

VON CHRISTOPHER SCHRADER

Von der Galerie des Campanile in Pisa darf heute niemand mehr Kanonenkugeln werfen. Und selbst wenn: Es wäre ohnehin nur eine Hommage an ein historisches Experiment, das so mit großer Sicherheit nie stattgefunden hat. Galileo Galilei, so schrieb sein erster Biograph, habe als junger Mann Ende des 16. Jahrhunderts mit Bleigeschossen für Musketen und Kanonen den schiefen Turm bestiegen. Er warf sie über die Brüstung, um zu demonstrieren, dass unterschiedlich schwere Gegenstände entgegen der herrschenden Naturlehre gleich schnell zu Boden fallen.

Legenden wie diese haben den italienischen Mathematiker Galilei zu einem der wichtigsten Wegbereiter moderner Wissenschaft erhoben, jener Form der Naturforschung, die sich auf Experimente und Mathematik stützt statt auf antike oder religiöse Texte. Galilei, der an diesem Samstag vor 450 Jahren geboren wurde, steht im Ruf, die die mittelalterliche, vor allem auf Aristoteles gestützte Naturlehre quasi im Alleingang hinweggefegt zu haben. „Das Buch der Natur ist in der Sprache der Mathematik geschrieben“, wird er oft manifestartig zitiert. Und: „Man muss messen, was messbar ist, und messbar machen, was zunächst nicht messbar ist.“ Überhöht wird die Legende durch die Prozesse vor der Inquisition, die ihn zum Widerruf seiner Thesen zwang (siehe Text rechts).

Inzwischen zeichnen Historiker ein differenzierteres Bild jener Zeit. Demnach war Galilei eingebettet in ein dichtes Netz von Zeitgenossen, die ebenfalls die Mängel der von der Kirche favorisierten Naturlehre erkannt haben. Sein Wissen erweiterte er zwar mit gezielten Experimenten, aber vor allem im Umgang mit der Hochtechnologie seiner Zeit: Festungsbauten, Kanäle, Kriegsschiffe, die immer größer werden und an Stabilität verloren, Kanonenkugeln, deren Flugbahn berechnet werden sollte, und Fernrohre.

„Galilei gilt als Märtyrer der Wissenschaft. Er verteidigt die Wahrheit gegen das Dogma, so sieht man es“, sagt Jürgen Renn, Direktor am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin. „Auch ohne die Prozesse wäre er zweifellos als großer Wissenschaftler bekannt, hätte aber nicht diesen Status bekommen.“ Renn bestreitet zudem, dass Galilei allein die neue Methodik entwickelt und damit die herrschende Scholastik besiegt habe. „Experimente und Mathematik zu verknüpfen, das haben damals viele gemacht.“ Und die Motivation des italienischen Forschers war auch nicht primär, die wissenschaftliche Methodik seiner Zeit umzukrempeln. Er will sie reformieren und stellt dabei fest, dass Handwerk und Technik mehr fordern.

Sein bedeutendstes Werk beginnt mit einer Verneinung vor den Handwerkern der Flottenbasis

Galilei ist sehr praktisch veranlagt. Während seiner Zeit in Padua eröffnet er neben der Arbeit an der Universität eine Werkstatt, in der er junge Offiziere in Festungsbau unterrichtet und Werkzeuge wie den Porportionalzirkel fertigt, mit dem man Maßstäbe umrechnen kann. Später beginnt Galileis wohl bedeutendstes wissenschaftliches Werk, die 1638 erschienenen „Discorsi“, mit einer Verneinung vor den Technikern im venezianischen Arsenal, der Flottenbasis der Inselrepublik. Dort bekommt es der Forscher mit Fragen zu tun, die ihm nach und nach zu Erkenntnissen über die Physik verhalfen, etwa über Stabilität, Pendel oder Fallgesetze. Die „Discorsi“ legen daher die Grundlagen der Bewegungs- und der Festigkeitslehre.

„Es sind zunächst Inseln der Einsicht, die sich gegenseitig stabilisieren und Zusammenhänge erkennen lassen“, sagt Renn. Erst langsam verschieben sich die Schwerpunkte, Konflikte vor herrschenden naturkundlichen Theorie treten zutage. Schrittweise bewegt sich Galileo aus dem traditionellen Rahmen heraus, bis er feststellt, dass sich eine tragfähige Alternative zeigt. Er zögert dabei häufig. Was für



Mit Fesseln, aber die Fackel der Freiheit in der Hand, tritt Galileo Galilei vor die Inquisition, so zeigte Albert Chereau die Szene gut 200 Jahre später.

