

Strukturvarianten in zentrischen Weltmodellen der Astronomie und Atomphysik als Reprisen in der Kulturentwicklung¹

1. Einleitung

1.1 Seit den frühesten Zeiten macht sich der geistbegabte Mensch ein Bild von seinem Umfeld, seiner Umwelt, von der Welt. Bereits unsere frühen Vorfahren mussten sich in Raum und Zeit orientieren, um ihr Leben zu bemeistern. Die Frage nach der Struktur der Welt und die Stellung des Menschen in der Welt hat sich seit den frühesten Zeiten in verschiedener Weise immer wieder gestellt.

Dabei nahm der Mensch gestern, nimmt der Mensch heute die Welt und das Weltgeschehen nicht wahr als chaotischen Film, sondern als strukturierte Vielfalt von Formen und Prozessen, bestimmt von Regelmäßigkeit, von Wiederholungen, auch von Konstanz im Wandel der Welterscheinungen. Wir nehmen die Welt und das Weltgeschehen über *Muster* wahr. Klein und vielfältig verschlungen waren die Schritte, die zum heutigen Weltverständnis, zum heutigen Bild der uns Menschen umgebenden Welt, zum heutigen Bild des Makro- und Mikrokosmos führten. Der Erkenntnisweg war nicht linear.

Seit der Antike stellte sich immer wieder neu auch die Frage nach einer *Erklärung* der Erscheinungen und ihrer formalen und ursächlichen Zusammenhänge. Schon die Welterklärung der Griechen – dies vorweg gesagt – hat zu unterschiedlichen Modellen geführt.

1.2 Das jeweilige Weltbild des Menschen war und ist dabei abhängig davon, was man unter der „Welt“ versteht, auch wie der Mensch sich in der Welt sieht. Die *Varianten* der Weltbilder unterschieden sich in der Geistesgeschichte weiter auch voneinander je nach dem Standpunkt, den der Mensch jeweils einnahm bzw. sich dachte, je nach dem *Mittelpunkt, den er*

¹ Helen und Jürgen Fischer zugeeignet

für seine Welt bzw. die Umwelt setzte, modern gesagt: je nachdem wo er den Ursprung seines Koordinatensystems setzte, und später je nach dem Aufbau und der Struktur des jeweiligen Weltmodells.

Im weiteren Verlauf der Geistesgeschichte hat der Mensch die Himmelserscheinungen im Tages- und Jahresrhythmus schließlich nicht nur mit dem unbewaffneten Auge wahrgenommen. Er hat Beobachtungsinstrumente zur genaueren Lokalisierung der Sterne und zur Messung ihres Stands und Laufs am Himmel entwickelt und eingesetzt, sie wieder später durch mathematische Begriffe und Methoden beschrieben und zunehmend die Strukturen, und das heißt sein Weltmodell, verfeinert. Im Bemühen um Erklärungen und die ursächlichen Zusammenhänge für das, was diese Beobachter in ihrem Umfeld vorfanden, wurde das Weltbild schließlich in der einen oder anderen Form zu einem *theoretisch durchdachten und fundierten Weltmodell*.

Das menschliche Weltbild zeigt im Verlaufe der Geschichte des Menschen in seiner Form und seinem Wandel aber nicht nur *Varianten* und *Verfeinerungen*, sondern auch Invarianten, die letztlich auf Universalien beruhen – auf der Einmaligkeit des Weltenbaus und dem Wesen des Menschen.

Zentrisch waren die Weltbilder in der einen oder anderen Weise seit je.

2. Das egozentrisch-geozentrische Weltbild

Zunächst bedachte der Frühmensch, bedenken der Alltagsmensch von heute und das Kind ichbezogen sich selbst, sein Leben und sein Lebensumfeld. Der Einzelmensch beobachtet zunächst mit dem unbewaffneten Auge, hat kein subjektunabhängiges Bild und Modell vom Sein und Geschehen.

Er erlebt und erfährt im Tageslauf die Bewegung der Sonne, bei Nacht den Lauf des Mondes und die Mondphasen, die Bewegung der Planeten und die Drehung der Fixsterne um einen Himmelspol. Der Einzelmensch steht und dreht und wendet sich hin und her und erfährt sich und seinen augenblicklichen Standpunkt als Mittelpunkt in seinem augenblicklichen Lebensumkreis. Nichts erfährt er als einzelner dabei von der Bewegung der Erde, nichts von ihrer Drehung, nichts von ihrem Flug im Weltall – seine persönliche Welt hat die Erde als Bezugssystem als eine vom Horizont begrenzte runde Scheibe.

Ichbezogen *egozentrisch-geozentrisch* war und ist zunächst ist sein Weltbild. Das Wort „egozentrisch“ wird hier ganz wörtlich genommen, verschieden von seiner üblichen Bedeutung im Sinne von „Ichsucht“.

3. Die homozentrisch-geozentrischen Weltbilder

Im Verlauf der weiteren Entwicklung des historischen Menschen bzw. des Einzelmenschen und des Kindes im Alltag reflektiert der Mensch die Erscheinungen, abstrahiert sie von der Absolutheit seines augenblicklichen Standpunkts, damit objektivierend strukturiert er sie in einem Weltmodell, in dem er auch den Mitmenschen in sein Weltbild einbezieht. Sein Weltbild wird *homozentrisch-geozentrisch*. Auch das gilt bereits für den Frühmenschen, der schon voller Mensch war, wie wir an den Höhlenzeichnungen der Steinzeit sehen, und es gilt auch für den Alltagsmenschen heute.

4. Die geozentrischen Weltbilder

4.1 Archäoastronomie

4.1.1 Als der Mensch in der *Jungsteinzeit* zum Ackerbauer und Züchter geworden war, musste er eine Art Kalender erstellen, um die Lebensbewältigung im Jahreslauf zu ordnen, um die Zeiten für Aussaat und Ernte festzulegen. Um die Bewegungsformen der Gestirne genauer zu erfassen, hat der Mensch seine Beobachtungen systematisiert.

4.1.2 Prähistorische Grabbauten zeugen von vielfachen Beobachtungen, ja Beziehungen zu den Gestirnen, von ausgefeilten Vorstellungen im jeweiligen Weltbild unserer steinzeitlichen Vorfahren.

4.1.3 Das bekannteste Beispiel, in dem Kenntnisse aus der prähistorischen Astronomie ihren Niederschlag gefunden haben, ist die wahrscheinlich zwischen 3000 und 1500 v. Chr. in mehreren Bauphasen entstandene Anlage von *Stonehenge*. Die Hauptachse des Bauwerks ist auf den Aufgangspunkt der Sonne zur Sonnenwende gerichtet und weist es damit als Kalenderanlage aus. Systematische Beobachtungen der Regelmäßigkeiten und Unregelmäßigkeiten im Himmelsgeschehen mußten der Konstruktion vorausgegangen sein.

4.1.4 In Deutschland spielte in der steinzeitlichen Epoche der Stichbandkeramik die Bewegung der Sonne schon eine zentrale Rolle. Das ist an der in Sachsen-Anhalt bei Weißenfels entdeckten Kreisbogenanlage von *Goseck* ersichtlich. Auch sie ist in ihren Wällen und Toren auf den jährlichen Sonnenlauf mit wechselnden Auf- und Untergangspunkten ausgerichtet (*Hoeppe, G. 2007, 14-15*).

