

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Kopernikus-Gedenkstunde zum 400. Todestag des Schöpfers unseres Weltbildes

Weigel, Rudolf G.

Karlsruhe, 1943

[Text]

[urn:nbn:de:bsz:31-139828](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-139828)

2. Die Erde ist einer der Planeten und kreist daher genau wie alle andern um die Sonne als das gemeinsame Zentrum dieser Bewegungen. Nur der Mond läuft unmittelbar um die Erde (Abb. 4).

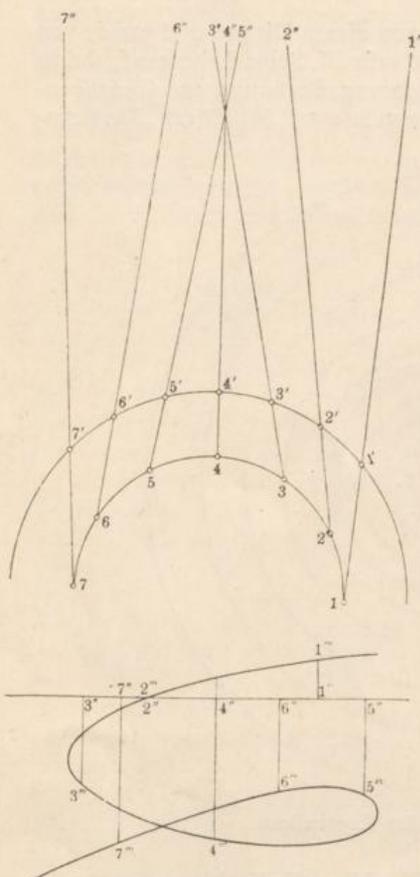


Abb. 5. Entstehung einer Schleife in der Marsbahn: Die Sehstrahlen von der Erde (auf dem inneren Kreis) zum Mars (auf dem äußeren Kreis) vollführen Schwankungen, die eine Bahnschleife vortäuschen

Es ist also mehr geworden als nur eine Verbesserung der Ptolemäischen Lehre. Kopernikus erkannte, daß nicht Verfeinerungen des Alten, sondern nur radikale Abkehr zu ganz Neuem einen wirklichen Fortschritt für die Darstellung bringen konnte, und er ist überzeugt, daß er damit auch das wahre Wesen des Planetensystems gefunden hat. — Wie bewußt er sich der Größe seiner Tat war, zeigt die stolze, an den Papst Paul III. gerichtete Vorrede zu seinem Werk, in der er „das dummdreiste Urteil von Schwätzern“, denen die mathematischen Wissenschaften fremd seien, verachtet. „Mathematische Dinge werden für Mathematiker geschrieben“, sagt er, und von diesen ist er überzeugt, daß sie ihn verstehen.

Allerdings schwingt auch eine gewisse Sorge mit vor den Folgen dieses Bruches mit der Vorstellung seiner am Buchstaben klebenden Zeit von der im Weltzentrum ruhenden Erde. Daher beginnt er zunächst, wörtlich „daß mich zum Nachdenken über eine andere Art, die Bewegungen der Weltkörper zu berechnen, nichts anderes bewogen hat, als weil ich sah, daß die Mathematiker selbst bei ihren Untersuchungen hierüber mit sich nicht einig sind“. Von Cicero und Plutarch erfuhr er, daß schon einzelne griechische Gelehrte der Ansicht waren, die Erde stehe nicht still, sondern befinde sich in Bewegung.

Wenn aber bereits bei den Alten über derartige Dinge nachzulesen stünde, so hält auch er sich — in echt mittelalterlicher Denkungsweise — für berechtigt, es mit derartigen an Stelle der bisher üblichen Kreisbewegungen zu versuchen.

Tatsächlich bedeutet das Kopernikanische System eine außerordentliche Vereinfachung gegen dasjenige des Ptolemäus. Die für uns beängstigende Forderung, das ganze Himmelsgewölbe solle sich drehen, wird durch die Achsenrotation der Erde ersetzt, und die Schleifenbahnen der Planeten folgen anstatt aus unzähligen unübersichtlichen Epizykelkonstruktionen einheitlich und zwanglos aus dem jährlichen Umlauf der Erde um die Sonne, den sie am Himmelsgewölbe widerspiegeln (Abb. 5).