FOTO: EPO

Auf Umwegen zur Revolution

Galileo Galilei wollte zunächst nur die Naturlehre seiner Zeit ergänzen. Doch mathematische Begabung, Einblicke ins Handwerk und ein Fernrohr zwangen ihn schließlich, mit dem alten Weltbild zu brechen

ihn noch nicht vollkommen verstandene Randphänomene sind, die er in den als Gespräch zwischen drei Figuren aufgebauten „Discorsi“ im Dialog versteckt, das rücken seine Nachfolger, vor allem Isaac Newton, ins Zentrum der neuen Physik.

„Galilei bringt mehrere Fähigkeiten zusammen, das erklärt, was ihn ausmacht“, sagt Renn. „Er ist erstens in der aristotelischen Naturphilosophie seiner Zeit geschult, die er anfangs lediglich mit dem rechnerischen Ansatz des Archimedes reformieren will.“ Zweitens ist Galilei ein sehr guter Mathematiker, der früh Aufsehen mit seinen Berechnungen erregt. Und dann steht er eben intensiv in Kontakt zu Werkstätten und Handwerk, die ihm Probleme aufzeigen und Material für Experi-

mente liefern. So lässt er zum Beispiel in Tinte getränkte Kugeln über schiefe Ebenen rollen, um ihre Bahnen aufzuzeichnen. Und vermutlich steigt er auch auf den schiefen Turm von Pisa, um Gegenstände hinunter zu werfen, ohne dabei allerdings einen Heureka-Moment zu haben. Zudem ist er in Pisa am Anfang seiner Karriere, gestützt auf die antike Naturphilosophie, noch der Meinung, Gegenstände gleicher Dichte müssten gleich schnell fallen – ein Versuch mit Gewehr- und Kanonenkugel hätte ihm also keine Erkenntnis gebracht.

„All diese Einflüsse machen Galilei zu einem sehr flexiblen Menschen“, sagt Renn. Das erlaubt ihm im Jahr 1609 einen großen Karriereschritt. Er hat von den in Holland erfundenen Teleskopen gehört. Schnell

baut er eines nach und verbessert es entscheidend. Er schenkt es den Ratsherren der Republik Venedig und wird belohnt, indem sie seine befristete Professur im benachbarten Padua auf Lebenszeit verlängern und sein Gehalt verdoppeln. Kurz darauf nutzt Galilei den Erfolg für den Wechsel an den Hof in Florenz.

Für die Politiker haben Fernrohre militärischen Nutzen. Galileo aber richtet sie in den Himmel. Er findet dort die Krater auf dem Mond, die Sonnenphasen der Venus, die vier großen Monde des Jupiter, Saturns Ringe sowie Flecken auf der Sonne. Mit dem 1610 in aller Eile gedruckten Büchlein „Sidereus Nuncius“ (Der Sternboten) etabliert er sich als wichtigster Astronom seiner Zeit (siehe Kasten). Allerdings macht der Engländer Thomas Harriot zur gleichen Zeit die gleichen Entdeckungen, gibt Renn zu bedenken: „In seinen Manuskripten finden Sie alles, was Galilei auch hatte.“

Der florentinische Hofmathematiker fängt nun an, das bisher von ihm eher passiv unterstützte Weltbild des Nikolaus Kopernikus aktiv zu propagieren und mit Messungen belegen zu wollen. Das Universum, für das er wirbt, hat die Sonne als Zentrum, um das die Erde und die anderen Planeten kreisen. Die Kirche hingegen hängt dem vertrauten, nach dem antiken Astronomen Ptolemäus benannten geozentrischen Bild an. Allenfalls lassen jesuitische Kenner der Materie noch Tycho Brahes Vorschlag gelten, wonach zwar alle anderen Planeten um die Sonne kreisen, diese aber mitsamt all ihrer Begleiter um die Erde.

„Galilei meint, er könne der Kirche ein Angebot machen, welche wissenschaftliche Weltanschauung ihr gemäß sei“, sagt Renn, der dem Forscher dabei eine „gewisse Hybris“ bescheinigt. Tatsächlich fordert der italienische Mathematiker im Lauf des Konflikts, die Kirche solle die Interpretation bildlicher Passagen der Bibel der Wissenschaft überlassen – und macht sich Feinde. Mit Brahes Weltbild setzt er sich

nicht auseinander, er spitzt den Konflikt auf Kopernikus gegen Ptolemäus zu und vertraut der Kraft rationaler Argumente.