Aus der *Bronzezeit* sind Sonnen und Himmelscheiben bekannt. Die Himmelscheibe von *Nebra* in Sachsen-Anhalt gibt nach unserer heutigen Interpretation die derzeit älteste symbolische Darstellung des Himmelsbildes des Menschen vor etwa 3600 Jahren wieder, mit einer Darstellung des Mondes, der Plejaden und des Sonnenlaufs durch das Bild eines Schiffes, der Sonnenbarke. Die Scheibe diente in der Bronzezeit vermutlich als Kalender. Die zugrundeliegenden Beobachtungen dürften freilich weit früher anzusetzen sein (*Meller, H. 2006; Hamel, J. 1996, 14-22; Reichert, U. 2007, 13-14*). Die Beispiele ließen sich vermehren. Sie alle signalisieren, dass der Mensch nicht länger ausschließlich seinen Standpunkt als Mittelpunkt der Welt sah. Die Erde wurde das Zentrum der Welt. Das Weltbild wurde *geozentrisch*.

4.1.5 In *Mesopotamien* wird die Erde als eine auf dem Weltmeer stehende Scheibe beschrieben, in deren Mitte sich der Weltberg erhebt. Den Wechsel von Tag und Nacht erklären sich die Babylonier damit, dass Sonne und Mond um diesen Berg kreisen. Durch die Erdscheibe fließen Euphrat und Tigris und über allem schwebt ein Gewölbe, an dem die Götter die Sterne befestigt haben und bewegen.

4.1.6 Im alten *Ägypten* ist der Nil das Zentrum des Weltbildes. Über allem steht ein Gewölbe, an dem die Götter die Sterne befestigt haben. So trennen die Götter Himmel und Erde, schaffen so die Welt. In den Gräbern der Pharaonen sind die Decken bedeckt mit fünfzackigen Sternbildern, schwebt die Sonne auf ihrer Sonnenbarke über den Tages- und Nachthimmel.

4.2 Die Griechen

4.2.1 Die ersten begrifflich detaillierteren und strukturierten Weltmodelle wurden von den Griechen erstellt, von Pythagoras, Plato und Aristoteles. Sie

waren mit einer Ausnahme² sämtlich *geozentrisch*. Freilich, wie man sich das Weltbild im einzelnen vorzustellen hat, darüber existierten bei den verschiedenen Autoren verschiedene Ansichten.³

4.2.2 Auch in der griechischen Antike versucht man zuerst mit mythologischen Erklärungen die Erscheinungen des Tages und Nachthimmels und der Jahreszeiten zu erklären und zu deuten.

4.2.3 *Anaximander von Milet* (ca. 611-545 v. Chr.) entwirft die erste Weltkarte und konstruiert einen Himmelsglobus. Er stellt die Erde als Zylinder dar, in dessen Tiefe sich die Unterwelt befindet. Hinter dem Himmelszelt lodert nach seiner Sicht ein riesiges Feuer. Atemlöcher lassen die Flammen durchscheinen. Das sind die Sterne.

4.2.4 Bei Pythagoras (ca. 580-500 v. Chr.) vereinigen sich Mystik, Theologie und exakte Wissenschaft in der Vorstellung vom Wesen des Kosmos. Der Begriff „*Kosmos*“ beinhaltet bei ihm drei Aspekte: Harmonie, Schönheit und Vollkommenheit. Die Vollkommenheit der beobachteten Kreisbewegungen der Himmelskörper wird schon bei Pythagoras ergänzt durch die Auffassung der einzig angemessenen Körperform der Himmelskörper als Kugel. Darin bestand die Göttlichkeit der Himmelskörper und weiter in dem Glauben an ihre Beseeltheit. Himmel und Gott wurden schließlich gleich gesetzt. Die höchste Form der Vollkommenheit fand ihren Ausdruck in der pythagoräischen Vorstellung der nicht wahrnehmbaren Sphärenmusik der Gestirne – einer Vorstellung, die später auch von Kepler wieder artikuliert wird.

4.2.5 Im 4. Jahrhundert v. Chr. gilt diese Betrachtung bei *Plato* (ca. 427-347 v. Chr.) in seinem Dialog „*Timaiois*“ bereits als selbstverständlich. Der Schöpfer der Welt hat, so Plato, die Welt als Ganzes und die Körper nach dem Bild von Kreis und Kugel geschaffen. Auch sein Weltbild ist geozentrisch: Mond, Sonne und die Planeten bewegen sich auf

² Vgl. *Aristarch von Samos* (ca. 310-230 v. Chr.). Seine heliozentrische Weltansicht vermochte sich aus mehreren Gründen nicht durchzusetzen. Insbesondere widersprach sie der aristotelischen Physik (*Hamel, J. 2006, 49ff.*).

³ Die historische Situation ist zu verwickelt, um in einem kurzen Aufsatz in extenso ausgeführt werden zu können, Wir verweisen auf die Literatur, insbesondere auf *Hamel, J. 1994, 2006* und *Zeckl, G. 2006*.

kreisförmigen Bahnen um die Erde, die im Mittelpunkt des kosmologischen Systems steht.

4.2.6 Erst *Aristoteles* (384-322 v. Chr.) führt auf Grund genauerer Beobachtungen und mit seiner Logik in das Weltbild im engeren Sinne das begriffliche Denken ein. Für ihn ist die Welt eine aus Erde, Wasser, Luft und Feuer zusammengesetzte Kugel, die bewegungslos und fest in der Mitte des Kosmos verankert ist. Sie dreht sich um eine Achse, die durch die Pole der Erde verläuft. Bewegungslos ruht sie im Mittelpunkt der Welt. Umgeben ist sie von der „Himmelssphäre“, einer riesigen Hohlkugel, an der alle Sterne befestigt sind. Weiter innen liegen noch weitere Sphären, die die Planeten, die Sonne und den Mond tragen.

In der Kosmologie des Aristoteles gab es genauer zwei Regionen von unterschiedlichen physikalischen Gesetzen, die durch die Sphäre des Mondes voneinander getrennt sind: die *sublunare* Region unterhalb des Mondes und die *superlunare* Region oberhalb des Mondes.

Im *sublunaren* Bereich waren nach ihm alle Himmelsbewegungen geradlinig, es herrschte Unvollkommenheit, ständiger Wechsel und Verfall. Alle Dinge bestanden dort aus den *vier Elementen* Erde, Wasser, Feuer und Luft. Sie sind bestrebt zum Mittelpunkt der Welt zu gelangen. Damit wird der Erdkörper zum Weltmittelpunkt.

In der *superlunaren* Region waren die Welt und das Weltgeschehen vollkommen. Die Bewegungen der Himmelskörper waren kreisförmig. Keine Veränderungen gab es, es herrschte nirgend ein Verfall. Ihr einziges Element war der Äther, die *quinta essentia*.

Jedem der sieben beobachtbaren Himmelskörper zwischen Himmelssphäre und Erde – Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter, Saturn – ordnete Aristoteles eine Bahn auf der Himmelssphäre zu. Die Bahn der Sonne vor dem Hintergrund der Sternensphäre wurde *Ekliptik* genannt (Abb. 1).

