

Pressemitteilung: 450 Jahre Galilei  
22.01.2014



Galilei, Galileo: Opere complete. Vol. 1. Firenze, 1842. Bibliothek des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte.  
[Abdruck frei mit Quellenangabe]

**Mit dem Einkaufszettel zum Weltruhm**  
Am 15. Februar 1564 wurde Galileo Galilei geboren

***Galileo Galilei, einer der wichtigsten Wegbereiter der modernen Naturwissenschaften, ist zum Mythos geworden nach seiner Verurteilung durch die römische Inquisition. Am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (MPIWG) in Berlin decken Forscher auf, was hinter dem Mythos Galilei steht. Anhand von teils überraschenden Dokumenten wie einem Einkaufszettel des Mathematikprofessors in Padua ergründen sie, welche Rolle das praktische Wissen im 17. Jahrhundert – von der Glasherstellung bis zur Artillerie – für die wissenschaftliche Revolution spielte und welche Reflexionsprozesse zu einem neuen Weltsystem führten.***

Galileis wechselvolle Geschichte beginnt in Pisa, wo er am 15. Februar 1564 als erster Sohn in eine Patrizierfamilie hineingeboren wird. Sein Vater Vincenzo ist Komponist und Musiktheoretiker, ein Künstler mit Leib und Seele und engen Verbindungen zum Hof der Medici in Florenz, wohin die Familie 1574 übersiedelt. Galileo erlernt das Lautenspiel, besucht eine

Klosterschule, wird in die Welt der akustischen Experimente und in das höfische Umfeld eingeführt. Nur widerwillig schreibt er sich als 17-Jähriger auf Geheiß des Vaters zum Medizinstudium an der Universität Pisa ein. Dort entdeckt er seine Liebe zur Mathematik.

In den Folgejahren tut sich Galileo Galilei durch mathematische Studien zu Problemen der Mechanik hervor, die Archimedes einst aufgeworfen hatte. Dank der Fürsprache seines Gönners Guidobaldo del Monte erhält er schließlich einen Lehrstuhl für Mathematik an der Universität Padua. „Guidobaldos Werkstatt und sein Engagement als Instrumentenbauer, Ingenieur und militärischer Berater beeindruckten ihn nachhaltig“, betont Jürgen Renn, Direktor am Berliner Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte. Eintragungen in einem Notizbuch Guidobaldos, das sich erhalten hat, geben Aufschluss darüber, wie sie im Jahr 1592 gemeinsam die Bewegung von Projektilen studieren. Dazu färben sie kleine Kugeln mit Tinte ein und schießen sie über eine schiefe Ebene, auf der farbige Spuren zurückbleiben. Haben die Bahnen die Form einer Parabel? Einer Hyperbel? Einer umgedrehten Kettenlinie? In den „Discorsi“ (Seite 8), seinem bahnbrechenden Werk zur Mechanik, wird Galilei auf diese Versuche zurückkommen.

In Padua richtet er sich nach dem Vorbild seines Gönners eine Werkstatt ein. Er beschäftigt sich mit Ballistik und Festungsbau, als er 1609 von einem optischen Vergrößerungsinstrument hört, das holländische Brillenmacher gebaut haben sollen. Das Rohr mit den zwei Linsen lässt ihm keine Ruhe mehr. Der Wissenschaftshistoriker Matteo Valleriani hat auf der Rückseite eines Briefes aus Venedig eine ungewöhnliche Einkaufsliste (Seite 4) vom November 1609 entdeckt. „Das kuriose Sammelsurium – Kanonenkugeln, Orgelpfeifen, Tonerde, Filz etc. – verzeichnet jene Utensilien, die Galilei für erforderlich hielt, um mit eigenen Händen neue, bessere Linsen herzustellen“, erläutert der Wissenschaftshistoriker. Mit dem ausgezeichneten Teleskop entdeckt Galilei Berge und Täler auf dem Mond, vier Jupitermonde und zahllose andere, bis dahin unbekannte Gestirne. Er wird als „Kolumbus des Himmels“ gefeiert und zum Hofphilosophen der Medici in Florenz ernannt.

