

# Zum 400. Geburtstag von Galileo Galilei : 15. Februar 1964

Autor(en): **Fleckenstein, J.O.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen  
Gesellschaft**

Band (Jahr): **9 (1964)**

Heft 84

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-900224>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## ZUM 400. GEBURTSTAG VON GALILEO GALILEI

(15. FEBRUAR 1964) \*

VON J. O. FLECKENSTEIN

«Eppure si muove!» Diese trotzigen Worte legten die späteren und insbesondere die Männer des Risorgimento Italiano ihrem Helden Galilei in den Mund, als er vom Tribunal der Inquisition am 22. Juni 1633 abtreten durfte. In Wirklichkeit aber war der Greis ein gebrochener Mann, der kniend vor den Vätern des heiligen Offiziums mit den Händen die Bibel berührend in Santa Maria sopra Minerva zu Rom seinen Abschwur des heliozentrischen Weltsystems des Kopernikus leistete. Was Schiller in der Idealgestalt des Marquis de Posa ausgedrückt hatte, war hier wiederum zur finsternen Tat geworden: «Die prahlende Vernunft der Wissenschaft» war zu Fall gebracht, unblutig diesmal zwar, denn der über die Scholastik spottende Gelehrte war trotz allem ein treuer Sohn seiner Kirche im Gegensatz zu dem den Papst lästernden entlaufenen Mönch Giordano Bruno, den das Festhalten am kopernikanischen System ein paar Jahrzehnte vorher auf den Scheiterhaufen gebracht hatte. Nur der Historiker ist imstande, das Faktum aufzuklären, wie die blossе geometrische Theorie des Aufbaus unseres Planetensystems im 16. Jahrhundert zu einer lebensgefährlichen Häresie wurde, während sie im 15. Jahrhundert selbst von den höchsten Spitzen der Geistlichkeit (Kardinal Cusanus!) vertreten werden konnte. Die protestantische Reformation, welche den Vatikan in eine Defensivstellung drängte, ist keineswegs eine Erklärung für dieses Faktum; denn während Kopernikus in aller Unschuld 1543 dem Papst Paul III. sein «De revolutionibus orbium coelestium» widmen konnte und die römische Kirche sich über ein halbes Jahrhundert dem heliozentrischen System gegenüber neutral verhielt, haben die Reformatoren, allen voran Luther, Kopernikus als einen «Narren» verurteilt und das heliozentrische System verboten. Es war der ganze Aufwand an lateinischem Zeremoniell der römischen Kirche, der den Galileiskandal als ein spezifisch katholisches Phänomen erscheinen liess, das in unseren Tagen noch Bert Brecht zu seinem Drama nötigte, während in Wirklichkeit alle christlichen Kirchen das heliozentrische System als häretisch verdammten, so auch im «Syllabus Controversiarum» die

---

\* Mit freundlicher Genehmigung der «Basler Nachrichten».

Basler Synode vom Jahre 1662. Es scheint, dass sich an dieser wissenschaftlichen Lehre des Kopernikus die ganze Opposition der Hüter der traditionellen Mächte, sei es nun im protestantischen Norden, sei es im katholischen Süden, gegen die « Nuova Scienza » überhaupt fixieren konnte. So wurde auch der Vater dieser « Nuova Scienza » zum Märtyrer des kopernikanischen Systems, als welcher er in das Bewusstsein der modernen westeuropäischen Zivilisation eingegangen ist.



GALILEO GALILEI.

Kupferstich von Ottavio Leoni, 1624.

