

Regiomontanus Bote



Die karibische Sonnenfinsternis

Der konservative Revolutionär

Dobson selbst gebaut

Der konservative Revolutionär

Zum 525. Mal jährt sich der Geburtstag von Nicolaus Copernicus

von Pierre Leich

Seit Copernicus mit dem 1543 in Nürnberg erschienenen *De Revolutionibus orbium coelestium* (Über die Umwälzungen der Himmelsphären) das Gründungswerk des neuzeitlichen Heliozentrismus geschaffen hat, gilt der Astronom als Revolutionär in Sachen „neues Weltbild“ schlechthin.

Der Übergang vom geozentrischen Weltbild mit der ruhenden Erde in der Mitte zum heliozentrischen mit den die Sonne umkreisenden Planeten war eine kühne Tat, die unseren Respekt verdient.

Copernicus war allerdings nicht der erste, der diesen Gedanken aussprach. Bereits im 3. Jahrhundert v.C. nahm Aristarch von Samos an, „die Fixsterne und die Sonne blieben unbewegt stehen, doch die Erde werde im Kreis um die Sonne geführt“. Er erntete damit unter den griechischen Astronomen kaum Zustimmung. Verständliche Einwände bekam er zu hören: Sollten auf einer bewegten Erde nicht enorme Winde wehen und müßten fallende Körper nicht hinter der rotierenden Erde zurückbleiben? Was sollte überhaupt das Auseinanderreißen der Erde verhindern?

Da die Griechen auf diese Fragen keine befriedigenden Antworten wußten, behielten sie die Erde lieber im Zentrum und ersannen statt dessen ein Himmelssystem, bei dem rotierende Schalen die Gestirne tragen. Die obersten Prinzipien waren dabei die Kreisförmigkeit und die Gleichmäßigkeit der Bewegung. Bei Sonne, Mond und Fixsternen gelang das recht ordentlich. Die Erde befand sich zwar nicht genau im Weltzentrum, aber doch dicht daneben und das Modell funktionierte so gut, daß Sonnen- und Mondfinsternisse vorhergesagt werden konnten.

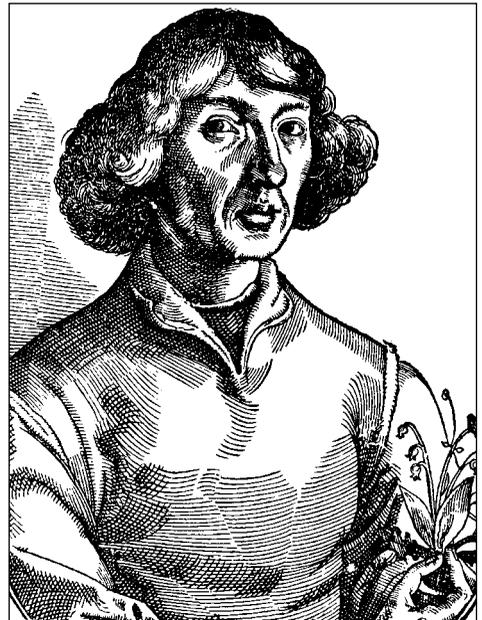
Das Rätsel der Schleifen

Einige Wandelsterne verlangsamten sich jedoch regelmäßig, halten an und kehren ein kurzes Stück zurück, bevor sie wieder ihren gewöhnlichen Lauf

nehmen. Dabei beschreiben sie von der Erde aus gesehen oftmals Schleifen, welche die griechischen Geometer zu Höchstleistungen veranlaßten. Ein trickreiches Gebäude aufeinandergetürmter Kreise ließ schließlich alle Anomalien verschwinden und dabei die obersten Prinzipien dennoch wahren. Indem diese – nun Planeten genannten – Himmelskörper auf kleinen Kreisen abrollten, deren Mittelpunkte selbst einen Kreis beschrieben, konnten „die Phänomene gerettet werden“ – wie man sich damals ausdrückte.

Den armen Griechen war eben nichts von der Trägheit der Materie und der universellen Anziehungskraft bekannt, die Isaac Newton 1687 einführte und damit die Klassische Mechanik begründete.

Doch davon wußte 150 Jahre vorher auch Copernicus noch nichts. Der deutsch-polnische Astronom studierte zunächst in Krakau, Bologna, Rom, Padua und



Portrait von Nicolaus Copernicus

Ferrara Recht und Medizin. Sein Onkel, der Bischof von Ermland, sorgte dafür, daß Copernicus zum Domherrn gewählt wurde. Kanzler des Kapitels, Landpropst und Bistumsverweser waren weitere Stationen, die für ein Auskommen sorgten.

