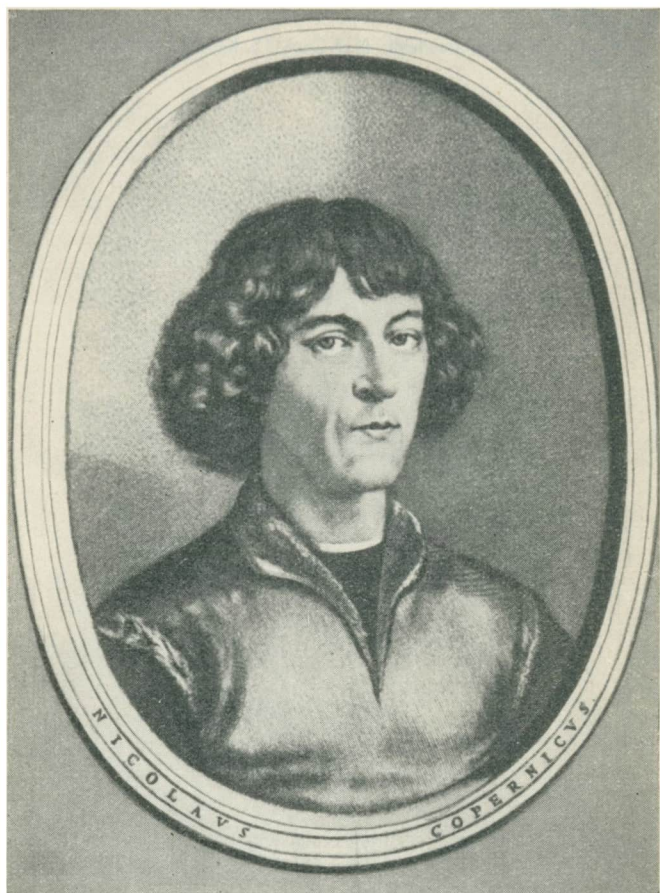


Dr. Alfons Kauffeldt

NIKOLAUS KOPERNIKUS





Dr. ALFONS KAUFFELDT

NIKOLAUS KOPERNIKUS

Der Umsturz des mittelalterlichen Weltbildes

Mit 1 Tafel, 16 Bildern
und 1 Tabelle im Text



URANIA-VERLAG · LEIPZIG/JENA

Verlag für populärwissenschaftliche Literatur

Umschlag: Jan Marcin Szancer, Warschau

1958

11.–15. Tausend

Alle Rechte vorbehalten

Urania-Verlag, Verlag für populärwissenschaftliche Literatur, Leipzig/Jena,

Lizenz-Nr. 212-475/16/58

Gesamtherstellung: Betriebsberufsschule Otto Grotewohl, Leipzig (III-18-3)

Printed in Germany

EINLEITUNG

Ungefähr zu Beginn des dritten Jahrtausends vor der Zeitwende schufen die alten Ägypter im Niltal und die Sumerer in den Ländern an Euphrat und Tigris die Anfänge der Wissenschaft. Das war ein sehr bedeutsames und folgenreiches Ereignis in der Entwicklung der menschlichen Gesellschaft. So bescheiden diese ersten Anfänge auch waren, sie stellten doch den entscheidenden Schritt dar, durch den die bewußt und selbständig betriebene Erforschung der Naturgesetze eingeleitet wurde. In den seit jener Zeit vergangenen fünftausend Jahren ist aus den damals gelegten Keimen die mächtige und großartige Wissenschaft der Gegenwart hervorgegangen.

Schwierig und wechsellvoll war der Weg, den die Wissenschaft zurücklegen mußte, um die Höhe und den Umfang von heute zu erreichen. Rund zweieinhalb Jahrtausende dauerte es, bis sie nach jenen ersten Anfängen auf die nächsthöhere Stufe gehoben werden konnte. Dies vollbrachten die Griechen, die von den alten orientalischen Völkern jene ersten, noch stark empirischen Elemente der Wissenschaft übernahmen und sie weiterentwickelten. Etwa sechshundert Jahre blühte die Wissenschaft bei den Griechen. Weitere eineinhalb Jahrtausende vergingen, ohne daß die Menschen in der Lage waren, das von den Griechen bereits erreichte Niveau zu überschreiten. Erst nach dieser Zeit gelang ein weiterer, neuer Schritt, und

seine wegbahnenden Ergebnisse schufen die Grundlagen der Wissenschaft von heute. Geschaffen und getragen hat diesen Fortschritt die in Europa aufkommende neue kapitalistische Produktionsweise. Und Vertreter der aufsteigenden Klasse der Bürger waren es, die die Wissenschaft auf diese neue Stufe hoben.

Davon wollen wir im folgenden berichten. Wir werden das Werk und den Menschen kennenlernen, die in den Mittelpunkt jener Kämpfe geraten sind, die um die Durchsetzung der neuen Form der Wissenschaft geführt werden mußten. Der Titel des Werkes lautet: „De revolutionibus orbium coelestium“ (Über die Umläufe der Himmelskreise), und sein Verfasser ist der große polnische Astronom und Denker Nikolaus Kopernikus. Es ist sein Lebenswerk, und sein Werdegang ist zugleich auch die Entstehungsgeschichte des Werkes. Beides aber, den Werdegang dieses Mannes und die Entstehungsgeschichte seines Werkes, werden wir erst dann richtig verstehen, wenn wir auch die Zeit betrachten, in der Kopernikus gelebt hat.

Kopernikus' Leben fiel in die Zeit der Renaissance. Das Wort bedeutet „Wiedergeburt“ und soll ausdrücken, daß die Menschen zu jener Zeit geglaubt haben, die Kultur der alten Griechen wiedererstehen lassen zu können. In Wirklichkeit war die Renaissance die Widerspiegelung gesellschaftlicher Veränderungen, die durch das Erscheinen der ersten Formen der neuen kapitalistischen Produktionsweise im Rahmen der feudalen Gesellschaft hervorgerufen worden waren. Wir haben schon gesagt, daß in dieser Zeit die Grundlagen zu einer neuen Stufe der Wissenschaft geschaffen wurden, die sie später durch das Bürgertum erreichte. Die Veränderungen jedoch, deren Ausdruck die Renaissance war und die durch sie weitergetrieben wurden, gingen über den Bereich der Wissenschaft hinaus und umfaßten die Gesellschaft insgesamt.

Wir werden daher Zusammenhänge zu betrachten haben, die nicht nur über unser engeres Thema, sondern auch über den Bereich der Naturwissenschaft hinausgehen.

Diese Zusammenhänge müssen wir in beiden Richtungen verfolgen: Die um diese Zeit eingetretene Belebung der Wissenschaft und die ganz neue Forschungsweise gingen letzten Endes auf Veränderungen in der Produktionsweise zurück; die dabei aber entstandenen Erkenntnisse und Entdeckungen wirkten zugleich wieder auf die Gesellschaft und damit auf die Produktionsweise zurück.

Wir werden die Epoche der Renaissance nicht treffender kennzeichnen können, als es Friedrich Engels bereits getan hat. In der Einleitung zur „Dialektik der Natur“ schrieb er über diese Epoche folgendes:

Die moderne Naturforschung, die einzige, die es zu einer wissenschaftlichen, systematischen, allseitigen Entwicklung gebracht hat, im Gegensatz zu den genialen naturphilosophischen Intuitionen der Alten (gemeint sind die alten Griechen – A. K.) und zu den höchst bedeutenden, aber sporadischen und größtenteils resultatlos dahingegangenen Entdeckungen der Araber – die moderne Naturforschung datiert, wie die ganze neuere Geschichte, von jener gewaltigen Epoche, die wir Deutsche, nach dem uns damals zugestoßenen Nationalunglück, die Reformation, die Franzosen die Renaissance und die Italiener das Cinquecento* nennen, und die keiner dieser Namen erschöpfend ausdrückt. Es ist die Epoche, die mit der letzten Hälfte des fünfzehnten Jahrhunderts anhebt . . .

Es war die größte progressive Umwälzung, die die Menschheit bis dahin erlebt hatte, eine Zeit, die Riesen brauchte und Riesen zeugte, Riesen an Denkkraft, Leidenschaft und Charakter, an Vielseitigkeit und Gelehrsamkeit.

* Fünfhundert, Abkürzung für 1500, d. h. das 16. Jahrhundert.

Auf diese Äußerung von Friedrich Engels werden wir noch zurückkommen, wenn wir hier von der Renaissance berichten. Zunächst soll sie uns nur dazu dienen, eine Vorstellung von der Epoche zu geben, in der Kopernikus gelebt hat.

An derselben Stelle finden wir noch weitere Äußerungen von Engels, die unser Thema betreffen. Die Lage der Naturforschung zu jener Zeit kennzeichnete er mit folgenden Worten:

Auch die Naturforschung bewegte sich damals mitten in der allgemeinen Revolution und war selbst durch und durch revolutionär; hatte sie sich doch das Recht der Existenz zu erkämpfen.

Anschließend hob Engels die Rolle hervor, die Kopernikus und sein Werk in diesem „Existenzkampf“ gespielt haben. Er schrieb:

Der revolutionäre Akt, wodurch die Naturforschung ihre Unabhängigkeit erklärte und die Bullenverbrennung Luthers gleichsam wiederholte, war die Herausgabe des unsterblichen Werks, womit Kopernikus, schüchtern zwar und sozusagen erst auf dem Totenbett, der kirchlichen Autorität in natürlichen Dingen den Fehdehandschuh hinwarf. Von da an datiert die Emanzipation der Naturforschung von der Theologie . . .

Daß zur Zeit des Kopernikus ein neuer Anfang gemacht wurde, kennzeichnete Friedrich Engels mit folgenden Worten:

Aber von da an ging auch die Entwicklung der Wissenschaften mit Riesenschritten vor sich und gewann an Kraft, man kann wohl sagen, im quadratischen Verhältnis der (zeitlichen) Entfernung von ihrem Ausgangspunkt.

Die Zeitabschnitte, die wir eingangs genannt haben, unterstreichen diese Feststellung von Engels: Rund viereinhalb Jahrtausende waren zu Beginn der Renaissance seit

jenen ersten Anfängen der Wissenschaft vergangen, aber in dem einen halben Jahrtausend seit der Renaissance nahm die Wissenschaft einen Aufschwung, der alles weit in den Schatten stellte, was vordem geschaffen worden war.

Kopernikus lebte in der Zeit der Renaissance. Sie hatte großen Einfluß auf sein Leben und sein Werk. Umgekehrt ist er selbst ein hervorragender Vertreter der Renaissance, und sein Werk gilt mit Recht als eines der bedeutsamsten Ergebnisse dieser Epoche. Es ist daher notwendig, daß wir uns mit dem Wesen der Renaissance und mit ihrem Entstehen vertraut machen.

DIE RENAISSANCE

Wir wollen uns damit begnügen, nur jene Seiten der Renaissance zu betrachten, die für unser Thema von Bedeutung sind. Es ist ohnehin nicht möglich, diese Zeit, über die schon viele Bücher geschrieben worden sind und noch weitere geschrieben werden, auf engem Raum erschöpfend darzustellen.

Die ökonomischen Veränderungen in der feudalen Gesellschaft, die in der Renaissance ihren Ausdruck fanden, hingen aufs engste mit der Entwicklung der Warenwirtschaft zusammen.

Im Altertum hatte es bereits eine bedeutende Warenwirtschaft gegeben. Mit der Herausbildung der feudalen Gesellschaft, in der die Sklavenwirtschaft der Antike durch die mit hörigen oder leibeigenen Bauern betriebene Landwirtschaft verdrängt wurde, ging der Warenverkehr stark zurück. Das war besonders im christlichen Europa der Fall. Im arabisch-mohammedanischen Orient dagegen behielten Handwerk, Handel und Warenwirtschaft eine wesentlich größere Bedeutung. In Europa wurde die Naturalwirtschaft zur vorherrschenden Form. Die Hauptproduzenten waren die Bauern, die ihren feudalen Herren Frondienste und Abgaben in Naturalform leisteten. Was sie darüber hinaus auf ihrem eigenen Stück Acker produzierten, mußten sie zu ihrem Unterhalt verbrauchen. Auf diese Weise bildete jeder einzelne feudale Herren-

sitz mit seinen durch Leibeigenschaft oder Hörigkeit an ihn gefesselten Bauern und Handwerkern einen praktisch sich selbst genügenden kleinen Wirtschaftsbezirk. Ein solcher Wirtschaftsbezirk produzierte kaum etwas, was er gegen andere Waren hätte austauschen können, da seine näheren und weiteren Nachbarn ganz ähnliche selbstgenügsame Herrnsitze waren. In dieser Selbstgenügsamkeit und damit im Fehlen eines Warenaustausches ist einer der wesentlichsten Gründe zu sehen für die so überaus starke und für den Feudalismus so typische politische Zersplitterung, für die häufige Schwäche der Kaiser, Könige oder anderer zentraler Herrscher und für die ständigen Kämpfe zwischen den Lehnsherren und ihren größeren Vasallen.

Aus denselben Gründen verloren die Städte, soweit sie, wie beispielsweise in Italien, bereits bestanden hatten, an Bedeutung und an Bevölkerung. Das gesellschaftliche Schwergewicht verlagerte sich auf das Land. Die Städte aber sind nicht nur Zentren der Warenwirtschaft und des Handelsverkehrs, sondern auch der Wissenschaft. In einer Gesellschaft dagegen, die aus vielen kleinen, nur Landwirtschaft treibenden und untereinander kaum in Verkehr tretenden Gruppen besteht, fehlt der Bedarf und die Voraussetzung für eine Entfaltung wissenschaftlicher Tätigkeit. Eine solche Gesellschaft kommt mit reiner Empirie und handwerklicher Technik aus.

Es ist daher verständlich, daß im Feudalismus auch die Wissenschaft stark zurückgegangen und nahezu verfallen ist. Von diesem Verfall wurden insbesondere die Naturwissenschaften betroffen, die bei den Griechen bereits eine Rolle gespielt und eine beachtliche Höhe erreicht hatten. Die absolut herrschende Disziplin wurde die Theologie, die die bestehende feudale Ordnung als die von Gott gewollte und von Gott geschaffene ideologisch zu rechtfertigen hatte. Die Beschäftigung mit diesseitigen,

natürlichen Dingen zur Erforschung von Naturgesetzen galt geradezu als sündig. Man argumentierte, daß die Wahrheit in der Bibel bereits offenbart sei und deshalb die Beschäftigung mit der Natur nur zu Zweifeln und zur Ketzerei führen könne.

Die feudale Gesellschaft entwickelte sich aber, und es entstanden Veränderungen gegenüber dem eben geschilderten Zustand. Die Kaiser, Könige und mächtigeren Fürsten hatten einen umfangreicheren und vielseitigeren Bedarf an auswärtigen Waren, kostbaren Kleidern oder Gegenständen, an größeren und prächtigeren Bauten. An den Sitzen dieser reicheren Herrscher strömten daher Händler und Handwerker aller Art zusammen. Nach und nach entstanden Ansiedlungen, und es entwickelte sich ein gewisser Handel. Aber auch auf dem Lande, auf den größeren Herrnsitzen, sonderten sich die Handwerker mehr und mehr von den reinen Bauern ab und wurden zu Nur-Handwerkern. Die Zahl der verschiedenen Handwerker nahm ebenso zu wie die Geschicklichkeit in der Herstellung der verschiedenen Gegenstände. Infolgedessen entstand auch innerhalb jener selbstgenügsamen feudalen Wirtschaftsbezirke ein bestimmter Warenaustausch zwischen den Handwerkern und den Bauern.

Ohne hier auf die Entwicklung im einzelnen eingehen zu können, berichten wir, daß etwa vom 11. Jahrhundert an im christlichen Europa aus jenen ersten Ansiedlungen Städte entstanden sind. Die Bewohner, Handwerker und Händler, erhielten Zuzug durch Handwerker vom Lande und erkämpften sich ihre persönliche Freiheit. Im Rahmen der feudalen Gesellschaft bildete sich ein dritter Stand, das Bürgertum. Obwohl diese Bürger ebenfalls Landwirtschaft betrieben, gaben ihnen die handwerkliche Warenproduktion und der Handel ihre eigentliche wirtschaftliche Basis, ja, diese verstärkte sich im Verlauf der folgenden Jahrhunderte immer mehr. Die städtische Warenwirtschaft

nahm in derselben Zeit an Bedeutung innerhalb der gesamten feudalen Wirtschaft ständig zu.

Der Handel verband größere Gebiete miteinander und überbrückte immer weitere Entfernungen. Die Kreuzzüge dehnten ihn bis zum Orient aus und belebten ihn außerordentlich. In Europa bisher unbekannte Luxuswaren strömten herein und wurden allmählich zu einem Bedürfnis der Feudalherren. Auf der anderen Seite häufte er bis dahin unbekannte Reichtümer bei einzelnen Händlern an, denen aber die Privilegien der Geburt fehlten.

