

6534
KNOBLOCH, E.
2000

Eberhard Knobloch

Antikenrezeption und die wissenschaftliche Welt der Renaissance – am Beispiel der Astronomie

Οἷδ', ὅτι θνατὸς ἔφυν καὶ ἐφάμερος. ἀλλ' ὅταν ἄστρον
'Ιχνηεύω κατὰ νοῦν ἀμφιδρόμους ἑλίκας
οὐκέτ' ἐπιψαύω γαίης ποσὶν, ἀλλὰ παρ' αὐτῇ
Ζηνὶ διτροφέος πίμπλαμαι ἀμβροσίης

Daß ich sterblich bin, weiß ich, und daß meine Tage gezählt sind; aber wenn ich im Geiste
den vielfach verschlungenen Kreisbahnen der Gestirne nachspüre,
dann berühre ich mit den Füßen nicht mehr die Erde: am Tische des
Zeus selbst labt mich Ambrosia, die Götterspeise

Die Apotheose des Astronomen Klaudios Ptolemaios, unter dessen Namen der Hymnus in der Anthologia Graeca überliefert ist¹: Nach eigenem Bekenntnis hat er sich dem Zweig der Mathematik gewidmet, der sich mit der Erkenntnis der göttlichen und himmlischen Körper befaßt. Denn diese Wissenschaft allein gehe in der Untersuchung einer ewig sich gleichbleibenden Welt auf². Und diese Apotheose findet ihre Entsprechung in der pseudoaristotelischen Schrift *Über die Welt*, in der der Weg über die Kosmologie und Astronomie zur Theologie führt³. Astronomie als Weg zu Gott. Kein Wunder, daß Johannes Kepler seine lateinische Übersetzung des ptolemäischen Epigramms seinem Erstlingswerk, dem *Mysterium Cosmographicum*, vorangestellt hat⁴. Hatte doch hier Keplers Pythagoreismus eine seiner geistigen Wurzeln.

Ich möchte versuchen, die Rezeption antiker Denkbemühungen in der Astronomie der Renaissance in folgenden fünf Punkten zu charakterisieren: 1. Nos posse renasci. 2. Ad imitationem Ptolemaei, 3. Baculus astronomi, 4. Sphaera, 5. Extra moenia mundi, 6. Epilog.

1. Nos posse renasci

Der Neuplatoniker Jamblichos hatte Pythagoras auf die Frage, warum die Natur und Gott uns hervorgebracht habe, antworten lassen: Um den Himmel zu betrachten⁵. Pythagoras habe sich Betrachter der Natur genannt, eine Aussage, die nicht zufällig an Platons Timaios erinnert: Der Mensch habe, heißt es dort⁶, den Gesichtssinn, um die harmonischen Bewegungen des Himmels, die Umläufe der Vernunft am Himmel zu beobachten.

In seinem Widmungsge-dicht für den Leser preist Kepler Pythagoras wegen der kosmologischen Erklärungskraft der ihm zugeschriebenen fünf regelmäßigen Polyeder. Pythagoras habe durch sein Beispiel gezeigt, daß wir wiedergeboren werden können: „scilicet exemplo docuit, nos posse renasci“. Dieser selbst sei nach 2000 Jahren des Irrs unter dem Namen des Nicolaus Copernicus, „hoc melior mundi speculator“, „ein

besserer Beobachter der Welt als dieser“.⁷ Die Renaissance der Astronomie, Gestalt geworden in Copernicus, ist in Keplers Augen die Wiedergeburt des Pythagoras.

Kepler zögert denn auch nicht, Copernicus göttlich zu nennen⁸, so wie Joachim Rheticus ein Gleiches mit Ptolemaios getan hatte⁹. Er trage keine Bedenken zu behaupten, daß all das, was Copernicus mit Hilfe von geometrischen Axiomen *a posteriori* erschlossen und durch die Beobachtung (*visu*) bewiesen habe, ohne irgendwelche Ausflüchte (*ambagibus*) *a priori* bewiesen werden könnte. Dies würde selbst Aristoteles bezeugen, wenn er noch lebte. Ebenso wenig wie Rheticus sah Kepler im Stagiriten einen unbelehrbaren Dogmatiker.

Was könnte daher staunenswerter sein, was könnte mehr für die Richtigkeit des copernicanischen Systems sprechen als dies: Von allem, was Copernicus aus den Phänomenen, aus den Wirkungen, *a posteriori* mehr durch glückliche als durch verlässliche Vermutungen festgestellt habe, wie ein Blinder den Schritt mit einem Stock stützend (wie er selbst zu Rheticus zu sagen pflegte), im Glauben, dies verhalte sich so, werde aus Gründen, die *a priori*, aus den Ursachen, aus der Idee der Schöpfung abgeleitet sind, erkannt, es sei auf richtigste Weise festgesetzt.

Keplers *Weltgeheimnis* ist, wie der Titel verkündet, ein *mysterium demonstratum*, ein bewiesenes Geheimnis, und zwar mit Hilfe der fünf regulären geometrischen Körper. Er nennt den Führer, Gewährsmann, Wegweiser seines von Harmonie und Ordnung geprägten Weltbildes, wie es auch Ptolemaios und Copernicus vertreten hatten¹⁰: Pythagoras, dem er die im Platonischen *Timaos* niedergelegte mathematische Theorie der vier empedokleischen Elemente zuschreibt. Was dem samischen Philosophen gefehlt habe, sei ein Copernicus gewesen, der ihm zuvor gesagt hätte, was in der Welt vorhanden ist. Die Keplersche Überzeugung, Gott habe die Welt nach den archetypischen Vorbildern der Geometrie geschaffen, fand ihre Entsprechung in der berühmten, Platon zugeschriebenen, von Plutarch überlieferten, von Rheticus zitierten Maxime¹¹: „τὸν θεὸν αἰεὶ γεωμετρεῖν“ – „Gott betreibt stets Geometrie“.