Trotz aller eigenen Gewißheit zögerte Kopernikus aber Jahrzehnte hindurch, sein Werk zu veröffentlichen. Lieber sammelte er fort und fort neue Beobachtungen, um die Sicherheit seiner Tafeln zu vergrößern. Erst kurz vor seinem Tode, als schon sein Name durch einen Vorbericht des Rhetikus über seine Lehre weithin verbreitet war, gab er dem Drängen der Freunde nach und willigte in den Druck seines Werkes ein. — Und zögernd nur hat sich das neue Weltbild durchgesetzt. „Vielleicht ist noch nie eine größere Forderung an die Menschheit geschehen“, sagt dazu Goethe in der Geschichte der Farbenlehre, „denn was ging nicht alles durch diese Vorstellung in Dunst und Rauch auf: ein zweites Paradies, eine Welt der Unschuld, Dichtkunst und Frömmigkeit, das Zeugnis der Sinne, die Überzeugung eines poetisch-religiösen Glaubens; kein Wunder, daß man dies alles nicht wollte fahren lassen, daß man sich auf alle Weise einer solchen Lehre widersetzte“. — Nicht nur das Widerstreben der katholischen wie der protestantischen Kirche trug Schuld an ihrem langsamen Vordringen. Vor allem die naturwissenschaftlichen Gelehrten ließen sich nur langsam überzeugen.

Zwar erwiderte Kopernikus auf den Haupteinwand gegen seine Lehre, die Bewegung der Erde um die Sonne müsse sich ähnlich wie in den Schleifen der Planeten auch in einer scheinbaren Bewegung der Fixsterne widerspiegeln, wovon man aber nichts bemerke, ganz richtig, daß dies nur an der begrenzten Beobachtungsgenauigkeit liege. Die Fixsternsphäre sei im Verhältnis zur Abmessung der Erdbahn zu weit entfernt, so daß die zu erwartenden jährlichen Verrückungen der Sterne innerhalb der Grenze der Meßbarkeit blieben. Aber begreiflicherweise war es schwer, durch ein solches negatives Argument neue Anhänger zu gewinnen. So wird beispielsweise verständlich, daß selbst der größte Beobachter der vorteleskopischen Zeit, Tycho Brahe, noch ein halbes Jahrhundert nach Kopernikus sich nicht entschließen konnte, die kopernikanische Lehre anzuerkennen. Und doch sollte gerade er durch seine präzisen Messungen ihr zum endgültigen Sieg verhelfen.

Auch in den Einzelheiten war die Überlegenheit des kopernikanischen Systems über das des Ptolemäus so deutlich zunächst noch nicht zu erkennen. Auch die neuen Tafeln ließen die Himmelserscheinungen schließlich nicht wesentlich genauer vorausberechnen als die des Almagest. Zudem hatte auch Kopernikus, um die kleinen Unregelmäßigkeiten zu meistern, die er an den Planetengeschwindigkeiten beobachtete, in seinem neuen

System zu dem Hilfsmittel exzentrischer Kreisbewegungen und zu kleinen Epizykeln auf den Hauptkreisen gegriffen und damit gerade die neuen und wesentlichen Züge seines Werkes selbst verschleiert. An eine Bewegung auf elliptischen Bahnen, die, wie man seit Kepler weiß, allein der Wirklichkeit entspricht, hatte er zwar gedacht, konnte sich jedoch nicht von der alten Vorstellung vom Kreis als der allein denkbaren vollkommensten Bahnform freimachen. Auch er gibt eben letzten Endes nur eine geometrische Beschreibung, ein lebloses Bild der Bewegungen, doch fehlt auch hier, genau wie bei Ptolemäus, als Seele des Ganzen völlig die Frage nach dem inneren Zusammenhang, der wirklichen Ursache der Erscheinungen. So sehen wir, den Schlüssel zu einer neuen Welt hatte Kopernikus gefunden. Aber es mußten noch weitere Große kommen, um wirklich in sie hineinzuschreiten.

Darin war nun die neue Zeit glücklicher als das Altertum. Schon einmal hatten, dreieinhalb Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung, pythagoreische Mathematiker behauptet, die Erde durchlaufe eine Kreisbahn wie andere Planeten. Und kaum 50 Jahre danach konnte, wie wir heute wissen, Aristarch durch zahlreiche Messungen, vor allem durch Bestimmung der Größe und Entfernung von Mond und Sonne, überzeugend nachweisen, daß die Sonne das Zentrum der einheitlich um sie erfolgenden Planetenbewegungen sein müsse. Aber leider fiel diese Erkenntnis in eine Zeit, als der griechische Geist schon alt und müde wurde und keinen Kopf mehr hervorbrachte, der die aufgeworfenen Fragen weiter verfolgte und ihnen zu Klärung und Sieg verhalf. Wenig später schon brachte Hipparch bereits nicht mehr den Mut auf, sich für irgendeine der früheren Theorien zu entscheiden, da sie alle gegen seine sehr genauen Beobachtungen zu verstoßen schienen. So hat endlich Jahrhunderte später erst Ptolemäus auf Grund von Hipparchs Beobachtungen jenes rückschrittliche System festgelegt, in dem alle früheren Errungenschaften wieder vergessen sind und die Erde stillesteht.