Die *Bewegung der Himmelskörper* wurde nach der Vorstellung des Aristoteles verursacht durch einen „Ersten Beweger“, d.h. von Gott. Er war der ewige, gütigste und unbewegte Beweger. Die Bewegung der äußeren Sphären wurde durch Reibungshaftung zwischen benachbarten Sphären nach unten übertragen.

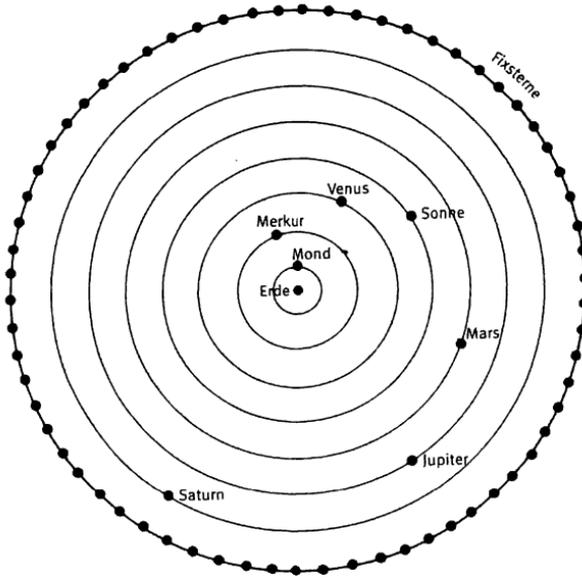


Abb. 1: Das Weltmodell des Aristoteles mit der Erde im Mittelpunkt.
 (Quelle: Seymour, P. 2004, 47)

4.2.7 Das kosmologische Modell des Aristoteles fungierte fast zwei Jahrtausende als theoretische Grundlage der Weltansicht. Es wurde bis ins späte Mittelalter als die gültige, reale Darstellung der Welt angesehen. Die christliche Kirche vertrat diesen Standpunkt. Copernicus, Giordano Bruno, Tycho Brahe, Galilei und Kepler mussten sich in den Diskussionen zur Anerkennung ihrer neuen heliozentrischen Weltansicht mit Aristoteles' Sicht auseinandersetzen. Weil sie das aristotelische Weltbild untergruben, wurden sie auch von der Kirche angegriffen.

4.3 Ptolemäus

4.3.1 Die Chiffre vom geozentrischen Weltbild verbinden wir heute vor allem mit dem griechischen Naturphilosophen und Astronomen Claudius Ptolemäus (ca. 85-165 n. Chr.). Ptolemäus ist der bekannteste Vertreter des geozentrischen Weltbildes. In seinem Buch „Syntaxis mathematicae“, besser bekannt unter dem Titel der arabischen Übersetzung „Almagest“, beschreibt er – abgesehen von seinen mathematischen Themen – das astronomische Wissen seiner Zeit, und perfektioniert insbesondere die Berechnung der Planetenbahnen. Der „Almagest“ galt als das Standardwerk, um die Bewegungen von Sonne, Mond und Planeten relativ genau vorherzusagen.

Obwohl seine Hypothesen die Phänomene annähernd erfassen konnten, folgte daraus doch nicht, dass sie wahr waren.

4.3.2 In fünf Grundsätzen faßt Ptolemäus in einer „Vorbesprechung“ die Ergebnisse seiner mathematischen Ableitungen der Gestirnsbewegungen und damit seine Weltsicht zusammen:

1. Das Himmelsgebäude hat Kugelgestalt und dreht sich wie eine Kugel.
2. Ihrer Gestalt nach ist die Erde für die sinnliche Wahrnehmung, als Ganzes betrachtet, gleichfalls kugelförmig.
3. Ihrer Lage nach nimmt die Erde einem Zentrum vergleichbar die Mitte des ganzen Himmelsgewölbes ein.
4. Ihrer Größe und Entfernung nach steht die Erde zur Fixsternsphäre im Verhältnis eines Punktes.
5. Die Erde hat ihrerseits keinerlei Ortsveränderung verursachende Bewegungen (Hamel, J. 2006, 36-37).

Ptolemäus vertritt also die Meinung, dass die Erde unbeweglich im Zentrum des Universums liegt. Alle Planeten umkreisen die Erde auf sogenannten *Sphären*, Kreisbahnen, auf denen sich die Planeten unabhängig voneinander bewegen. Auf einer der Sphären bewegt sich die Sonne, auf anderen laufen die Planeten, auf der äußersten die Fixsterne.

4.3.3 Die Erde war – wie gesagt – schon bei Eudoxos und Aristoteles der Mittelpunkt des Weltgeschehens. Ptolemäus erkannte aber einige Mängel des aristotelischen Systems. Er bemühte sich nun, die Bahnen der Planeten besser als seine Vorgänger mathematisch zu beschreiben.

Da bei Aristoteles die Entfernungen zwischen der Erde und den Planeten immer gleich blieben, war es aus dieser Sicht nicht erklärbar, warum sich die Helligkeit der Planeten im Laufe von Monaten änderte. Auch die Bewegungen der Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn erwiesen sich bei genauerer Beobachtung als wesentlich komplizierter als die der Sterne, der Sonne und des Mondes. Die Planeten bewegen sich nicht immer gleichförmig vor dem Hintergrund der Sternensphäre. Ihre Bahnen weisen vielmehr immer wieder auch rückläufige Schleifenbewegungen auf. Um diese Erscheinung zu erklären, ging Ptolemäus in seinem Weltmodell von einem verfeinerten Ansatz aus, von der *Epizyklen*theorie, die auf *Appolonius* von Perge (ca. 262-190 v. Chr.) zurückging. Im System des Ptolemäus bewegte sich jeder Planet auf einem Kreis, dem sogenannten

Epizykel, dessen Mittelpunkt seinerseits auf einem größeren Kreis, dem sogenannten *Deferenten*, umlief (vgl. Abb. 2 und Abb. 3). Die Bewegungen von Sonne, Mond und allen Planeten konnten durch geeignete Veränderungen bzw. Abstimmungen des Radiusverhältnisses von Epizykel und Deferent, sowie der Geschwindigkeiten, mit der sich die Planeten auf dem Epizykel bzw. dessen Mittelpunkt auf dem Deferenten bewegten mit einiger Genauigkeit erfasst werden. Diesen Überlegungen mußten – wie wir heute sagen können – entsprechend differenzierte Beobachtungen mit geeigneten Instrumenten vorausgegangen sein.

Abb. 2: Deferent und Epizykel
(Quelle: Seymour, P. 2004, 79)

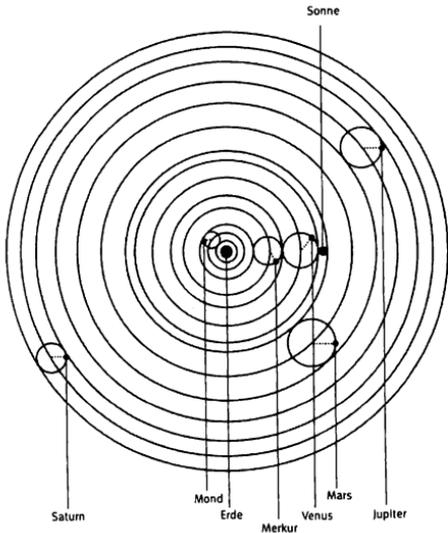
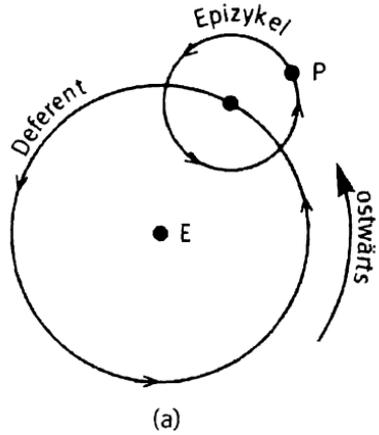


Abb. 3: Das geozentrische Weltmodell des Ptolemäus
(Quelle: Seymour, P. 2004, 81)

Abgesehen von seinen mathematischen Themen war das Werk des Ptolemäus dreizehn Jahrhunderte lang das bedeutendste Werk über Astronomie. Über nahezu anderthalb Jahrtausende – bis ins Mittelalter – beherrschten dieses Buch und seine Weltsicht die Astronomie. Jahrhunderte später gelangte dieses Werk in die Hände des Nikolaus Copernicus.