Als wichtigstes Beweismittel führt er ausgerechnet seine Theorie der Gezeiten an. Auf der Erde, die nicht nur um die Sonne kreist, sondern sich auch um ihre eigene Achse dreht, schwappe das Wasser der Ozeane wie ein Pendel hin und her. Diese Erklärung ist falsch, was die heutige Bedeutung Galileis aber nicht mindert. Für die Vertreter der Inquisition ist der Wahrheitsgehalt solcher Argumente ohnehin unerheblich. Sie interessiert nur, dass Galilei gegen die von ihr für wahr und gottgegeben erachtete Wahrheit argumentiert. Das genügt, ihn zu verurteilen.

Die Wissenschaft folgt nicht mehr den Maßgaben der Inquisition

Die Folgen für die Wissenschaft sind noch heute zu spüren. Sie verlagerte sich damals aus den katholischen Ländern in die protestantischen Staaten Nordeuropas. „Außerdem entwickelten die Forscher eine Abneigung gegen Theorie und Weltanschauung“, sagt Renn. Seither lässt die Naturwissenschaft meist Experimente und Daten sprechen. „Wann hat es das jemals wieder gegeben: ein Werk, das sagt, im Licht neuer Erkenntnisse müsst Ihr überdenken, wie Ihr die Welt interpretiert?“, fragt Renn. Genau das hatte Galilei nämlich mit dem Buch „Dialog über die zwei Weltsysteme“ getan, aus dem ihm die römische Kurie einen Strick drehte.

Die Kirche hatte im ausgehenden Mittelalter versucht, ihre Theologie auf Wissen aufzubauen und ihre Lehre mit dessen Hilfe zu überhöhen. Nach dem Urteil gegen Galilei wurde das der Kurie zum Verhängnis, weil die Wissenschaft ihre Eigendynamik entfaltet und sich nicht mehr den Maßgaben der Inquisition beugen wollte. Für diesen historischen Prozess immerhin steht der Name Galileo Galileis wie kein zweiter.

In Sachen Galilei

Der Wissenschaftler vor dem Gericht der Inquisition

Zwei Mal stand der Florentiner Hofmathematiker Galileo Galilei vor dem Gericht der Inquisition: 1616 und 1633. Beide Male ging es um das Weltbild des Nikolaus Kopernikus, das die Sonne im Zentrum des Universums sah und die Erde zu einem kreisenden Trabanten machte. Es widersprach der Lehre der katholischen Kirche. Beide Male endete der Prozess damit, dass ein Buch auf den Index der Inquisition gesetzt wurde: erst Kopernikus' „De revolutionibus“, dann Galileis „Dialog über die zwei Weltsysteme“, verbunden jeweils mit einem Lehr- und Denkverbot.

Galilei war seit langem überzeugt, dass Kopernikus' Ansicht stimme. Aber erst als er mit dem von ihm verbesserten Teleskop astronomische Beobachtungen machte, untermauerte er die These seines Vorläufers mit eigener Forschung. Die Monde des Jupiter und die Sonnenphasen der Venus belegten zwingend, dass Planeten wie die Erde um die Sonne kreisen. Seine Publikationen darüber stießen in Rom auf Widerstand, doch Galileo vertraute auf die Kraft seiner Argumente. Vergeblich, wie sich zeigen sollte.

Die Kirche drohte damit, den weltberühmten 68-Jährigen in Ketten nach Rom zu bringen

So erging im Februar 1616 das erste Urteil der Inquisition gegen Galilei. Sie setzte Kopernikus' Buch auf den Index und untersagte Galilei, die Ansicht von der bewegten Erde als Tatsache zu lehren. Der Hofmathematiker, der sich als guter Christ sah, beugte sich zunächst und gelobte Gehorsam. Später aber fühlte er sich vom neuem Papst Urban VIII. ermutigt, die kopernikanische Lehre zumindest als Hypothese weiter zu behandeln.