Aus dem *crater*, dem Mischkrug des Pythagoras hat Kepler sein Leben lang gern getrunken¹² und einen besonders kräftigen Zug daraus bei der Abfassung der *Weltharmonik* genommen, um die Harmonie der himmlischen Bewegungen zu entdecken. Es war ein *crater* von der Art, wie ihn der platonische Demiurg zur Erschaffung der Welt verwendet hatte¹³.

Für den Mathematiker Kepler war es nur folgerichtig, wenn er die akustische, von Aristoteles hart abgelehnte Theorie der pythagoreischen Sphärenharmonien durch eine mathematische, geometrische Theorie intelligibler, nicht akustischer Harmonien ersetzte.

Dem Dichter William Shakespeare war es gleichwohl gestattet, ein Jahr vor Erscheinen des Keplerschen *Weltgeheimnisses* sein Liebespaar Lorenzo und Jessica die „touches of sweet harmony“ sinnlich erfahren zu lassen¹⁴. Mathematische und poetische Ästhetik fallen nicht zusammen, Ästhetik verstanden als Versuch, die Beziehung zwischen Kunst und Natur zu bestimmen¹⁵.

2. Ad imitationem Ptolemaei

Der Herr Doktor, mein Lehrer, schrieb sechs Bücher, in denen er in Nachahmung des Ptolemaios [*ad imitationem Ptolemaei*] die gesamte Astronomie umfaßte, indem er das Einzelne auf mathematische Weise und nach geometrischer Methode lehrte und bewies [*docendo et demonstrando*].

So¹⁶ wendet sich Rheticus zu Beginn seiner *Narratio Prima über die Bücher der Umwälzungen des überaus gelehrten Mannes und hervorragenden Mathematikers Copernicus* an Johann Schöner. Rheticus kommt auf diese Bemerkung nach der Erörterung der Jahreslänge zurück, rühmt die unermüdliche Sorgfalt der ptolemäischen Berechnungen, die quasi übermenschliche Sicherheit (*certitudo*) der ptolemäischen Beobachtungen, die wahrhaft göttliche Art, alle Bewegungen und Erscheinungen zu erforschen und zu überprüfen, die Widerspruchsfreiheit des Lehr- und Beweisverfahrens¹⁷.

Und er schließt mit der Versicherung, daß es für Copernicus nichts Dringlicheres und Wichtigeres gebe, als in die Fußstapfen des Ptolemaios zu treten¹⁸, des Göttlichen, des Vaters der Astronomie¹⁹, den er wie seinen Lehrer von Herzen liebe²⁰. Habe doch Aristoteles vor der Darlegung der Eudoxischen und Kallippischen Theorie homozentrischer Sphären in der Metaphysik zu möglichen Divergenzen zwischen forschenden Mathematikern die Ansicht vertreten, dann müsse man „beide lieben, aber den Genaueren vertrauen“²¹: „φιλεῖν μὲν ἀμφοτέροις, πείθεσθαι δὲ τοῖς ἀκριβεστέροις“.

Größere Genauigkeit war nun freilich ein Anspruch, den Copernicus mit seinem Vertrauen auf die von Ptolemaios mit dem „göttlichen Auge der Seele“ gewonnenen Daten nicht erhoben hat²².

Kein Zweifel, Rheticus hatte alles getan, Johann Schöner und damit den Leser seines Berichtes davon zu überzeugen, daß nur schwerstwiegende Gründe Copernicus veranlaßt haben konnten, angesichts einer solchen Hochachtung vor den antiken Autoritäten dennoch von diesen abzuweichen. Mehr noch, er versicherte, daß die Betroffenen selbst einem solchen Vorgehen zugestimmt hätten, daß sich Ptolemaios – könnte er zum Leben wiedererweckt werden – einem neuen Weg zum Aufbau einer „sicheren Lehre von den himmlischen Dingen“ (*ad certam rerum coelestium doctrinam exaedificandam*) nicht verschlossen hätte²³, nicht auf seine eigenen Hypothesen bedingungslos eingeschworen gewesen wäre. Daß Aristoteles nach Anhörung der Gründe für die neuen Hypothesen ehrlich bekannt hätte, was von ihm bewiesen, was nur wie ein Prinzip ohne Beweis angenommen worden sei. Denn meistens schreite man in der Physik, der Naturkunde, und in der Astronomie von Wirkungen und Beobachtungen zu den Prinzipien voran – eine Bemerkung, die Kepler in seinem Erstlingswerk aufgriff. Jedenfalls hatte Rheticus darin recht, daß Aristoteles nicht der allwissende Dogmatiker war, für den ihn die Epigonen des 17. Jahrhunderts hielten. Und er hatte auch darin recht, daß Copernicus in vielen Hinsichten so eng dem ptolemäischen *Almagest* folgte, daß er als letzter großer Praktiker der antiken Astronomie bezeichnet werden konnte²⁴. Sein mathematisches Rüstzeug blieben Exzenter und Epizykel. Die Beobachtungsdaten entschieden über jeweilige Anzahl, Größe und Bewegungsrichtung und damit über die Resultierende der gleichförmigen Kreisbewegungen; die Phänomene, das heißt die beobachteten Bahnen der sogenannten Planeten sollten möglichst genau angegeben werden; ἀποδιδόναι war bereits der aristotelische Ausdruck für dieses Verfahren.