Aus der Porträtsammlung des Deutschen Museums

*Vorläufer und Zeitgenossen Galileis.*

Es verkörpert jedoch eigentlich nur im geringen Masse das kopernikanische System den Geist der « Neuen Wissenschaft »: Schon in der

Antike hatte der Mathematiker Aristarch von Samos (um 250 vor Christus) bemerkt, dass die komplizierten Epizykelbewegungen bei den Planeten wegfallen, wenn man statt der Erde die Sonne in das Zentrum der Welt setzt. Doch konnte sich dieser Gesichtspunkt der geometrischen Vereinfachung gegenüber den naturphilosophischen Prinzipien des Aristoteles nicht durchsetzen: Da alle Körper zum Erdzentrum zu fallen streben, welches der Träger des schwersten Elementes ist, muss diese selbst und nicht der «leichtere» Feuerkörper Sonne das Weltzentrum sein. Da Aristarch selber berechnet hatte, dass die Sonne 19mal weiter als der Mond von der Erde entfernt sei (in Wirklichkeit aber 400mal) und ihr Durchmesser das 5,5fache der Erde betrage (in Wirklichkeit das 109fache), so war in der Antike nie einzusehen, dass ein schwererer Körper um einen leichteren kreise. Zudem müsse sich ja die Kreisbewegung der Erde um die Sonne in einer kleinen (parallaxischen) Verschiebung der von der Erde aus anvisierten Fixsterne am Himmel selbst abbilden: ein Effekt, der erst vor anderthalb Jahrhunderten von den Astronomen mit allem Raffinement der modernen Messkunst aufgefunden werden konnte. Kopernikus erst hatte den Mut des Mannes der Neuzeit, einem mathematischen Prinzip der Vollkommenheit und Einfachheit den Primat über die naturphilosophischen Bedenken zu geben, die er einfach mit der Bemerkung beiseite schob, dass die Fixsterne praktisch unendlich weit von uns entfernt seien, so dass eine Parallaxe nicht mehr nachweisbar ist. Damit waren auch die grossen Distanzen gewonnen, in welche man die Sonne hinauschieben konnte, so dass sie bei 1 300 000fachem des Erdvolumens an unserem Himmel doch nur so gross wie die Mondscheibe erscheint.

Die Vision des ins Unendliche aufgebrochenen Weltalls aber faszinierte die Zeitgenossen; Giordano Bruno lehrte die Unendlichkeit des Weltenraums und die Vielheit belebter Welten. Dieser Raumpanteismus des Bruno stand auch im Hintergrund der Kosmologie des Galilei. Es ist durchaus möglich, dass der starke Eindruck des Feuertodes von Giordano Bruno auf die damalige Gelehrtenschaft Galilei dazu anspornte, der Kirche einen zweiten derartigen Skandal zu ersparen und sie von der Blamage eines Verbots der kopernikanischen Lehre abzuhalten. Aber wie Kopernikus, so steht auch Galilei noch in der Renaissance, die das Unendliche nur perspektivisch kennt und deshalb dem Raum noch in antiker Weise eine Struktur verleiht, in welcher es nur gerade Linien und Kreise gibt. So hält Galilei als selbstverständlich an der Kreisbahn der Planeten fest — womit auch Kopernikus noch zu Exzentern als inverse Epizykelbewegung genötigt wird, um die Feinheiten der Planetenbahnen zu erklären. Damit wurde kaum ein wesentlicher mathematischer Fortschritt über Ptolemäus hinaus erzielt, ganz abgesehen von dem heute selbstverständlichen relativistischen Postu-

lat der «Aequivalenz» von heliozentrischem und geozentrischem System, solange man nur Kinematik des Planetensystems treibt.