5. Das heliozentrische Weltbild

5.1. Copernicus – Mensch und Werk

Der Übergang vom Geozentrismus zum Heliozentrismus ist mit dem Namen Nicolaus Copernicus verbunden. Das Leben und Werk des Copernicus hat aus unserer heutigen Sicht mehrere Seiten: Da ist Copernicus der Mensch, der Domherr im Ermland, ein Mensch seiner Zeit, ein vielfältig beschäftigter Mensch der Renaissance. Und dann ist da Copernicus der Astronom.

Copernicus wurde am 19. Februar 1473 in Thorn an der Weichsel geboren und starb im Alter von 70 Jahren im Jahre 1543 in Frauenburg (ehemals Ostpreußen). Die Zeit, in der er lebte, war bewegt, war gekennzeichnet von neuen Aufbrüchen in allen Lebensbereichen. Wir zentrieren sie heute um das Jahr 1492, wir sprechen vom Beginn der Neuzeit, unter anderem Blickwinkel von der Renaissance. Copernicus war Zeitgenosse von Christoph Columbus, von Martin Luther, von Michelangelo Buonarroti, war Zeitgenosse von Dürer und Hans Sachs, des Mathematikers Petrus Apianus. Copernicus war Zeitgenosse auch des Rechenmeisters Adam Ries. Ein echtes Kind seiner Zeit war er, tätig auf vielen Gebieten, in vielen Berufen als Verwaltungsfachmann, als Diplomat, als Münzexperte und als Arzt. Im Krieg mit den Rittern des Deutschen Ordens verteidigte er erfolgreich die Festung Allenstein und organisierte nach dem Krieg den wirtschaftlichen Aufbau des Landes. 1503 kehrte er ins Ermland zurück und wurde 1506 Berater in Heilsberg am Sitz seines Onkels, des Bischof Lukas Watzenrode. Seit 1510 hatte er das Kanonikat am Frauenburger Domkapitel inne.

"Der Mann, dem eine der bedeutendsten Erweiterungen zu verdanken ist, die damals gewonnen wurden, hat nicht lautstark in die Auseinandersetzungen seiner Zeitgenossen eingegriffen, sondern in der Stille gewirkt. Er hat zwar im engeren Bereich seiner ostpreußischen Heimat in mehrfacher Hinsicht eine sehr aktive Rolle gespielt, hat sein wissenschaftliches Werk aber erst gegen Ende seines Lebens publik gemacht" (*Schmeidler, F. 1993; 11*).

5.2 Copernicus' erster Entwurf seines Weltsystems im "Commentariolus"

5.2.1 Die drei Seiten im Lebenswerk des Copernicus als Astronom treten vielleicht noch klarer als im Hauptwerk schon in dessen erstem Entwurf, im "Commentariolus", hervor:

- Die Grundidee seines neuen Weltbilds betrifft den allgemeinen Aufbau des Sonnensystems – ja des ganzen Kosmos – mit ihrer Einordnung der Erde unter die Planeten und der Anordnung der Planetenkreise um den Mittelpunkt der Sonne.
- Daneben steht seine mathematisch-astronomische Theorie der Erd- und Mond- und Planetenbewegungen.
- Und schließlich sind da die lebenslangen Bemühungen, durch immer neue Berechnungen der Bahndaten der Planeten seine Thesen zu beweisen. Ihnen gilt die Hauptanstrengung seiner Arbeit.

5.2.2 In Heilsberg begann Copernicus mit der Ausarbeitung dieser Schrift, die wohl zwischen 1507 und 1514 entstanden ist. Sie trägt den Titel: „*De Hypothesibus motuum coelestium a se constitutis Commentariolus*“ („Über die Erklärungsgrundlagen der Bewegungen am Himmel von ihm selbst aufgestellt“)⁴ und ist heute kurz unter dem Titel "Commentariolus" bekannt. Die kleine Schrift wurde nur in wenigen handschriftlich verfaßten Exemplaren verbreitet. Sie blieb damals weitgehend unbekannt. Erst Ende des 19. Jahrhunderts wurden von der gerüchtweise vorhandenen Schrift zwei handschriftliche Exemplare aufgefunden. Inzwischen kennt man noch ein drittes Exemplar.

Im Commentariolus sind die wichtigsten Elemente der kopernikanischen Lehre kurz und ohne nähere Begründung, aber doch in voller Klarheit ausgesprochen. Copernicus spricht zunächst von den Weltmodellen des Eudoxos (ca. 408-356 v. Chr) und Kallippos (ca. 370-300 v. Chr) mit konzentrischen Kreisen, anschließend von des Ptolemäus' Modell mit exzentrischen Kreisen und den Epizykeln und seinen Mängeln. Er fährt dann fort:

„Unsere Vorfahren haben, wie ich sehe, eine Vielzahl von Himmelskreisen besonders aus dem Grund angenommen, um für die

⁴ Lateinischer Text und deutsche Übersetzung in Rossmann, F. 1948 und Zekl, H. 2006.

an den Sternen sichtbar werdende Bewegung die Regelmäßigkeit zu retten. Denn es erschien sehr wenig sinnvoll, daß sich ein Himmelskörper bei vollkommen runder Gestalt nicht immer gleichförmig bewegen sollte. Sie hatten aber die Möglichkeit erkannt, daß sich jeder Körper auch durch Zusammensetzen und Zusammenwirken von regelmäßigen Bewegungen ungleichmäßig in beliebiger Richtung zu bewegen scheint."

"Als ich dies erkannt hatte, dachte ich oft darüber nach, ob sich vielleicht eine vernünftiger Art von Kreisen finden ließe, von denen alle sichtbare Ungleichheit abhinge, wobei sich alle in sich gleichförmig bewegen würden, wie es die vollkommene Bewegung an sich verlangt. Da ich die Aufgabe anpackte, die recht schwierig und kaum lösbar schien, zeigte sich schließlich, wie es mit weit weniger und viel geeigneteren Mitteln möglich ist, als man vorher ahnte. Man muß uns nur einige Grundsätze, auch Axiome genannt, zugestehen. Diese folgen hier der Reihe nach:

ERSTER SATZ

Für alle Himmelskreise oder Sphären gibt es nur einen Mittelpunkt.

ZWEITER SATZ

Der Erdmittelpunkt ist nicht der Mittelpunkt der Welt, sondern nur der der Schwere und des Mondbahnkreises.