Somit war ein dem Feudalismus ursprünglich fremder, dritter Stand in Erscheinung getreten, und die ihm anfangs ebenso fremde Warenwirtschaft hatte sich zu einer starken ökonomischen Macht entfaltet. Die Warenwirtschaft und ihre Träger, die Bürger, beziehungsweise die Städte stießen jedoch bei ihrem Streben nach Ausweitung auf Hindernisse, die in der feudalen Struktur der Gesellschaft begründet waren. Unzählige Zollgrenzen und Zölle, die unübersehbare Fülle von verschiedenen Währungen und ähnliche Folgeerscheinungen der feudalen Zersplitterung behinderten den Handel ebenso wie die große Unsicherheit gegenüber willkürlichen Gewalttaten der Feudalherren und die vielen Kriege und Fehden. Aus der Warenwirtschaft selbst entstand daher ein immer stärker werdender Druck mit der Tendenz, die Zersplitterungen zu beseitigen, ein Drang nach Vereinigung zu größeren staatlichen Gebilden und nach Rechtssicherheit im Innern. Natürlich dachten die großen und kleinen Feudalherren nicht daran, auf ihre Selbstherrlichkeit oder auf solche Einnahmequellen wie Zölle, Münzhoheit, Kriege und Raub freiwillig zu verzichten.

Allerdings befanden sich die kleinen Feudalherren, insbesondere der niedere Adel, gegenüber den großen Herren in einer mißlicheren Lage. Die Städte wurden nämlich nach und nach auch zu einem militärischen Faktor

von einer Stärke, der die kleineren Feudalherren nicht mehr gewachsen waren. Zu Bündnen zusammengeschlossen, vermochten die Städte sogar Königen zu trotzen, wie es das Beispiel der Hanse lehrt. Infolgedessen gelang es einer großen Anzahl von Städten, die Oberhoheit der örtlichen Feudalherren, denen sie bis dahin unterstanden, abzuschütteln und in Deutschland zum Beispiel „reichsunmittelbar“ zu werden; sie unterstanden damit nur dem Kaiser. In Italien bildeten die bedeutenden Städte, wie etwa Venedig, Florenz, Mailand und Genua, regelrechte selbständige Staaten mit größeren Territorien.

Das war aber nur die eine Seite der Erscheinungen. Die andere bestand darin, daß der niedere Adel, die zahlenmäßig größte Gruppe der durch Geburt privilegierten feudalen Stände, in seiner bisherigen Stellung erschüttert wurde. Er hatte bis dahin den Kern der feudalen Heere gebildet, und darauf hatte nicht zuletzt seine Stellung in der feudalen Gesellschaft beruht. Mit dem Aufkommen der Massenheere und der Feuerwaffe wurde seine militärische Überlegenheit gebrochen.

Derselbe niedere Adel wurde gleichzeitig durch die aus der Warenwirtschaft entwickelte Geldwirtschaft ruiniert. Solange die Naturalwirtschaft vorherrschte, waren der Ausbeutung der Bauern und auch dem allgemeinen Luxus der herrschenden Schichten natürliche Schranken gesetzt. Die Unterschiede innerhalb der herrschenden Klassen blieben dementsprechend relativ gering, und auch der kleine Feudalherr war praktisch selbständiger Gebieter in seinem Bereich. Die Geldwirtschaft aber beseitigte diese natürliche Schranke und gestattete die Anhäufung beliebig großer Vermögen. In dieser Form drang die Warenwirtschaft nun auch in die Landwirtschaft ein. Der Feudalherr verlangte vom Bauern in zunehmendem Maße Geld an Stelle von Naturalien. Gleichzeitig suchte er die Abgaben auf jede nur mögliche Weise zu steigern, um

zu größerem Geldbesitz zu gelangen. Nur der Widerstand der Bauern setzte dem eine Grenze. In diesem Wettlauf um das Geld kam es zu einer wesentlich stärkeren sozialen Differenzierung der herrschenden Klassen, als sie der Feudalismus in seiner klassischen Zeit gekannt hatte. Diesen Wettlauf verloren die kleineren Feudalherren, und die mächtigeren gewannen ihn, da sie über mehr Möglichkeiten zur Steigerung ihrer Einkünfte verfügten.

Die ganze Last dieser Entwicklung hatte der Bauer zu tragen. Er wurde um so schwerer betroffen, als er im Verlauf des Mittelalters sich in vielen Fällen und in mannigfacher Weise aus der Leibeigenschaft und Hörigkeit herauszulösen vermocht hatte. Unter der Wirkung der Geldwirtschaft aber versuchten seine Herren, ihn wiederum aller seiner Errungenschaften zu berauben und ihn in eine noch stärkere Abhängigkeit zu bringen, als sie jemals früher bestanden hatte. Die Folge war der Versuch der Bauern, sich vom feudalen Joch zu befreien.

Das war die Ursache der Bauernaufstände in allen christlichen Ländern gewesen, die seit dem hohen Mittelalter einmal hier, einmal dort aufflammten und im großen deutschen Bauernkrieg von 1525 zu einem Höhepunkt führten. Die Bauern waren immer noch die zahlreichste und wichtigste Klasse der feudalen Gesellschaft. Sie befanden sich im Zeitalter der Renaissance und zu Lebzeiten von Kopernikus in weiten Gebieten Mitteleuropas in höchster revolutionärer Bewegung und erstrebten eine Veränderung der bestehenden Gesellschaftsordnung.

Aber auch die Städte hatten wegen der Hindernisse, auf die ihre Warenwirtschaft stieß, allen Grund, eine Änderung der Verhältnisse anzustreben.

Doch in ihren Mauern tobte bereits ein Klassenkampf neuer Art: nämlich zwischen den reichen, privilegierten und herrschenden Patriziern und der übrigen Bürgerschaft und ferner zwischen den Zunftmeistern und den Gesellen,

die zu ewigen Gesellen, ohne Aussicht selbst Meister zu werden, herabgedrückt, also zu einer Art von Lohnarbeitern gemacht worden waren. Daraus ergab sich die zwiespältige Haltung der Städte in den revolutionären Auseinandersetzungen dieser Zeit.

Mithin befanden sich fast alle Klassen und Schichten der feudalen Gesellschaft in Bewegung, und die bisherige Struktur dieser Gesellschaft geriet in einen unlösbaren Widerspruch zu den mächtigen gesellschaftlichen Kräften, die sich im Verlauf einiger Jahrhunderte herausgebildet hatten. Eine allgemeine revolutionäre Stimmung breitete sich aus, die ganze Gruppen oder auch einzelne Männer zu den größten Leistungen anspornte. Diese allgemeine revolutionäre Stimmung müssen wir als einen wesentlichen Faktor berücksichtigen, wenn wir einzelne Taten aus dieser Zeit verstehen wollen. Sie hat auch bei Kopernikus eine große Rolle gespielt.

Die angedeutete Entwicklung war im 15. Jahrhundert so weit gediehen, daß sie ihre Widerspiegelung im Bewußtsein immer breiterer Schichten fand. Es war deshalb nur natürlich, daß von den verschiedenen Standpunkten aus und von den entsprechend verschiedenen Gebieten her eine Kritik an den bestehenden Verhältnissen und Lehren einzusetzen begann. Dabei müssen wir aber in Rechnung stellen, daß die neue bürgerlich-kapitalistische Produktionsweise erst in ihren Frühformen in Erscheinung getreten und das zwar damals fortschrittlichste und entwicklungsfähigste Element der feudalen Wirtschaft gewesen ist, aber noch längst nicht das vorherrschende. Daher konnte in der historischen Entwicklung vorerst nur eine Änderung der Struktur der feudalen Gesellschaft erfolgen, aber noch keineswegs die Ablösung der feudalen durch die bürgerliche Gesellschaftsordnung überhaupt. Im Verlauf des folgenden Jahrhunderts kam es als Resultat der revolutionären Bewegungen zu dieser Strukturände-

rung der feudalen Gesellschaft. Das Ergebnis war der sogenannte Absolutismus. Die gesamte feudale Macht wurde in der Hand eines Monarchen vereinigt. Der größte Teil des Feudaladels verlor seine politische Selbständigkeit und praktische Unabhängigkeit und trat in den unmittelbaren Dienst dieses absoluten Monarchen. Das bedeutete unter anderem, daß die extreme politische und wirtschaftliche Zersplitterung des Hochfeudalismus beseitigt wurde und größere Gebiete sich zu einem einheitlichen Staatsgebilde vereinigten. Um diese Zeit bildeten sich auch die Nationen heraus.

Im Absolutismus spielten die Kirchen zwar immer noch eine große Rolle, jedoch mehr im Rahmen und im Dienste des Absolutismus und nicht so sehr als ein selbständiger politischer Faktor. Die politische Vorherrschaft ging nunmehr an den weltlichen Teil der feudalen Herrenklasse, an die weltlichen Fürsten über. Das war im Mittelalter grundsätzlich anders gewesen. Damals war die katholische die einzige Kirche und nicht nur ideologisch, sondern auch politisch ein Faktor von zentraler Bedeutung für das gesamte christliche Europa. Sie besaß etwa ein Drittel des gesamten feudalen Grundbesitzes und bezog darüber hinaus noch weitere Abgaben aus den christlichen Ländern. Sie war der Repräsentant des feudalen Gesellschaftssystems in der bis zur Renaissance bestehenden Form. Daher mußte sich alle Kritik an diesem System zuerst und in der Hauptsache gegen die katholische Kirche und gegen den Papst richten. So wie die späteren absoluten Monarchen und Fürsten Nutznießer der beschriebenen Entwicklung wurden, so hatten schon ihre Vorfahren zur Zeit der revolutionären Kämpfe ein Interesse an einer Schwächung der kirchlichen und päpstlichen Machtstellung gehabt.

Angriffe auf die katholische Kirche aber, aus welchen Gründen und von welcher Seite sie auch kamen, mußten

unvermeidlich ins ideologische Gebiet hinübergreifen. Auf diesem Gebiet war sie die absolut herrschende Autorität, und deshalb konnte sie nicht erschüttert werden, solange sie hier unangefochten blieb. Auf das ideologische Gebiet mußte sich sogar das Schwergewicht verlagern. In der Tat hatten auch die Kämpfe gegen die Kirche einen stark ideologischen Charakter.

Die große Bewegung der Renaissance, die man als Humanismus bezeichnet und die, von Italien ausgehend, alle übrigen Länder ergriffen und einen bedeutenden Umfang angenommen hat, ist eine vorwiegend ideologische Erscheinung gewesen. Sie richtete sich gegen die Kirche in ihrer damals bestehenden Form, woraus wir nicht schließen dürfen, daß sie etwa antireligiös gewesen sei. Der Name Humanismus deutet an, daß die Menschen damals nicht mehr als bloße Kreaturen Gottes betrachtet werden wollten, wie es die Theologen im Interesse der Kirche verlangten, sondern für sich eine größere Freiheit, Selbständigkeit, Wertschätzung und Beachtung forderten. Der Humanismus war ein Ausdruck des Selbstbewußtseins der Erfolgsmenschen jener Zeit, war Ausdruck der Empfindung dieser Menschen, daß sie selbst und nicht die Gnade Gottes ihre Werke geschaffen hatten. In ihm kamen ferner aber auch die Bestrebungen zum Ausdruck, sich den Dingen dieser Welt hingeben und sich mit ihnen beschäftigen zu dürfen, ohne dem gefährlichen Vorwurf der Sündhaftigkeit oder der Ketzerei ausgesetzt zu sein. Dies wiederum war nicht gegen die Religion an sich gerichtet, sondern nur gegen die katholische Kirche, weil diese, im Interesse ihrer Machtstellung, die Menschen zur Ergebenheit in ihr „gottgewolltes“ Schicksal erziehen wollte.

Selbstverständlich waren die humanistischen Bestrebungen keine Forderungen der breiten Massen, sondern der reich und damit mächtig gewordenen bürgerlichen

Schichten. Die Humanisten, bei denen es sich ja in der Mehrzahl um Gelehrte und Künstler handelte, verliehen den Forderungen der Mächtigen Form und Ausdruck. Häufig standen sie direkt im Dienste derartiger Größen der Renaissance.

In diesen ideologischen Auseinandersetzungen ging es auch um die Autorität in wissenschaftlichen Dingen. Im Mittelalter wurde das Wort geprägt, daß die Wissenschaft die Magd der Theologie sei. Das heißt, die Theologie maßte sich an, auch für die übrigen Wissenschaften die letzte und entscheidende Instanz zu sein. In der Praxis sah das so aus, daß zum Beispiel die Lehren des Aristoteles und das Weltsystem des Ptolemäus zum Dogma erhoben und dazu lediglich immer wieder neue Kommentare geschrieben wurden. Dabei waren die Lehren des Aristoteles dem Mittelalter nur unvollkommen bekannt und die Kommentatoren meist gar nicht in der Lage, den wahren Gehalt dieser Lehren zu erfassen.

Das bot den Humanisten die Möglichkeit, an Hand der Originaltexte auf die groben Verzerrungen dieser Lehren hinzuweisen, die im Laufe der Zeit auf diesem unschöpferischen Wege in die alten Lehren hineingetragen worden waren. Derartige Verzerrungen und Fälschungen fanden sie auch in der Bibel, in Urkunden und anderen wichtigen Werken der damaligen Zeit. Der Beweis gelang ihnen, weil sie dazu übergegangen waren, die antike Literatur und Wissenschaft zu studieren. Diese Quellen fanden sie bei den Arabern, die das antike Erbe in einem wesentlich vollständigeren Umfange erhalten und selbständig gepflegt hatten. Sie begannen die von den Arabern in ihre Sprache übersetzten Werke der Antike ins Lateinische zu übertragen. Später entdeckten sie in den Klosterbibliotheken einzelne antike Originalwerke, zum Teil von den Mönchen mit kirchlichen Texten überschrieben, die dort unbeachtet in entlegenen Winkeln verstaubten.

Bei diesem eifrigen Studium der antiken Werke stellten die Humanisten etwas fest, was ihren Bedürfnissen genau zu entsprechen schien. Sie entdeckten nicht nur jene groben Verfälschungen in den damals größte Autorität genießenden Werken und Lehren, sondern auch eine Kunst, Literatur und Wissenschaft, die viel reicher, vollkommener, schöner und vor allem diesseitiger, heiterer und „menschlicher“ war als die herrschende Scholastik und die zeitgenössische kirchliche Kunst und Literatur. Diese Entdeckung empfanden sie wie eine Offenbarung, und sie glaubten, in der antiken Kultur bereits das fertige Vorbild gefunden zu haben für die Kultur, die ihnen selbst vorschwebte und nach der sie gesucht hatten. Darüber hinaus fanden sie unter den alten griechischen und römischen Schriftstellern und Gelehrten andere Lehren und andere Autoritäten desselben ehrwürdigen Alters, die sie nun den von der Scholastik und der Kirche auf den Thron gehobenen entgegenzustellen begannen. Die Erfindung des Buchdrucks (Gutenberg, um 1450) ermöglichte die Herausgabe von Büchern in einer bis dahin unbekannten Anzahl, und das gedruckte Wort wurde seit jener Zeit zu einer scharfen Waffe.

Dieses große Interesse an den Werken und Lehren der Antike, deren Studium, Erschließung und Neuherausgabe, ist ein hervorragendes Merkmal der Renaissance und von besonderer Bedeutung sowohl für die Entwicklung der Wissenschaft als auch für unser Thema. Natürlich war der Glaube der Humanisten, daß sie bei den alten Griechen bereits fertig vorfänden, was sie derzeit brauchten, ein Irrtum. Jedoch war die Wissenschaft und die Literatur der Griechen der zeitgenössischen wirklich überlegen, insbesondere auf dem Gebiet der Naturwissenschaften. Die Aneignung dieser überlegenen Wissenschaft erweiterte den Wissenshorizont und bildete die erste ebenso notwendige wie wichtige Etappe, um eine eigene, den

Bedürfnissen der entstehenden bürgerlichen Produktionsweise entsprechende neue Wissenschaft zu schaffen. Bei der Denkweise der damaligen Zeit, die die Berufung auf Autoritäten möglichst ehrwürdigen Alters forderte, konnte die Tatsache, daß sich die Werke der alten Griechen dafür besonders eigneten und die Scholastik mit ihren eigenen Methoden anzugreifen war, der Wissenschaft nur dienlich sein.

Gegenüber dieser bedeutsamen Rolle der Werke der alten Griechen dürfen wir jedoch niemals vergessen, daß nicht sie als die Ursache für die Herausbildung einer neuen Wissenschaft gelten können. Es waren vielmehr die durch die vorher geschilderten grundlegenden Veränderungen hervorgerufenen neuen Bedürfnisse und das sich herausbildende neue Bewußtsein, welche die neue Wissenschaft forderten und formten. Die antiken Werke waren ein wichtiges Hilfsmittel bei der Entwicklung der neuen Wissenschaft, wenn auch die Menschen damals nicht zu erkennen vermochten, daß diese Werke nur ein Hilfsmittel sein konnten und die eigentliche Aufgabe viel weiter reichte.