Dabei hatte Galileis Zeitgenosse, der Schwabe Johannes Kepler, schon die elliptische Bahnform der Planeten erkannt; es ist um so erstaunlicher, dass Galilei von dieser fundamentalen Entdeckung Keplers, welche erst eigentlich den Uebergang der antiken Planetengeometrie in die moderne Planetendynamik vollzieht, keine Notiz nimmt, als er durch eine Korrespondenz mit Kepler verbunden war. Kepler war der erste, der die astronomischen Beobachtungen Galileis mit dem Fernrohr, Jupitermonde, Mondgebirge, Venusphasen usw. mit dem Gewicht seiner wissenschaftlichen Autorität für real erklärte, während die scholastischen Kollegen Galileis sie einfach gemäss dem Grundsatz «es kann nicht sein, was nicht sein darf» hinwegdisputierten und die optischen Phänomene als blosse Fehler in der Glaslinse in der Art von «ludus naturae» erklärten. Der «omnium scholasticorum papa», in Florenz, der Philosoph Cremonini, weigerte sich überhaupt, durch das Fernrohr zu sehen. Man versteht, dass Galilei für das grosse Publikum überhaupt als Astronom gilt, während in dieser Disziplin seine eigentlichen wissenschaftlichen Leistungen vielleicht am geringsten waren trotz seinen Fernrohrbeobachtungen am Himmel und trotz seinem Martyrium für das kopernikanische System, wozu es nämlich beiderseits keines galileischen Genius bedurft hätte.

#### *Galileis Bindungen.*

Gegenüber Kepler ist Galilei noch ein halbes Jahrhundert zurück. Selbst als Mathematiker überwindet Galilei nie die Hemmungen der Antike, Arithmetik auf Geometrie anzuwenden, da doch Zahlen und Figuren «wesensfremd» seien. Dieses antike Motiv wirkt noch weit bis zu Galileis Nachfolgern in der Florentiner Schule nach, welche ohne jegliche Algebra in ihrer kunstvollen «Indivisibilienmathematik» (von Oswald Spengler «Jesuitenmathematik» genannt) schon den Embryo der späteren Infinitesimalrechnung schufen und so trotz aller neuplatonischen Dialektik doch nie den Boden des antiken Denkens verliessen. Kepler dagegen ist Meister der arithmetischen Methoden und schafft sich selbständig eine moderne Approximationsmathematik, welche sich der Indivisibilien wie der Atome des Kontinuums bedient. Damit stösst Kepler zwar weit in die Domäne der künftigen «Nuova Scienza» vor, indem er schon Raumfiguren von variabler Krümmung berechnen kann. Er verlässt den antiken Raum mit starren Geraden und Kreisen von konstanter Krümmung und hat den Mut, die geheiligten Kreisbahnen des Plato zu Ellipsen zu «verbiegen», in welchen sich

nun die Planeten nicht mehr mit konstanter Geschwindigkeit bewegen können, sondern mit variabler Geschwindigkeit um die Sonne «herumfallen» müssen, in Sonnennähe schneller, in Sonnenferne langsamer. Bei seinem archaischen Neopythagoreismus freilich, der die kosmologische Mystik Keplers so eindrücklich charakterisiert, verirrt sich der barocke Astronom in Spekulationen, die ihm die Erfassung des Begriffes der Kraft versperren, so dass selbst Kepler nicht über die aristotelische Physik hinauskommt. Galilei dagegen, der bei den antiken Prinzipien der Renaissance verharret, überwindet als erster konsequent den aristotelischen Kraftbegriff, obwohl sein geometrischer Raum, in welchem sich nun die Massenpunkte nach den Prinzipien der neuen Dynamik bewegen, noch derjenige der Antike mit blossen Geraden und Kreisen ist. Die Ueberwindung eines zweitausendjährigen Irrtums des menschlichen Denkens durch Galilei, dass nicht die Geschwindigkeit, mit welcher sich ein Zustand ändert, die Kraft bestimmt, sondern die Aenderung dieser Geschwindigkeit, hat ihn oft als einen Denker erscheinen lassen, der, wie Pallas Athene aus dem Haupte des Zeus entspringt, die moderne Physik eigenmächtig erschaffen hat. In Wirklichkeit steht Galilei am Ende eines langen Zersetzungsprozesses der scholastischen Philosophie infolge der nominalistischen Kritik; bei ihm ist das «prädikativ-substanzielle» Denken der Antike zu Ende gelangt und das funktionelle Denken der modernen Wissenschaft geboren. Als Physiker ist er darum ein Jahrhundert über Kepler hinaus, obwohl Galilei seine Gedanken noch hinter der antikisierenden Form der Renaissance verbirgt. Unglaublich aber ist es, dass Galilei Keplers elliptische Planetenbewegung nicht begriff, obwohl diese ja geradezu den «Begründer des Fallgesetzes» zur dynamischen Erklärung hätte erleuchten müssen. Diese Anwendung der Galileischen Dynamik auf die Keplerschen Ellipsen leistete erst der Newtonsche Genius, der im gleichen Jahr geboren wurde, in welchem Galilei starb, (25. Dezember 1642 alter Rechnung). Es ist eine müssige Frage, ob eventuelle «Vorläufer Galileis» in der Scholastik dem Genie des Toskaners Abbruch tun; denn der Genius ist ja gerade derjenige, welcher in vollendeter nicht mehr zu übertreffender Form das ausspricht, was «in der Luft liegt», indem nur er das Zwiesgespräch mit dem Geiste der Zeit zu führen vermag. Und darum erhebt die Menschheit auch die Genien zu den Göttern. Die letzte Scheu vor diesem Genius war es wohl, welche die Inquisition abhielt, Galilei ganz zu fällen, der schon als Greis zu einem Standbild seiner selbst geworden war. Aber wie so oft, ist der Genius zugleich auch das grosse Aergernis seiner Zeitgenossen...