Wie anders um die neue Zeit! Da sehen wir, kaum ein Menschenalter nach Kopernikus, den großen Johannes Kepler bei der Verarbeitung von Tycho Brahes genauen Beobachtungen. Und er bekommt — rein empirisch, ohne jede vorgefaßte Meinung — heraus, daß alle Planeten, auch die Erde, auf Ellipsen um die Sonne laufen, nach überraschend einfachen einheitlichen Gesetzen, die seitdem Keplers Namen tragen. Kopernikus' heliozentrische Auffassung wird glänzend bestätigt. — Und um die gleiche Zeit entdeckt Galilei mit seinem selbstgebauten Fernrohr, daß der Jupiter von vier Monden begleitet wird, die fort und fort ihn umkreisen, während er selbst seine Bahn um die Sonne zieht. Er sah mit eigenen Augen an einem anderen Planeten sich vollziehen, was Kopernikus für die Erde und ihren Mond behauptet hatte.

Die Krönung des Werkes schuf durch eine wirkliche Begründung des neuen Weltsystems anderthalb Jahrhunderte nach Kopernikus Isaac Newton. Zwar hatte schon Kepler sich mehr spekulative Gedanken über die innere Ursache dieses Zusammenspiels zwischen Sonne und Planeten gemacht und geäußert, die Sonne müsse der Sitz einer Kraft sein, die die Planeten in ihre

Bahnen zwingt. Doch gelang ihm nicht, an das Wesen dieser Kraft heranzukommen. Newton erschaute, daß die Kraft, die den Apfel vom Baum auf die Erde wirft, dieselbe ist, die in weiter Ferne auch den Mond ständig gegen die Erde fallen heißt und ihn so daran hindert, tangential von seiner Bahn wegzufiegen. Und genau wie der Mond ständig gegen die Erde gezogen wird, so unterliegen auch alle Planeten einer gegen die Sonne gerichteten Anziehungskraft, die sie in ihre geschlossenen Bahnen zwingt. Unter der Voraussetzung, daß die Anziehungskraft zwischen irgend zwei Massen proportional ihrem Produkt, dividiert durch das Quadrat ihres Abstandes ist, werden sämtliche Bewegungen, die sich in unserem Planetensystem abspielen, mit einem Mal quantitativ berechenbar. Unser Mond kann danach die Erde nur, wie er es wirklich tut, in der Entfernung von 60 Erdradien umlaufen. Die Planetenbahnen können nur Ellipsen sein, die der Fahrstrahl mit konstanter Flächengeschwindigkeit überstreicht, und so noch vieles andere mehr. So trägt Newtons allgemeines Gravitationsgesetz mit einem Schlag helles Verständnis in den Ablauf der Planetenbewegungen. Sie könnten sich nach ihm gar nicht anders vollziehen. — Jetzt endlich, um 1700, zweifelt niemand mehr an der Richtigkeit von Kopernikus' System. Newton hat ihm endgültig zum Sieg verholfen.

Gleichzeitig damit wies er aber überhaupt der Astronomie der folgenden Jahrhunderte die Arbeitsrichtung. Nicht nur die Sonne zieht die Planeten an, sondern alle Himmelskörper unterliegen gegenseitigen Anziehungskräften. Ein kompliziertes Wechselspiel tritt bei genauester Untersuchung an die Stelle der zunächst allein berücksichtigten Zentralkraft der Sonne. Die dadurch entstehenden — geringen — Abweichungen von Keplers erster Theorie beschäftigten die Mathematiker wie die astronomischen Beobachter der Folgezeit in gleich intensivem Maß. Allenthalben wird die aus Newtons Gravitationsgesetz sich ergebende genaue Himmelsmechanik ausgebaut, geprüft und durch die Erfahrung vollauf bestätigt gefunden. Und wenn man beispielsweise in der Bewegung des Uranus zunächst unerklärliche Störungen beobachtet, so bleibt nur die Deutung möglich, daß ein noch unbekannter Planet durch seine Anziehungskraft sie verursache. Leverrier versuchte, allein aus den Bahnstörungen des Uranus seinen Ort zu berechnen, und Galle fand 1846 in der Tat den neuen Planeten, den Neptun, sehr nahe an diesem vorausgerechneten Ort, — einer der schönsten Triumphe des Gravitationsgesetzes. Allmählich schien es eines der am sichersten bestätigten Naturgesetze überhaupt. Selbst weit jenseits unseres Planetensystems beweist die Bewegung fernster Doppelsterne umeinander noch seine strenge Gültigkeit. — Und doch ist heute noch nicht sicher, ob das Gesetz in dieser Form uneingeschränkt richtig ist. Die etwas zu rasche Periheldrehung der Merkurbahn läßt sich bisher mit dem Gravitationsgesetz nicht vereinbaren. Wir stehen hiermit bereits vor einem sehr schwierigen Problem der heutigen Wissenschaft, dessen befriedigende Lösung bis jetzt noch nicht gelungen ist. —