Nach dem unverhofften Karrieresprung und weiteren brisanten astronomischen Entdeckungen tritt Galilei immer offener für das kopernikanische Weltbild ein. In seinem Eifer schreckt er nicht davor zurück, auch die Heilige Schrift dahingehend auszudeuten. Damit manövriert er sich in eine heikle Lage. Plötzliche Anschuldigungen gegen ihn beunruhigen die Mutter des toskanischen Großherzogs, Christine von Lothringen. Schließlich wird die Inquisition tätig. Ein Dekret verbietet im Jahr 1616 das kopernikanische Werk so lange, bis es entsprechend korrigiert ist. Den Medici-Höfling erwähnt es zwar nicht namentlich, aber der Kardinal-Inquisitor in Rom, Roberto Bellarmino, ermahnt Galilei, die kopernikanische Theorie in Zukunft nicht mehr als Tatsache zu vertreten.

Unter dem 1623 begonnenen Pontifikat Urbans VIII., der seinen „Bruder“ Galilei zu langen Gesprächen empfängt, fühlt sich der Hofphilosoph dazu ermuntert, seine astronomischen

Ergebnisse zu publizieren. Mit seiner Theorie über die Entstehung von Ebbe und Flut (Seite 6) meint er, einen Beweis für die Bewegung der Erde vorlegen zu können. Der Wissenschaftshistoriker Jochen Büttner hat anhand von Dokumenten untersucht, auf welcher Erfahrungsbasis Galilei zu seiner eigenartigen Gezeitentheorie gelangte und warum er Ebbe und Flut als Folgeerscheinungen einer sich bewegenden Erde verstand. Dass sich die Theorie später als nicht stichhaltig erweisen sollte, hat seinen Nachruhm nicht geschmälert. Denn mit der Publikation des prokopernikanischen Werks kommt es zum folgenschweren Zerwürfnis mit dem Papst. Auf dem Tiefpunkt seines Pontifikats lässt Urban VIII. den Günstling Galilei und mehrere andere Vertraute fallen. In einem Inquisitionsprozess muss Galilei der kopernikanischen Lehre 1633 abschwören. Man verurteilt ihn zu lebenslangem Hausarrest.

Das Buch der Natur sei in der Sprache der Mathematik geschrieben, so Galilei, „und die Buchstaben sind Dreiecke, Kreise und andere geometrische Figuren, ohne die es dem Menschen unmöglich ist, auch nur ein Wort zu verstehen; ohne sie ist es ein vergebliches Herumirren in einem dunklen Labyrinth“. Mit den „Discorsi“ (Seite 8), die Galilei in hohem Alter ohne das vorherige kopernikanische Pathos schreibt, gelingt ihm eine wegweisende Demonstration der mathematischen Beschreibbarkeit der Natur. In dem Werk spricht der Mathematiker aber auch den Technikexperten des Arsenal seinen Dank aus. Im Arsenal, der venezianischen Flottenbasis und Werft, wo Fragestellungen des Schiffbaus, des Wasserbaus und der Artillerie zusammenfließen, hatte Galilei jahrelang die Funktionsweisen von mechanischen Hebewerkzeugen oder die Festigkeit von Materialien studiert. „Den eigentlichen Katalysator für die Transformation des Wissens der vorklassischen Physik bildeten die herausfordernden Gegenstände der zeitgenössischen technischen Praxis“, resümiert Jürgen Renn.

Galilei, inzwischen erblindet, stirbt am 8. Januar 1642 in seiner Villa in Arcetri bei Florenz.

**Informationen auf Website:** [www.mpiwg-berlin.mpg.de](http://www.mpiwg-berlin.mpg.de)

Bildmaterial zum Download: [www.mpiwg-berlin.mpg.de/de/aktuelles/presse.html](http://www.mpiwg-berlin.mpg.de/de/aktuelles/presse.html)

**Presse Kontakt:** Ulla Drenckhan: tel. 0049 (0)30 22667-242, [udrenckhan@mpiwg-berlin.mpg.de](mailto:udrenckhan@mpiwg-berlin.mpg.de)

**Ansprechpartner am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte:**

Prof. Dr. Jürgen Renn: tel. 0049 (0)30 22667-101, [rennoffice@mpiwg-berlin.mpg.de](mailto:rennoffice@mpiwg-berlin.mpg.de)

Dr. Matteo Valleriani: tel. 0049 (0)30 22667 128, [valleriani@mpiwg-berlin.mpg.de](mailto:valleriani@mpiwg-berlin.mpg.de)

Dr. Jochen Büttner: tel. 0049 (0)30 2093-98067, [buettner@mpiwg-berlin.mpg.de](mailto:buettner@mpiwg-berlin.mpg.de)