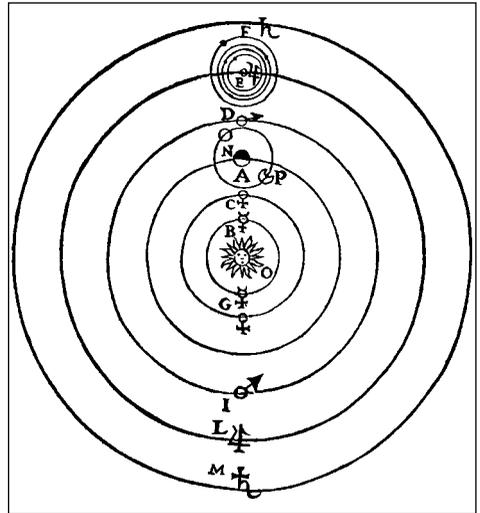
Astronomische Studien hatte Copernicus schon in Bologna bei Dominicus Maria di Novara betrieben. Dessen Lehrer wiederum war Regiomontanus, der vorsichtigen Zweifel am antiken Himmelsmodell geäußert hatte. Bevor er zu Beratungen der überfälligen Kalenderreform nach Rom berufen wurde, hatte sich der Königsberger in Nürnberg niedergelassen, da es „quasi centrum Europae“ sei. Die Instrumentenbauer und Verleger hatten ihn 1471 in die Stadt gelockt, die nach seinem überraschenden Tod in Rom keine Gelegenheit mehr hatte, einen Erneuerer des astronomischen Weltbildes persönlich zu beherbergen.

Indes war die Kalenderreform auch zu Copernicus' Zeiten nicht vorangekommen, obwohl sich die Berechnung des Osterdatums immer schwieriger gestaltete und die Kurie auf eine Reform drängte. Eine Einladung zum römischen Laterankonzil, das die Angelegenheit beraten wollte, schlug Copernicus 1514 aus. Daß dieses angesichts des unglücklichen Schicksals von Regiomontanus geschah, dürfte eine üble Verleumdung sein. Von der Kirche hatte der Frauenburger Domherr nichts zu befürchten. Immer wieder bedrängte ihn der Vatikan, seine neue Theorie zu veröffentlichen und selbst Papst Clemens VII. fand Gefallen an der Lehre des Copernicus.

„Päpstlicher als der Papst“

In einer kleinen Schrift hatte Copernicus um 1510 sein Programm vorgestellt. Überraschenderweise folgte er zunächst den Griechen. Um die Himmelsbewegungen in Übereinstimmung mit den Prinzipien der antiken Astronomie zu bringen, benutzte er ebenso auf Kreisen umlaufende Kreise.

Genaugenommen wollte er es sogar ein bißchen genauer machen als die antiken Gelehrten. Der hellenistische Astronom Claudius Ptolemäus hatte nämlich im zweiten nachchristlichen Jahrhundert bemerkt, daß trotz aller geometrischer Findigkeit keine Gleichfö-



Epizykelmodell

migkeit zu erreichen war und hatte sich erlaubt, einen fiktiven Bezugspunkt außerhalb der Erde einzuführen, um diesen Mangel zu beheben.

Während der zeitgenössische Leser nur mit Mühe dem komplizierten System folgen kann, wurde diese Neuerung für Copernicus zum Stein des Anstoßes. Was ist eine Gleichförmigkeit wert, wenn sie nicht vom Kreismittelpunkt aus betrachtet wird? Irgend ein beliebiger Punkt wird sich wohl immer finden, von dem aus sich die Gestirne auf kontinuierlichen Kreisen bewegen.

Diesen Ausweg lehnte Copernicus ab. Zwar konnte Ptolemäus die Himmelsbewegungen in guter Näherung wiedergeben, aber eines der beiden antiken Prinzipien der Astronomie sah Copernicus eklatant verletzt.

In der Tat gelang es ihm, den Fehler zu beseitigen. Dabei investierte er jedoch alle verfügbaren Mittel und türmte Kreise auf Kreis bis zur Erklärung der zweiten großen Schwierigkeit – der rätselhaften Schleifen – nichts mehr übrig blieb. An dieser Stelle griff Copernicus einen Vorschlag auf, der zwar sporadisch diskutiert, aber noch nie konsequent auf seine Brauchbarkeit hin durchdacht worden war.