Die Ausarbeitung einer solchen Kinematik war eine genuin mathematische Aufgabe. Aristoteles hatte dies in der Metaphysik ausdrücklich gesagt²⁵: die Menge der Orts-

bewegungen (*τὸ πλῆθος τῶν πορῶν*) müsse man derjenigen mathematischen Wissenschaft entnehmen, die der Philosophie am nächsten stehe, der Astronomie (*ἐκ τῆς ἀστρολογίας*). Denn diese Wissenschaft stelle Beobachtungen über die zwar sinnlich erfassbaren, gleichwohl ewigen Wesen an. Denn die Natur der Sterne sei als eine bestimmte Art Wesen, *οὐσία τις*, ewig. Das erste Wesen, den ersten Körper, nannte Aristoteles *αἰθήρ*, Äther. Demgemäß sagte der Autor der pseudoaristotelischen Schrift *Περὶ κόσμου* (*Über die Welt*), „das Wesen (*οὐσία*) des Himmels und der Sterne nennen wir Äther“.

Diese aristotelische Auffassung war für den Rückgriff des Copernicus auf die vortolemäische Astronomie von überragender Bedeutung. Aristoteles hatte in der Physikvorlesung den Unterschied zwischen Physik und Mathematik dargelegt²⁶. Es sei zu klären, heißt es dort, ob die Astronomie ein Teil der Physik sei oder etwas anderes. Denn es wäre widersinnig, wenn der Physiker zu den Gegenständen seiner Wissenschaft zwar das Wesen von Sonne und Mond, aber nicht deren notwendige Eigenschaften zählen sollte, zumal diejenigen, die über die Natur reden, auch über die Gestalt von Mond und Sonne handeln, die Frage erörtern, ob die Erde und die Welt kugelförmig sind oder nicht. – Es sind dies Fragen, die sowohl Ptolemaios wie auch Copernicus aufwarfen und bejahten. – Nun seien aber diese Dinge auch Themen des Mathematikers, jedoch nicht so, daß jedes Ding die Grenze eines Naturkörpers ist. Kurz: Astronomie konnte physikalisch oder mathematisch betrieben werden.

Rheticus spielte auf diese aristotelische Begriffsklärung bei der Erläuterung der „renascens astronomia“, der Renaissance-Astronomie an²⁷: Schöner wisse genau, welchen Stellenwert die Hypothesen oder Theorien bei den Astronomen hätten, wie sehr sich der Mathematiker vom Physiker unterscheide. Aristoteles habe durch sein eigenes und das Beispiel des Kallippos Copernicus und ihn darin bestärkt, die Erneuerung der Astronomie nach den Ursachen der Erscheinungen einzurichten, je nachdem, wie sich die verschiedenen Bewegungen der Himmelskörper dargeboten hätten.

Dies war nun zutiefst aristotelisch gedacht, insofern Wissen von etwas nach Aristoteles nur vorlag, wenn die Ursache davon angegeben werden konnte. Copernicus wollte, wie Fritz Krafft vor kurzem betonte²⁸, die noch physikalische, die Wirklichkeit wiedergebende Astronomie der Zeit vor Ptolemaios erneuern, die bloß hypothetische, mathematische Astronomie der Folgezeit, insbesondere die des Ptolemaios durch eine beide „Astronomien verknüpfende Astrophysik“ im Sinne der aristotelischen Physik ersetzen.

3. Baculus astronomi

Die Entscheidung über Annahme oder Verwerfung von Hypothesen lag bei der Physik. Rheticus zählte sechs Gründe auf, warum Copernicus die Hypothese von der Beweglichkeit der Erde zugrunde gelegt habe: Die Präzession, den Umstand, daß die Planeten die Mittelpunkte ihrer Hauptlinie in der Nähe der Sonne als deren Mittelpunkt der Welt haben. Den Hauptgrund für die Ungewißheit (*incertitudo*) der Astronomie habe Copernicus jedoch in der Verletzung der Regel gesehen, daß die Anordnung und die Bewegungen der Himmelsbahnen auf dem vollkommensten System beruhen müssen²⁹. Dieses ästhetische, harmonikale Kriterium erinnert nur allzu stark an Keplers entsprechen-

de Überlegungen, wie denn ihre gemeinsame Verehrung der Sonne als Lenkerin und Leuchte der Welt seit Platon Topos war: „Drum sind die Kinder der Sonne fromm und lebensfroh“, wie das *Mittelalterliche Hausbuch* lehrt.³⁰

Durch seine Hypothesen könne, so habe Copernicus gefühlt, die *causa efficiens*, die Wirkursache der gleichmäßigen Sonnenbewegung auf geometrischem Wege abgeleitet und bewiesen werden (*demonstrari*). Im *Commentariolus* hatte Copernicus die Defizite der zu seiner Zeit vorliegenden, aus der Antike stammenden mathematischen Lösungen benannt: Die Theorie homozentrischer Sphären des Eudoxos und Kallippos konnte bestimmte Erscheinungen wie die verschiedenen großen Abstände von Sternen vom Weltzentrum rechnerisch nicht wiedergeben. Was half es da, daß die Homozentrik der aristotelischen Physik entsprach? Die Ausgleichskreise des Ptolemaios führten zu ungleichförmigen Bewegungen der auf diese bezogenen Deferenten, widersprachen damit aristotelischen Prinzipien. Was half es da, daß Ptolemaios mit Epizykeln und Exzentern die Erscheinungen rechnerisch wiedergeben konnte?³¹

Er habe eingesehen, so schrieb Copernicus an Papst Paul III. in der Vorrede zu seinem Hauptwerk, daß die Mathematiker selbst nicht konsequent bei der Untersuchung dieser Dinge seien³². Wären sie sicheren Prinzipien, nicht aber trügerischen Hypothesen gefolgt, wäre es zu dieser Unsicherheit der mathematischen Überlieferungen nicht gekommen. Und so habe er unter der Annahme einer Erdbewegung nach festeren Beweisen für die Umdrehung der „orbes caelestes“ gesucht.