## Eine Orgelpfeife als Fernrohr

Wie aus dem Mathematikprofessor Galilei ein Himmelsbeobachter wird

Von Matteo Valleriani

In Padua verwandelt sich Galileis Haus in eine militärische Ausbildungsstätte. Gegen Bezahlung bildet der Professor der Mathematik Offiziere auf dem Gebiet der Kriegskunst aus, gibt Einführungsvorlesungen in Geometrie, technischem Zeichnen und Festungsbau. Studenten verschiedener Nationalität quartieren sich mitsamt Dienerschaft bei ihm ein. Außerdem eröffnet er eine Werkstatt für die Herstellung mathematischer Werkzeuge für militärische Zwecke.

Als sich die Kunde von einem Teleskop aus Holland in Europa verbreitet, ist Galilei bereits als vorzüglicher Praktiker bekannt. Nun profitiert er von seinen Verbindungen zu Handwerkern und von Erfahrungen, die er selbst in den Werkstätten von Brillenmachern erworben hat. In kürzester Zeit gelingt es ihm, ausgehend von einem Teleskop mit zwei- bis dreifacher Vergrößerung, eines mit neunfacher Vergrößerung zu bauen. Als er den Regierenden in Venedig am 24. August 1609 sein erstes Teleskop überreicht, denkt er aber noch nicht daran, es zum Himmel zu richten, sondern hat vor allem militärische Anwendungen im Sinn.

In dem Augenblick, in dem er beginnt, den Nachthimmel damit zu beobachten, wird Galilei zum Pionier der teleskopischen Astronomie. Schon der erste Blick zum Firmament lässt ihn das enorme Potenzial des neuen Instruments erahnen. Die vielen zuvor unsichtbaren Sterne und die Konturen der Mondoberfläche geben Anlass genug, ein neues, noch besseres Fernrohr zu bauen.

Wie er dabei vorgeht, verrät eine Einkaufsliste auf der Rückseite eines Briefs, den ihm Ottavio Branzini aus Venedig geschickt hat. Guten Malvasia-Wein möchte er aus Venedig mitbringen und Kleidung für seine Lebensgefährtin. Es folgt eine höchst merkwürdige Aufzählung von Gegenständen: Kanonenkugeln, zwei Orgelpfeifen aus Zinn, Tonerde aus Tripolis, Schüsseln aus Eisen, griechisches Pech, Filz etc. Galilei hat hier die Utensilien zusammengestellt, die er für die Teleskopherstellung für erforderlich hält. Kanonenkugeln zum Beispiel sind nahezu perfekt gerundet. Brillenmacher verwenden sie, um gläserne Linsen darauf zu schleifen. Für die Schleifprozedur hat Galilei griechisches Pech und Tonerde aus Tripolis vorgesehen. Den Filz benötigt er für die anschließende Politur, die Orgelpfeifen könnten als Rohre brauchbar sein.

Ausgehend von verschiedenen Materialien wie deutschen Brillengläsern, Spiegelglas bis hin zu Bergkristall und mit unterschiedlichen technischen Verfahren – bereits Ende 1609 verfügt er über eine eigene Schleifmaschine für Linsen – entwirft Galilei ein ausgezeichnetes Teleskop. Im

Januar 1610 sichtet er damit die ersten drei von später vier Jupitermonden. Er zeichnet den Mond, wie ihn nie zuvor ein Mensch gesehen hat: mit Gebirgsketten und Tälern. Die brisanten Ergebnisse veröffentlicht er in rasantem Tempo. Schon am 12. März 1610 gehen 550 gedruckte Exemplare seines „Sternenboten“ in die Welt hinaus. Die Schrift wird ihn in ganz Europa berühmt machen.



In den Werkstätten der Brillenmacher hatte sich die praktische Erfahrung angesammelt, auf die Galilei für die Herstellung seiner Teleskoplinsen zurückgriff. Diese Darstellung einer solchen Werkstatt ist entnommen aus: Stradanus, „Nova reperta“, 1584.

(<http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/MPIWG:CORC54F4>, Bildrechte: Deutsches Museum München)

## Ein Beweis, der keiner ist

Das kopernikanische Weltbild hat sich durchgesetzt – nicht aber Galileis Gezeitentheorie

Von Jochen Büttner

Nach seinen teleskopischen Entdeckungen sucht Galileo Galilei immer eifriger nach Belegen für die kopernikanische Weltsicht, welche die Sonne anstelle der Erde ins Zentrum des Alls rückt. Mit seiner Erklärung der Gezeiten glaubt er, die endgültige Bestätigung für die Richtigkeit der kopernikanischen Sicht gefunden zu haben. Seine Gezeitentheorie krönt denn auch die Argumente, die er 1632 in seinem skandalumwitterten „Dialog über die beiden hauptsächlichen Weltsysteme“ für Kopernikus vorbringt.

