun war Giuseppe Arcimboldo 26 Jahre lang der hochgeachtete „Hauskonterfetter“ der Prager Kaiser. Kaiser Ferdinand I. berief ihn 1562 an den Hof nach Prag. Dort entwickelte Arcimboldo seinen originellen manieristischen Stil, der ihm später auch die Wertschätzung von Ferdinands Nachfolgern, Maximilian II. und Rudolf II. einbrachte. Er wurde deshalb auch in Prag in den Adelsstand erhoben. 1592 verlieh ihm Rudolf II. die Würde eines Pfalzgrafen.

Nun war Kepler der Hofastronom Rudolf II. und die Zentralfigur des sogenannten Prager „Pansophismus“, den Kepler mit seiner „Weltharmonik“ vertritt: Zahlenmystik und musikalische Harmonien prägen den Charakter des Planes, nachdem Gott die Welt gebaut hat; Zahlen aus der Bibel, Formen der Bienenzellen, Symmetrie der Schneeflockenkristalle und vieles mehr kennzeichnen diese philosophische Haltung. Keplers Werk ist der Höhepunkt der rudolfinischen Pansophie, der Sehnsucht nach universalem Wissen. Und Galilei setzt sich gegen die „im Norden, über den Alpen“ ab.

Im dritten Brief über die Sonnenflecken an Markus Welser in Augsburg am 1. Dezember 1612 spricht er das Thema der manieristischen Malerei Arcimboldos ebenfalls an, lehnt diese dabei nicht ab, warnt aber vor ausschließlicher Betätigung im Sinne des Manierismus: „Sie wollen nie ihre Augen von diesen Textstellen (des Aristoteles!) erheben – als ob dieses große Buch des Universums geschrieben worden sei, um von niemand anderem als Aristoteles gelesen zu werden und seine Augen dazu bestimmt worden seien, für alle Nachfahren zu sehen. Diese Kollegen, die sich derart strengen Gesetzen unterwerfen, erinnern mich an gewisse kapriziöse Maler, die sich gelegentlich zwingen, zum Scherz ein menschliches Gesicht oder etwas anderes darzustellen, indem sie einiges landwirtschaftliches Zubehör zusammenbringen, auch einige Früchte, oder vielleicht die Blumen dieser oder jener Jahreszeit. Solche bizarren Aktivitäten, solange sie im Scherz vorgebracht werden, sind hübsch und gefällig und enthüllen größere Findigkeit bei einigen Künstlern als bei anderen, indem sie fähig gewesen sind, dieses oder jenes Material für die gewählte Form klüger auszuwählen und anzuwenden. Aber wenn jemand alle seine Studien in einer derartigen Malschule verfolgen würde und dann allgemein folgern würde, dass alle anderen Arten der Darstellung tadelnswürdig und unvollkommen seien, so ist es sicher, dass Cigoli und andere berühmte Maler ihn verhöhnen würden.“

Arcimboldo, der Zeremonienmeister Kaiser Rudolph II. ist repräsentativ für den Prager Manierismus und dessen Einbettung in die Prager Pansophie und damit auch für die Persönlichkeit Keplers, in dessen Darlegungen sich die Wege streng

theoretischen Denkens intensiv mit der Gedankenwelt des Manierismus verbinden und der den Höhepunkt der Prager Pansophie verkörpert. Die grundsätzlichen Tendenzen der künftigen rudolfischen Wissenschaft scheinen sich bereits deutlich- und nahezu symbolisch während Rudolfs Krönung zum Kaiser in Regensburg im Herbst 1576 entschieden zu haben, nämlich in Form der dortigen Begegnung zweier Wissenschaftler seines künftigen Gelehrtenhofes: Taddeus Hajek nahm als Arzt im Gefolge des Vaters Rudolfs, Maximilian II., an der Krönung teil, und Tycho Brahe, der spätere Hofastronom Rudolfs (ab 1599) ließ sich die Gelegenheit der Teilnahme an dem gesellschaftlichen Ereignis nicht entgehen.

Hajek und Brahe hatten Schriften über dasselbe Phänomen publiziert, über den neuen Stern von 1572 in der Gruppe der Cassiopeia. Diese Regensburger Begegnung entschied quasi symbolisch über die grundsätzliche Ausprägung des künftigen rudolfischen Gelehrtenzentrums in Prag: die Astronomie würde das Zentrum sein (nicht die Alchemie, wie viele Historiker meinten); sie würde ein neues kosmologisches Weltbild entwerfen, das sich gegen die alte aristotelische Konzeption wenden und vervollkommend an die Position des Copernicus anknüpfen sollte. Bereits hier in Regensburg entstand die Grundlage für die führende Position Hajeks, Brahes und Keplers im Gelehrtenkreis am Hofe Rudolfs. Die tolerante geistige und religiöse Haltung Rudolfs II., die schon sein Vater Maximilian II. pflegte, trug bedeutende Früchte. Prag wurde damals gewissermaßen ein ruhender Pol in einem geistigen Klima, das der Entfaltung neuer, nicht traditioneller Konzepte außerordentlich förderlich war. Bei der Berufung Tycho Brahes 1599 nach Prag hatte Hajek seine Hände im Spiel, die Folge war Keplers Berufung 1601. Der sprachlich, künstlerisch und wissenschaftlich gelehrte Rudolph II., als Kaiser sehr umstritten, vielseitig interessierter Sammler, hat großen Anteil am Verlauf der wissenschaftlichen Revolution. Bei der Beurteilung der unterschiedlichen Stellungnahmen zum Werk und den Briefen Keplers spielt der Charakter des Prager Gelehrtenzentrums eine wichtige Rolle.

References

- CASPAR M. (Hrsg.), Johannes Kepler in seinen Briefen, München-Berlin 1930.
DRAKE S., Galilei, Freiburg 1999.
DRAKE S., Discoveries and opinions of Galileo, New York 1957.
DRAKE S., Galileo: Pioneer scientist, Toronto 1990.
FÖLSING A., Galileo Galilei – Prozess ohne Ende, München 1983.
GALILEO GALILEI, Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, Stuttgart 1982.
GALILEO GALILEI, Schriften-Briefe-Dokumente, München 1987.
GALILEO GALILEI, Le Opere di Galileo Galilei, Edizione Nazionale, 20 Bde., Florenz 1890–1909 (Hrsg. v. A. Favoro).
GERL A., Nicolaus Copernicus und das aristotelisch-ptolemäische Monster, Acta Albertina Ratisbonensia, Regensburg 1988.

HOLTON G., Einstein, die Geschichte und andere Leidenschaften, Wiesbaden 1998.
KOESTLER A., Die Nachtwandler, Bern-Stuttgart 1959.
KOYRÉ A., Leonardo, Galilei, Pascal, Frankfurt 1998, Prag um 1600, Kulturstiftung Ruhr Essen 1998.
ROSSI P., Die Geburt der modernen Wissenschaft in Europa, München 1997.
SHARRATT M., Galileo decisive innovator, Cambridge 1994.
TRUNZ E., Wissenschaft und Kunst im Kreise Kaiser Rudolfs II., Neumünster 1992.