DRITTER SATZ

Alle Bahnkreise umgeben die Sonne, als stünde sie in aller Mitte, und daher liegt der Mittelpunkt der Welt in der Sonnenhöhe.

VIERTER SATZ

Das Verhältnis der Entfernung Sonne-Erde zur Höhe des Fixsternhimmels ist kleiner als das vom Erdhalbmesser zur Sonnenentfernung, so dass diese gegenüber der Höhe des Fixsternhimmels unmerklich ist.

FÜNFTER SATZ

Alles, was an Bewegung am Fixsternhimmel sichtbar wird, ist nicht von sich aus so, sondern von der Erde aus gesehen. Die Erde also dreht sich mit den ihr anliegenden Elementen in täglicher Bewegung einmal ganz um ihre unveränderlichen Pole. Dabei bleibt der Fixsternhimmel unbeweglich als äußerster Himmel.

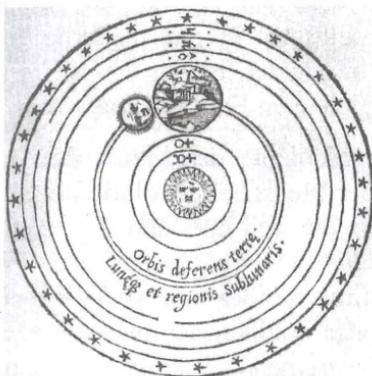
SECHSTER SATZ

Alles, was bei der Sonne an Bewegungen sichtbar wird, entsteht nicht durch sie selbst, sondern durch die Erde und unsern Bahnkreis, mit dem wir uns um die Sonne drehen, wie jeder andere Planet. Und so wird die Erde von mehrfachen Bewegungen dahingetragen.

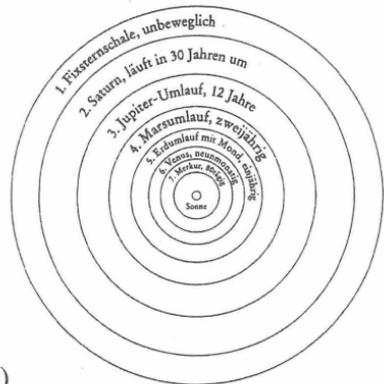
SIEBTER SATZ

Was bei den Wandelsternen als Rückgang und Vorrücken erscheint, ist nicht von sich aus so, sondern von der Erde aus gesehen. Ihre Bewegung allein also genügt für so viele verschiedenartige Erscheinungen am Himmel." (Rossmann, F. 1948, 9-11)

Die umstürzende Erkenntnis dieser Thesen, wie seines späteren Buches, bestand also zunächst darin, dass die Erde nicht das ruhende Zentrum des Weltalls, der Ursprung für das Koordinatensystem zu seiner Beschreibung ist, sondern dass die Erde sich bewegt, sich um ihre Achse dreht und einmal im Jahr die Sonne fliegend ganz umrundet. Die Erde ist ein Planet unter anderen Planeten, durch nichts vor ihnen ausgezeichnet (Abb. 4).



a)



b)

Abb. 4: Das heliozentrische Weltbild des Copernicus

(Quelle a: Francesco Giuntini. *La sfera del Mondo*. Lyon 1582)

(Quelle b: Zekl, G. 2006, 135)

Umstürzend war diese Erkenntnis – zumindest für die Zeit des Copernicus – und unglaublich, weil allem Anschein widersprechend.

5.3 Das Hauptwerk

5.3.1 Copernicus brachte im „Commentariolus“ keine Beweise für seine Thesen vor. In einem späteren, größeren Werke will er sie liefern, sagt er in

einer Bemerkung. Um es vorweg zu sagen, auch im späteren Hauptwerk von 1543 konnte er sie eigentlich nicht vorlegen.

"*De revolutionibus orbium coelestium*" lautet der volle Titel des Buches, das er um 1520 begonnen hat. Copernicus hat in seinem Buchtitel nicht – wie es sein lateinischer Titel in unserem heutigen Sprachgebrauch zu signalisieren scheint – von einer dadurch initiierten Weltbild-Revolution gesprochen. Der Titel heißt auf deutsch genau: "Über die Umdrehungen der Bahnen der Himmelskörper".

Eine geistige Großtat war das Buch freilich schon, wie sich im weiteren Verlauf der Geistesgeschichte zeigen sollte. Von den meisten Zeitgenossen wurde sie als Revolution des Weltbildes zunächst nicht so gesehen. Noch widersprach sie ja der allgemein anerkannten aristotelischen Weltsicht und der Sicht der Kirche.

"Das Buch war dazu bestimmt", wie der Wissenschaftshistoriker *Schmeidler* (1968) schreibt, "das Weltbild der Menschheit zu verändern". Gewiß, mit ihm hat Copernicus die Erde aus dem Zentrum der "Welt" verlegt, hat er die Sonne in deren Mittelpunkt gerückt und damit die Erde, die Sonne umkreisend, den anderen Planeten gleichgestellt, hat er das moderne, uns Heutigen vertraute *heliocentrische Weltbild* begründet. Er hat den Keim zu einer neuen Weltsicht, zu einer reichhaltigen geistigen Entwicklung gelegt.

5.3.2 Wie kaum ein anderer in der Kulturgeschichte der Menschheit hat Copernicus das allgemeine Weltbewußtsein der Menschen revolutioniert, hat er Veränderungen in der Weltsicht angestoßen, die weit über den Bereich der Astronomie hinauswirkten. „*Kopernikanische Wende*“ nennt man im Anschluß an die Formulierung seines Buchtitels seither eine grundlegende Neu- oder Umorientierung eines Forschers oder in einem Kulturbereich. So spricht *Immanuel Kant* in seiner „Kritik der reinen Vernunft“ von einer „kopernikanischen Wende“ in seiner „veränderten Methode der Denkungsart, ... dass wir nämlich von den Dingen nur das apriori erkennen, was wir selbst in sie legen... Wenn gleich alle unsere Erkenntnis mit der Erfahrung anhebt, so entspringt sie doch nicht eben alle aus der Erfahrung. Die Gegenstände als Erscheinung richten sich vielmehr nach unserer Vorstellungsart.“ Und bei *Goethe* lesen wir in den „Materialien zur Farbenlehre“: „Doch unter allen Entdeckungen und Überzeugungen möchte nichts eine größere Wirkung auf den menschlichen Geist hervorgebracht zu haben, als die Lehre des Kopernikus. Vielleicht ist noch nie eine größere Forderung an die Menschheit geschehen“ (*Zekl, G. 2006, LXXVII*).

5.4 Die Bahnen der Planeten

Um es zu wiederholen: Copernicus' Thesen sind zunächst nur Hypothesen, sind nicht bewiesen. Rechnen muß er nun fortan, um seine Thesen zu beweisen.

Der Hauptteil seiner Arbeit bestand nun darin, die Daten für die Planetenbahnen, wie wir sie von der Erde aus sehen, nach seiner Methode zu berechnen, um mit ihnen schließlich einen Beweis für seine Thesen erbringen zu können. Aber dieser Beweis gelingt ihm nicht.

