



Und sie dreht sich doch...

Galileo Galilei zwischen geozentrischem und heliozentrischem Weltbild

Von Kurt Bangert

Der Streit der Römischen Kirche mit Galileo Galilei über das kopernikanische Weltbild steht bis heute für die jahrhundertelange Auseinandersetzung zwischen dem traditionellen Glauben und der empirischen Wissenschaft. Wo sich die Religion dazu verstieg, dem Menschen nicht nur spirituelle Orientierung und ethische Werte zu vermitteln, sondern ihm auch das physikalische Weltbild vorzuschreiben, da überzog die Religion ihre Kompetenz und Zuständigkeit und verlor in der Folge an Autorität und Einfluss.

Sigmund Freud hat die Zumutung des kopernikanischen Weltbildes mit der Sonne als dem Mittelpunkt des Universums als „die erste große Kränkung“ der Menschheit bezeichnet. Und er hatte recht: Das alte geozentrische Weltbild des Ptolemäus mit der Erde als dem Mittelpunkt des Kosmos unterstrich die zentrale Bedeutung des Menschen, der sich als Krone der Schöpfung die Erde hatte untertan machen sollen. Den kirchlichen Führern fiel die Anerkennung des heliozentrischen Weltbildes (*helios*=Sonne) deshalb so schwer, weil dadurch nicht nur die naturwissenschaftliche Kompetenz der Kirche und der Bibel zur Disposition stand, sondern auch die herausragende Stellung des Menschen im Universum, der sich gern als die Mitte und den Gipfel seiner Welt wähnte und es nur schlecht verschmerzte, aus dieser Mitte an den Rand verbannt zu werden.

Die meisten Menschen hierzulande sind allerdings der irrigen Ansicht, das heliozentrische Welt sei mit Kopernikus, Kepler und Galilei zum ersten Mal in die Wissenschaft eingeführt worden. Tatsache ist, dass es schon lange vorher Denker gegeben hatte, die die Sonne im Mittelpunkt des Alls sahen. Zu diesen gehören indische Philosophen, wie wir alten vedischen Texten entnehmen können. Im vedischen Text Aitareya Brahmana (9.-8. Jahrhundert v. Chr.) lesen wir: „Die Sonne geht weder unter, noch geht sie auf. Wenn Leute denken, die Sonne geht auf, ist es nicht so; sie irren sich.“¹ In einem Kommentar des 1. Jahrhunderts wird dies ebenfalls herausgearbeitet: „Die Sonne steht während aller Zeit inmitten des Tages still. Bei der Sonne, die immer an ein und demselben Platz ist, gibt es kein Auf- oder Untergehen.“² Hier wird ein heliozentrisches Weltbild zumindest angedeutet.

Bei den Griechen war wohl Aristarchos von Samos (ca. 310-230 v. Chr.) der erste, der ein heliozentrisches Weltbild vertrat, obwohl das einzige Buch, das von ihm überliefert ist,³ noch ein geozentrisches Weltbild zugrunde legt. Doch schreibt Archimedes über Aristarchos' Hypothesen, „dass die Fixsterne und die Sonne unbeweglich sind, dass die Erde sich um die Sonne auf der Umfanglinie eines Kreises bewegt, wobei sich die Sonne in der Mitte dieser Umlaufbahn befindet“.⁴

¹ Zitat nach: Wikipedia, Stichwort „Heliozentrisches Weltbild“.

² Ebda.

³ Aristarch, *Über die Größen und Abstände von Sonne und Mond*.

⁴ Wikipedia, Stichwort „Aristarch von Samos“.



Darüber hinaus waren es arabische Gelehrte und europäische Denker der Renaissance, die sich mit den Problemen des geozentrischen Weltbildes auseinandersetzen und auch über die Schwierigkeiten und Möglichkeiten eines heliozentrischen Weltbildes nachdachten. So etwa Nicolas Oresme und Nikolaus von Kues (Nicolaus Cusanus).