Was gewinnt man, wenn man unter Wahrung der

Prinzipien, aber im Widerspruch zur unmittelbaren Anschauung, die tägliche Drehung des Himmels sowie den jährlichen Lauf der Sonne durch den Tierkreis und die Bewegungen der Planeten mit ihren Schleifen nur als scheinbare Phänomene auffaßt – als Spiegelbild einer doppelten Bewegung der Erde? Erst die Rotation um ihre Achse und der Umlauf um die Sonne täuschen die Bewegungen der Gestirne vor. Die Schleifen der Planeten entstehen immer dann, wenn ein innerer Planet auf seiner kürzeren Bahn einen äußeren überholt.

So wurde das Festhalten an den antiken Prinzipien zur Geburtsstunde des neuzeitlichen Heliozentrismus. Aus der Sicht von Copernicus war dieser Perspektivenwechsel eher eine Begleiterscheinung als der Beweggrund.

Mag sein „fundamentalistisches“ Festhalten an der antiken Tradition als Schönheitsfehler hingenommen werden, so enttäuscht den modernen Leser, daß auch Copernicus keinerlei Beweise für sein heliozentrisches Weltsystem vorbringen konnte.

Mehr Fragen als Antworten

Im Gegenteil – viele Einwände ließen die neue Lehre wenig plausibel erscheinen.

Wenn die Sonne im Weltzentrum steht, warum bleibt dann der Mond der Erde erhalten? Hier konnte erst Galileo Galilei 1610 Abhilfe schaffen, indem er entdeckte, daß auch der Jupiter von vier Satelliten umkreist wird. Von einer Sonderstellung des Erdmonds kann also keine Rede sein.

Oder müßten nicht während des Umlaufs um die Sonne nahe Sterne hin- und herspringen? Ebenso wie die eigene Nase, 'mal mit dem linken, 'mal mit dem rechten Auge betrachtet, vor dem Hintergrund hüpf. Dieser Effekt wurde wegen des großen Abstands der Sterne leider erst 1838 beobachtet. Bis dahin mußte sein Fehlen eher als Gegenargument gewertet werden.

Ein erster Beweis für die Rotation der Erde gelang 1735–37 zwei Expeditionen nach Peru und Lappland. Würde sich nämlich die Erde um ihre Achse drehen, müßte der Äquator durch die Fliehkraft einen Wulst ausbilden, während die Pole abflachen. Genau dies konnten genaue Messungen bestätigen. Besonders

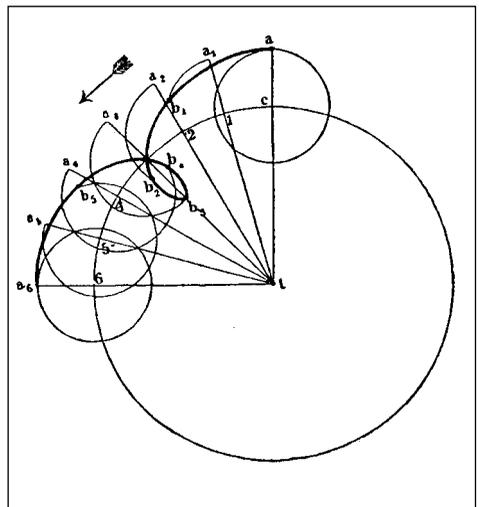
augenfällig wurde schließlich die Erddrehung, als Jean Bernard Léon Foucault 1851 im Pariser Pantheon vorführte, wie sich eine Pendelschwingung auf der nördlichen Hemisphäre im Uhrzeigersinn dreht.

Glücklicherweise haben sich die führenden Naturwissenschaftler nicht davon abhalten lassen, die heliozentrische Weltansicht schon früher anzunehmen. Sie beriefen sich dabei auf eine Physik, die im 17. Jahrhundert entstanden war. Galilei, Kepler und Newton hatten sie ausgearbeitet und damit allen zweifelnden Fragen den Boden entzogen.

Der Wegbereiter

Copernicus hat von diesen Antworten nichts geahnt – zu fest war er in der antiken Naturphilosophie verwurzelt. Aber diese Antworten konnten nur gegeben werden, weil es die Lehre des Nicolaus Copernicus erlaubte, überhaupt die richtigen Fragen zu stellen.