Zur Abrundung des Bildes wollen wir noch einige bedeutende Ereignisse anführen, die in die Lebenszeit von Kopernikus gefallen sind und den Charakter der Epoche veranschaulichen. Die rund zwei Jahrzehnte vor seiner Geburt erfundene Buchdruckerkunst haben wir schon erwähnt. Im Jahre 1492 entdeckte Kolumbus Amerika, 1488 fand Diaz den Seeweg nach Indien, und 1519 trat der Portugiese Magalhães seine Fahrt an, die zur ersten Weltumsegelung wurde. Damit war die Kugelgestalt der Erde erwiesen, was zwar den alten Griechen schon bekannt gewesen, aber im Mittelalter geleugnet und vergessen worden war. Das alles sind nur Teilergebnisse der gewaltigen Entdeckung und Eroberung der ganzen Welt durch die Europäer, die damals ihren Anfang genommen hat.

Kopernikus war Zeuge der Reformation in Deutschland und in anderen Ländern und erlebte den großen deutschen Bauernkrieg. Diese Ereignisse bildeten den Höhepunkt der offenen revolutionären Kämpfe dieser Zeit und übten über Deutschland hinaus ihre Wirkung aus.

Zu Kopernikus' Lebzeiten stand Italien im Zeichen der Hoch-Renaissance. Männer wie Leonardo da Vinci, Michelangelo, Raffael, Cesare Borgia, Lorenzo de Medici und Machiavelli gehörten zu den Zeitgenossen von Kopernikus.

Aber nicht nur Italien, auch die anderen Länder brachten eine Fülle von großen Männern oder „Riesen“, wie Engels sie nannte, hervor. Der Mensch wächst mit seinen Aufgaben. Um diese Zeit ging aber, wie Engels sagte, die größte progressive Umwälzung in der Geschichte der Menschheit vor sich. Daraus ergaben sich Aufgaben, die nur von Riesen zu bewältigen und zu meistern waren.

Tatsächlich kann man sich keine größere Aufgabe vorstellen als die, an Stelle einer alten, historisch überholten Gesellschaft eine neue zu errichten. Wir Zeitgenossen des Übergangs von der bürgerlichen zur sozialistischen Gesellschaft können diese Tatsache besser als die Generationen vor uns erkennen und würdigen. Mit Kopernikus werden wir einen der Riesen und den Weg kennenlernen, auf dem er zum Riesen geworden ist.

KOPERNIKUS ALS MENSCH DER RENAISSANCE

Die im Vorangegangenen skizzierte ökonomische Entwicklung begann am frühesten in Italien; es wurde das Ursprungsland der Renaissance und des Humanismus. Von Italien breitete sich diese Bewegung aber mehr oder weniger schnell auf die anderen christlichen Länder aus. Polen war eines der ersten Länder, in das die humanistische Idee Eingang fand. Es erlebte damals eine Zeit der wirtschaftlichen Blüte. Seine Städte, insbesondere die Weichselstädte von Kraków (Krakau) bis Gdańsk (Danzig), trieben einen lebhaften Handel mit den landwirtschaftlichen Erzeugnissen des Landes, für die in den damaligen Zentren der Warenproduktion in Westeuropa ein bedeutender Bedarf bestand. Als Erzeuger beziehungsweise Verkäufer der Produkte hatte auch der polnische Adel Anteil an diesem Handel. Stadtbürger und Adel waren in Polen die Träger der aus Italien einströmenden neuen Ideen.

Zentrum und Hochburg des Humanismus in Polen wurde die Universität Krakau, die eine der ältesten in Mitteleuropa war. In Krakau traten damals, wie in der Folgezeit auch an weiteren europäischen Universitäten, Männer auf, die eine andere als die herrschende, von Thomas von Aquino geschaffene Auslegung der theologischen Lehren brachten. Sie vertraten in der Philosophie die Lehren des griechischen Philosophen Plato gegenüber denen seines

Schülers Aristoteles, den die Scholastik zu ihrer Autorität erhoben hatte. Zu dieser Zeit stand es den Professoren durchaus nicht frei, was sie in ihren Vorlesungen bringen wollten. Sie waren im Gegenteil verpflichtet, nur die von den vorgesetzten Behörden anerkannten und genehmigten Lehren und Kommentare zu vermitteln. Die Entscheidung darüber lag bei den Theologen beziehungsweise bei der Kirche. Es war deshalb bereits ein Sieg der Vertreter der humanistischen Ideen, wenn erreicht wurde, daß auch eine neue Auslegung neben der alten gelehrt werden konnte.

Zu diesen neuen Vorlesungen an der Krakauer Universität, deren Ruf sich schnell und weithin verbreitete, strömten die Studenten in hellen Scharen. Aus allen Ländern, vor allem aber aus Deutschland und aus Böhmen, kamen die Scholaren hierher. Die Hörschaft der Universitäten setzte sich bereits im Mittelalter aus vielen christlichen Völkern zusammen, weil an allen in der Sprache der Gelehrten, dem Latein, unterrichtet wurde und eine Aufgliederung in Nationen im modernen Sinne sich noch nicht herausgebildet hatte. Der Ruf der Universität Krakau war daher nicht so sehr in der Vielzahl der Nationalitäten als vielmehr in der Anzahl ihrer Studenten zu sehen. Darin drückte sich das große Interesse aus, das bei der jungen Generation für die neuen Lehren bestand.

Wenn auch das Schwergewicht der Auseinandersetzungen auf dem Gebiet der Theologie und der Philosophie lag, so war der Einzug des Humanismus in eine Universität doch zugleich begleitet von einem stärkeren Ausbau der mathematisch-naturwissenschaftlichen Vorlesungen. Eine so scharfe Trennung der einzelnen Fachgebiete, wie wir sie heute haben, war damals unbekannt. Ein Philosoph und sogar ein Theologe konnte durchaus mathematische oder astronomische Vorlesungen zusätzlich halten. Die Gebiete der Mathematik und Astronomie hatten sich

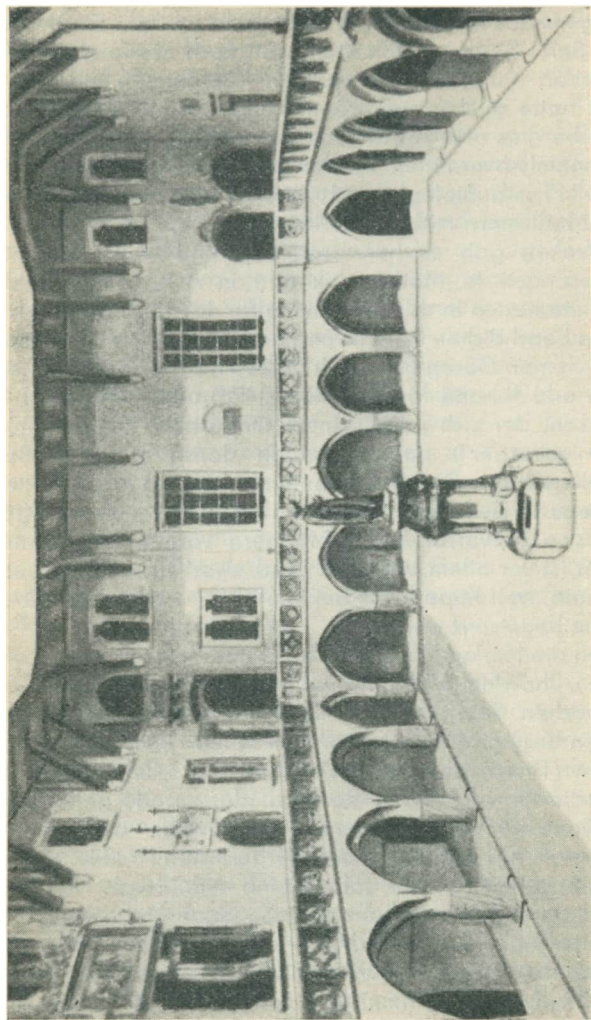


Bild 1 Innenhof der Universität Kraków (Kraków) mit Kopernikus-Denkmal

übrigens das Mittelalter hindurch eine gewisse Beachtung und Selbständigkeit erhalten, weil auch die feudale Gesellschaft ohne ein Minimum an Kenntnissen dieser Art nicht hatte auskommen können. Der kirchliche Kalender hat überdies eine Anzahl von beweglichen Festtagen, die astronomisch ermittelt werden müssen. Die übrigen Gebiete, Physik, Biologie und Chemie, sind ein wenig von den Medizinern mitbehandelt worden.

In Krakau gab es hervorragende und weit berühmte Vorlesungen in Mathematik und in Astronomie. Beide Gebiete hatten in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts einen beachtlichen Aufschwung genommen. Die deutschen Astronomen Georg Peurbach (1423–1461) aus Oberösterreich und Johann Müller (1436–1476) aus Königsberg in Franken, der sich nach seinem Geburtsort Regiomontan („Königsberger“) nannte, hatten daran einen großen Anteil gehabt. Deren Erkenntnisse stellten damals den Höhepunkt auf diesen Gebieten dar und wurden in Krakau von hervorragenden Männern vorgetragen. Unter ihnen ist vor allem Woicich Brudzewski zu nennen, auch deshalb, weil Kopernikus bei ihm hörte und für die Astronomie begeistert wurde.

Schon die Herkunft von Nikolaus Kopernikus war dazu angetan, ihn dem Humanismus gegenüber aufgeschlossen zu machen. Sein Vater, ein Krakauer Großkaufmann, war in den besten Mannesjahren aus seiner Heimatstadt nach Torún (Thorn) übergesiedelt (etwa um 1458) und hatte hier die Patriziertochter Barbara Watzenrode geheiratet. Nikolaus Kopernikus stammte somit väter- und mütterlicherseits aus wohlhabenden bürgerlichen Familien. Seine Heimatstadt Torún war damals eine bedeutende Handelsstadt, deren Warenumsatz den von Gdańsk überstieg.

Für die Städte des westlichen Preußens war die Zeit, in der Kopernikus geboren wurde, außerordentlich bewegt und entscheidend: In einem hartnäckigen Kampf gegen den

Deutschen Orden schüttelten sie dessen Oberhoheit ab, wobei sie die militärische Unterstützung des Königs von Polen und die finanzielle Unterstützung der übrigen Weichselstädte genossen. Im Friedensvertrag von Torún 1466 mußte der Orden die Lehnshoheit des Königs von Polen anerkennen, Westpreußen wurde mit Polen vereinigt.

In diesem, nunmehr Königspreußen genannten Teil Gesamtpreußens lagen die wichtigsten Handelsstädte, während in dem beim Orden verbliebenen Teil (Ostpreußen) nur Königsberg eine gewisse Bedeutung hatte. Aus der Verschiedenheit der wirtschaftlichen Struktur beider Teile entstand ein Interessengegensatz. Königspreußen, an der Spitze seine Städte, erstrebte die Beibehaltung der Verbindung mit Polen, mit dem es die engsten Wirtschaftsbeziehungen unterhielt. Der Kampf war zwar mit dem Frieden von Torún zunächst beendet, er flammte aber in der Folgezeit bei jeder sich bietenden Gelegenheit wieder auf. Kopernikus bekam nach der Rückkehr aus Italien bis in den Anfang der zwanziger Jahre noch sehr viel damit zu tun, zuerst als Sekretär seines Onkels und später, nach dessen Tode (1512), als Verwalter der am meisten gefährdeten Grenzbezirke.

Nikolaus Kopernikus wurde am 19. Februar 1473, also kurz nach jenem Friedensschluß, in Torún geboren. Als er 10 Jahre alt war, starb sein Vater. An des Vaters Stelle übernahm der Onkel mütterlicherseits, Lukas Watzenrode, die Sorge um die Zukunft des jungen Nikolaus und seines wenig älteren Bruders Andreas. Watzenrode gehörte zu den führenden Persönlichkeiten Königspreußens, wurde Bischof von Warmia (Ermland) und war ein ganz entschiedener Gegner des Ordens. Er hatte in Italien studiert und dort den Humanismus kennengelernt, dessen Anhänger er wurde – ein Umstand, der für Kopernikus von großer Bedeutung werden sollte.

Der Onkel wollte seine beiden Neffen zu Domherren in dem ihm unterstehenden Frombork (Frauenburg) machen. Dadurch wären sie materiell gesichert gewesen, und er, der Onkel, hätte zwei zuverlässige Anhänger mehr ins Domkapitel bekommen. Voraussetzung für diese Stelle war ein mindestens dreijähriges Studium des Kirchenrechts. Zur Vorbereitung auf ihr späteres Amt schickte der Onkel seine Neffen auf die Universität, und zwar nach Krakau.

Wir haben bereits gesehen, daß die Stadt und vor allem die Universität Krakau schon eine Hochburg des Humanismus war, als Nikolaus Kopernikus dort sein Studium aufnahm (1491). Wir werden uns daher nicht wundern, wenn wir erfahren, daß Kopernikus sich in Krakau nur wenig um das Kirchenrecht gekümmert und statt dessen eifrig Mathematik und Astronomie studiert hat. Wir haben auch schon gesagt, daß diese beiden Fächer in Krakau damals sehr gute Vertreter hatten und den neuesten Stand repräsentierten. Auch das ist zum Verständnis des Werdegangs von Kopernikus wichtig; denn es folgt daraus, daß Kopernikus bereits in Krakau, also zu Beginn seines Studiums, mit der besonderen Lage bekannt geworden ist, die auf dem Gebiet der Astronomie bestanden hat. Die mit verbesserten Instrumenten von den Astronomen durchgeführten Messungen ergaben nämlich starke Abweichungen von den auf Grund des Ptolemäischen Systems zu erwartenden Werten. Man wußte außerdem, daß der Kalender nicht mehr stimmte (er „ging“ um etwa 10 Tage „nach“).

Diese Tatsachen riefen natürlich ziemliches Aufsehen unter den Fachleuten und den interessierten Laien hervor. Denn das Ptolemäische System konnte auf das ehrwürdige Alter von über tausend Jahren zurückblicken und genoß höchstes Ansehen und unbestrittene Autorität. Wir werden später noch erläutern, daß diese Abweichungen keineswegs den

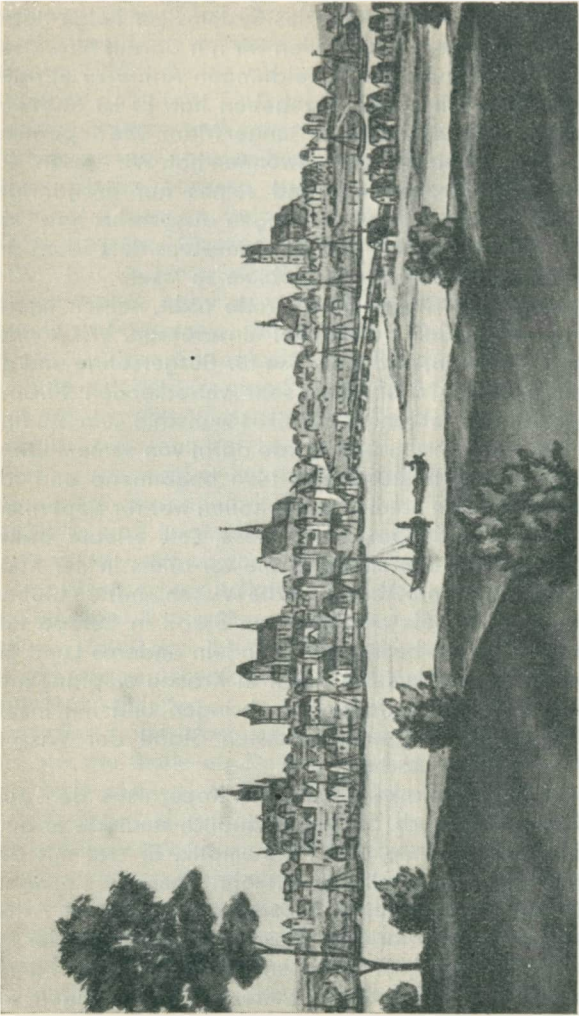


Bild 2 Toruń zur Zeit des Kopernikus; nach alten Vorlagen gezeichnet von Steglich

Gedanken einer Preisgabe des Systems zur Folge haben mußten. An dieser Stelle wollen wir nur darauf hinweisen, daß die Erkenntnis der Abweichungen Anlaß zu eifrigem Forschen in allen Ländern gegeben hat. Es ist auch verständlich, wenn ein begabter junger Mann wie Kopernikus Interesse an diesen Fragen gewonnen hat. Wir wissen, daß er bereits in Krakau während seines nur dreijährigen Studiums astronomische Messungen ausgeführt hat. Daraus dürfen wir folgern, daß er mindestens dort schon den Wunsch gehabt hat, dieses Problem zu lösen.