Nikolaus Kopernikus (1473-1543) war Arzt, Mathematiker und Domherr und betrieb Astronomie eher als Hobby. Es gilt als wahrscheinlich, dass er für sein heliozentrisches Weltbild durch Aristarchos von Samos angeregt wurde. Zu seinen Lebzeiten hielt er sich, was sein astronomisches Weltbild anging, bedeckt – aus Angst, sich in der Fachwelt zum Narren zu machen. Sein Weltbild widersprach nicht nur den gängigen zeitgenössischen Astronomie-Vorstellungen, sondern auch dem offensichtlichen Augenschein: die Sonne drehte sich, wie jeder sehen konnte, um die Erde. Erst kurz vor seinem Tode veröffentlichte er seine Theorie in seinem Hauptwerk „Von den Bewegungen der Himmelskörper“, in dem er schrieb:

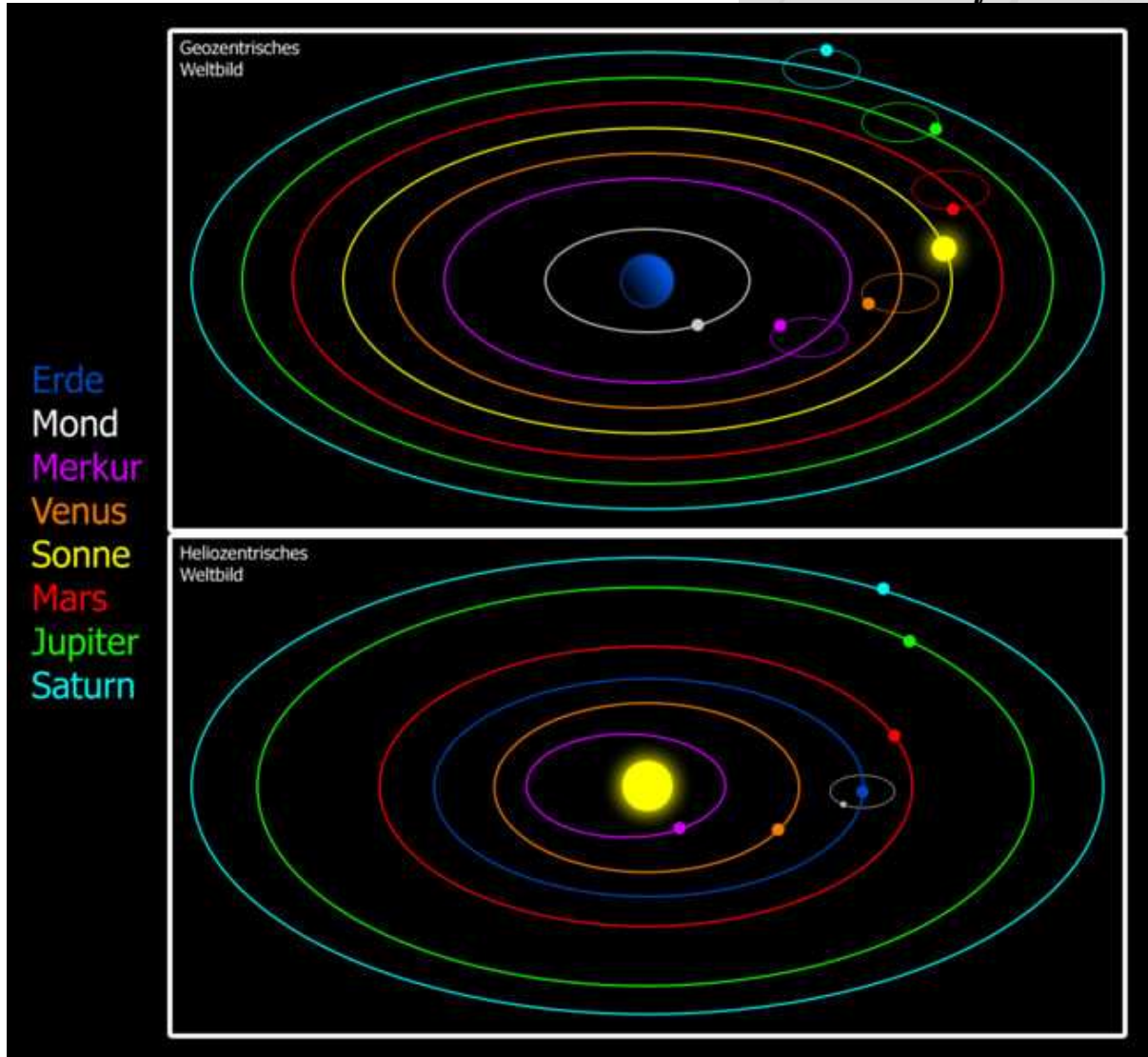
„Die erste und oberste von allen Sphären ist die der Fixsterne, die sich selbst und alles andere enthält (...). Es folgt als erster Planet Saturn, der in dreißig Jahren seinen Umlauf vollendet. Hierauf Jupiter mit seinem zwölfjährigen Umlauf. Dann Mars, der in zwei Jahren seine Bahn durchläuft. Den vierten Platz in der Reihe nimmt der jährliche Kreislauf ein, in dem, wie wir gesagt haben, die Erde mit der Mondbahn als Enzykel enthalten ist. An fünfter Stelle kreist Venus in neun Monaten. Die sechste Stelle schließlich nimmt Merkur ein, der in einem Zeitraum von achtzig Tagen seinen Umlauf vollendet. In der Mitte von allen aber hat die Sonne ihren Sitz. Denn wer möchte sie in diesem herrlichen Tempel als Leuchte an einen anderen oder gar besseren Ort stellen als dorthin, von wo aus sie das Ganze zugleich beleuchten kann?“⁵