Copernicus erkaufte die Abschaffung der unaristotelischen Ausgleichskreise mit der Preisgabe anderer aristotelischer Doktrinen, der unbeweglichen Lage der Erde im Mittelpunkt der Welt, die aus der aristotelischen Theorie der natürlichen Bewegung schwerer Körper folgte, und des Prinzips, daß alle himmlischen Bewegungen einen gemeinsamen Mittelpunkt haben, konzentrisch sein müssen.

Die erste Forderung im *Commentariolus* verlangt ausdrücklich eine Verwerfung dieses Prinzips, und zwar – wie Fritz Krafft nachgewiesen hat³³ – in der Nachfolge des Peripatikers Sosigenes, eines Zeitgenossen des Ptolemaios. Hatte doch Sosigenes aus physikalischen Gründen gemäß Simplicios erwogen:

ἀληθὲς οὖν ἂν μᾶλλον ἀξιῶμα εἶη τὸ λέγον, ὅτι πᾶν κυκλοφορητικὸν σῶμα περὶ τοῦ ἑαυτοῦ κέντρου κινεῖται. – Es mag nun eher das Axiom wahr sein, das besagt, daß sich jeder kreisbewegte Körper um sein eigenes Zentrum bewegt.

Ja, selbst der von Copernicus gewählte Titel *De revolutionibus* für dessen Hauptwerk scheint die von Giorgio Valla stammende Übersetzung von *Περὶ τῶν ἀνελιπτουσῶν* („Über die zurückrollenden“ [nämlich Sphären des Aristoteles]) zu sein. Dies aber war der Titel der Schrift des Sosigenes.

Im gestrichenen Schlußabsatz zum 11. Kapitel des ersten Buches hatte Copernicus noch auf den Heliozentriker Aristarchos von Samos und die aristotelische Begründung für die Unbeweglichkeit der Erde hingewiesen, auf diejenigen, die von dieser Begründung nicht beeindruckt waren. Dazu zählte nun auch er selbst, obwohl er im Anschluß an die aristotelische Lehre und die *locus naturalis*-Spekulationen der Scholastiker die Schweretheorie seinem Weltsystem angepaßt hatte. Schwere ist danach eine gewisse „naturalis appetentia“, ein Streben der Teile, sich zu einer Einheit und Ganzheit zusammenzuziehen. Wenn Köstler an solchen und ähnlichen Beispielen kritisiert, wie sehr Copernicus noch aristotelischem Denken verhaftet gewesen sei³⁴, geht seine Kritik ins Leere. Den Anschluß an die aristotelische Physik hatte Copernicus ja programma-

tisch gesucht, auch wenn er bestimmte Lehren, wie die des ersten, des unbestimmten Bewegers und der stufenweisen Bewegungsübertragung auf die inneren, dem Weltzentrum näheren Sphären angesichts seines heliozentrischen Systems nicht übernahm, nicht übernehmen konnte: Jede Planetensphäre (*planetae orbis*) bewegt sich gleichförmig aufgrund einer ihr von der Natur zugeteilten Bewegung, ohne von der jeweils oberen Sphäre eine Kraft zu erdulden³⁵. Hans Blumenberg hatte dies „Lockerung der Systemstruktur durch Ausschöpfung der Systemleistung“ genannt³⁶.

Die mathematische Astronomie war *qua* Mathematik eine beweisende Wissenschaft, ja, sie war der Gipfelpunkt der Mathematik, wie Copernicus rühmte, in der Nachfolge Gottes erfunden, wie Rheticus im Anschluß an die pseudoplatonische Schrift *Epinomis* anfügte³⁷. Ptolemaios hatte die aristotelische Wissenschaftseinteilung der theoretischen Philosophie in Physik, Mathematik und Theologie zu Beginn des *Almagest* referiert und die Nützlichkeit der Mathematik für die anderen zwei Bereiche herausgestellt. Sie allein bot zuverlässiges und unumstößliches Wissen, da die Beweise der Arithmetik und Geometrie keinen Zweifel zuließen, ein Angebot, das Copernicus nur zu gern wahrgenommen hat. Sie ist der „*baculus astronomi*“, der Stab, mit dessen Hilfe der Astronom die Bewegungen der Gestirne erforscht, während er andernfalls wie ein Blinder ohne Stock einen weiten, unendlichen, schlüpfriegen Weg durchwandern müßte³⁸. Kepler hat diese Blindenmetapher des Rheticus im *Mysterium Cosmographicum*³⁹ nur zu gern aufgegriffen.

Und so betonte Copernicus in bester Tradition eines pythagoreischen Platonismus, geistreiche und gelehrte Mathematiker würden ihm zustimmen, das Urteil mathematischer Ignoranten verachte er, Mathematisches werde für Mathematiker geschrieben. Es ist die Haltung, aus der heraus der Brief des Pythagoreers Lysis an Hipparchos geschrieben ist, den Copernicus zwar im Haupttext strich, aber im Widmungsbrief an Papst Paul III. erwähnte⁴⁰. Es ist die Haltung, aus der heraus das berühmte Motto der platonischen Akademie „Niemand trete ein, der der Geometrie unkundig ist!“ auf der Titelseite der Nürnberger Erstaussgabe abgedruckt wurde.

4. Sphaera

In der Hochschätzung der Mathematik traf sich Copernicus mit dem führenden Mathematiker und Astronomen der Jesuiten des 16. Jahrhunderts, mit Christoph Clavius, dessen Philosophie der Mathematik sich aus Platonismus und Aristotelismus speiste. 1570, 27 Jahre nach dem Erscheinen des Copernicanischen Hauptwerks, veröffentlichte er seinen Kommentar zur *Sphaera* des Johannes de Sacrobosco aus dem 13. Jahrhundert⁴¹. Dieses kleine, kaum 25 Seiten umfassende Werk skizziert unter anderem die ptolemäischen Bewegungen der Planeten. Es war eine ungewöhnlich erfolgreiche Einführung in die Astronomie, die bis 1600 mindestens 230 Ausgaben erlebte. Der Kommentar des Clavius war zwanzigmal so umfangreich und schwoll mit fast jeder neuen Auflage bis 1611 noch weiter an. Dieser bedeutendste *Sphaera*-Kommentar wurde das führende fortgeschrittene Handbuch der Astronomie für mindestens ein halbes Jahrhundert, neben den *Neuen Planetentheorien* Georg Peurbachs aus der Zeit um 1460⁴². Diese enthielten die ptolemäischen geometrischen Modelle für die Planetenbewegungen in physikalisierte, das heißt in real gedachte Form. Clavius verband ptole-

mäische mathematische Astronomie mit aristotelischer Kosmologie, Sacroboscos Text und Peurbachs *Neuen Planetentheorien*.