Mathematisch sitzt er mit seinem Koordinatensystem in der Sonne und, so hofft Copernicus, dass das Planetengebäude dadurch an Einfachheit gewinnt, auf konzentrischen Kreisen seien die Planetenbahnen angelegt, die Erde ein Planet unter anderen. Wie geht er dabei mit den von uns beobachteten Schleifen der von der Erde aus gesehenen Planetenbahnen um? Auch er will und muß ja die Auf- und Untergangszeiten, die genauen Bahnkurven der Planeten, so wie wir sie sehen, in seinem Modell beschreiben und erklären und vorausberechnen. Copernicus macht sich dafür die von Ptolemäus entwickelten mathematischen Verfahren – eine der größten Leistungen des menschlichen Geistes – in vollem Umfang zunutze. Auch Copernicus kommt nicht ohne die Epizyklen aus. Sein Modell ist einfacher als das des Ptolemäus, manche seiner Berechnungen genauer, aber Deferenzkreis und Epizyklen braucht auch er. Mathematisch gesehen ist Copernicus ein Ptolemäer.

5.5 Die Veröffentlichung des Buches

Um es zu wiederholen: Copernicus gelingt der Beweis seiner Thesen nicht. Er arbeitet in der Stille.

5.5.1 Umstürzend waren seine Thesen – zumindest für die Zeit des Copernicus – und unglaublich, weil allem Anschein widersprechend. Und sie widersprachen der geltenden aristotelischen Physik wie der biblischen Lehre (Josua 10, 11-13). Luther argumentierte, dass die neue Astronomie ketzerisch sei, würde sie doch der biblischen Auffassung, dass der Sonne geboten sei stillzustehen, widersprechen.

So zögerte Copernicus mit der Veröffentlichung. Erst Georg Joachim *Rheticus* (1514-1576), ein Professor für Mathematik in Wittenberg, zu dem die Kunde von Copernicus' Werk gelangt war, begab sich 1539 ins ferne Frauenburg und erreichte, dass Copernicus sich zum Duck seines Werkes entschließen konnte. Die Aufsicht über den Druck ging schließlich in die

Hände des Andreas *Osiander* über, einem lutherischen Prediger aus Nürnberg. Dieser veranlaßte 1543 die Drucklegung bei dem Nürnberger Verleger *Petrei*us und ergänzte das Werk, um Copernicus vor der Kirche zu schützen, durch ein Vorwort. In ihm wurde die heliozentrische Sicht des Copernicus nicht als wahr, sondern nur als hypothetisch bewertet. Er schrieb: „Allerdings ist es nicht erforderlich, dass seine Hypothesen wahr seien, sie brauchen nicht einmal wahrscheinlich zu sein.“

Copernicus erhielt das erste Exemplar des gedruckten Werkes an seinem Todestag, am 24.5.1543. Die Wirkung des Buches aus dem Jahr 1543 war zunächst gering. Die weitreichende Bedeutung der kopernikanischen Sicht für das Weltbild wurde nur von wenigen erkannt und wirklich verstanden. Wenn er auch die Sonne ins Zentrum der Welt gestellt hatte, so blieb er doch noch ganz der antiken Sicht verhaftet. Im Jahr 1616 wurde das Werk von der Kirche auf den Index gesetzt.

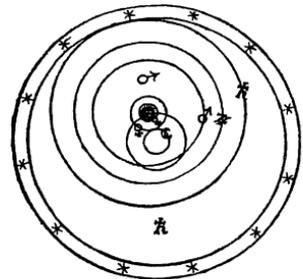
6. Die weitere Entwicklung des heliozentrischen Weltbildes in der Nachfolge von Copernicus

Beweis und Vereinfachung der heliozentrischen Weltansicht sind ausgehend von Copernicus Thesen erst viel später möglich geworden. Eine neue Ära brach an, als die Astronomen bessere Beobachtungs- und Meßgeräte einsetzen konnten.

6.1 Tycho Brahe

Tycho Brahe (1546-1601) hatte eine mit zahlreichen Instrumenten ausgestattete Sternwarte. Er modifizierte das ptolemäische Weltbild, da es gewissen seiner Beobachtungsergebnisse widersprach. Dennoch war sein Weltbild im Grund noch geozentrisch (Abb. 5). Bei ihm kreisten zwar alle Planeten um die Sonne, diese jedoch mit dem Mond um die Erde (*Hamel, J. 2006, 85ff.*).

Abb. 5: Das geo-heliozentrische Weltsystem des Tycho Brahe
(nach *Nikolaus Reimarius Ursus*)



6.2 Galileo Galilei

Galileo Galilei (1564-1642) nutzte 1609 als einer der ersten das in Holland entwickelte Fernrohr zur Himmelsbeobachtung. Er entdeckte, dass Mond und Sonne keineswegs makellose Kugeln sind, dass die Oberfläche des Mondes zerklüftet ist, er entdeckte Sonnenflecken, dass der Jupiter von Monden umkreist wird⁵, und die Phasen der Venus. Galilei half mit seinen teleskopischen Zeugnissen die zentrale Stellung der Sonne verständlicher zu machen und stärkte mit seinen Beobachtungen die Zweifel an der Richtigkeit der aristotelischen Physik.

6.3 Johannes Kepler

Nach Tycho Brahes Tod wurde sein Assistent Johannes Kepler (1571-1630) dessen Nachfolger als „Kaiserlicher Mathematiker“ am Prager Hof Rudolfs II. und konnte schließlich nach zähen Verhandlungen mit den Erben Brahes dessen Beobachtungsergebnisse nützen. In seiner „Astronomia nova“ (1609) beschrieb er, dass die Planeten einer Kraft unterliegen, die von der Sonne ausgeht, und sich keineswegs auf kreisförmigen Bahnen bewegen, sondern abweichend von der bisherigen Vorstellung auf elliptischen Bahnen. Auf der Grundlage der von Brahe gemessenen genaueren Positionen des Mars erstellte Kepler seine Gesetze der Planetenbewegungen: *Harmonice mundi* (Hamel, J. 2006, 163). Seine berühmten drei Gesetze lauten in heutiger Sprache:

1. Gesetz: Die Bahnen der Planeten sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht.
2. Gesetz: Die Verbindungslinie Sonne – Planet überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen.
3. Gesetz: Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich wie die dritten Potenzen der großen Halbachsen ihrer Bahnen.

Kepler hat die Bewegung der Planeten erstmals richtig beschrieben. Der Begriff der Anziehungskraft war Kepler freilich noch nicht klar, er nahm eine von der Sonne ausgehende magnetische Kraft an.

⁵ Die von Galilei entdeckten vier Jupitermonde sind schon mit einem kleinen Fernrohr zu sehen. Bei Beobachtungen in mehreren aufeinanderfolgenden Nächten kann man auch – wie Galilei – deren Ortsveränderung erkennen.

6.4 Isaac Newton

Erst mit *Newtons* mathematischen Grundgleichungen der Mechanik, seinen Bewegungsgesetzen und dem Gravitationsgesetz lassen sich die Bewegungen um die Sonne, der Monde um die Planeten sowie die Gezeiten auf der Erde erklären. Jetzt erst wird das heliozentrische Weltbild die begriffliche Einheitlichkeit, innere Geschlossenheit und Einfachheit erreichen, die sich Copernicus erträumt hat.