Viel länger als bis zur endgültigen Anerkennung des Kopernikanischen Systems hat es noch gedauert und vieler vergeblicher Mühen bedurft, bis endlich der schon früh geforderte Nachweis gelang, daß auch die Fixsterne die jährliche Bewegung der Erde widerspiegeln. Wegen der Kleinheit dieser Fixsternverschiebungen war eine ungeheure Steigerung der Meßgenauigkeit dazu notwendig. Kopernikus selbst konnte mit seinen primitiven Vorrichtungen Winkel noch nicht zuverlässiger als bis auf 5 bis 10 Bogenminuten bestimmen. Tycho Brahe gelangte mit sehr verfeinerten Geräten mit einer Bogenminute an die Grenze der mit unbewaffnetem Auge erreichbaren Genauigkeit. Große weitere Fortschritte brachte dann das Fernrohr. Bradley entdeckte 1728 die Aberration des Lichts, die ebenfalls als Nachweis der jährlichen Erdbewegung angesehen werden muß, von der Größe von 20,5 Bogensekunden. Und Bessel, ein Meister astronomischer Meßkunst, steigerte die Genauigkeit bis in die Größenordnung eines Zehntels einer Bogensekunde. Mit modernen Refraktoren kommt man inzwischen noch um eine gute Zehnerpotenz weiter. — Bessel gelang es als erstem, 1837 von dem Stern 61 Cygni nachzuweisen, daß er sich innerhalb eines Jahres um 0,35 Bogensekunden am Fixsternhimmel hin und her schiebt, und dieser ersten Beobachtung folgten im Laufe der Zeit noch viele weitere mehr. Damit war endlich der Schlußstein in der Kette der Beweise für das Kopernikanische System gesetzt, — obwohl es natürlich seit Newton einer besonderen Bestätigung nicht mehr bedurfte.

Diese Untersuchungen sind auch deswegen von großer Bedeutung, weil man mittels der Größe der Verschiebung eines Sternes, seiner sogenannten „Parallaxe“, seine Entfernung von der Erde mit dem Erdbahnradius in Beziehung setzen und damit die Sternentfernung unmittelbar in Kilometern oder handlicher in Lichtjahren ausrechnen kann. 4,3 Jahre läuft beispielsweise das Licht von dem der Erde zunächst stehenden Fixstern α Centauri bis zu unserem Auge. — Mit der Gewinnung solcher Zahlenangaben erhält der jüngere Wissenszweig der „Stellarastronomie“ quantitative Unterlagen, der über die Welt der Planeten hinausgreift und die Himmelskörper außerhalb unseres Sonnensystems zum Gegenstand hat. Auch zu seiner Entwicklung hat letzten Endes Kopernikus den Anstoß gegeben, weil er die Erde aus dem Mittelpunkt der Welt rückte und so die Aufmerksamkeit auch auf Fixsternbewegungen und damit auf die Fixsterne überhaupt lenkte. Waren sie einst nur wesenlose Marken an der gedachten Himmelssphäre, so werden sie jetzt zu Individuen, die die Tiefen eines unermesslichen Raumes bevölkern.

Wilhelm Herschel tat um die Wende des 18. Jahrhunderts die ersten bedeutenden Schritte in der Erforschung der Fixsternwelt, indem er mit selbstgebaute Spiegelteleskopen den ganzen Himmel sorgfältig durchmusterte. Auf Grund der Annahme, daß alle Fixsterne annähernd die gleiche wahre Leuchtkraft hätten, daß aber ihre verschiedene scheinbare Helligkeit am Himmel nur auf der mit dem Quadrat ihrer Entfernung