#### *Galileis Leistung.*

Der tragische Eugen Dühning, der durch seine Preisschrift «Geschichte der Mechanik» (1872) berühmt geworden ist, urteilt über Galilei:

«Wie man aber auch den Sinn des Wortes bestimmen möge, so wird doch in jedem Fall, also für den weiteren wie für den engeren Begriff der Sache, Galilei als der Urheber der ersten Grundsätze und zugleich auch der wichtigsten Hauptlehren der allgemeinen Dynamik zu betrachten sein. Abgesehen von den greifbaren Errungenschaften, wie sie in der Theorie der Fallgesetze auch für die oberflächlichste Auffassung vorliegen, ist aber besonders der Grad von Klarheit des Bewusstseins hervorzuheben, mit welchem das neue Wissen bei Galilei auftritt. Selbst wenn es gelänge, noch manche Einzelheiten auch schon bei Vorgängern nachzuweisen, so würde doch auch für derartige Punkte die vorzügliche Form der Galileischen Vorstellung- und Darstellungsart einen nicht unwesentlichen Unterschied begründen. Sein Gedankengang und seine Fassung der Ideen legen die neuen Erkenntnisse in einer Weise vor Augen, die für den fraglichen Wissenszweig bisher noch nicht übertroffen, ja nicht einmal wieder erreicht worden ist. Wenn er schrieb, so war es ihm darum zu tun, in einer lebenden Sprache die Gedanken in der natürlichsten Weise auseinander entstehen zu lassen. Nicht die Mitteilung fertiger Ergebnisse oder die Betätigung von Kunstgriffen, sondern die möglichst naturgemässe Auffassung des Naturverfahrens selbst war sein Ziel. Wie er an die Stelle blosser Statik die neue Wissenschaft der Dynamik setzte, so vertauschte er auch die starren Formen der Ueberlieferung mit einer auf Bewegung beruhenden Expositionsmethode. Die dialogische Entwicklung, die er als äussere Form für seine Hauptschriften wählte, hat daher bei ihm eine innere Bedeutung. Sie ist das Gewand, in welchem er seine echt dialektisch gehaltenen Untersuchungen am ungezwungensten vorführen konnte.»