Es gelang dem Onkel Watzenrode nicht, seinen Neffen bereits jetzt in das Domkapitel einzuführen. Wir können uns gut vorstellen, daß um diese für Bürgersöhne und die jüngeren Söhne des Adels sehr verlockenden Pfründe heftige Kämpfe tobten. Kopernikus wünschte sein Studium in Italien fortzusetzen und wurde darin von seinem Onkel bestärkt und unterstützt. Die 1496 begonnene und fast 8 Jahre währende Studienzeit in Italien war für Kopernikus von größter Bedeutung. Um diese Zeit erlebte Italien bereits die Hoch-Renaissance, die vor allem in der Kunst ihren Ausdruck fand. Aber auch die Wissenschaften blühten und stellten damals den höchsten Stand in Europa dar. Daher war Italien besser als irgendein anderes Land geeignet, in Kopernikus die schon in Krakau empfangenen Keime zur vollen Entfaltung zu bringen und ihn insbesondere mit dem jeweils höchsten Stand der Wissenschaft vertraut zu machen.

Von diesen Möglichkeiten machte Kopernikus den ausgiebigsten Gebrauch. Selbstverständlich studierte er auch in Italien Astronomie und Mathematik. Er trat mit den Astronomen in persönlichen Verkehr. Besonders erwähnt zu werden verdient seine Bekanntschaft mit dem Astronomen Domenico Maria da Novara (1454–1504), der ein hervorragender Lehrer gewesen ist und ein besonderes Interesse an der Ermittlung weiterer Abweichungen von

Ptolemäus gezeigt hat. Solche Abweichungen glaubte er an der Mondbahn entdeckt zu haben. Kopernikus wurde mehr sein Mitarbeiter als sein Schüler. Im festlich begangenen Jubeljahr 1500 lebte Kopernikus in Rom, wo er mathematische und astronomische Vorträge hielt, also schon selbst als Lehrer auftrat.

Neben diesen Fächern studierte aber Kopernikus in Italien, und zwar in Bologna und in Ferrara, die griechische Sprache, Medizin und Kirchenrecht und promovierte auch im kanonischen Recht. Trotz seiner Neigung zur Astronomie nahm er also pflichtgemäß das Studium derjenigen Fächer auf, die er für das Domherrenamt benötigte, und brachte es auch zum Abschluß. Die Medizin studierte er offenbar ebenfalls im Hinblick auf sein Amt oder auf direkten Wunsch seines Onkels. Jedenfalls war er später nicht nur der Leibarzt seines Onkels, sondern hat sich auch darüber hinaus ärztlich betätigt. Er erlangte sogar einen besonderen Ruf als Arzt. Daraus ist schon ersichtlich, daß Kopernikus ganz und gar nicht etwa ein sogenannter weltfremder Stubengelehrter gewesen ist. Es sind uns Nachrichten erhalten, aus denen hervorgeht, daß die Gebrüder Kopernikus – auch sein Bruder studierte in Italien – Geld von ihrem Onkel erbaten. Das läßt nicht auf ein sehr zurückgezogenes Gelehrtenleben der beiden Studenten schließen.

Kopernikus unterbrach sein Studium in Italien einmal kurz, um die Stelle als Domherr in Frombork anzutreten. Er erhielt aber eine Studienverlängerung und konnte wieder nach Italien zurückkehren. Das beweist einmal sein großes Interesse an der Fortsetzung seines Studiums und zweitens das Ansehen, das er bereits bei seinen Kollegen im Domkapitel genossen hat. Nun war Vielseitigkeit der Wissensgebiete damals durchaus keine Ausnahmerscheinung, vielmehr eine häufige und diese Zeit gerade kennzeichnende Erscheinung. Engels hat ausdrücklich dar-

auf hingewiesen. Er schrieb (in Fortsetzung des oben angeführten Satzes, in dem er von dem „Riesen“ spricht – A. K.):

Die Männer, die die moderne Herrschaft der Bourgeoisie begründeten, waren alles, nur nicht bürgerlich beschränkt. Im Gegenteil, der abenteuernde Charakter der Zeit hat sie mehr oder weniger angehaucht. Fast kein bedeutender Mann lebte damals, der nicht weite Reisen gemacht, der nicht vier bis fünf Sprachen sprach, der nicht in mehreren Fächern glänzte.

Die Gunst der Zeit hatte somit einen wesentlichen Anteil daran, daß Kopernikus sich ein so umfassendes und gründliches Wissen aneignete. Dieses Wissen war aber bei ihm eine notwendige Voraussetzung dafür, daß er sein umwälzendes Werk schaffen konnte. Die Aufgabe, das alte Ptolemäische Weltsystem durch ein neues, besseres zu ersetzen, hatte Kopernikus sich nur deshalb als Lebensaufgabe stellen können, weil er sich im Besitz der erforderlichen mathematischen und astronomischen Kenntnisse fühlte. Und da die anderen hervorragenden Zeitgenossen ebenfalls an der Lösung entscheidender Aufgaben, die in ähnlicher Weise ein besonderes Wissen erforderten, zu ihrer Größe emporwuchsen, gilt das von Kopernikus Gesagte auch für sie. Es erklärt zu einem Teil den Zug zur Erwerbung enzyklopädischer Kenntnisse, der die Zeit beherrscht hat.

Nach seiner Rückkehr aus Italien verließ Kopernikus, bis auf einige Dienstreisen, seine neue Heimat Warmia nicht mehr. Schon bald nach dieser Rückkehr trat er mit seinem neuen, die Sonne in den Mittelpunkt setzenden Weltsystem hervor und verfaßte eine kurze Schrift mit der Darlegung seiner Grundideen, die er aber nicht drucken ließ, sondern nur als Manuskript an seine Freunde verschickte. Man könnte also vermuten, daß er sich in der Folgezeit in der Hauptsache mit seinem System und seiner Vervollkommnung beschäftigt und sich auf die Erfüllung der

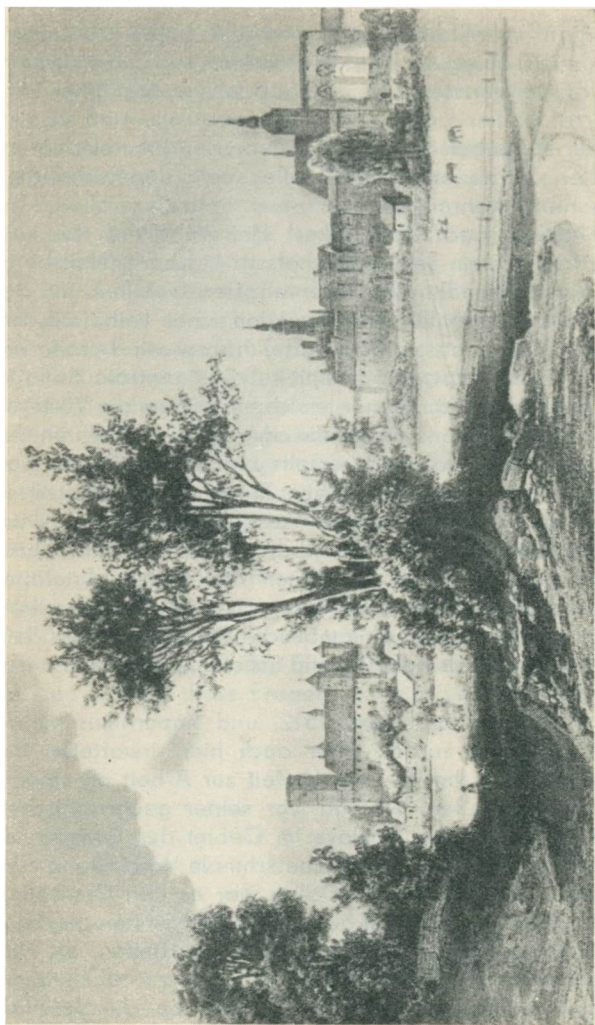


Bild 3 Lidzbark (Heilsberg); nach einer Zeichnung von F. v. Quast

wenigen Verpflichtungen beschränkt habe, die einem Domherrn oblagen. Die Wirklichkeit sah aber anders aus. Es erwarteten ihn Aufgaben verschiedener Art, und es ist kennzeichnend für Kopernikus, daß er sich diesen Aufgaben nicht zu entziehen suchte. Um sie zu erfüllen, setzte er vielmehr alle seine ungewöhnlichen Gaben und Kenntnisse ein.

Unmittelbar nach Kopernikus' Heimkehr rief ihn sein Onkel zu sich an seinen Bischofssitz Lidzbark (Heilsberg) und verwendete ihn als seinen engsten Gehilfen und Berater. Daß er zugleich die Funktion eines Leibarztes bei seinem Onkel auszuüben hatte, haben wir bereits erwähnt. Lukas Watzenrode spielte eine zentrale Rolle in den politischen Kämpfen, die sich einmal um die Verteidigung Westpreußens gegen die aggressiven Absichten des Deutschen Ordens, andererseits um das Verhältnis von Königspreußen zum polnischen König drehten. Letzteres betraf die typisch feudalen Auseinandersetzungen um die Abgrenzungen der Machtbefugnisse zwischen Lehnsherren und Vasallen, mit denen das ganze Mittelalter angefüllt war. Kopernikus hatte somit als Gehilfe seines Onkels politische und diplomatische Aufgaben zu erfüllen, die gewiß nicht als naheliegend für einen Gelehrten anzusprechen sind.

Bischof Watzenrode starb 1512, und Kopernikus kehrte nach Frombork zurück. Aber auch hier erwarteten ihn Aufgaben, die ihm nur wenig Zeit zur Arbeit an seinem System übrigließen. Warmia war seiner geographischen Lage nach fast eine Enklave im Gebiet des Ordens; es besaß nur längs der Küste eine schmale Verbindung zum restlichen Königspreußen. Daher war es den Überfällen des Ordens immer zuerst ausgesetzt. Neben den gewöhnlichen Verwaltungs- und Organisationsarbeiten, die das Domkapitel vorzugsweise Kopernikus zu übertragen pflegte, bekam er auch noch die Aufgabe, die Verteidi-

gung des bischöflichen Gebietes zu organisieren, und er tat es mit Erfolg. Tätigkeiten solcher Art nahmen ihn noch über zehn Jahre nach dem Tode seines Onkels in Anspruch.

An weiteren Arbeiten außerhalb des Gebietes der Astronomie muß vor allem seine Denkschrift zur Münzreform in Preußen erwähnt werden, weil sie ein tiefes Eindringen in die Materie verrät und Lösungen enthält, die erst sehr viel später als richtig und notwendig erkannt wurden. Auf diesem für ihn doch neuen Gebiet, der Volkswirtschaft hat er also ebenfalls Entdeckungen gemacht, die seiner Zeit vorausseilten.

Wir kommen somit zu der Erkenntnis, daß Kopernikus ein ungewöhnlicher Mann gewesen ist mit großen Gaben, die ihn inmitten der ungewöhnlichen Zeit, in der er gelebt hat, zu großen Taten befähigen konnten. Die Kenntnis seiner Persönlichkeit und des allgemeinen, revolutionären Geistes seiner Zeit ist aber erst ein Teil dessen, was wir zum Verständnis seines Werkes brauchen. Aus dem bisher Gesagten geht noch nicht hervor, warum gerade er ein neues Weltssystem aufgestellt hat und worin die besondere Größe und Bedeutung seines Werkes liegt. Deshalb wenden wir uns nun der Geschichte der Astronomie zu, weil sie uns auf diese Fragen Antwort geben wird.

DIE ENTWICKLUNG DER ASTRONOMIE BIS ZUM 15. JAHRHUNDERT

Die Astronomie ist mit der Mathematik zusammen entstanden, beide sind die ältesten Wissenschaftsgebiete. Die Notwendigkeit für die alten Ägypter und die Sumerer in Mesopotamien, rechtzeitig im voraus zu wissen, wann das Hochwasser kam und wann es wieder zurückging, ließ sie nach einer Jahres„uhr“, das heißt nach einem Kalender suchen.

Sie fanden am Himmel aber zwei Uhren, den Mond mit seinem auffälligen und leicht erkennbaren Wechsel und die Sonne. Jene alten Völker stellten durch langjährige Beobachtungen fest, daß der Mond als Jahres„uhr“ falsch geht, und so wandten sie sich der Sonne als der besseren Uhr zu. Für uns ist das heute keine große Überraschung. Wir wissen, daß einerseits sich das Jahr nicht in einer glatten Anzahl von Mondumläufen („Monaten“) ausdrücken läßt und daß andererseits die Stellung unserer Erde zur Sonne die Ursache der Jahreszeitenwechsel und bestimmend für die Länge des Jahres ist. Damals aber war es eine erst nach langen Beobachtungen ermittelte große Entdeckung.

Die Beobachtungen erfolgten ursprünglich ohne jedes Instrument. Wenn man nämlich nur immer von einem bestimmten Punkt aus beobachtet, dann ist es möglich, allein aus dem Wandern der Auf- und Untergangspunkte der

Sonne die Länge des ganzen Jahres in Tagen, den Tag des niedrigsten Sonnenstandes und kürzesten Tag (Wintersonnenwende), den des höchsten Standes und des längsten Sonnentages (Sommersonnenwende) und auch die Frühlings- und Herbstpunkte (Tag- und Nachtgleiche) festzustellen (Bild 4).

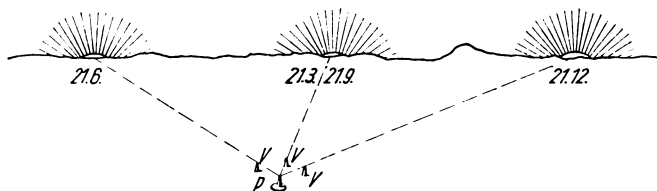


Bild 4

Beobachtung der Sonnenaufgangspunkte von einem festen Punkt (P) aus; zuerst nur an der Horizontlinie, später Fixierung der Wendepunkte durch Visiersteine (V)

Natürlich beobachteten aber die Priester der Ägypter oder der Sumerer nicht nur die Sonnenauf- und -untergänge, sondern den ganzen Himmel. Und dabei machten sie weitere Entdeckungen. Sie stellten nicht nur die tägliche Umdrehung aller Sterne um die Erde fest, sie entdeckten auch einige helle Sterne mit einer zusätzlichen Bewegung, die sie „die Umherirrenden“ nannten (das bedeutet das Wort „Planeten“). Sie stellten weiter fest, daß auch die Sonne eine solche zusätzliche Bewegung hat und im Laufe eines Jahres eine ganz bestimmte Bahn am Himmel zurücklegt (die Ekliptik, die im Tierkreis verläuft).

Für alle diese Erscheinungen interessierten sich die Priester sehr, da die Sterne als göttliche Wesen aufgefaßt wurden und der Glaube aufkam, aus dem wechselnden Zusammentreffen der Planeten mit anderen oder mit

Fixsterngruppen Rückschlüsse auf die Beeinflussung des irdischen Geschehens ziehen zu können. Daraus entstand die Astrologie, die aber damals als Wissenschaft galt und eifrigst betrieben wurde. Man erfand später einfache Visierinstrumente und den Schattenstab (den Gnomon) und lernte es, die Beobachtungen schriftlich festzulegen. Im Laufe von über zwei Jahrtausenden hatte man so viel Beobachtungsmaterial gesammelt, daß sich daraus gewisse periodische Wiederholungen und Regelmäßigkeiten erkennen ließen. Es ist daher gar nicht erstaunlich, wenn zur Zeit des Thales von Milet (etwa von 625 bis 545 v. u. Z.), mit dem die griechische Wissenschaft beginnt, die Astronomen Mesopotamiens imstande gewesen sind, Sonnen- und Mondfinsternisse und andere wiederkehrende Ereignisse vorauszusagen, wie etwa das nahe Zusammentreffen von zwei Planeten. Gerade auf der Fähigkeit, solche Ereignisse vorauswissen zu können, beruhte ja ihr Einfluß bei den Herrschern und beim Volk.

Die Griechen konnten diesen hohen Stand der altorientalischen Astronomie erst einige Jahrhunderte später überbieten. Aber gleich bei ihrem ersten Auftreten, eben mit jenem Thales von Milet, haben sie der Astronomie wie auch der Mathematik und allen sonstigen Wissenschaften einen anderen, neuen Charakter gegeben.