Gegen diese Auffassung des Kopernikus sprachen nicht nur der Augenschein, sondern auch gewisse biblische Aussagen. So etwa 1. Chronik 16, 30: „Er [Gott] hat den Erdkreis gegründet, dass er nicht wankt.“ Auch eine damals noch als wortwörtlich genommene Erzählung von Josua und dem Stillstand der Sonne sprach gegen ein heliozentrisches Weltbild. Josua hatte Gott gebeten, die Sonne und den Mond stillstehen zu lassen, als Zeichen dafür, dass er Israel den Sieg gegen die Amoriter schenken würde: „Da stand die Sonne still und der Mond blieb stehen, bis sich das Volk an seinen Feinden gerächt hatte.“ (Jos. 10, 12)

So musste Kopernikus mit dem Spott nicht nur der zeitgenössischen Astronomen rechnen, sondern auch der Theologen. Martin Luther beispielsweise soll nach Aufzeichnungen seiner Studenten über Kopernikus gesagt haben: „Der Narr will mir die ganze Kunst Astronomia umkehren! Aber wie die Heilige Schrift zeigt, hieß Josua die Sonne still stehen und nicht die Erde!“⁶

⁵ Nikolaus Kopernikus, *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, Bd. I, Kapitel X.

⁶ Zitat nach Wikipedia, Stichwort: Nikolaus Kopernikus.



Vergleich zwischen dem geozentrischen und dem heliozentrischen Weltbild. Beim geozentrischen Weltbild wird angenommen, dass die Planeten neben der Umlaufbahn um die Erde noch zusätzliche kreisförmige Bewegungen (genannt „Epizykel“) machen.

Das geozentrische Weltbild wurde nach heutigem Kenntnisstand erstmals von Hipparchos von Nicäa (ca. 190-120 v.Chr.) vorgeschlagen, der auch als Entdecker der „Präzession“ bekannt ist – der Kreisel- oder Kegelbewegung der Erde, die durch eine langsame Verlagerung der Erdachse zustande kommt.⁷ Hipparchos ist uns vor allem durch die Schriften des Claudius Ptolemäus bekannt, der die Ideen Hipparchos' aufgriff und weiter entwickelte, so dass wir von dem geozentrischen Weltbild auch als dem ptolemäischen sprechen.

Gemäß Ptolemäus (ca. 100-175 n.Chr.) befindet sich die Erde (griech. *geos*) im Mittelpunkt des Alls. Alle anderen Himmelskörper bewegen sich auf Kreisbahnen um die Erde, darunter auch die Sonne. Auf der äußersten Planetenbahn umkreiste Saturn die Erde (Uranos und Neptun waren noch nicht entdeckt worden). Schon Plato hatte jenseits der Planeten die Fixsternsphäre vermutet, den Sitz der Sterne. Theologen vermuteten darüber

⁷ Für eine volle Kegelumdrehung benötigt die Erde 25.750 Jahre.



noch die Kristallsphäre, dem Sitz der himmlischen Wasser; hier wurde auch der Wohnort der Heiligen vermutet. Zu guter Letzt folgte darüber als zehnte Sphäre das Empyreum, der Sitz Gottes und der Engel.

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .



Das geozentrische Weltbild mit Planetensphären (einschließlich der Sonne), der Fixsternsphäre, der Kristallsphäre (der himmlischen Wasser und der Heiligen) sowie darüber das Empyreum, der Sitz Gottes und der Engel. Im Mittelpunkt des Ganzen befindet sich die kugelförmige Erde.