Bislang waren Erd- und Weltzentrum per se das gleiche – alles orientierte sich eben um die Mitte. Nun flog unser Planet um die Sonne, aber die Beine seiner Bewohner richteten sich weiterhin zum Erdmittelpunkt. Daß es die Anziehungskraft ist, die sowohl Schwere als auch die Planetenbahnen hervorruft, konnte erst klar werden, nachdem man diese beiden



Copernicanisches Weltsystem

Aspekte zu unterscheiden lernte. Die vorläufige Trennung barg letztlich die größere Einheit.

Den Weg dazu hat Copernicus geöffnet, als er endlich die Zustimmung zur Veröffentlichung seines Hauptwerks gab. Die ersten Druckbögen soll er im Totenbett berührt haben, dann verstarb er und konnte nicht vorhersehen, daß die wissenschaftliche Wende der heraneilenden Neuzeit seinen Namen als Parole benutzen würde.

Die Konsequenzen des Heliozentrismus waren es dann, die den Niedergang der aristotelisch-ptolemäischen Lehre „an allen Fronten“ auslösten.

Noch die Renaissance war überzeugt, die vergänglichen Vorgänge auf der Erde seien wesentlich verschieden von den ewigen Bewegungen am Himmel. Doch wenn die Erde ein Himmelskörper wie andere ist, dürften die Gestirne ebenfalls Materiebrocken sein. So wurde der Dualismus der Welt durch die Vorstellung eines unendlichen Raumes überwunden, und auch die Sonne blieb nicht lange das Zentrum des Universums.

Das Erfolgsgeheimnis

In diesem Weltall bestimmen nicht rein geometrische Überlegungen, sondern Kräfte sind für die Bewegungsänderungen aller Körper verantwortlich. Johannes Kepler ahnte dies um 1600, als er für kurze Zeit Tycho Brahes Assistent war, und er vertraute den genauesten Beobachtungen seiner Zeit so sehr, daß er bereit war, für den neuen Gedanken die beiden antiken Prinzipien der Astronomie aufzugeben. Nicht auf Kreisen, sondern auf Ellipsen gehorchen die Planeten einer neuen Ordnung. Die vielen verschiedenen Planetenbahnen werden aus wenigen Gesetzen verständlich.

Das Erfolgsgeheimnis dieser Wissenschaft, die sich fortan Physik nannte, besteht darin, meßbare Größen einzuführen und deren mathematische Kombinationen zu untersuchen. Auf diese Weise fand zur gleichen Zeit Galilei das Fallgesetz. Dabei zog der Italiener dem mühseligen Turmsteigen das bequeme Labor mit der schiefen Ebene vor. Neue Konzepte und überhaupt die Art, „*philosophia naturalis*“ zu betreiben, entstanden in ganz Europa.

Vertrauen in die eigenen Überlegungen besaß ein Jahrhundert früher auch Nicolaus Copernicus. Er war

fest überzeugt von der Richtigkeit seiner Theorie und hat sie nie als bloße Hypothese betrachtet, obwohl zu Beginn der Revolutionen genau dieses behauptet wird. Erst Kepler entdeckte, daß das Vorwort eine anonyme Zugabe von Andreas Osiander war, dem Hauptvertreter der reformatorischen Bewegung in Nürnberg. Er überwachte zum Schluß hin den Druck bei Johannes Petreius in der Oberen Schmiedgasse und wollte dem Werk diejenigen Schwierigkeiten ersparen, die Galilei später hatte.

Der Vorsichtigkeit von Copernicus hat dies wohl sogar entsprochen. Es bedurfte der Überzeugungsarbeit mehrerer Freunde, das Manuskript in Druck zu geben. Selbst die Ermunterung durch hohe geistliche Würdenträger zuvor hatte nichts vermocht. Zu groß war seine Sorge, durch Fachkollegen „von der Bühne gezischt“ zu werden.

Dann aber wurde überall in Europa sichtbar, daß die astronomischen Beobachtungen auch mit einem heliozentrischen Weltsystem verträglich sind. Diese Alternative ausgearbeitet zu haben, ist das große Verdienst des Frauenburger Domherrn.

Als Ironie bleibt, daß nur ein konservativer Denker wie Copernicus es wagen konnte, die antike Rädergeometrie mit einer heliozentrischen Sichtweise zu verbinden. Ein Vorhaben, das freilich nicht gelingen konnte, aber alle Türen öffnete.