Bei den alten Völkern wurde die Astronomie – einschließlich der Astrologie – wegen ihres unmittelbaren Nutzens betrieben, also zur Verbesserung des Kalenders, zur Erforschung des Willens der Götter, zur Ermittlung günstiger Zeitpunkte für Staatsaktionen und ähnlicher Dinge. Auf diese Aufgaben blieb sie beschränkt. Weltanschauliche Fragen fielen nicht in ihren Bereich. Eine Erklärung für den Bau der Welt und den Lauf der Gestirne brauchte sie nicht zu geben. Diese Fragen beantworteten die religiösen Götter- und Welterschaffungserzählungen.

Bei den Griechen aber waren es nicht Priester oder Beamte des Herrschers, die sich der Wissenschaft widmeten, sondern Mitglieder der besitzenden und herrschenden Klasse. Die reich gewordenen und zur politischen Macht strebenden Geld- und Handelsaristokraten der ionischen Städte begannen mit der Wissenschaft. Und sie vervollkommneten sie aus eigenem Antrieb, nicht im Auftrag oder Dienst irgendeines Herrschers. Mit dem Optimismus aufsteigender Klassen glaubten sie auf wissenschaftlichem, genauer, auf naturphilosophischem Wege das Wesen der Welt im großen wie im kleinen, in der Natur wie in der Gesellschaft, ergründen zu können. Sie suchten daher nicht nach Rezepten und Gebrauchsregeln, sondern nach den allgemeinen Prinzipien und nach dem Urelement. Die praktische Seite der Wissenschaft überließen sie den Rechenmeistern und den Berufsastronomen.

In dieser Frühzeit der griechischen Naturphilosophie, im 6. Jahrhundert vor unserer Zeit, konnten die ursprünglichen, religiösen Vorstellungen der alten Griechen mit den tiefen gesellschaftlichen Veränderungen, die damals bei den Griechen vor sich gingen, nicht Schritt halten. Eine gewisse Freigeisterei breitete sich aus, insbesondere bei jenen reichen Handels- und Geldaristokraten. Daher verzichteten sie auf die Mitwirkung von Göttern bei dem Versuch, die Welt zu erklären. Sie gingen davon aus, daß sich die Welt aus ihr innewohnenden Gesetzen entwickle.

Allmählich entstanden aber bei den Griechen bestimmte Vorstellungen über den Bau der Welt, die sie mehr und mehr bevorzugten. Entgegen der Freigeisterei der Frühzeit spielte jetzt die Religion in neuer Form wieder eine größere Rolle, und so betrachteten nun auch die Griechen die Gestirne als „überirdische“, „himmlische“ Gebilde, die im Gegensatz zu den Dingen auf der Erde erhaben, vollkommen und makellos seien.

Deshalb schrieben sie ihnen kreisförmige Bahnen zu, weil sie den Kreis als die vollkommenste Figur betrachteten und weil nach damaliger Ansicht nur auf einem Kreise eine ewige Bewegung ohne Anfang und ohne Ende möglich sei. Auf diesen Kreisen sollten sich die Gestirne mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegen, wie es sich für solche erhabenen Gebilde von selbst verstehe.

Diese Vorstellungen geben den Eindruck wieder, den die tägliche Bewegung der Gestirne auf einen unbefangenen Beobachter machen muß, die ja bekanntlich durch die tägliche Rotation der Erde um ihre Achse optisch vorgetäuscht wird. Als aber die Griechen diese Grundsätze der Sternbewegungen aufstellten, waren sie durchaus nicht mehr unbefangen. Sie wußten, daß die Planeten, aber auch Sonne und Mond, sich in Wirklichkeit durchaus nicht nach diesen einfachen Grundsätzen bewegten. Und tatsächlich waren jene Grundsätze ein Postulat, eine Forderung, die Plato (427–347 v. u. Z.) vor allem aus philosophischen, idealistischen Erwägungen heraus aufstellte.

Die Bewegungen der Planeten dieser Forderung unterzuordnen, wurde damit zum Kernproblem der Astronomen der folgenden Epoche.

Wir werden das Problem, welches Kopernikus gelöst hat, und auch die Lösung, die die Griechen fanden und Ptolemäus zu einem geschlossenen System ausbaute, besser verstehen, wenn wir uns klar darüber sind, welche Arten von Bewegungen die Planeten am Himmel ausführen. Natürlich gehen wir vom modernen System aus.

Die Planeten befinden sich in verschiedenen Abständen von der Sonne, umlaufen sie aber alle angenähert in derselben Ebene und im gleichen Umlaufsinn. Infolge der verschiedenen Abstände der Planeten sind ihre Wege für einen Umlauf und damit die Umlaufzeiten sehr verschieden. Nur 88 Tage braucht beispielsweise der sonnennächste

Planet Merkur, 1 Jahr die Erde, etwa 2 Jahre der Mars, fast 12 Jahre der Jupiter und rund 30 Jahre der Saturn.
 Greifen wir einmal den Jupiter heraus. Wenn er einen Umlauf vollendet, hat die Erde beinahe 12 Umläufe abgeschlossen, hat ihn also elfmal „überehundet“. Infolge dieser schnelleren Umläufe der Erde und der „Überhundetungen“ beschreibt Jupiter für unser von der Erde

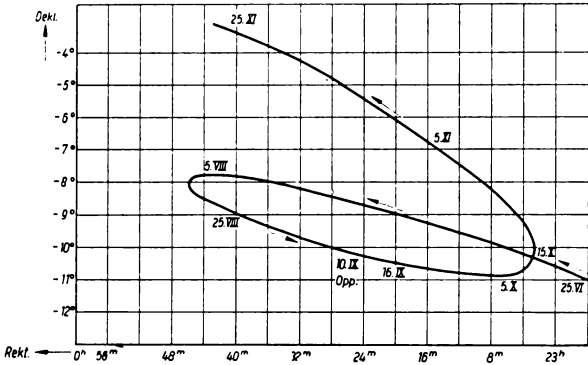


Bild 5
 Ein Teil der Marsbahn; beobachtet im Jahre 1956

aus beobachtendes Auge merkwürdige, zusätzliche Bewegungen zu seiner eigenen Umlaufbewegung: er wird scheinbar langsamer, bleibt stehen, bewegt sich rückwärts, bleibt wieder stehen und nimmt seine alte Bewegung wieder auf. Und dies wiederholt sich periodisch. Das sind die sogenannten Schleifen, die die Planeten beschreiben. Bild 5 zeigt eine solche Schleife, wie sie sich dem Beobachter darbietet.
 Eine Erläuterung dieser Erscheinung gibt Bild 6. Während die Erde zwei Umläufe vollendet, von denen 8 Zeit-

punkte: 1, 2, 3, 4 usw. mit je $\frac{1}{4}$ Jahr Zeitunterschied herausgegriffen sind, hat Jupiter die Strecke 1' bis 8' seiner Bahn zurückgelegt und die entsprechenden Punkte 1', 2', 3', 4' usw. durchlaufen. Verbinden wir die einander entsprechenden Punktpaare 1,1', 2,2' usw. und verlängern wir diese Linie über die Jupiterpunkte hinaus, dann zeigt uns diese Linie die Richtung an, in der wir Jupiter von der Erde aus sehen, das heißt die Himmelsgegend, in der Jupiter zu dieser Zeit steht.

Wir erkennen, daß der Standort Jupiters am Himmel sehr stark schwankt, sich ändert und wieder ändert, weil unsere Erde sich relativ zum Fixsternhimmel viel schneller bewegt als er. Daher führt er, von uns aus gesehen, diese merkwürdigen Schleifen aus. Es sind nur Scheinbewegungen, ein Abbild unserer Erdbewegung, nicht Bewegungen des Jupiters selbst. Ganz ähnlich erklären sich auch die zusätzlichen Bewegungen der anderen Planeten.

Wir begreifen nun, daß diese merkwürdigen Erscheinungen, diese „Unregelmäßigkeiten“, den alten Astronomen große Schwierigkeiten bereitet haben. Aber auch sie fanden eine Erklärung dafür.

Wir müssen vorausschicken, daß die antiken Astronomen von der Erde, als dem ruhenden Zentrum des Weltalls, ausgegangen sind. Daher betrachteten sie jene zusätzlichen, zu den Schleifen führenden Bewegungen der Planeten als wirkliche Bewegungen. Den großartigen Gedanken, daß die beobachtete Bewegung eines Körpers auf zwei sehr verschiedene Weisen erklärt werden kann, nämlich als wirkliche Bewegung des Körpers oder als durch eine Bewegung des Beobachters vorgetäuschte – diesen Gedanken hat erst Kopernikus in allgemeiner Form ausgesprochen (das Relativitätsprinzip der Mechanik, dessen Verallgemeinerung und Erweiterung auf kompliziertere Bewegungen die Einsteinsche Relativitätstheorie darstellt).

Die antiken Astronomen standen deshalb angesichts des Platoschen Postulats vor der Aufgabe, die Schleifen aus gleichförmigen Kreisbewegungen zu erklären. Sie

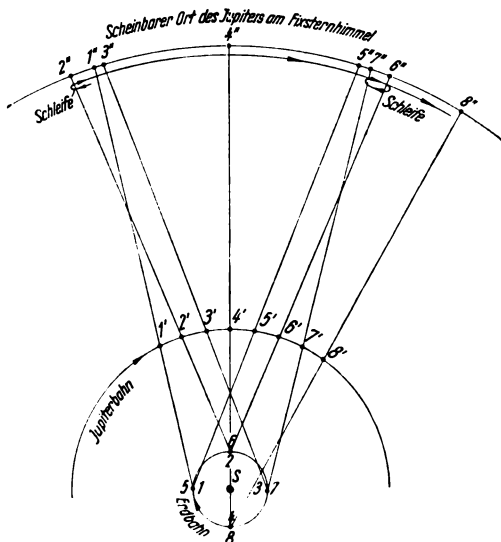


Bild 6
Schematische Darstellung der Schleifenentstehung

mußten sich entschließen, die Planeten zu diesem Zwecke mehrere Kreisbewegungen gleichzeitig durchlaufen zu lassen, da eine einzige ganz offensichtlich nicht ausreichte.

Ein Schüler Platos, der Astronom und Mathematiker Eudoxos, war es, der diese Lösung zuerst vorschlug. Bei den Griechen hatte sich bereits die Vorstellung, daß die Erde und die Himmelskörper kugelförmig seien, durch-

gesetzt. Sie übertrugen diesen Gedanken auf die ganze Welt und ließen sie aufgebaut sein aus ineinandergeschachtelten Kugelflächen, den sogenannten Sphären, in deren gemeinsamem Mittelpunkt die Erde ruhe. Dem Mond, der Sonne, den damals bekannten 5 Planeten, Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, und schließlich der Gesamtheit der Fixsterne ordnete er je eine solche Sphäre zu. Diese Sphären dachten sich die Griechen irgendwie körperlich existierend, allerdings aus himmlischer Materie aufgebaut. Nach ihrer Vorstellung waren es die Sphären, die die Gestirne trugen und sie durch ihre Drehung, bei der eine himmlische Musik, die Sphärenharmonie, entstehe, täglich kreisförmig um die Erde herumbewegten.

Die wesentliche Neuerung von Eudoxos bestand nun darin, daß er sich die Planeten nicht direkt auf ihre Sphären befestigt dachte, sondern zusätzliche Sphären annahm, die nach seiner Vorstellung denselben Durchmesser und denselben Mittelpunkt wie die Hauptsphären hatten, sich aber um eine andere Achse und in verschiedenem Sinne drehten. Damit konnte er die zusätzlichen Bewegungen nachahmen. Um die beobachteten Bewegungen ungefähr wiederzugeben, brauchte er allerdings insgesamt 27 Sphären. Der große Aristoteles (384–322 v. u. Z.) mußte die Zahl auf 56 erweitern. Von den späteren Astronomen wurden noch weitere Hilfssphären hinzugefügt. Das antike Himmelssystem war also bereits von Anfang an ziemlich kompliziert.

Der Astronom Hipparch (er lebte um 150 v. u. Z.) erhöhte die Genauigkeit der Beobachtung und schlug eine andere Lösung vor. Er ließ die Mittelpunkte der Hauptsphären nicht mehr mit der Erde zusammenfallen, sondern ordnete sie exzentrisch an (da die Planetenbahnen in Wirklichkeit Ellipsen darstellen, wurde dadurch eine bessere Annäherung erzielt). Die Planeten selbst ließ er auf Nebenkreisen (Epizyklen) umlaufen, deren Mittelpunkte aber auf den

Hauptsphären lagen. Dies war bereits im wesentlichen das System, das Claudius Ptolemäus (er lebte um 150 unserer Zeitrechnung) übernahm, großartig ausbaute und mit dem

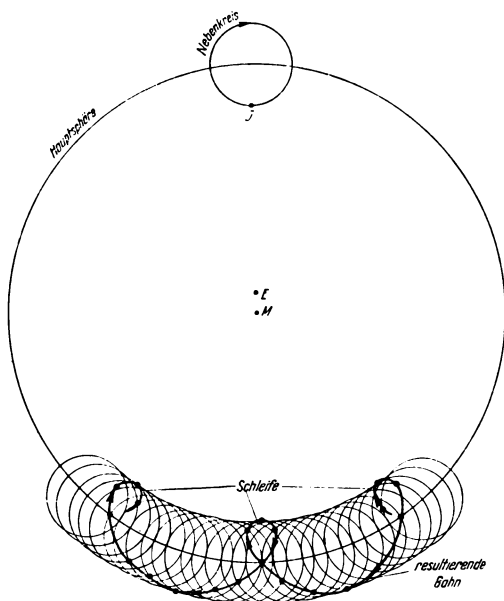


Bild 7

Erklärung der Planetenbahn im Ptolemäischen System (schematisch); oben: Prinzip des Systems; der Planet *J* (Jupiter z. B.) läuft auf einem Nebenkreis um, dessen Mittelpunkt von der Hauptsphäre mitgenommen wird; *M* = Mittelpunkt der Hauptsphäre, *E* = Erde; unten: die resultierende Planetenbahn, wenn Neben- und Hauptkreis gleichzeitig umlaufen

für die Astronomen notwendigen mathematischen Rüstzeug ausstattete.

Bild 7 erläutert, wie man auch auf diese Weise die Schleifenbewegung der Planeten anschaulich und verständlich

machen kann. Durchläuft nämlich der Planet den Nebenkreis, dann bewegt er sich einmal im gleichen Sinne wie der Umlauf auf dem Hauptkreis, einmal aber genau entgegengesetzt. Im ersten Falle muß er sich für unser Auge schneller, im zweiten Falle dagegen langsamer bewegen. Damit war bereits die eine Abweichung der Planeten von der idealen gleichmäßigen Bewegung erklärt, und zwar war sie auf gleichmäßige Bewegung auf reinen Kreisen zurückgeführt worden, worauf es gemäß des Platoschen Postulats ja gerade ankam. Wählte man nun noch die Geschwindigkeit auf dem Nebenkreis größer als auf dem Hauptkreis, dann mußte sich der Planet in der der Hauptkreisbewegung entgegengesetzt verlaufenden Etappe auf seinem Nebenkreis rückwärts bewegen, zum Stillstand kommen und wieder in die Vorwärtsbewegung übergehen. Er mußte sich also auf einer Schleife bewegen, genau so, wie es beobachtet wurde.

Das System von Ptolemäus lieferte somit eine Erklärung für die beobachteten Bewegungen, die der Forderung von Plato entsprach und bei der die Erde ruhend im Mittelpunkt der Welt verharrte.

Dieser Erfolg von Ptolemäus ist in der Tatsache begründet, daß man jede Funktion, also jede Kurve oder jede periodische Erscheinung, durch eine Annäherung wiedergeben kann. Man muß nur genügend viele Glieder für die Annäherung zur Verfügung haben und diese Glieder geschickt bemessen. Diese Aufgabe hat Ptolemäus, auf den sehr genauen Messungen von Hipparch aufbauend, gelöst, obwohl er natürlich nicht wußte, daß seine Lösung nur eine Annäherung darstellte. Die Glieder, die ihm zur Verfügung standen, waren die Radien der Nebenkreise, die Wahl der Exzentrizität, die Geschwindigkeit des Umlaufs. Die 56 Nebenkreise, auf die man schon vor ihm gekommen war, reichten vollkommen aus für eine sehr gute Annäherung.

Tatsächlich fügte Ptolemäus seinem Werk Tabellen hinzu, in denen die Stellung der Planeten im voraus berechnet war, und dazu die mathematischen Hilfsmittel, um die Tabellen für die anschließenden Zeiträume zu ergänzen. Die Beobachter der nachfolgenden Zeiten fanden die Vorausberechnungen von Ptolemäus bestätigt. Wir verstehen aus dem Dargelegten, daß dieses Werk bei den Zeitgenossen und während der folgenden Jahrhunderte das höchste Ansehen und die größte Autorität genoß.