7. Giordano Bruno – Die Welt wird unendlich

7.1 Doch damit ist noch immer nicht alles gesagt und getan: Die Welt des Copernicus ist noch endlich, umgeben von einer materiellen Sphäre oder Kugel, der Fixsternsphäre, – einer Sphäre, die ein Zentrum besitzt, in dem die Sonne ruht. Freilich "erscheint es psychologisch durchaus verständlich, dass ein Mann, der den ersten Schritt getan hatte, nämlich die Bewegung der Fixsterne anzuhalten, vor dem zweiten Schritt zögerte, sie im grenzenlosen Raum aufzulösen; es war genug für einen Menschen, die Erde zu bewegen und die Welt so zu vergrößern, dass sie unermesslich – immensum – wurde. Von ihm zu fordern, er hätte sie unendlich machen sollen, wäre offensichtlich zuviel verlangt (*Koyre, A. 1969, 40-41*).

Bei Copernicus wie bei Ptolemäus gibt es noch die Fixsternsphäre, die weit außen als feste Kugelschale das Weltall abschließt und umgibt. Die Fixsterne liegen auf ihr in annähernd gleicher Entfernung von unserem Weltenort. Erst *Giordano Bruno* (1548-1600) wird das kopernikanische Bild des Sonnensystems und des Universums aus seiner noch an mittelalterlichen Vorstellungen geprägten Form herausheben. Er wird es ins Unendliche öffnen. Auch dies war ein revolutionärer Gedanke, dass man vom geschlossenen zum offenen Universum überwechselte, ein Gedanke, der jenseits kopernikanischer Sichtweise lag. Bruno endete 1600 in Rom auf dem Scheiterhaufen.

7.2 Und noch ein weiteres war zu leisten: die Befreiung von der aristotelischen Raumvorstellung, der Copernicus noch ganz verhaftet war, die Befreiung von der Vorstellung einer hierarchisch differenziert strukturierten Gesamtheit von innerweltlichen Orten hin zum Raummodell der Euklidischen Geometrie mit ihrer unendlichen Ausdehnung und ihrer isotropen und homogenen Raumstruktur. Noch war der Weltraum im eigentlichen Sinne nicht geometrisiert (vgl. *Koyre, A. 1969, 8*). Die

Diskussion beider Aspekte beginnt mit Bruno und Kepler, wird mit Newton und Leibniz über die Frage des absoluten oder relativen Raumes fortgesetzt, gewinnt bei Einstein in der Geometrisierung der Gravitation eine neue Ideendimension und ist im Grund heute mit den von quantenmechanischen Erscheinungen angeregten Konzepten der Mehrfachwelten noch nicht abgeschlossen.



Abb. 6: Das Weltbild des Nicolaus von Kues (1401-1464)

8. Das zentrische Weltbild der modernen Kosmologie - Galaktozentrik

Auch die Vorstellung, dass die Sonne der Mittelpunkt unserer/ der Welt sei, ist nach dem heutigen Erkenntnisstand vom Kosmos nicht richtig; sie ist im Grunde wieder nur eine andere Art des Homozentrismus. Wir kreisen mit dem Sonnensystem um einen Mittelpunkt in der Milchstraße und diese wiederum mit anderen Milchstraßen/ Spiralnebeln um einen Punkt außerhalb im Kosmos. Die heutige Kosmologie hat unsere Weltsicht um einen weiteren

Aspekt bereichert. Wir sprechen dabei von *Galaktozentrik*, und zwar in einem doppelten Sinn.

Einmal wissen wir heute, dass auch die Sonne im Weltraum nicht fest steht. Sie bewegt sich vielmehr zusammen mit ihren Planeten um ein Zentrum in der Milchstraße. Der Durchmesser unserer Galaxie, der Milchstraße, beträgt etwa 100 000 Lichtjahre. Unsere Sonne kreist in einem Seitenarm des spiraligen Sternengewimmels der galaktischen Scheibe um das 26 000 Lichtjahre entfernte Zentrum unserer Galaxis. Aber auch das Zentrum der Milchstraße ist kein absoluter, ruhender Mittelpunkt des Weltgeschehens. Unsere Milchstraße flieht mit anderen Galaxien ihrerseits in den sich weitenden Weltraum in die fernen Welten des Kosmos und driftet in der Weltflucht von den anderen Galaxien weg.

9. Zentrische Modelle in der klassischen und neueren Atomphysik

Eine weitere Strukturvariante der makroskopischen Weltmodelle findet sich in ihrer Übertragung auf die mikroskopische Welt des Atoms im ersten Drittel des vergangenen Jahrhunderts.

9.1 Das Rutherfordsche Atommodell

Im Gefolge der Arbeiten von Max Planck und Albert Einstein entwickelte Ernst Lord *Rutherford* (1871-1937) 1911 ein Modell des Atoms, das für die weitere Entwicklung zum Ausgang werden sollte.

Im Anschluß an die Klärung der Spektren, d.h. durch die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen der Wellenlänge bzw. der Schwingungszahl und den Linien des Spektrums eines leuchtenden Atoms durch *Balmer* (1825-1898) und den Begründer der Elektronentheorie Hendrik Antoon *Lorentz* (1853-1928) nimmt Rutherford an, dass das Atom aus einem positiven Kern und einer ihn umgebenden Elektronenhülle bestehe. Der Kern mit einem Durchmesser von etwa 10^{-13} cm enthält im wesentlichen die Masse des Atoms. Die Hülle der Elektronen hat einen Durchmesser von 10^{-8} cm, ist also um 5 Größenordnungen größer als der Kern. Im Rutherfordschen Modell umkreisen die Elektronen – ganz in Analogie zu einem Himmelsmodell – den Kern. In ihren Umläufen wird die Quelle für die Aussendung der elektromagnetischen Lichtwellen gesehen. Nach dieser klassischen Theorie wäre also die Frequenz der ausgesandten Strahlung – m.a.W. der Spektrallinien – mit der Umlauffrequenz des Elektrons im Atomverband identisch.

Die weitere Entwicklung war dann von verschiedenen Effekten bestimmt, die u.a. die Aufspaltung der Spektrallinien eines leuchtenden Atoms in mehrere benachbarte, verschieden helle Linien in einem starken Magnetfeld – den Zeeman-Effekt (Pieter Zeeman 1865-1943) und die von Johannes Stark 1913 aufgefundene elektrische Spaltung der Spektrallinien berücksichtigte. Die Erklärung der besonderen Lage der Spektrallinien sowie die Lösung der Frage, warum sich beim Umlauf der Elektronen um den Kern nicht Frequenzen jeder Größe ergeben sollten, wurde dann erst auf dem Boden der Quantentheorie möglich.

9.2 Das Bohrsche Atommodell

Unter Berücksichtigung und Einbeziehung der sich entwickelnden Quantentheorie in die weiteren Überlegungen schlug 1913 Niels Bohr (1885-1962) vor, in die Struktur des Atoms Quantenbedingungen einzuführen. Es handelte sich dabei um folgende zwei Annahmen:

1. *Bohrsche Quantenbedingung*: Die Elektronen laufen nicht auf beliebigen Bahnen um den Kern, sondern nur auf gewissen durch „Quantenbedingungen“ vorgeschriebenen diskreten Bahnen. Im Gegensatz zur klassischen Auffassung strahlen sie auf diesen Umläufen nicht, geben also keine Energie an das Feld ab.