Sein Kommentar umfaßte damit sechs wichtige Aspekte⁴³: 1. die Akzeptanz der Planetenkonstruktionen des ptolemäischen *Almagest*, 2. die Akzeptanz der Materialisierung der ptolemäischen Konstruktionen, wie sie von Peurbach formuliert waren, 3. die umstrittene Anordnung der Planetensphären gemäß Ptolemaios, 4. verbindliche Angaben zu den Größen der Himmelssphären und der Welt insgesamt, 5. eine Verknüpfung von ptolemäischem Planetensystem mit aristotelischer Physik, 6. eine christliche Vorstellung vom Kosmos.

Es ging um nichts weniger als die Vereinbarkeit von mathematischer und physikalischer Theorie, von hypothetischer Astronomie und realer Physik mit christlicher Theologie. Die von Pierre de la Ramée unmittelbar zuvor, 1569, erhobene Forderung nach einer hypothesenfreien Astronomie⁴⁴, die sich gegen Eudoxos, Aristoteles, Copernicus gerichtet hatte, blieb das, was sie war: eine folgenlose Forderung, die von Kepler vierzig Jahre später in unerwarteter Weise zurückgewiesen wurde (zu diesem Zeitpunkt war de la Ramée freilich 37 Jahre tot)⁴⁵: „Non igitur μυθολογεῖ Copernicus, sed serio παραδοξολογεῖ, hoc est, φιλοσοφεῖ.“ – „Copernicus erzählt also keine Fabel, sondern spricht auf ernsthafte Weise in Paradoxien, das heißt er philosophiert.“

Es war ja Kepler, der bei dieser Gelegenheit die Osiandersche Verfasserschaft des Vorwortes zum Werk des Copernicus aufdeckte und klarstellte, daß sich Copernicus eben nicht auf fiktive Hypothesen gestützt habe, die nicht die physikalische Realität beschrieben, sondern auf solche, die auf Beobachtungen gegründet und von diesen bestätigt waren⁴⁶.

De la Ramée hatte mit den Hypothesen auch die Existenz fester Sphären abgelehnt, zu einem Zeitpunkt, als nur wenige wie Jean de la Pène eine solche Ansicht, in seinem Fall aus optischen Gründen, vertreten hatten. Rheticus' Lehrer Melanchthon hatte zwar 1550 ebenso wie später sein Schüler Ariel Bicard Exzenter und Epizykel zu geometrischen Fiktionen erklärt, dagegen materielle Sphären angenommen, die die Planeten transportieren⁴⁷. Die Vorstellung jedoch, diese könnten sich wie Fische im Wasser bewegen, erschien ihm absurd. Gleichwohl hatte Plinius der Ältere davon gesprochen, zwischen Erde und Himmel hingen in demselben „spiritus“, in derselben Luft, in bestimmten Abständen getrennt die sieben Planeten⁴⁸, hatte Ptolemaios den interstellaren Raum mit *χύματα*, Flüssigkeiten, gefüllt.

An diese beiden antiken Autoren knüpften diejenigen Renaissancegelehrten an, die die Existenz fester Sphären zugunsten zwangsfreier Planetenbewegungen ablehnten: Tycho Brahe, Christoph Rothmann, Kepler. Die um 1300 in Westeuropa aufgekommene Vorstellung fester, kristalliner Sphären galt zu Unrecht als aristotelisch. Aristoteles hatte nicht einmal widerspruchsfreie Aussagen darüber hinterlassen, ob dem Äther, dem ersten Körper, dem ersten Wesen, Materie zukommt oder nicht. Den Ausdruck fünftes Element hat Aristoteles nicht verwendet.

Für Clavius waren feste Sphärenkörper eine logische Voraussetzung für materialisierte Planetenmodelle im Stile Peurbachs, die zugleich maßstäbliche Modelle für das Universum lieferten. Es war ein endliches Universum mit der Fixsternsphäre als Begrenzung, wie es in der Nachfolge des Aristoteles von Kepler vertreten wurde:

Zwar erinnern Keplers Sonnen- und Planetenseelen an ein animistisches Weltbild, an stoische Vorstellungen, an Giordano Brunos Welt, die dieser einen „animato cor-

po“, einen „beseelten Körper“ genannt hatte⁴⁹. Aber Brunos 1584 vorgetragene Konzeption von unendlich vielen Welten in einem unendlichen Universum wurden von Kepler leidenschaftlich bekämpft: Widersprachen sie doch allzusehr seinem eigenen harmonikalen, von Maßverhältnissen und Ordnung bestimmten Weltbild. Clavius strafte den Nolaner mit Nichtachtung: Hatte doch Bruno den Aristotelismus nachdrücklich bekämpft. Tycho, der seinen Bericht über den neuen Stern von 1572 ausdrücklich eine „mathematische Betrachtung“ genannt und eingeräumt hatte, er könne darüber hinaus nichts über die Gründe für dieses Wunder sagen, beurteilte ihn vernichtend⁵⁰: „Nullanus nullus et nihil.“ – „Der Nullaner ist niemand und nichts.“ Brunos Geburtsstadt Nola in der Nähe Neapels mußte ihm für ein sarkastisches Wortspiel erhalten: Hatte doch Bruno aus seiner Verachtung der Mathematiker kein Hehl gemacht⁵¹, lehnte er doch Versuche, planetarische Bewegungen geometrisch zu lösen, ab⁵², hielt er doch Andreas Osiander für einen ignoranten, überheblichen Esel.