Es ist notwendig, an dieser Stelle die Theorie des Weltsystems des griechischen Astronomen Aristarch (er lebte um 250 v. u. Z., also 100 Jahre vor Hipparch) zu erwähnen. Nachdem schon vor Aristarch der Gedanke aufgetaucht war, daß die Sonne im Mittelpunkt der beiden inneren Planetenbahnen stehe (Merkur und Venus), brachte Aristarch ein geschlossenes System. Er lehrte, daß die Erde sich einmal je Tag um ihre Achse drehe, wodurch der tägliche, scheinbare Umlauf der Gestirne um die Erde zu erklären sei. Ferner stehe die Sonne im Mittelpunkt der Welt, und alle Planeten, einschließlich der Erde, bewegten sich in Kreisen um die Sonne. Das bedeutet: Aristarch sprach die Grundgedanken des Kopernikanischen Systems aus. Aber seine Lehre verfiel der allgemeinen Ablehnung. Man verspottete sie als absurd, weil sie der Erde eine Bewegung, sogar eine doppelte, zuschrieb, von der überhaupt nichts zu merken sei. Man hielt ihr entgegen, daß ja der Sternenhimmel im Sommer ganz anders als im Winter aussehen müsse, wenn sich unsere Erde um die Sonne bewege.

Die unvorstellbar riesigen Entfernungen des Weltalls waren eben damals noch nicht bekannt. Es gab keine Instrumente oder Verfahren, um Sternentfernungen zu messen. Nur für das Verhältnis der Entfernungen von Mond und Sonne von der Erde hatte man ein Meßverfahren entdeckt. Aber der daraus erhaltene Wert war viel zu klein

ausgefallen, das heißt, man glaubte die Sonne viel näher als sie wirklich ist.

Entscheidend für die Ablehnung aber war, daß die Lehre Aristarchs nicht nur die Zumutung enthielt, sich eine Bewegung der Erde vorzustellen, sondern daß sie überhaupt auf eingewurzelte und anschauliche Vorstellungen zu verzichten verlangte. Das System mit den einzelnen Sphären lieferte eine endliche, begrenzte Welt. Sie hatte einen wohldefinierten Ort für das Jenseits, den Himmel, den Wohnsitz der Götter und der Seligen, nämlich jenseits der letzten Sphäre. Sie hatte auch für die Unterwelt einen anschaulichen Ort, nämlich das Innere der Erde, die das „Unterste“ darstellte. Und schließlich fiel beim System von Aristarch der Unterschied zwischen den erhabenen „Himmels“-Körpern und der unvollkommenen Erde fort; denn sie sollte ja ebenso ein Planet sein wie die anderen. Das alles waren Zumutungen, die weder die Zeitgenossen und noch weniger die späteren Generationen akzeptierten, vor allem nicht, als das Christentum siegte und zur herrschenden Religion aufstieg.

Als es dann 100 Jahre später Hipparch gelang, auf Grund verbesserter Instrumente und sorgfältigerer Messungen den Lauf der Planeten zu berechnen, da gingen die Zeitgenossen zu seinem System über und ließen Aristarchs kühne Lehre unbeachtet. Hipparch hätte aber dieselben Resultate auch mit Aristarchs System erzielen können, allerdings ebenfalls mit Hilfe von Epizyklen. Damals jedoch glaubten die Menschen, er und Ptolemäus hätten ihre Erfolge erreicht, weil ihr Weltsystem das richtige und das von Aristarch falsch sei.

Weil das Ptolemäische System, wie wir oben dargelegt haben, nur eine Annäherung darstellte, mußte es im Verlauf längerer Zeiträume Abweichungen von den Beobachtungen ergeben. Dies trat tatsächlich ein. Es waren die Araber, die solche Abweichungen rund 800 Jahre nach

dem Erscheinen des Werkes, das unter dem Titel *Almagest* höchste Autorität bei ihnen genoß, erstmals feststellten. Man könnte meinen, daß schon die Araber auf Grund dieser Mängel das Ptolemäische System als falsch erkannt hätten. Das war aber durchaus nicht der Fall. Sie nahmen nur Korrekturen an den einzelnen Werten des Systems vor und errechneten neue Sterntabellen. Der große Vorzug des Ptolemäischen Systems bestand ja darin, daß es solche Korrekturen durchaus zuließ. Daraus erklärt sich die Tatsache, daß die Astronomen vor Kopernikus niemals auf den Gedanken kamen, den Fehler im System selbst zu suchen, sondern sich auf die Ermittlung besserer Werte für die einzelnen Radien, Umlaufszeiten usw. konzentrierten.

In der arabischen Zeit entstanden vier neue, verbesserte große Tabellenwerke. Sogar in Europa, in Spanien, entstand ein neues Tabellenwerk, die nach dem spanischen König benannten Alfonsinischen Tafeln (1250), an denen allerdings arabische und jüdische Gelehrte mitgearbeitet hatten. Es ist klar, daß jede Tabelle, die auf Grund des Ptolemäischen Systems errechnet wurde, die Autorität des Systems erhöht und den Gedanken, am System selbst etwas zu ändern, in immer weitere Ferne gerückt hat.

Kopernikus hätte sich kaum zu der Kühnheit aufschwingen können, gegen die alteingewurzelte Vorstellung und gegen die Autorität von Ptolemäus aufzustehen, wenn es nicht zu seiner Zeit auch Umstände gegeben hätte, die ihm zu Hilfe kamen. Die Rolle der Renaissance und des Humanismus in diesem Zusammenhang haben wir bereits beleuchtet. Aber es gab auf dem Gebiet der Astronomie selbst solche Momente der Unterstützung für seine umwälzende Idee. Deshalb betrachten wir noch die Astronomie im 15. Jahrhundert.

DER AUFSCHWUNG DER EUROPÄISCHEN ASTRONOMIE IM 15. JAHRHUNDERT

Im Mittelalter waren die astronomischen Kenntnisse des christlichen Europa recht bescheiden. Erst im 12. Jahrhundert wurde der *Almagest*, das Werk von Ptolemäus, durch Übersetzung aus dem Arabischen näher bekannt. Eigene astronomische Observatorien gab es in Europa noch nicht.

Um so bemerkenswerter ist deshalb der schnelle Aufschwung, den die Astronomie im 15. Jahrhundert in Europa genommen hat. Dieser Aufschwung vollzog sich natürlich dank der allgemeinen Bewegung, die wir oben skizziert haben. Sie führte die Europäer auch an die antiken Werke über Astronomie näher heran, in denen ja mehr zu finden war, als dem Mittelalter bekannt gewesen war. Es wirkten aber weitere Faktoren mit, die das stärkere Interesse an den Himmelserscheinungen im 15. Jahrhundert und damit den Aufschwung der Astronomie verständlich machen.

Inzwischen waren nämlich weitere Jahrhunderte vergangen und hatten die Mängel des Ptolemäischen Systems deutlicher und sichtbarer werden lassen. Schon Roger Bacon hatte im 13. Jahrhundert eine Kalenderreform gefordert, aber ohne jeden Erfolg. Jetzt jedoch verbreitete sich die Einsicht immer mehr, daß der bestehende Kalender reformbedürftig sei. An dieser Frage war die Kirche in

höchstem Maß interessiert. Sie war auch die einzige Instanz, die eine Kalenderreform veranlassen und durchführen konnte. Andererseits stellt eine Kalenderreform eine sehr einschneidende Maßnahme dar, zu der man sich erst entschließt, wenn sie unvermeidlich geworden und der Erfolg gesichert ist. Die Sicherung des Erfolges erfordert aber unbedingt eigene, selbständige Messungen und Berechnungen.

Das Interesse der Kirche an einer Ordnung des Kalenders kam einem Auftrag an die Astronomen gleich, die Grundlagen für eine Reform des Kalenders zu schaffen. Damit war die Erforschung der Himmelserscheinungen von der damals höchsten Instanz sanktioniert. Das war ein fördernder Faktor von kaum zu überschätzender Bedeutung. Der Kalender spielte aber damals für die gesamte Bevölkerung eine weit größere Rolle, als heute. Er war auch nicht so nüchtern gehalten wie die Gebrauchskalender von heute. Er hatte vielmehr den Charakter eines Jahrbuches und enthielt außer dem Kalendarium Sprüche, Regeln, Wettervoraussagen, Chroniken von besonderen Ereignissen, Weissagungen und astrologische Traktate und vieles weitere mehr in dieser Art. Derartige Jahrbücher mit Kalendarien waren deshalb sehr volkstümlich. Nach Erfindung des Buchdruckes konnte sich auf dieser Grundlage ein einträgliches Gewerbe entwickeln. Verständlicherweise waren Verfasser und Verleger derartiger Werke aus kommerziellen Gründen sehr daran interessiert, den neuesten Stand der Astronomie zu verwenden, nachdem sich einmal Zweifel an der Zuverlässigkeit der bisher gebräuchlichen Daten ergeben hatten. Und ein gleiches Interesse hatten die zahlreichen Astrologen. Bekanntlich wurde die Astrologie damals sehr eifrig betrieben. Fast jeder Fürst hatte seinen Hofastrologen, den er bei seinen privaten und staatlichen Unternehmen zu Rate zog. Man darf die Astrologie von damals nicht

mit den Maßstäben von heute messen. Sie galt zwar als eine verdächtige Kunst, weil man dabei die Hilfe dunkler Mächte in Anspruch nehmen müsse. Wer sie also betrieb, war bei Mißerfolgen persönlichen Gefahren ausgesetzt. Aber als verdächtig galt nur der einzelne Astrologe. Der Glaube an die Möglichkeit, auf astrologischem Wege Zukünftiges erfahren zu können, blieb unerschüttert. Somit bestand ein weiterer, nicht unwichtiger Kreis von Interessenten an einer genaueren Erfassung der Himmelserscheinungen und an einer Verbesserung der Methoden zu ihrer Vorausberechnung.

Man muß in diesem Zusammenhang auch noch die Schifffahrt erwähnen. Die europäische Schifffahrt hatte sich mit der Zunahme des Handels nach Umfang und Leistungsfähigkeit sehr entwickelt. Die in Europa entstandene Erfindung des am Heck drehbar befestigten Steuerruders ermöglichte das Kreuzen, damit konnte nunmehr auch ein reines Segelschiff einen bestimmten Kurs einhalten. Während man im Altertum und bis ins Mittelalter hinein praktisch nur Küstenschifffahrt betrieben hatte, wagten nunmehr kühne Seefahrer die Fahrt über das offene Meer. Der Einbruch der Türken in den vorderen Orient unterbrach die bedeutendsten Verbindungen Europas zum Orient, vor allem zu Indien. Die Suche nach einem direkten Seeweg nach dem lockenden Gewinn und Beute verheißenden Indien, die insbesondere von den Portugiesen unter Heinrich dem Seefahrer systematisch betrieben wurde, brachte es mit sich, daß die europäische Schifffahrt die Kunst, über das offene Meer zu segeln, immer besser beherrschen lernte.

Die Überseefahrt warf aber das Problem auf, wie man sich auf offener See orientieren könne. Der Kompaß genügte dafür, so nützlich und unentbehrlich er auch war, allein noch nicht. Daher griffen die Seefahrer zu astronomischen Hilfsmitteln und benutzten die für ganz andere Zwecke

geschaffenen Planeten- und Mondtafeln zur Orientierung auf offener See. Sie stellten somit zusätzliche Kunden für die Hersteller derartiger Tafeln und auch für die Hersteller astronomischer Instrumente dar. Andererseits wurden diese Tabellen und auch die Instrumente durch die Anwendung auf weiten Seereisen einer außerordentlich scharfen Prüfung durch die Praxis unterzogen, die ihre Mängel viel deutlicher erkennen ließ, als es sonst der Fall gewesen wäre.

Alle genannten Faktoren haben gleichzeitig gewirkt. Gemeinsam haben sie die Hemmungen beseitigt, die im Mittelalter die wirkliche, d. h. wissenschaftliche Erforschung der Natur behindert hatten. Befreit von ihren Fesseln hat die europäische Astronomie innerhalb von nur 200 Jahren die griechische und arabische eingeholt, überholt und schließlich weit hinter sich zurückgelassen. Die Anfänge dieses Aufschwungs reichen bis in die erste Hälfte des 15. Jahrhunderts zurück.

Als Begründer der beobachtenden Astronomie in Europa muß man den italienischen Astronomen Paolo Toscanelli (geb. 1397) bezeichnen. Er ging von den alten griechischen Astronomen aus, stellte aber auch selbst Beobachtungen an. Zum Beispiel brachte er auf der Kuppel des Doms von Florenz einen Schattenmesser an und erreichte durch die große Höhe eine sehr gute Genauigkeit bei der Feststellung der Sonnen-Mittagshöhe.

Ein bedeutender Förderer der Astronomie war Nikolaus von Cusa (1401–1464, er hieß eigentlich Krebs und war in Cues an der Mosel geboren). Er wurde ein einflußreicher Kardinal, interessierte sich aber in einem bemerkenswerten Maße für naturwissenschaftliche Fragen. So hob er die Notwendigkeit hervor, zu Beobachtungen, zu Experimenten und zu exakten Messungen überzugehen. Er sprach sogar den Gedanken aus, daß die Erde nicht stillstehe, sondern eine Bewegung ausführe. Welche Bewe-

gung sie ausführe, sagte er allerdings nicht, wie überhaupt seine Lehren mehr einen allgemeinen, philosophischen Charakter besaßen. Nikolaus von Cusa ist daher mehr als Förderer und Anreger zu bewerten und weniger als Forscher, der die Wissenschaft durch neue Ergebnisse bereichert hätte. Sein Eintreten für exakte Methoden hatte aber große Bedeutung.

Die Fortschritte in der praktischen, messenden Astronomie wurden vor allem durch Georg Peurbach sowie durch seinen Schüler und Nachfolger Regiomontan erzielt.

Peurbach begann eine neue, kritische Übersetzung des *Almagest*, die Regiomontan vollendete. Er und sein Nachfolger führten neue Beobachtungsinstrumente und eine verbesserte Methode der mathematischen Berechnung der Beobachtungswerte ein, wodurch sie die Genauigkeit gegenüber früher ganz wesentlich steigern konnten. Beide lehrten an der Universität Wien; Regiomontan wirkte außerdem in Nürnberg, wo ihm ein reicher Bürger eine Sternwarte errichtete. Nürnberg wurde durch das Wirken von Regiomontan und durch die Sternwarte zu einem wichtigen Zentrum der Astronomie. Die Planetentabellen, die die großen Seefahrer und Entdecker Vasco da Gama, Bartholomäus Diaz und Christoph Kolumbus benutzten, waren von Regiomontan errechnet und in Nürnberg gedruckt worden. Darüber hinaus wurde Nürnberg ein Zentrum der Herstellung von astronomischen Instrumenten.

Im Ergebnis dieses Aufschwungs der europäischen Astronomie und insbesondere der Arbeiten von Peurbach und Regiomontan wurden erneut die Mängel des Ptolemäischen Systems festgestellt und bestätigt. Man entdeckte weitere Unstimmigkeiten. Vor allem aber bemerkte man, daß auch die Tabellen aus neuerer Zeit, wie die 1250 errechneten Alfonsinischen Tafeln, bereits nicht mehr stimmten und deutliche Abweichungen zu den Beobachtungen ergaben. Immer deutlicher treten auch die Mängel des

geltenden Kalenders zutage (er ging ja um diese Zeit etwa zehn Tage „nach“). An der Zuverlässigkeit des Kalenders waren aber, wie gesagt, Kirche und Bevölkerung interessiert, da von ihr die richtige Ermittlung der Fastenzeit, der Oster-, Pfingst- und anderen religiösen Feiertage abhing.

Die Benutzung der Planetentafeln durch die Seefahrer ließ sogar Ungenauigkeiten an den Tabellen von Regiomontan erkennbar werden. Natürlich mußte diese Entdeckung eine große Unruhe unter den Astronomen hervorrufen und sie anspornen, den verborgenen Fehler zu suchen.

So etwa war der Stand der Dinge auf dem Gebiet der Astronomie, als Kopernikus in Krakau sein Studium aufnahm. Wir können es sehr gut verstehen, daß es ihn als jungen Scholaren gereizt hat, hier eine Lösung zu finden. Die Tatsache, daß die Astronomie um diese Zeit vor einer Unstimmigkeit stand, ohne eine befriedigende Lösung angeben zu können, das war ein Moment, welches den Gedanken an eine grundsätzliche Veränderung nahelegte und auch die Bereitschaft weckte, eine grundsätzlich neue Lösung in Betracht zu ziehen. Unmittelbar jedoch wirkten alle genannten Faktoren in Richtung auf eine bessere, genauere Erfassung der Himmelsbewegungen. Würde dieser Weg konsequent verfolgt, so war allerdings früher oder später eine Revision des Ptolemäischen Systems unvermeidlich. Kopernikus' Verdienst besteht darin, daß er die Frage des richtigen Systems aufgeworfen und beantwortet hat, noch ehe sie unvermeidlich, noch bevor alle Versuche, durch Korrekturen am Ptolemäischen System die Lösung zu finden, ausgeführt worden waren.