Abbildungsverzeichnis

- Porträt: Abb. entnommen: Walter R. Fuchs, Bevor die Erde sich bewegte, Reinbeck 1978, Bildtafel 8.
- Epizykelmodell: Abb. entnommen: Giordano Bruno, Zwiegespräch vom unendlichen All und den Welten (*De l'infinito universo e mondi*, Venedig [=London] 1584), Darmstadt 1983, übersetzt und erl. von Ludwig Kühlenbeck, Reprograf. Nachdruck der Ausgabe Jena ²1904, S. XI, Fig. 3.
- Copernicanisches Weltsystem: Quelle: Galileo Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, Tolemaico e Copernicano*, Firenze 1632; dt. als *Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme*, Leipzig 1891, übers. und erläutert von E. Strauß; auch in *Galileo Galilei, Sidereus Nuncius*. Nachricht von neuen Sternen, hg. v. Hans Blumenberg, Frankfurt a.M. 1980, S. 204.

Jubiläen

von Pierre Leich

vor 525 Jahren

- Am 19. Februar 1473 wird Nicolaus Copernicus geboren.

vor 300 Jahren

- Auf einer 1698 begonnenen Seereise erstellt Edmond Halley die erste Weltkarte der magnetischen Deklination.

vor 200 Jahren

- Henry Cavendish ermittelt mit einer Drehwaage die Gravitationskonstante. Damit läßt sich die Erdmasse errechnen.
- Pierre Simon de Laplace diskutiert die Möglichkeit „Schwarzer Löcher“.

vor 150 Jahren

- Die deutsch-englische Astronomin Carolin Herschel stirbt am 9. Januar 1848.
- Joseph Henry vermutet, daß Sonnenflecken kalte Stellen der Oberfläche sind.
- Julius Meyer erkennt, daß die Sonne ohne Energiequelle innerhalb von 5 000 Jahren abkühlen müßte.
- Armand-Hippolyte-Louis Fizeau behauptet, der akustische Doppler-Effekt trete auch bei elektromagnetischen Wellen auf. Besonders die Rotverschiebung sollte noch eine prominente Rolle spielen.

vor 125 Jahren

- Als Ursache der Mondkrater vermutet Richard Anthony Procter Meteoriteneinschläge.
- James Clerk Maxwell formuliert die Gesetze des Elektromagnetismus. Dabei sagt er Radiowellen und das Phänomen des Strahlungsdrucks voraus.
- Am 18. April 1873 stirbt Justus Frh. von Liebig.

vor 100 Jahren

- Marie und Pierre Curie entdecken die radioaktiven Substanzen Polonium (1. Juli 1898) und Radium (Dez.). Marie Curie ersetzt den Begriff der Uranstrahlen durch den der „Radioaktivität“.

- 13. August 1898 findet Gustav Witt den ersten erdnahen Asteroiden. Da er der Erde näher kommt als Venus und Mars, benannte ihn Witt nach dem Kind der griechischen Götter Mars und Venus „Eros“.
- William Henry Pickering entdeckt den neunten Saturnmond Phoebe. Da er rückläufig umkreist, wird vermutet, daß er ein eingefangener Asteroid ist.

vor 75 Jahren

- Mit der Cepheiden-Methode bestimmt Edwin Powell Hubble 1923 die Entfernung des Andromeda-Nebels und erkennt, daß es sich um eine eigene Galaxie handeln muß.
- Arthur Holly Compton kann den von Einstein vorhergesagten Teilchencharakter elektromagnetischer Strahlung nachweisen (Compton-Effekt).
- Louis Victor de Broglie führt den Teilchen-Welle-Dualismus ein.

vor 50 Jahren

- 1948 entdeckt Gerard Peter Kuiper einen fünften Uranusmond. Er wird wie die anderen „shakespeareslike“ „Mirinda“ benannt.
- George Gamow und seine Mitarbeiter durchdenken die Elemententstehung beim heißen Urknall. Sie sagen eine Hintergrundstrahlung niedriger Temperatur vorher.
- Hermann Bondi und Thomas Gold sowie Fred Hoyle stellen die Theorie des stationären Universums vor.
- Die Gleichungen von Richard Phillips Feynman begründen die Quantenelektrodynamik.
- Am 26. Februar wird die Max-Planck-Gesellschaft gegründet.

vor 25 Jahren

- Die USA starten am 25. Mai 1973 ihre erste Raumstation Skylab in eine Erdumlaufbahn.
- Die am CERN entdeckten neutralen Ströme bei Neutrinoreaktionen bestätigen die elektroschwache Theorie.