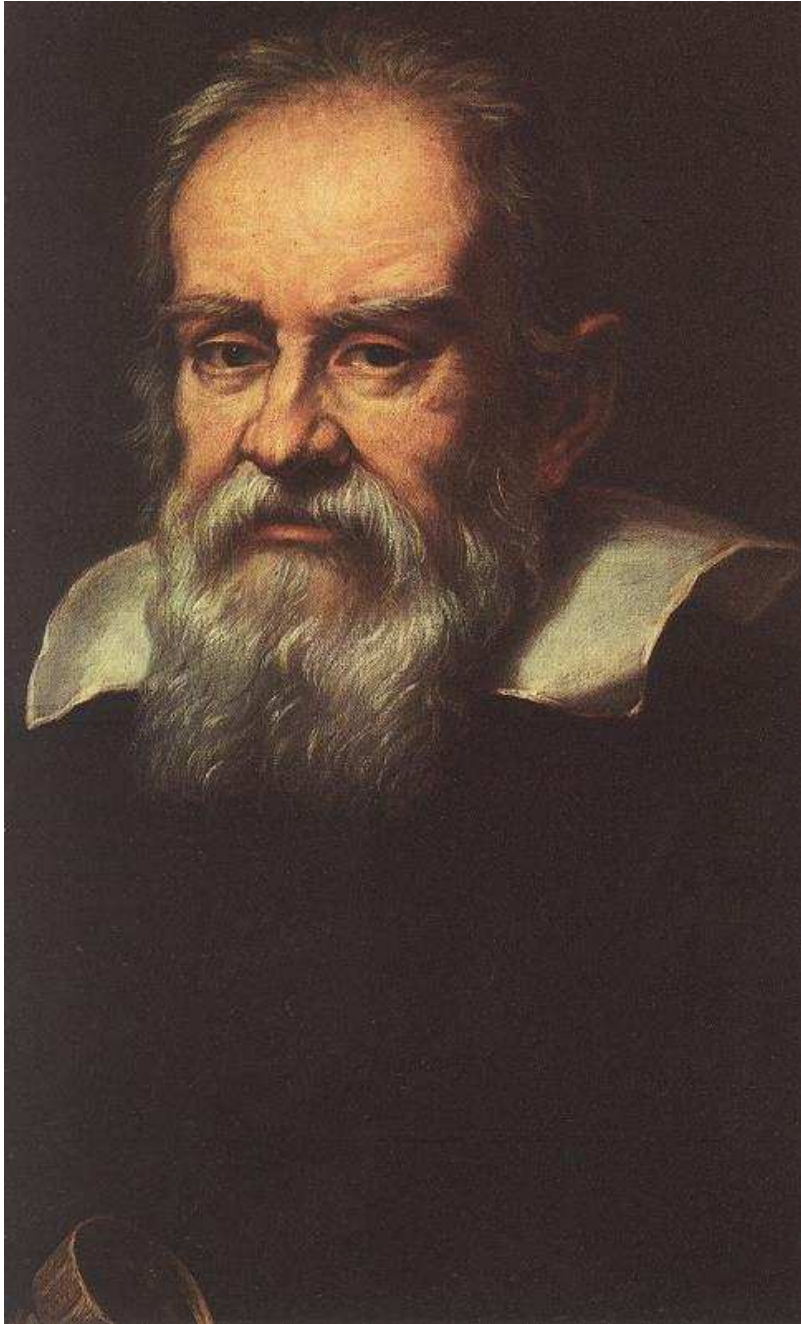
So plausibel das ptolemäische System war, so schwierig wurde es, dieses Weltbild mit den astronomischen Beobachtungen in Einklang zu bringen. Die Planeten bewegten sich nämlich nicht gleichmäßig um die Erde. Es gab merkwürdige Rückwärtsbewegungen, so dass es notwendig wurde, Nebenkreise zu postulieren, so genannte „Epizykel“, um auf diese Weise die immer wieder zu beobachtenden scheinbar rückläufigen (retrograden) Bewegungen der Himmelskörper zu erklären. Es bedurfte rund 80 solcher Bahnen, um die Beobachtungen mit dem Modell in Einklang zu bringen.

In der Genauigkeit seiner Bahnvorhersagen war das ptolemäische Modell dem heliozentrischen Modell des Kopernikus sogar überlegen, weil auch das kopernikanische Modell sich nicht hundertprozentig mit den Beobachtungen in Einklang bringen ließ. Auch das heliozentrische Bild konnte auf Epizykel nicht verzichten, weil es davon ausging, dass die Bewegungen der Planeten um die Sonne auf vollkommen kreisförmigen Bahnen erfolgte.

Erst Johannes Kepler machte die Epizyklen endgültig überflüssig, indem er als Umlaufbahnen der Planeten um die Sonne nicht Kreise, sondern Ellipsen vorschlug, den „Keplerbahnen“. Diese Erkenntnis Keplers war der eigentlich entscheidende Durchbruch, um die Beobachtungen eines Tycho Brahe oder eines Galileo Galilei mit dem heliozentrischen Weltbild endgültig in Einklang zu bringen.