KOPERNIKUS GREIFT EIN

Wir wissen nicht ganz genau, wann Kopernikus zuerst auf den Gedanken gekommen ist, an Stelle der Erde die Sonne in den Mittelpunkt der Welt zu setzen. Wir wissen aber, daß er schon in Krakau astronomische Messungen ausgeführt hat, denn es sind in seinem Werk auch Beobachtungen aus der Krakauer Zeit verwertet. Daraus können wir schließen, daß er sich dort bereits damit beschäftigt hat, den Fehler zu finden. Wie wir schon berichtet haben, ging er von Krakau nach Italien. Dort wurde er mit dem bedeutenden Astronomen Domenico Maria da Novara bekannt und befreundet, der deutlich Abweichungen der Mondbewegung von den Werten in Ptolemäus' Werk entdeckt hatte. Durch ihn und durch weitere Arbeiten lernte Kopernikus den ganzen Umfang der inzwischen festgestellten Abweichungen kennen. Gerade in Italien konnte er sich am besten informieren, da zu dieser Zeit die italienische Wissenschaft führend in Europa war. Bald nach seiner Rückkehr aus Italien verfaßte Kopernikus eine Darlegung seiner umwälzenden neuen Lehre. Der Titel des Werkes lautet „N. Copernicus, De Hypothesibus motuum coelestium a se constitutis Commentariolus“ (N. Kopernikus, Büchlein über von mir aufgestellte Hypothesen über die Himmelsbewegungen). Dieses Büchlein erschien etwa im Jahre 1508. Kopernikus ließ es nur als Manuskript in einigen Exemplaren vervielfältigen und ver-

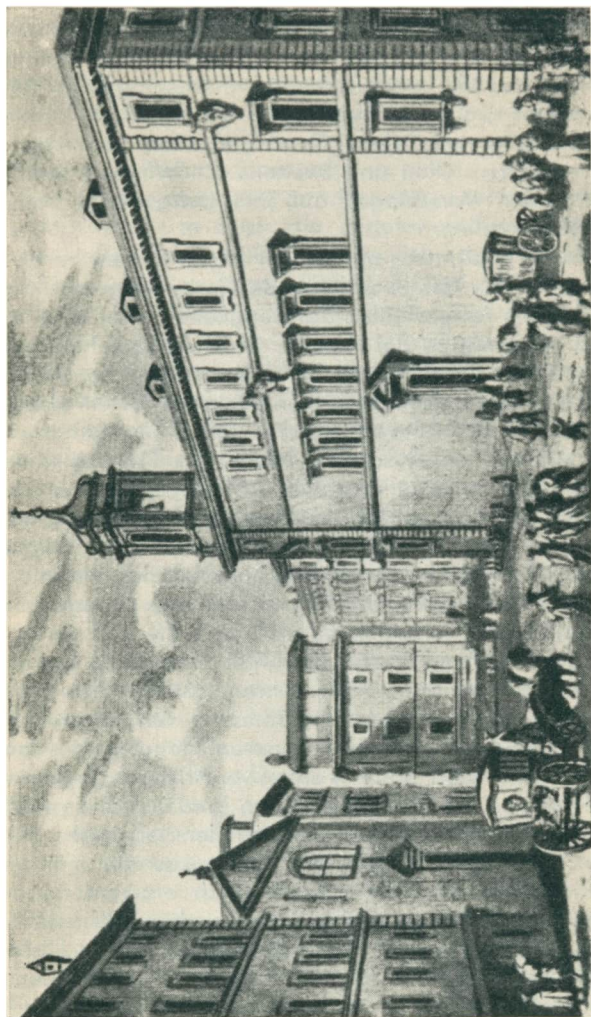


Bild 8 Universität in Rom, in der Kopernikus Vorträge hielt

schickte es dann an seine engsten Freunde und Bekannten in Polen. Es enthielt nur die Grundgedanken seines Systems ohne die umfangreichen mathematischen Beweise seines späteren Hauptwerkes. Das „Büchlein“ hatte den Zweck, erstens diese Grundgedanken zusammenhängend darzustellen und zweitens die Wirkung seines umwälzenden Vorschlages auf ihm befreundete Menschen festzustellen.

Bevor aber Kopernikus mit seinem neuen System hervortrat, mußte ihm der entscheidende Gedanke gekommen sein, daß die festgestellten Schwierigkeiten nicht in einer falschen Bemessung der Radien, Geschwindigkeiten und Exzentrizitäten des Ptolemäischen Systems zu suchen seien, sondern in einem grundsätzlichen Fehler im System selbst. Dieser Gedanke mußte ihn schon in Italien bewegt haben. Denn nur aus einem solchen Zweifel am Ptolemäischen System selbst ist es zu verstehen, daß Kopernikus in den Schriften der antiken Schriftsteller nach Lehren suchte, die ein anderes System des Weltalls enthielten. Solche Hinweise fand er in der damals zugänglichen Literatur. Da er des Griechischen mächtig war, konnte er sogar die Originalliteratur verfolgen.

Wir haben bisher nur von dem heliozentrischen System des Aristarch berichtet. Aber Lehren, die der Erde eine Bewegung zubilligten oder die Sonne in den Mittelpunkt der Bahnen, wenigstens der inneren Planeten (Merkur und Venus), setzten, hatte es schon vor Aristarch gegeben. Und Hinweise auf derartige Lehren fanden sich deshalb bei mehreren der späteren Schriftsteller der Antike. Mit großer Wahrscheinlichkeit hat Kopernikus die meisten von ihnen kennengelernt. Ausdrücklich erwähnt finden wir bei ihm als Bezugsquellen den römischen Schriftsteller Cicero, der von einem Hikesias berichtet, und den Historiker Plutarch, der von dem Pythagoreer Philolaos und seiner Lehre Kunde gibt. Auch den Namen Aristarch

finden wir bei Kopernikus erwähnt. Nähere Untersuchungen haben ergeben, daß er dessen Lehre gut kannte. Wir müssen aber hervorheben, daß Kopernikus nicht allein jene Hinweise bei den alten Schriftstellern gefunden hat, sondern auch erkannt haben muß, daß jene anderen Lehren als absurd verworfen worden waren.

Kopernikus zog aber nicht nur die antike Literatur zu Rate, sondern studierte auch die mittelalterlichen Schriften. Unter diesen hatten die Schriften des schon erwähnten Nikolaus von Cusa den größten Einfluß auf ihn. Zwei der wichtigsten Gedanken in Kopernikus' Werk finden wir schon bei Cusa: Daß die Erde eine Bewegung habe und daß eine Bewegung nur durch Vergleich mit anderen Körpern feststellbar sei, wobei aber entweder der Vergleichskörper oder wir selbst uns bewegen können. So schreibt Nikolaus von Cusa an einer Stelle, daß das Weltall unendlich sei und daher keinen Mittelpunkt haben und die Erde also nicht ohne Bewegung sein könne. An einer anderen Stelle schreibt er:

Nun ist es also klar, daß die Erde wirklich in Bewegung ist, wenn uns dies auch nicht offensichtlich zu sein scheint, da wir eine Bewegung nur wahrnehmen durch einen bestimmten Vergleich mit etwas Festem.

Wir kommen also zu dem Schluß, daß Kopernikus nicht nur die offenkundigen Mängel des Ptolemäischen Systems, sondern auch die Grundgedanken seines Systems bereits vorgefunden hat. Man könnte voreilig daraus folgern, daß dann seine Leistung gar nicht so großartig gewesen ist. Das wäre gerechtfertigt, wenn sich Kopernikus damit begnügt hätte, nur diese Grundgedanken auszusprechen, wenn etwa nur der „Commentariolus“ von ihm veröffentlicht worden wäre. In seinem Hauptwerk hat er aber viel mehr als nur Grundgedanken dargelegt, da hat er ein ganzes System aufgebaut und mit Beobachtungsergebnissen begründet. Darauf werden wir später eingehen.

Hier wollen wir jedoch bemerken, daß die Gedanken, die er bei anderen schon gefunden hat, eine weitere Voraussetzung für die Entstehung dieses umwälzenden Werkes gewesen sind, was man berücksichtigen muß, um die Bedeutung des Werkes und seine Entstehung um diese Zeit richtig zu begreifen. Es muß auch darauf hingewiesen werden, daß das Literaturstudium Zeugnis ablegt von dem Ernst, mit dem Kopernikus seine Aufgabe angefaßt hat, und von der Sorgfalt und Umsicht, mit der er vorgegangen ist. Außerdem dürfen wir nicht vergessen, daß die Berufung auf alte Autoritäten damals üblich und deshalb für den Erfolg der neuen Lehre wichtig gewesen ist. Wir werden bei der Behandlung seines Hauptwerkes noch sehen, daß für ihn selbst die Lehren der Alten gerade nicht das Entscheidende dargestellt haben.

Damit sind wir bei einem für die Bedeutung des Nikolaus Kopernikus und seines Werkes sehr wichtigen Punkt gelangt. Wenn wir wissen, daß die Grundgedanken des neuen Systems schon vor Kopernikus ausgesprochen worden sind, ohne aber die Autorität des Ptolemäischen Systems im Verlauf von über tausend Jahren erschüttern zu können, so schließen wir daraus, daß das Aussprechen einer an sich richtigen Idee allein noch nicht ausreicht. Die Feststellung von Mängeln am Ptolemäischen System, die ja nicht nur Kopernikus, sondern auch den anderen zeitgenössischen Astronomen bekannt waren, hat offensichtlich allein nicht ausgereicht, um ernsthafte Zweifel an der Wahrheit dieses Systems auszulösen. Kopernikus muß also etwas Besonderes, bisher nicht Übliches getan haben, wenn gerade er die zum Erfolg führende Lösung gefunden hat. Das hat er auch wirklich getan.

Als Kopernikus zu der Einsicht gekommen war, daß im Ptolemäischen System selbst ein grundsätzlicher Fehler enthalten sei und er aus der antiken Literatur die anderen Lehren kennengelernt hatte, stand er vor der Aufgabe,

zwischen dem alten geozentrischen, die Erde in den Mittelpunkt setzenden, und dem heliozentrischen, die Sonne in den Mittelpunkt der Welt stellenden System zu entscheiden. Im Mittelalter wurden Streitfragen ausschließlich dadurch entschieden, daß man alle in Betracht kommenden Autoritäten und die Bibel zu Rate zog und durch spitzfindige Dialektik die eine Lehre als richtig und die andere als falsch und ketzerisch „bewies“. Dieses Verfahren war auch zur Zeit von Kopernikus noch in voller Übung. Wenn wir aber näher untersuchen, an welche Instanz sich Kopernikus in dieser Frage gewandt hat, dann müssen wir antworten, daß er nicht die Autoritäten befragt und interpretiert hat, sondern der Natur die letzte Entscheidung zuerkannt hat. Und das ist das Neue gewesen – das, was ihm den Erfolg eingebracht hat.

Kopernikus wußte sehr wohl, daß seine Behauptung, die Erde habe eine Bewegung, auf den stärksten Widerstand stoßen würde. Um diese Behauptung zu stützen, verwendete er physikalische Argumente. Er ließ sich bei seiner Entscheidung zwischen den beiden Möglichkeiten davon leiten, welche der beiden mit dem übrigen Verhalten der Natur in Einklang steht und welche ihm widerspricht. Die altbekannte tägliche – scheinbare – Bewegung aller Himmelskörper um die Erde deutete das Ptolemäische System als wirkliche Bewegung. Es war aber schon im Altertum bekannt gewesen, daß die einzelnen Himmelskörper verschieden weit von der Erde entfernt sind. Kopernikus erachtete es mit dem übrigen Verhalten der Natur für unvereinbar, daß die Gestirne trotz ihrer verschiedenen Abstände alle in derselben Zeit von 24 Stunden exakt die Erde umkreisen könnten. Indem er aber den Gedanken von der Relativität der Bewegung benutzte, kam er zu dem Schluß, daß diese tägliche Bewegung der Gestirne nur durch eine Bewegung des Beobachters, das heißt durch eine Drehung der Erde um ihre Achse,

vorgetäuscht werde und nur so verstanden werden könne.

Das war ein rein physikalisches Argument. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Gesetze der Bewegung zu jener Zeit praktisch noch unerforscht gewesen sind. Kopernikus hatte noch gar nicht wissen können, wie recht er in diesem Punkte hatte. Wir brauchen uns nur klarzumachen, daß im anderen Falle die Fixsterne mit tausend- und noch vielfacher Lichtgeschwindigkeit durch das Weltall sausen müßten. Um so höher müssen wir es einschätzen, daß Kopernikus, der von diesen Erkenntnissen noch nichts hat ahnen können, seinem physikalischen Argument mehr traute als der Bibel und allen Autoritäten.

Wir können es uns heute nur noch schwer vorstellen, welchen einen Bruch mit dem Althergebrachten dieses Vorgehen von Kopernikus bedeutet hat. Wir sind es gewohnt und finden es selbstverständlich, daß man die Natur durch ein Experiment oder durch Beobachtungen befragt, wenn man ihre Gesetzmäßigkeiten erfahren will. Wir müssen uns aber über den Standpunkt klar sein, den das Mittelalter hierzu eingenommen hat. Unter dem beherrschenden Einfluß der Theologie galt die These, daß die Wahrheit bereits offenbart sei, und zwar vor allem in der Bibel, dem Wort Gottes, und in den Lehren der Kirchenväter, in denen diese göttliche Eingebungen wiedergegeben hätten. Die Wahrheit zu suchen bedeutete, den Sinn des offenbarten Wortes zu erfassen. Sie in der Natur, der Schöpfung Gottes, suchen zu wollen, galt als Vermessenheit, da der menschliche Verstand nicht imstande sei, in die Wunder der göttlichen Schöpfung einzudringen. Dieser Gedanke ist schon in der Bibel. Denn Adam und Eva wurden doch halb aus dem Paradies vertrieben, weil sie vom Baum der Erkenntnis gegessen hatten, weil sie so vermessen geworden waren, wissend wie Gott werden zu wollen, wie es die Schlange ihnen gesagt hatte.

In der Praxis hatte die Kirche aus dieser Lehre ihren Anspruch hergeleitet, hier auf Erden in allen Dingen die höchste und letzte Instanz zu sein. Dieser Anspruch war, wie aus dem hier schon über die Renaissance und den Humanismus Gesagten folgt, um diese Zeit erschüttert. Kopernikus konnte auf andere Argumente zurückgreifen. Während aber die Mehrzahl der Humanisten andere antike Autoritäten heranzog, ging Kopernikus bereits weiter und berief sich, wenigstens teilweise, auf die Natur und auf den menschlichen Verstand. Sein Hauptargument für die Bewegung der Erde bestand darin, daß alle beobachtbaren Erscheinungen bei dieser Annahme einfacher und verständlicher erklärt würden. Die Berufung auf Aristarch und andere antike Vorläufer bildete nur eine Ergänzung und eine Bekräftigung. Die Kühnheit seiner Tat wird noch deutlicher, wenn wir bedenken, daß Kopernikus keine Tatsache zur Hand gehabt hat, die direkt und anschaulich eine Bewegung der Erde bewiesen hätte. Er war auf indirekte Schlüsse angewiesen.

Betrachten wir noch einige weitere Argumente gegen seine Lehre, mit denen er sich auseinandergesetzt hat. So warf man ein, daß ja alle Menschen und Gegenstände von der Erde fortfliegen müßten, wenn sich die Erde täglich einmal um ihre Achse drehe, wie Kopernikus es lehre. Kopernikus hat sich in der Einleitung zu seinem Werk damit begnügt, darauf zu antworten, daß dieser Einwand ebenso töricht sei wie der, daß es keine Antipoden (Menschen auf der uns entgegengesetzten Erdhälfte) geben könne, weil sie mit dem Kopf nach unten herumlaufen und zudem von der Erde herunterfallen müßten. Diese Antwort konnte Kopernikus geben, weil inzwischen die Kugelgestalt der Erde durch die großen Entdeckungsreisen erwiesen war. Die Europäer hatten sich auf der anderen Erdhälfte überzeugen können, daß dort alle Verhältnisse genau so sind wie bei uns und daß überhaupt nicht unmittelbar

festzustellen ist, ob man sich auf der „oberen“ oder der „unteren“ Erdhälfte befindet. Natürlich wußte er genau, daß dies keine direkte Antwort auf jenen Einwand war und die beiden Erscheinungen ganz verschiedene Erklärungen verlangten. Er wollte die bei diesem Einwand erkennbare primitive Logik treffen und weniger den Einwand selbst. Er gab zu verstehen, daß sich diese Logik im Falle der Antipoden gründlich geirrt habe und daher kein Grund bestehe, ihr im Falle des Fortschleuderns durch die Erddrehung mehr zu glauben.