Wohl zusammen mit seinem Freund Paolo Sarpi hatte Galilei beobachtet, was passiert, wenn jene Barken, die Süßwasser nach Venedig bringen, beim Anlegen unsanft abgebremst werden: Dann wird das Wasser im Rumpf, anders als das Boot selbst, den Antrieb „beibehalten und vorne nach dem Bug hinströmen; dort wird es merklich steigen“. Und danach noch eine ganze Weile hin und her schwappen. Dem entsprechend könnten auch Ebbe und Flut aus dem Vor- und Zurückfluten von Wasser in Meeresbecken resultieren, wenn diese immer wieder abgebremst oder beschleunigt werden. Aber wodurch?

Als überzeugter Kopernikaner hat Galilei eine Erklärung parat: Die Gezeiten erhalten ihren Anstoß von der doppelten Bewegung der Erde um die Sonne sowie um ihre eigene Achse. Da der Drehsinn der jährlichen und der täglichen Bewegung der Erde gleich sind, addieren sich ihre Geschwindigkeiten auf der sonnenabgewandten Seite der Erde. Auf der Seite, die der Sonne zugewandt ist, verhält es sich umgekehrt, argumentiert er. Zwischen diesen Punkten werde das Meerwasser also beschleunigt bzw. gebremst – genauso wie das Wasser im Ruderboot.

Der Naturforscher holt noch weiter aus. Um zu ergründen, in welcher Weise das Wasser in den Meeresbecken hin und her strömt, zieht er den Vergleich mit einem riesigen Pendel heran. In der Nationalbibliothek in Florenz wird ein 200 Seiten dickes Bündel Manuskripte mit Galileis Notizen zu Fragen der Bewegung aufbewahrt. Es enthält Berechnungen, Tabellen, Skizzen. Auf Seite 154r findet sich ein ungewöhnliches Gedankenexperiment: Galilei stellt sich ein gigantisches Pendel vor, dessen Länge dem Erdradius entspricht. Er nimmt an, dass dieses Erdpendel in sechs Stunden hin und her schwingt, und prüft, ob diese Annahme mit der messbaren Schwingungsdauer eines zehn Meter langen Pendels in Einklang zu bringen ist, etwa eines schwingenden Leuchters, der von der Decke einer Kirche herabhängt. Wie die Manuskripte zeigen, läuft sein Versuch, die Periode der Gezeiten durch Vergleich mit einem Pendel herzuleiten, ins Leere. Jedenfalls findet Galilei keine schlüssige Erklärung für die Regelmäßigkeit, mit der Ebbe und Flut wiederkehren und sich dabei Tag für Tag um etwa fünfzig Minuten verzögern.



Den „Dialog“ veröffentlicht er dennoch. Schon bald werden Zweifel an seiner Gezeitentheorie laut. Es kommt aber noch schlimmer: Obwohl der römische Zensor dem „Dialog“ zunächst die Druckerlaubnis erteilt hat, wird Ende 1632 der Vorwurf gegen Galilei erhoben, er hätte mit dem Werk gegen das antikopernikanische Dekret von 1616 verstoßen. Galilei muss der kopernikanischen Lehre abschwören und wird zu lebenslangem Hausarrest verurteilt. In den nachfolgenden Jahrhunderten ist der „Dialog“ dann zum Symbol seines Einsatzes für die Freiheit wissenschaftlichen Denkens geworden. Erst 1992 hat Johannes Paul II. Galileis Verurteilung durch die Kirche als „schmerzliches Missverständnis“ bezeichnet.