Daher schrieb er am Ende der 1620er-Jahre den „Dialog über die zwei Weltsysteme“. Darin sprechen drei Figuren über die verbotene und die offizielle Lehre. Galileo gibt in der Einleitung vor, beweisen zu wollen, dass Kopernikus Unrecht hatte. Er gibt dann aber im Buch dessen Lehre die stärkeren Argumente und Fürsprecher. Zwei der Figuren, die Galilei nach verstorbenen Schülern benannt hat, treten dafür ein; dagegen argumentiert nur Simplicio, der Einfältige, der teilweise wörtlich Argumente des Papstes vorträgt. Er hält auch das von der Kurie aufgelegte Schlussplädoyer für die göttliche Allmacht, aber ein anderer Protagonist bekommt das letzte Wort. Das Buch erschien mit Erlaubnis der Inquisition im Februar 1632, aber schon im Sommer des Jahres wurden Druck und Vertrieb verboten und Galilei nach Rom zitiert. Zur Not sollte der 68-jährige, weltberühmte Wissenschaftler sogar in Ketten vorgeführt werden.

Natürlich ließ sich die Inquisition im Prozess durch Galileis Trick nicht täuschen. Er versuchte es daher mit einem zerknirschten Teilgeständnis und der Bitte, nachbessern zu dürfen. Doch längst tobte innerhalb der Kurie ein Machtkampf, der sachliche Argumente überhaupt nicht mehr zuließ. Daher wurde Galilei am 22. Juni 1633 verurteilt, der Ketzerei verdächtig zu sein sowie gegen das Edikt von 1616 verstoßen zu haben. Er musste widerrufen, dass die Sonne unbeweglich sei und die Erde um sie kreise. Dass er dabei niemals murmelte: „Eppur si muove“ (Und sie bewegt sich doch), wie es die Legende schon zu seinen Lebzeiten besagte, ist höchst unwahrscheinlich – Galilei war schließlich gerade so eben mit dem Leben davon gekommen.

Er verbrachte die letzten acht Jahre, alt und krank, unter Hausarrest in seiner Villa bei Florenz. Sein „Dialog“, aus Italien herausgeschmuggelt, verbreitete sich im Rest Europas, wurde nachgedruckt, übersetzt und blieb erhalten. Das Buch wurde 1835 vom Index genommen, Galilei selbst 350 Jahre nach seinem Tod, im Jahr 1992, von Johannes Paul II. rehabilitiert. CRU

Der gefälschte Sternbote

Galileo Galilei war unter anderem auch ein guter Zeichner. Der Handschrift des „Sidereus Nuncius“ (Sternboten), die in der Nationalbibliothek Florenz liegt, sind Zeichnungen von der Mondoberfläche beigegeben, die nach allgemeiner Überzeugung von seiner Hand stammen. Sie mussten den Kunsthistoriker Horst Bredekamp (Humboldt-Universität Berlin) brennend interessieren. Zu seinen wissenschaftlichen Leidenschaften gehört die Frage nach der Bedeutung des künstlerischen Sehens und Arbeitens für die Naturwissenschaften. Bredekamp griff für seine Galilei-Studien, die er in dem Buch „Galilei der Künstler“ 2007 publizierte, noch auf eine zweite Quelle zurück: eine Druckausgabe des Sternboten, in die Handzeichnungen des Autors eingefügt waren.

Die Ausgabe war eine Sensation in der Fachwelt. Einer der angesehensten Antiquare der USA hatte sie für 500 000 Dollar angekauft, viele der besten Forscher auf dem Gebiet des frühneuzeitlichen Buchdrucks wa-

ren beeindruckt, ein Forschungsprojekt, finanziert von der Max-Planck-Gesellschaft, hatte sich der Sache angenommen, die Bundesanstalt für Materialforschung ihre naturwissenschaftlichen Methoden angewendet – und keiner hatte Misstrauen geschöpft.

Doch dann trat der Renaissanceforscher Nick Wilding von der Georgia State University vor und erklärte die Sensation für eine Fälschung. Seine Argumente waren schlagend, es waren die Argumente eines traditionell arbeitenden Geisteswissenschaftlers, der besser lag als der große Stab von Bredekamp. Der hat seinen Fehler eingestanden und arbeitet ihn in einem Buch auf, das jetzt erscheint; die SZ berichtete schon im Dezember 2013 darüber. Dass gedruckte Bücher gefälscht würden, hatte man vorher für unmöglich gehalten, zu groß erschien der Aufwand. Die Frage, was der künstlerische Sinn eines Naturwissenschaftlers für sein Fach bedeutet, ist mit der Entlarfung der Fälschung aber noch nicht beantwortet. STSP