Galilei hat in zwei derartigen grossen Dialogen seine Erkenntnisse niedergelegt und wurde damit — wie sein Vorbild Platon — zum Mitbegründer der italienischen Nationalliteratur. Sein gesamtes Opus liegt in 22 Quartbänden vor, mit allen Korrespondenzen und Manuskriptentwürfen, insbesondere Beschreibungen von von ihm erfundenen Instrumenten. Diese italienische Nationalausgabe hat mit der ersten textkritischen Edition des ersten Klassikers der exakten Wissenschaften zugleich auch das Vorbild für die nationalen Editionen der Klassiker der anderen Nationen geschaffen. Es ist hier nicht der Ort, nun alle diese kleinen «Patentschriften» Galileis zur Pendeluhr, zum Fernrohr, Thermoskop usw. zu würdigen; ebensowenig können die zahlreichen Gelegenheitsschriften besprochen werden. Nur der «Saggiatore» von 1624 muss erwähnt werden; denn in dieser Schrift erhebt sich Galilei wiederum zu seiner hohen literarischen Meisterschaft. Hier stehen die unsterblichen Worte «Vom Primat der mathematischen Funktionen über die relationierenden physischen Subjekte», so dass nur derjenige, der die neue Mathematik versteht, die Schriftzeichen des

himmlischen Kosmos zu lesen imstande ist, Worte, die wie keine anderen das Wissenschaftsideal der «Nuova Scienza» charakterisieren. Da das Werk als Streitschrift erschien, erregte es allgemeines Interesse und die Bewunderung seines Freundes Kardinal Barberini, der 1624 als Papst Urban VIII. den Thron bestieg. Es gelang nun später den Feinden Galileis, den Freund in einen Feind zu verwandeln, indem man dem Papste einflüsterte, mit dem Dialogpartner «Simplicio» im «Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo» von 1632 sei nicht etwa, wie Galilei vorgebe, der antike berühmte Aristoteleskommentator Simplikios gemeint, sondern Urban VIII. als Simpel. Natürlicherweise hatte dieser als Kardinal Barberini bei früheren mündlichen Diskussionen mit dem grossherzoglichen toskanischen Mathematiker die auf der Hand liegenden Argumente des Aristoteles gegen das heliozentrische System ins Feld geführt. Die anderen beiden Dialogpartner sind Sagredo, ein venezianischer Edelmann (geboren 1572) und Salviati (1583-1614), ein junger venezianischer Gelehrter, der 1612 schon Mitglied der Accademia dei Lincei in Rom wurde. Da Simplicio die einzige Phantasiefigur in diesem Trio ist, so musste Galilei geradezu mit seiner Mystifikation die Verleumder reizen. Obwohl der Dialog von 1632 in erster Linie dem kopernikanischen System gewidmet ist, bringt Galilei schon hier seine neue Physik, seine neue Forschungsmethode und seine ganze Naturphilosophie zur Darstellung. Und offenbar war überhaupt diese gemeint, als die Inquisition zur Verdammung schritt, indem sie den berühmten Widerspruch der Bibelstelle mit dem kopernikanischen System nur als einen formalen Vorwand benutzte, um den Begriff der «Häresie» für die «Nuova Scienza» anwenden zu können. Denn der platonische Positivismus Galileis war natürlich das doppelte Todesurteil über jede Art von Scholastik.

In der vornehmen Internierung durch die Inquisition in einem Hause zu Arcetri schrieb nun Galilei als fast erblindeter Greis sein fundamentales Werk «Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze», das er bezeichnenderweise aus Italien herausschmuggeln musste, und in dem das gleiche Trio wieder zum Trilog zusammentritt, und welches schliesslich fast gleichzeitig mit Descartes' unsterblichem «Discours de la méthode» 1638 beim gleichen Verleger Elzevier in Leyden erschien. Damit hatten zwei Geisteskinder das Licht der Welt erblickt, deren Vereinigung ein halbes Jahrhundert später bei Newton und Leibniz den Inhalt und die Form der «Nuova Scienza» ergeben sollte: den Cartesischen Rationalismus der algebraischen Methode und die Galileische Dialektik des neuen physikalischen Funktionalismus.

Adresse des Verfassers:

Prof. Dr. J. O. FLECKENSTEIN, Mathematische Anstalt  
der Universität Basel.