## Unerschöpfliche Arsenale

Galileis „Discorsi“ – eine Hommage an die Hochtechnologie seiner Zeit

Von Jürgen Renn

Als der große amerikanische Astrophysiker Subrahmanyan Chandrasekhar beschloss, einen der Gründungstexte der modernen Physik in die Sprache der heutigen Wissenschaft zu übersetzen, entschied er sich für Newtons „Principia“ von 1687. Galileis Hauptwerk, seine 1638 erschienenen „Discorsi“, hätten dieser zweifelhaften Übung wohl ein noch weitaus widerspenstigeres Material geboten. Zu weit entfernt von heutiger Wissenschaft sind ihr Inhalt und ihr Stil. Ein moderner Leser hat sogar Schwierigkeiten, darin die Gesetze der modernen Physik überhaupt wiederzufinden, die sich mit Galileis Namen verbinden. Selbst das Fallgesetz und die Behauptung, dass die Kurve, die ein fliegendes Geschoss beschreibt, eine Parabel ist, findet man erst, nachdem man sich in der komplizierten Struktur zurechtgefunden und an eine ungewöhnliche mathematische Sprache gewöhnt hat.

Der Dialog gliedert sich in vier Tage, einer der Dialogpartner liest den anderen aus einem systematischen Traktat über die Bewegung und ihre Gesetze vor. Galileis Bewegungslehre ist eine der beiden neuen Wissenschaften, denen sein Buch gewidmet ist. Sie wird im dritten und vierten Tag des Dialogs vorgestellt. Die andere neue Wissenschaft, im ersten und zweiten Tag diskutiert, handelt von der Stabilität der Materie. Darüber hinaus geht es in den Dialogen um naturphilosophische Fragen und praktische Anwendungen.

Galileis „Discorsi“ wirken bruchstückhaft und unsystematisch, auch in ihren Begründungen wissenschaftlicher Behauptungen. Gerade das aber macht sie für Wissenschaftshistoriker so faszinierend. Sie bieten uns die Momentaufnahme einer Umbruchssituation. Galilei hat keine umfassende Theorie der Mechanik, die die aristotelische Naturphilosophie überwindet. Aber er hat in einem langwierigen Forschungsprozess wesentliche Einsichten errungen, aus denen erst seine Nachfolger die moderne Mechanik konstruieren sollten.

Woher stammen Galileis Einsichten? Die traditionelle Antwort ist: aus der Anwendung der von ihm erfundenen wissenschaftlichen Methode, die angeblich in der Kombination von mathematischen Methoden und Experimenten besteht. Diese Antwort aber hält einer genaueren Prüfung nicht stand. Gerade die Dialoge geben Hinweise auf den wirklichen Ursprung von Galileis Einsichten, auch weil er in der Maske seiner Figuren oft über eigene frühere Überzeugungen und Irrtümer spricht. Zugleich offenbaren die Dialoge, welche Argumente seine Zeitgenossen überzeugend fanden und welches ihr gemeinsamer Wissenshintergrund war.

Dabei zeigt sich, dass die aristotelische Naturphilosophie eine Schlüsselrolle für die Formulierung von Grundbegriffen der vorklassischen Mechanik Galileis und seiner Zeitgenossen spielte. Ein



Beispiel ist die Unterscheidung zwischen natürlicher und gewaltsamer Bewegung, die die heutige Physik nicht mehr kennt. Wie aber konnte Galilei auf dieser Grundlage Einsichten wie jene in die Parabelgestalt der Wurfbewegung erreichen, die nicht mehr in den aristotelischen Rahmen passen? Auch hier legen die „Discorsi“ mit ihrer ungewöhnlichen literarischen Form eine Antwort nahe: die zeitgenössische Technologie stellte eine Herausforderung für die wiederbelebten Theorien der Antike dar, die den Wissenshintergrund von Renaissance-Wissenschaftlern wie Galilei bildete.

Es zeigt sich, dass Galileis langjährige Bemühungen, technische Themen wie Pendelschwingungen, die Flugbahn einer Kanonenkugel oder die Bruchfestigkeit von Schiffen und Gebäuden mit Hilfe dieser Theorien zu verstehen, der Schlüssel für seine Durchbrüche war. Er selbst kannte offenbar die Wurzeln seiner Wissenschaft. Immer wieder geht er in seinen Dialogen auf die Technologie seiner Zeit ein. Die „Discorsi“ beginnen sogar mit einer Hommage an die Hochtechnologie seiner Zeit und eines ihrer Zentren, das venezianische Arsenal: „Die unerschöpfliche Tätigkeit Eures berühmten Arsenaus, Ihr meine Herren Venezianer, scheint mir den Denkern ein weites Feld der Spekulation darzubieten, besonders im Gebiet der Mechanik...“ In seinen „Discorsi“ gibt uns Galilei einen Einblick in seine eigene Gedankenwerkstatt.