KunstBilder

Der dänische Astronom Tycho Brahe (1546-1601) ist übrigens dafür bekannt, dass er, zu einer Zeit, da unter Wissenschaftlern heftig über das richtige Weltbild gestritten wurde, einen Kompromiss vorschlug, nach dem Sonne und Mond sich zwar um die Erde drehten, die übrigen Planeten jedoch um die Sonne.



Galilei, der italienische Mathematik-Professor von Pisa, war von Kopernikus und seinem heliozentrischen Weltbild überaus fasziniert und widmete sich, da er als Hofmathematiker des Großherzogs der Toskana, keine Lehrverpflichtung hatte, ganz der Forschung. Er machte sich die neue Erfindung des Fernrohrs zunutze, entdeckte die Sonnenflecken und auch, dass die Venus Phasen wie der Mond hatte. Obwohl er das kopernikanische Weltbild favorisierte, ließen sich alle seine Beobachtungen auch mit dem Kompromissmodell des Tycho Brahe in Einklang bringen. Galilei brachte übrigens die Gezeiten von Ebbe und Flut – die, wie wir



heute wissen, von der Schwerkraft des Mondes verursacht wird – in Verbindung mit der Drehung der Erde um ihre eigene Achse und mit der Drehung der Erde um die Sonne. Damit glaubte er sich sicher, endlich den Beweis für das heliozentrische Weltbild gefunden zu haben.

Unterdessen wurde die Haltung Roms gegenüber dem kopernikanischen System zunehmend kritischer. 1624 reiste Galilei nach Rom, hatte im Vatikan immerhin sogar Diskussionen mit dem Papst, der ihn sogar ermunterte, zum heliozentrischen System zu publizieren, solange er dies als Hypothese behandelte. 1630 stellte Galilei seinen „Dialog über die zwei wichtigsten Weltsysteme“, seinen berühmten *Dialogo* fertig, in dem er das ptolomäische mit dem kopernikanischen System verglich, aber jenes von Tycho Brahe ignorierte.

Sogleich reiste er wieder nach Rom, um eine Druckerlaubnis zu erwirken, und erhielt auch eine vorläufige Imprimatur mit der Auflage, das Buch mit einem Plädoyer für das ptolomäische System zu beenden.

Doch Galilei veröffentlichte seinen *Dialogo* ohne die Imprimatur Roms, und auch das Plädoyer für das geozentrische System misslang, so dass Rom mit voller Härte reagierte. Er wurde nach Italien vor die Inquisition zitiert, wurde des Ungehorsams beschuldigt und genötigt, seinen Fehlern abzuschwören, um schließlich dennoch zu lebenslänglicher Kerkerhaft verurteilt zu werden.

Die Tradition, wonach Galilei beim Verlassen der Inquisitions-Verhandlung „*Eppur si muove*“ („Und sie bewegt sich doch“) ausgerufen haben soll, gilt als legendär, sie steht aber gleichwohl für den gescheiterten Versuch Galileis, die eigene wissenschaftliche Wahrheitssuche mit dem zu seiner Zeit vorherrschenden religiös-absolutistischen Dogmatismus in Übereinstimmung zu bringen – eine bittere Erfahrung, die manche wahrheitsliebenden Wissenschaftler nicht nur mit der Römisch-Katholischen Kirche gemacht haben. Oft spielt bei solchen Auseinandersetzungen zwar auch eine kantige Persönlichkeit eine Rolle, gleichwohl bleibt in vielen solcher Fälle die Wahrheit auf der Strecke.

Nach wenigen Monaten des Kerkerdaseins erlaubte man Galilei, in seine Villa zurückzukehren, wo er jedoch bis an sein Lebensende „unter Hausarrest“ blieb. Mit 74 Jahren erblindete er, vier Jahre später starb er. Er erhielt ein feierliches Begräbnis und wurde in einem prunkvollen Grab des Großherzogs bestattet.

1979 beauftragte Papst Johannes Paul II die Päpstliche Akademie der Wissenschaften, Galileis Fall aufzuarbeiten. Die Akademie legte ihren Bericht im Herbst 1992 vor, und am 2. November desselben Jahres, 350 Jahre nach seinem Tod, wurde Galileo Galilei formal von der Kirche rehabilitiert. Was schon seit langem jeder Schulbub wusste, war nun auch in der Kirche ganz offiziell angekommen: dass nicht die Erde das Zentrum der Welt ist, sondern die Sonne.