2. *Bohrsche Quantenbedingung*: Der Energieaustausch tritt ein, wenn ein Elektron von einer derartig zugelassenen Bahn auf eine andere zugelassene Bahn überspringt. Die ausgestrahlte Energie E genügt der Planckschen Bedingung

$$E = h \nu.$$

Das Bohrsche Atommodell ist also ein kernzentriertes Kreisbahnenmodell, das man – im Rahmen unserer Überlegungen – in Analogie zum geozentrischen Himmelsmodell des Ptolemäus bzw. dem heliozentrischen Himmelsmodell des Copernicus sehen kann.

9.3 Das Sommerfeldsche Atommodell

9.3.1 In Fortführung und Verfeinerung des Bohrschen Modells hat dann 1918 Arnold Sommerfeld (1868-1952) zunächst die Bohrschen Quantenbedingungen dadurch verschärft, dass er annimmt, die Wirkung eines umlaufenden Elektrons, also das Produkt aus Impuls $m_e v$ und Bahnlänge (Umfang) $2\pi a$ sei ein Vielfaches des Planckschen Wirkungsquantums:

$$2\pi a m_e v = n h, \quad n = 1, 2, 3, \dots,$$

mit m_e der Masse des Elektrons und a dem Radius der betreffenden Kreisbahn.

9.3.2 Im weiteren hat dann Sommerfeld das Bohrsche Modell dahingehend verändert, dass er für die Bahnen der Elektronen nicht mehr gequantelte Kreisbahnen, sondern gequantelte Ellipsenbahnen einführte. Sein Atommodell kann also in Analogie zum Himmelsmodell des Kepler mit seinen elliptischen Planetenbahnen gesehen werden, die die Sonne umgeben und in deren einem Brennpunkt die Sonne steht (Abb. 7).

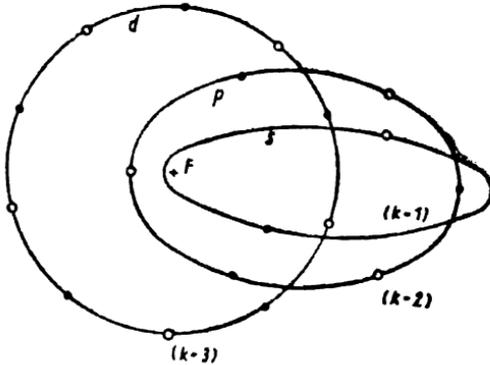


Abb. 7: Sommerfeldsche Ellipsenbahnen

9.4 Quantenmechanik und neuere Forschungen

9.4.1 In der Weiterentwicklung der mathematisch-physikalischen Theorienbildungen der Quantenmechanik wurde ein Atommodell konstituiert, nach dem sich das Elektron um den Atomkern eher wie eine diffuse Elektronenwolke denn als diskretes Partikel bewegt, dass sein Aufenthaltsort also um den Kern verschmiert ist.

9.4.2 Neuerdings gewinnt allerdings das Bohrsche Atommodell durch gewisse Forschungsergebnisse für Sonderfälle in modifizierter Form wieder an Relevanz. Wissenschaftler um Barry Dunning (Houston) und Joachim Burgdörfer (Wien) fanden, dass das Bohrsche Atommodell unter bestimmten Bedingungen der Wirklichkeit recht nahe kommt. Es gelang ihnen in hoch angeregten Kaliumatomen Wellenpakete zu erzeugen und für eine gewisse Zeit stabil zu erhalten. Dazu bestrahlten sie isolierte Kaliumatome im Grundzustand mit Laserlicht und beförderten dadurch das äußerste Elektron, das sog. Valenzelektron, in einen besonders hohen Energiezustand. Das zu einem kompakten Wellenpaket gewordene Valenzelektron ähnelte damit

einem klassischen Teilchen, das den Atomkern auf einer diskreten Kreisbahn umläuft. Das hoch angeregte Atom kann so wieder mit dem einfacheren Bohrschen Atommodell beschrieben werden.⁶

10. Literatur

- HAMEL, Jürgen (1994): Nicolaus Copernicus. Leben, Werk und Wirkung. – Spektrum. Heidelberg/ Berlin/ Oxford.
- HAMEL, Jürgen (2006): Meilensteine der Astronomie. – Frankh-Kosmos. Stuttgart.
- HOEPPE, Götz (2007): Die Sonne im Visier der Junsteinzeit. – In: Spektrum der Wissenschaft – Dossier: Astronomie vor Galilei, 14-15.
- KOYRE, Alexander (1969): Von der geschlossenen Welt zum unendlichen Universum. – Suhrkamp. Frankfurt.
- MELLER, Harald (2006): Der geschmiedete Himmel. – Landesamt für Denkmalpflege. Halle.
- MÜLLER, Uwe (Hg. 1993): 450 Jahre Copernicus "De revolutionibus". – Stadtarchiv. Schweinfurt.
- REICHERT, Uwe (2007): Der geschmiedete Himmel. – In: Spektrum der Wissenschaft – Dossier: Astronomie vor Galilei, 6 -13.
- RAMSAUER, Rembert (1943): Nicolaus Copernicus. – Lüttke. Berlin.
- ROSSMANN, Fritz (1948, 1986): Nikolaus Kopernikus. Erster Entwurf seines Weltsystems. – Rinn. München/ Darmstadt.
- SCHMEIDLER, F. (1968): Die Beurteilung von Copernicus im Lauf der Jahrhunderte. – In: Rechenpfennige - Aufsätze zur Wissenschaftsgeschichte (Festschrift f. K.Vogel). Deutsches Museum. München, 123-129.
- SCHMEIDLER, F. (1993): Das Leben und die Lehre des Nikolaus Copernicus. – In U. Müller (Hg.), 450 Jahre Copernicus "De revolutionibus". Schweinfurt, 11-17.
- SCHNEIDER, Erich (1955): Von Kopernikus zur Kobaltwolke. – Weiss. Berlin/ München.
- SEYMUR, Percy/ BACON, Dennis (2004): Das Ticken des Kosmos. – Spektrum. München.

⁶ *Lindinger, M.* in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 16.7.08, N2. – *Dunning, B./ Burgdöfer, J.* in: Physical Review Letters, Bd.100, Nr.24, 2004.

ZEKL, Günther (2006): Nicolaus Copernicus - Das Neue Weltbild. – Felix
Meiner. Hamburg.

ZINNER, E. (1943): Entstehung und Ausbreitung der copernicanischen Leh-
re. – Erlangen.

* * *

Abstract

Structural Variants in Centric World Models of Astronomy and Nuclear
Physics as Repetitions in Cultural Development

by Prof. Dr. Walther L. Fischer

From the earliest days on, conscious man formed a picture of his surround-
ings, his environment, of the world. Even our early ancestors had to orient
themselves in space and time in order to manage their lives. The way man
saw the world depended upon the understanding of the 'world', then and
now, and also, how man saw himself in that world. The various pictures of
the world differed from one another in the course of history, depending on
the point of view that was had, or thought, at that time; depending on the
center that man determined for his world or his environment, respectively:
depending on where he set the origin for his system of coordinates. The ba-
sic geometric pictures of the world in astronomy and nuclear physics were in
one way or another always centric.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Matreier Gespräche - Schriftenreihe der Forschungsgemeinschaft Wilheminenberg](#)

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: [2008](#)

Autor(en)/Author(s): Fischer Walther L.

Artikel/Article: [Strukturvarianten in zentrischen Weltmodellen der Astronomie und Atomphysik als Reprisen in der Kulturentwicklung 39-62](#)