5. Extra moenia mundi

Zwar schätzte Bruno an Copernicus die Bereitschaft, sich gegen den Strom der üblichen Meinungen zu stellen, eine ihm nur zu vertraute, wesensverwandte Einstellung. Aber die copernicanische Astronomie habe ungeeignete Prinzipien verwandt, sei nur die Dämmerung vor dem Aufgang der Sonne der antiken, wahren Philosophie gewesen. Fehlgeleitete Mathematiker und teilweise Aristoteles selbst hätten diese Philosophie verschüttet⁵³.

Halten wir fest: Während Copernicus über Ptolemaios bis zu Aristoteles zurückging, ging Bruno über Aristoteles hinaus bis zu den Orphikern und Pythagoreern zurück. Genauer, diese Denker nannte er namentlich. Aus seinen Londoner Dialogen wird freilich klar, was insbesondere das antike Vorbild seines unendlichen Universums war: das Weltbild der Atomisten, Epikurs, wie es von Lukrez geschildert wurde, von Wahnsinnigen, wenn wir Plinius glauben dürfen⁵⁴. Hatte doch Epikur Lukrez zufolge gewagt, mit Geist und Sinn außerhalb der Flammenmauern der Welt das unermeßliche All zu durchstreifen⁵⁵ (*extra processit longe flammantia moenia mundi*), wo es gemäß Aristoteles weder Raum, noch Leeres, noch Zeit gibt⁵⁶: „οὐδὲ τόπος οὐδὲ κενὸν οὐδὲ χρόνος ἐστὶν ἔξω τοῦ οὐρανοῦ“. Copernicus hatte sich unter Bezugnahme auf Aristoteles nicht festgelegt, sondern die Entscheidung über Endlichkeit oder Unendlichkeit der Welt (*disputatio physiologorum*) dem Meinungsstreit der Naturphilosophen überlassen⁵⁷.

Clavius zitiert Plinius⁵⁸, doch gebietet ihm sein Glaube an die Allmacht Gottes einzuräumen, daß Gott, wenn er es wollte, auch außerhalb dieser Welt unendlich viele andere Welten schaffen könnte, sogar vollkommenere als diese (*perfectiores etiam hoc*⁵⁹). Und dies war nicht das einzige Zugeständnis, wenn er den eklektizistischen Aristotelismus des 16. Jahrhunderts vertrat, ein Verfahren, das auch sein protestantischer Gegenspieler Philipp Melanchthon heranzog: Man wich von der aristotelischen Physik ab, wenn diese nicht mit der christlichen Lehre übereinstimmte⁶⁰.

„Außerhalb dieser Welt“ hieß außerhalb des *caelum empyreum*, des feurigen Himmels der Seligen und der Engel, für den eine zwölfte Sphäre erforderlich wurde. Clavius behandelte Aristoteles als historische Person: Was dieser noch nicht kannte,

Präzession, Exzenter, Epizykel, hatte er nicht berücksichtigen können. Andernfalls hätte er nach Clavius' Überzeugung anders über die Bewegungen um das Erd- und damit Weltzentrum gesprochen⁶¹. Eine Neuinterpretation war allemal besser als ein Widerspruch gegen Aristoteles. Die ptolemäische Kosmologie sollte in Einklang mit dem Aristotelismus des 16. Jahrhunderts gebracht werden. Neue Erkenntnisse zogen Modifizierungen des aristotelischen Theoriegebäudes nach sich. „Die Peripatetiker mögen zusehen, wie sie die Ansicht des Aristoteles über die Himmelsmaterie verteidigen können“, hatte Clavius zum Auftreten des neuen Sterns von 1572 gesagt⁶², „vielleicht ist diese keine quinta essentia, sondern ein veränderlicher Körper, wenn auch weniger verderblich als die unteren Körper“.

„Da dies so ist, mögen die Astronomen zusehen, wie die Himmelssphären einzuordnen sind, damit diese Phänomene gerettet werden können“, hatte er zu Galileo Galileis Entdeckung der vier Jupitermonde von 1610 gesagt⁶³, ein Zitat, das Kepler zu Unrecht als Beweis dafür nahm, daß Clavius an seinem Lebensende die alten Hypothesen verworfen habe⁶⁴.

Im Gegenteil, seine kühle Haltung gegenüber Tycho, dessen System er nie erwähnte, beruhte nicht zuletzt darauf, daß es danach keine festen Sphären geben konnte, da sich darin Sonnen- und Marsbahn schnitten. Clavius hielt an dieser angeblich aristotelischen Vorstellung bis zu seinem Tode fest, gegen jede Idee von flüssigen Himmeln, wie sie sich Ende des 16. Jahrhunderts bei den führenden Astronomen, zumal bei Tycho und Kepler, durchgesetzt hatte. Als Ptolemaios-Anhänger lehnte er nicht nur die copernicanische Heliozentrik ab, sondern auch die Renaissance der auf Aristoteles zurückgehenden Homozentrik, die im 16. Jahrhundert vor allem in Girolamo Fracastoro und Bartolomaeo Amico neue Anhänger gefunden hatte. Seine Entscheidung gegen Aristoteles in diesem Fall bereitete ihm keine Gewissensnot: Die richtige mathematische Astronomie hatte Ptolemaios geliefert, die richtige physikalische Aristoteles.

6. Epilog

Erst Keplers *Neue Astronomie oder Himmelsphysik* von 1609 verschmolz beide Gebiete zu einer widerspruchsfreien Synthese. Der Preis war die Aufgabe beider Theorien, der aristotelischen Physik wie der ptolemäischen Mathematik. Daß Kepler noch 1620 das vierte Buch seiner *Epitome Astronomiae Copernicanae* ein Supplement zur aristotelischen Schrift *Über den Himmel* nannte, während sich der Jesuit Giuseppe Biancani vom Ordensgeneral Claudio Acquaviva zeitgleich sagen lassen mußte, es fehle ihm an Respekt vor Aristoteles⁶⁵, daß sich zwar Christoph Scheiner noch 1630 über das Wissen der Unerfahrenen, die die Existenz der Sonnenflecken bestritten, über das „ignorantiae asyllum“ beklagte, aber selbst das geozentrische System verteidigte⁶⁶, daß Giovanni Battista Riccioli noch 1651 ein *Almagestum novum* mit einem modifizierten Tychonischen System veröffentlichte, ändert an dieser Feststellung nichts.

„Δεῖ δ' ἐλευθέριον εἶναι τῇ γνώμῃ τὸν μέλλοντα φιλοσοφεῖν.“ – „Wer philosophieren will, muß in seiner Überlegung frei sein.“ Was der Zeitgenosse des Ptolemaios, Alkinoos, gesagt hatte, diente nicht nur Rheticus 1540 als Leitgedanke auf dem Titelblatt seines Berichtes, sondern noch siebzig Jahre später Kepler in seiner *Dissertatio cum Nuncio sidereo* Galileis⁶⁷.

- 1 Herman Beckby (Hrsg.): *Anthologia Graeca*. 4 Bde. Griechisch-deutsch. München, 2. Auflage o.J. (1957/58), IX, 577.
- 2 Ptolemäus: *Handbuch der Astronomie*. Deutsche Übersetzung und erläuternde Anmerkungen von Karl Manitius. Vorwort und Berichtigungen von Otto Neugebauer. 2 Bde, Leipzig 1963, S. 3.
- 3 Otto Schönberger: Nachwort. In: Aristoteles: *Über die Welt*, übersetzt und kommentiert von Otto Schönberger. Stuttgart 1996, S. 46–63; hier S. 58.
- 4 Johannes Kepler: *Mysterium cosmographicum*. Tübingen 1596. Ich zitiere den Wiederabdruck in: Johannes Kepler: *Gesammelte Werke*. Herausgegeben von Max Caspar [im folgenden zitiert als KGW mit römischer Band- und arabischer Seitenzahl]. Bd I, München 1938, S. 1–80; hier S. 3.
- 5 Iamblichos: *Protreptikos*. In: Aristoteles: *Einführungsschriften*, eingeleitet und neu übertragen von Olof Gigon. Zürich/Stuttgart 1961, S. 97–129; hier S. 119.
- 6 Platon: *Timaios* 47 a–d.
- 7 KGW I, 4.
- 8 KGW I, 79.
- 9 Georgius Joachimus Rheticus: *Narratio prima*. Danzig 1540. Ich zitiere den Wiederabdruck in: KGW I, 81–131; hier S. 100.
- 10 Owen Gingerich: Johannes Kepler. In: René Taton and Curtis Wilson (Hrsgg.): *Planetary astronomy from the Renaissance to the rise of astrophysics. Part A: Tycho Brahe to Newton*. Cambridge usw. 1989, S. 54–78; hier S. 78.
- 11 G. J. Rheticus (wie Anm. 9), 116; Georgii Joachimi Rheticii *Narratio prima*. Edition critique, traduction française et commentaire par Henri Hugonnard-Roche et Jean-Pierre Verdet, avec la collaboration de Michel-Pierre Lerner et Alain Segonds. (Studia Copernicana, Bd 20) Wrocław 1982, S. 178, Anm. 208.
- 12 Johannes Kepler: *Harmonice mundi* [Linz 1619], in: KGW VI, 367.
- 13 Platon: *Timaios* 41 d 4.
- 14 William Shakespeare: *Der Kaufmann von Venedig* V, 1, 63–65.
- 15 Simeon K. Heninger: *Touches of sweet harmony. Pythagorean cosmology and Renaissance poetics*. San Marino, California 1974, S. 7.
- 16 G. J. Rheticus (wie Anm. 9), S. 88.
- 17 G. J. Rheticus (wie Anm. 9), S. 97.
- 18 G. J. Rheticus (wie Anm. 9), S. 125.
- 19 G. J. Rheticus (wie Anm. 9), S. 100.
- 20 G. J. Rheticus (wie Anm. 9), S. 116.
- 21 Aristoteles: *Metaphysik* XII, 1073 b, 16–17.
- 22 Fritz Krafft: *Hypothese oder Realität: Der Wandel der Deutung mathematischer Astronomie bei Copernicus*. In: Gudrun Wolfschmidt (Hrsg.): *Nicolaus Copernicus (1473–1543). Revolutionär wider Willen*. Stuttgart 1994, S. 102–115; hier S. 108.
- 23 G. J. Rheticus (wie Anm. 9), S. 102.
- 24 Victor E. Thoren: Tycho Brahe. In: René Taton / Curtis Wilson (Hrsgg.): *Planetary astronomy from the Renaissance to the rise of astrophysics. Part A: Tycho Brahe to Newton*. Cambridge usw. 1989, S. 3–21; hier S. 3.
- 25 Aristoteles: *Metaphysik* XII, 1073 b, 3–5.
- 26 Aristoteles: *Physik* II, 2.
- 27 G. J. Rheticus (wie Anm. 9), S. 101.
- 28 Fritz Krafft: *Unverständene Horaz-Zitate bei Nicolaus Copernicus*. In: Wolfgang R. Dick/Jürgen Hamel (Hrsgg.): *Beiträge zur Astronomiegeschichte*. Bd 1 (Acta Historica Astronomiae, Bd 1) Thun/Frankfurt am Main 1998, S. 14–31; hier S. 22.
- 29 G. J. Rheticus (wie Anm. 9), S. 99 f.
- 30 Christoph Graf zu Waldburg Wolffegg: *Venus und Mars. Das mittelalterliche Hausbuch aus der Sammlung der Fürsten zu Waldburg Wolffegg*. München 1997, S. 34.
- 31 Hans Günther Zekl (Hrsg.): *Nicolaus Copernicus – Das neue Weltbild. Drei Texte Commentariolus, Brief gegen Werner, De revolutionibus I*. Im Anhang eine Auswahl aus der *Narratio prima* des G. J. Rheticus. Hamburg 1990, S. 2–5.
- 32 Nicolaus Copernicus: *De revolutionibus orbium caelestium libri sex*. Nürnberg 1543. Ich zitiere die Ausgabe: Nicolaus Copernicus: *De revolutionibus orbium caelestium libri sex*, ediderunt Franciscus et Carolus Zeller. München 1949; hier S. 4 f.
- 33 F. Krafft (wie Anm. 22), S. 115.
- 34 Arthur Koestler: *Die Nachtwandler, Die Entstehungsgeschichte unserer Welterkenntnis*. Deutsche Fassung von Wilhelm Michael Treichlinger. Frankfurt am Main 1980, S. 196–202.
- 35 G. J. Rheticus (wie Anm. 9), S. 105.

- 36 Hans Blumenberg: *Die Genesis der kopernikanischen Welt*. Frankfurt am Main 1975, S. 162.
- 37 G. J. Rheticus (wie Anm. 9), S. 114.
- 38 G. J. Rheticus (wie Anm. 9), S. 114.
- 39 KGW I, 26.
- 40 N. Copernicus (wie Anm. 32), S. 3.
- 41 Christoph Clavius: *In sphaeram Ioannis de Sacro Bosco commentarius*. Rom 1570. Ich zitiere den Wiederabdruck in: Christoph Clavius: *Opera mathematica*. Band 3, Mainz 1611 (Nachdruck: Hildesheim 1999), I. Zählung, S. 1–317.
- 42 Englische Übersetzung in: Eric J. Aiton: *Peurbach's Theoricae novae planetarum. A translation with commentary. Osiris*, second series, 3 (1987), 4–43.
- 43 James Lattis: *Between Copernicus and Galileo, Christoph Clavius and the Collapse of Ptolemaic Cosmology*. Chicago/London 1994, S. 65 f.
- 44 Eric J. Aiton: *Celestial spheres and circles. History of Science* 19 (1981), 75–114; hier S. 102.
- 45 Johannes Kepler: *Astronomia nova αἰτιολόγητος seu physica coelestis* [Prag 1609], in: KGW III, 6.
- 46 E. J. Aiton (wie Anm. 44), S. 101.
- 47 E. J. Aiton (wie Anm. 44), S. 100 f.
- 48 Plinius: *Naturalis historia* II, 4, 13.
- 49 Giordano Bruno: *Dell'infinito, universo e mondi*. Venedig 1584. Ich zitiere die deutsche Ausgabe: *Zwiesgespräche vom unendlichen All (I) und den Welten*, verdeutscht und erläutert von Ludwig Kühlenbeck. Jena 1904 (Nachdruck: Darmstadt 1980), S. 84.
- 50 Michel-Pierre Lerner: *Le débat cosmologique à la fin du XVI^e siècle: Sur un ouvrage de Miguel A. Granada. Revue d'Histoire des Sciences* 51 (1998), 107–114; hier S. 112.
- 51 Ernan McMullin: Bruno and Copernicus. *Isis* 78 (1987), 55–74; hier S. 64.
- 52 Michel-Pierre Lerner: *Le monde des sphères*. 2 Bde, Paris 1996/97; hier Bd 2, S. 158.
- 53 E. McMullin (wie Anm. 51), S. 65.
- 54 Plinius: *Naturalis historia* II, 1, 3.
- 55 Lukrez: *De rerum natura* I, 72 f.
- 56 Aristoteles: *De caelo* I, 9, 279 a 11 f.
- 57 N. Copernicus (wie Anm. 32), I, 8, S. 19.
- 58 C. Clavius (wie Anm. 41), S. 15.
- 59 C. Clavius (wie Anm. 41), S. 47; J. Lattis (wie Anm. 43), S. 85.
- 60 E. J. Aiton (wie Anm. 44), S. 98.
- 61 J. Lattis (wie Anm. 43), S. 80.
- 62 C. Clavius (wie Anm. 41), S. 105.
- 63 C. Clavius (wie Anm. 41), S. 75; Corrado Dollo: *Tanquam nodi in tabula – Tanquam pisces in aqua. Le innovazioni della cosmologia nella Rosa Ursina di Christoph Scheiner*. In: Ugo Baldini (Hrsg.): *Christoph Clavius e l'attività scientifica dei gesuiti nell'età di Galileo*. Roma 1995, S. 133–158; hier S. 153.
- 64 Johannes Kepler: *Epitome astronomiae Copernicanae* [Linz 1618–1621], in: KGW VII, 9.
- 65 Michel-Pierre Lerner: *L'entrée de Tycho Brahe chez les jésuites ou le chant du cygne de Clavius*. In: Luce Giard (Hrsg.): *Les jésuites à la Renaissance. Système éducatif et production du savoir*. Paris 1995, S. 145–185; hier S. 168.
- 66 C. Dollo (wie Anm. 63), 141.
- 67 Johannes Kepler: *Dissertatio cum nuncio sidereo* [Prag 1610], in: KGW IV, 281–311; hier S. 283.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Eberhard Knobloch, Technische Universität Berlin, Institut für Philosophie, Wissenschaftstheorie, Wissenschafts- und Technikgeschichte, Ernst-Reuter-Platz 7, D-10587 Berlin