Nun müssen wir wissen, daß es unter anderen einer der Kirchenväter, nämlich Lactantius (lebte um 300 unserer Zeitrechnung), gewesen ist, der die Existenz von Antipoden und die Kugelgestalt der Erde geleugnet hat. Kopernikus nannte ihn also „töricht“. Das war gewiß kühn. Bedenken wir aber, daß es Kopernikus sehr darauf hat ankommen müssen, die Berufung auf die Bibel oder auf Worte der Kirchenväter zu verhindern, da sonst seine Lehre sehr leicht als „ketzerisch“ hätte bezeichnet werden können.

Im Werk selbst geht er auch auf den Einwand ein, widerlegt ihn aber ganz anders. Ptolemäus leitete sein Werk mit der Darlegung der allgemeinen physikalischen Grundsätze ein, die schon Aristoteles über diesen Gegenstand gegeben hatte. Dieser hatte zwei Arten von Bewegungen unterschieden, die natürliche und die unnatürliche oder erzwungene. Die erstere wäre die auf einer Kreisbahn und würde gleichmäßig und ewig verlaufen. Die andere wäre geradlinig und entweder zum Mittelpunkt der Erde oder von ihm fort gerichtet. Die natürliche Bewegung wäre den Himmelskörpern eigen, die andere, und nur sie, käme auf der Erde vor.

Kopernikus antwortete darauf mit einer Behauptung ähnlichen Charakters und sagte, auch die Erde habe diese natürliche Bewegung, und alle Körper auf ihr machten sie mit, auch die Wolken, die Luft, auch ein frei fallender

Körper. Aber die Körper auf der Erde könnten dazu noch die zweite Bewegungsart ausführen, zum Beispiel frei fallen, und strebten dann zum Mittelpunkt der Erde.

Indem er auf diese Weise die Rotation der Erde gerechtfertigt hat, ist er selbst zum Angriff übergegangen und hat auf einen Widerspruch in der Ptolemäisch-Aristotelischen Lehre hingewiesen. Darin heißt es nämlich, daß die Erde bei einer Drehung, wie sie Aristarch behauptet hat, längst auseinandergeflogen sein müsse. Das sei aber, erwidert Kopernikus, bei der Drehung gerade nicht zu erwarten, da sie ja eine natürliche Bewegung sei. Wenn man die Annahme zuließe, daß bei einer natürlichen Bewegung die Körper aus ihrer Bahn geschleudert werden könnten, dann müßte der Fixsternhimmel ja noch viel eher auseinanderplatzen durch eine tägliche Umdrehung, da dieser Umlauf mit einer unvergleichlich größeren Geschwindigkeit erfolgen müßte.

Die Berufung darauf, daß die Drehung eine „natürliche“ Bewegung sei, würde uns heute nicht mehr überzeugen. Wir wissen, daß die Erddrehung genau so wie jede andere Rotation auf alle Körper eine fortschleudernde Wirkung ausübt, daß aber der Betrag dieser Fliehkraft weniger als ein Hundertstel der Anziehungskraft der Erde ausmacht und daher nur mittels feiner Meßmethoden festgestellt werden kann. Das war damals natürlich noch ganz unbekannt. Wir dürfen nicht denken, daß Kopernikus, der sich des umwälzenden Charakters seiner Lehre sehr wohl bewußt gewesen ist, etwa das Bestreben gehabt habe, alle alten Vorstellungen umzustürzen. Eher war das Gegenteil der Fall. Deshalb hielt er, wie bei diesem Gegenstand, soweit er nur konnte, am Alten fest. Nur, wo ihn sein wissenschaftliches Gewissen dazu zwang, stellte er neue Lehren auf. Dieselbe Erscheinung finden wir auch bei anderen Forschern, die eine umwälzende Entdeckung gemacht haben.

Deshalb ist es viel bemerkenswerter, wieviel Neues er trotz seiner Zurückhaltung gebracht hat. Sein Hinweis beispielsweise, daß ein frei fallender Körper trotz der Erddrehung genau senkrecht auftreffe, weil er die Drehbewegung auch während des freien Fallens beibehalte, enthält den Gedanken der Massenträgheit*, den Galilei erst etwa 100 Jahre später in die Physik eingeführt hat. Ebenso bemerkenswert ist der Gedanke, daß auch auf den Himmelskörpern ein ebensolches Streben zum Mittelpunkt bestehen könne wie hier auf der Erde. Daher hätten sie Kugelgestalt angenommen. Mit „Streben zum Mittelpunkt“ bezeichnete man damals, wie schon in der Antike, was wir heute als Schwerkraft (bzw. allgemeine Massenanziehung) bezeichnen. Kopernikus hielt es also für denkbar, daß auch auf den Sternen eine unserer Schwerkraft ähnliche Kraft vorhanden sei. Auch hier ahnte Kopernikus das Richtige voraus.

Ein anderer Einwand gegen die neue Lehre war schon gegen das heliozentrische System des Aristarch erhoben worden. Er kam von seiten der Astronomen. Diese sagten, wenn die Erde sich in einer großen Kreisbahn um die Sonne bewege, dann müsse der Himmel, von zwei entgegengesetzten Punkten dieser Bahn aus betrachtet, ganz verschieden aussehen. Wir können uns das Wesen dieses Einwandes am besten an einer Figur klarmachen (Bild 9). Danach müßten die uns näher stehenden Sterne im Vergleich zu weiter entfernten Sternen als Abbild der Erdbewegung kleine Pendelbewegungen am Himmel ausführen. Einzelne Sterne zum Beispiel müßten einmal links und nach einem halben Jahr rechts von einem in derselben Richtung stehenden, aber weiter entfernten Stern zu sehen sein. Wieder andere müßten einmal einem solchen ferne-

* Die Eigenschaft der Körper, in ihrem Bewegungszustand zu verharren, bis eine neue Kraft auf sie einwirkt und sie in einen anderen Bewegungszustand versetzt; dies ist ein fundamentaler Begriff der Physik.

ren Stern ganz nahe rücken, in einem halben Jahr sich von ihm um ein bestimmtes Stück entfernen, um nach einem weiteren halben Jahr wieder ganz nahe heranzurücken. Eine solche Bewegung der Sterne, so hielten die Astronomen entgegen, wäre aber in keinem einzigen Falle be-

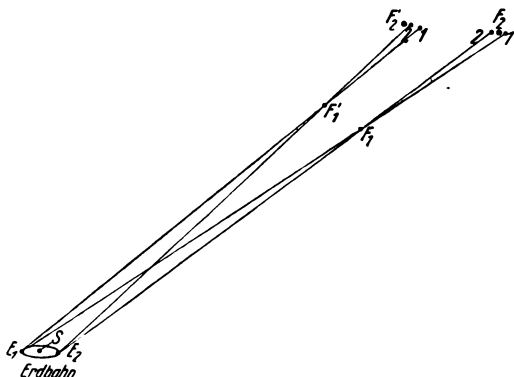


Bild 9

Von zwei gegenüberliegenden Punkten E_1 und E_2 der Erdbahn (Durchmesser etwa 300 Mill. km) müßte ein näherer Fixstern F_1 einmal rechts (1) und einmal links (2) von einem fernerem Fixstern F_2 gesehen werden; ein anderer Stern F_1' , einmal weiter (1) und einmal näher (2) bei einem fernerem Stern F_2' ; da aber schon die nächsten Fixsterne so unvorstellbar weit entfernt sind, kann dies nur bei diesen und nur mit den empfindlichsten Instrumenten festgestellt werden.

obachtet worden. Kopernikus erwiderte darauf, daß die Fixsterne eben so unvorstellbar weit von uns entfernt seien, daß wir diese Bewegung mit unseren Instrumenten gar nicht messen könnten.

Dasselbe hatte auch schon Aristarch auf diesen Einwand erwidert. Aber während Aristarch die Entfernung des Mondes ungefähr richtig und die der Sonne zwar als wesentlich größer, jedoch immer noch viel zu gering hatte

messen können, waren die wirklichen Fixsternentfernungen ihm und der Antike unzugänglich geblieben. Zur Zeit von Kopernikus war man darin noch nicht weitergekommen. Kopernikus hatte also keinen direkten Beweis für seine Behauptung über die riesige Entfernung der Fixsterne. Erst rund 300 Jahre später gelang es dem deutschen Astronomen Bessel, die Parallaxe eines Fixsternes und damit seine Entfernung zu messen. Und selbst heute können wir mit den besten Instrumenten nur die nächsten, einige hundert Lichtjahre von uns entfernten Fixsterne auf diese Weise direkt messen. Diese machen nur einen verschwindenden Bruchteil der Sterne aus. Bei allen anderen sind wir auf andere Methoden der Entfernungsmessung angewiesen. Unterstreichen wir nochmals, daß Kopernikus trotz dieses Einwandes bei seiner Überzeugung geblieben ist, daß die Erde tatsächlich die Sonne umkreist.

Wir haben bis jetzt nur von den astronomischen Einwänden gegen die neue Lehre gesprochen. Sie erschütterte aber auch Vorstellungen, die über den Bereich der Astronomie hinausgingen. Die Vorstellung, daß die Erde den Mittelpunkt der Welt darstellt, ist viel älter als das Ptolemäische geozentrische System. Die Menschen der Urgesellschaft, die in Form von Weltschöpfungssagen zuerst Vorstellungen über die Welt entwickelten, konnten gar nicht anders, als die Erde als den ruhenden Mittelpunkt ihrer Welt zu betrachten.

Der tiefere Grund für diese allgemein verbreitete Ansicht besteht aber darin, daß sich der frühe Mensch die Welt nur nach seinem eigenen Bilde vorgestellt und sich selbst als „Mittelpunkt“, als Ziel der Weltschöpfung angesehen hat. Die meisten der bei den Völkern verbreiteten Schöpfungssagen lassen die Entstehung der Welt mit der Erschaffung des Menschen als Höhepunkt und Ziel der Schöpfung abschließen, wie es ja auch die Bibel tut. Und

ganz allgemein lassen die Sagen der Völker die Menschen eines bestimmten Volkes, zum Beispiel des betreffenden Indianerstammes, von jenen ersten Menschen in direkter Linie abstammen. Häufig bedeutet der Name einer solchen Völkerschaft in wörtlicher Übersetzung nichts anderes als „Menschen“. Darin kommt diese Anschauung sehr klar zum Ausdruck.

Und deshalb ist der Wohnsitz der Menschen, die Erde, nicht nur Mittelpunkt, sondern praktisch schon die ganze Welt selbst. Sonne, Mond und Sterne sind in der ursprünglichen Vorstellung untergeordnete Gebilde, sind bloß Hintergrund.

Die Welt der ursprünglichen Vorstellung war endlich und konnte bei dem Vorstellungsvermögen der Menschen dieser Epoche gar nicht anders als endlich sein. Die Erde hatte ihr „Ende“, wie uns viele Märchen noch heute berichten, und auch der Himmel hatte seine Grenze, hinter der das „Jenseits“ begann. Wir müssen uns klarmachen, daß die Menschen früher viel anschaulicher und körperlicher gedacht haben als wir heute. Die unanschaulichen, abstrakten Begriffe und Vorstellungen sind eine späte und mühsam erkämpfte Errungenschaft der Menschen. (Unser Wort „begreifen“ läßt diese alte Denkweise sehr anschaulich erkennen.)

Damit wird uns eine andere Anschauung verständlicher, die allgemein verbreitet und nur schwer zu erschüttern gewesen ist: daß nämlich die endliche Welt in ihrer gesamten Ausdehnung mit irgendeinem Stoff erfüllt sei. Daß das Weltall, wie wir heute wissen, in der Hauptsache leer ist, überstieg das Vorstellungsvermögen der Menschen. Nur einige Philosophen, wie zum Beispiel der große griechische Naturphilosoph Demokrit, forderten aus zwingenden Gründen, daß es in der Welt auch leere Räume geben müsse. Aber solche Lehren setzten sich nicht einmal bei den anderen Philosophen durch. Sie verfielen der

Ablehnung, wie das heliozentrische System des Aristarch. In beiden Fällen spielte es eine wesentliche Rolle bei der Ablehnung, daß diese Lehren das körperlich-anschauliche Vorstellungs- und Begriffsvermögen der Menschen überstieg. Ein zweiter Grund, der aber damit zusammenhing, war der Widerspruch zu den Lehren und Forderungen der herrschenden Religionen.

In dieser Hinsicht war seit der Antike keinerlei Fortschritt, vielmehr im Gegenteil eher eine Versteifung jener Vorstellungen eingetreten. Nach der Bibel stellte der Mensch die Krone der Schöpfung dar, die Erde und die Welt waren um seinetwillen geschaffen worden, das Jenseits hatte seinen anschaulich vorstellbaren Platz jenseits der Grenzen des Weltalls gehabt, die Hölle war eine wirkliche Unterwelt gewesen und hatte sich unter bzw. in der Erde befunden.

Für all das gab es im System von Kopernikus keine Möglichkeit mehr. Hatte das anschauliche „oben“ und „unten“ auf der Erde selbst schon keinen Sinn mehr, seitdem deren Kugelgestalt und die Existenz von Antipoden erwiesen war, so verloren diese Begriffe nun auch für das Weltall ihren Sinn. Die Erde wurde aus dem Mittelpunkt der Welt gerückt und zu einem kleinen Trabanten der Sonne. Konnte sie jetzt noch immer der Mittelpunkt der Schöpfung sein? Die Planeten dachte man sich an einer Sphäre befestigt und von dieser getragen und in Bewegung gesetzt. Nun sank auch die Erde zu einem Planeten herab.

Aber wo befand sich die Sphäre, an der sie befestigt war und um die Sonne herumgetragen wurde? Es war beängstigend, sich vorzustellen, daß die Erde ohne jeden erkennbaren Halt durch das Weltall dahinsausen sollte. Das Gefühl der Geborgenheit, daß man bis dahin als Bewohner des festen Mittelpunktes der Welt haben konnte, war dahin.

Auf alle diese Widerstände geht Kopernikus in seinem Werk nicht direkt ein. Es stellt aber eine Berücksichtigung dieser weitverbreiteten Anschauungen dar, wenn er sich mit den in der Bibel über die Welt enthaltenen Ansichten auseinandersetzt. Im Vorwort zu seinem Hauptwerk, das er dem Papst gewidmet hat, macht er geltend, daß man die Aussagen der Bibel über die Welt seiner Lehre nicht entgegenhalten dürfe. Die in der Bibel offenbarte Wahrheit sei nicht in den Bemerkungen über den Bau der Welt zu suchen. Vielmehr habe sich die Bibel in diesen Dingen so ausgedrückt, daß es den Menschen verständlich werde. Mit anderen Worten, er unterstellt, die Bibel habe die Welt absichtlich nicht so dargestellt, wie sie ist und wie es seine Lehre zeige, sondern so, wie sich die Menschen die Welt vorgestellt hätten und wie sie diese auch nur begreifen könnten. Das ist zweifellos ein sehr interessantes und zugleich ein geschicktes Argument. Wir werden aber noch sehen, daß sich die Kirche mit diesem Argument nicht hat zufrieden geben können.

Es entspricht aber dieser Linie, wenn Kopernikus eingangs derselben Einleitung einen scharfen Unterschied macht zwischen den Ansichten der einfachen Menschen und denen der Gelehrten. „*Mathemata Mathematicis scribuntur*“ (Mathematik wird nur für Mathematiker geschrieben) schreibt er in der Einleitung. Das heißt, die Wahrheit seines Systems könne er nur mathematisch beweisen und daher nur dem Fachmann, nicht der breiten Menge.

Was meinte Kopernikus mit einem mathematischen Beweis? Zur Erläuterung sei gesagt, daß die Mathematik unter allen Naturwissenschaften das höchste Ansehen genoß, weil sie absolute Wahrheiten vermittelte. Zum anderen spielte sie die Rolle, die heute etwa die theoretische Physik zur Physik allgemein spielt: Sie umfaßte die Theorie der Naturwissenschaften.

Es war aber noch etwas viel Einfacheres und Konkreteres in unserem Falle gemeint. Wir würden heute sagen, daß Kopernikus nach der qualitativen Darlegung seiner Lehre diese auch quantitativ ausarbeiten wollte. Damit konnte er den Beweis führen, daß sich alle seit der Antike bis damals beobachteten und gemessenen Himmelsbewegungen auf Grund seiner neuen Lehre mathematisch darstellen ließen. Es war notwendig und richtig, was Kopernikus zu tun beabsichtigte; nur so konnte es ihm gelingen, den Fachmann wirklich zu überzeugen.

Das bedeutete aber, daß er das Werk des Ptolemäus auf die Sonne als Mittelpunkt des Weltalls umrechnen, also ganz neu schaffen mußte! Ein wahrhaft gewaltiges Unterfangen! Ptolemäus' Werk war das Resultat einer mehr als 400jährigen Entwicklung in der Antike gewesen. Kopernikus aber stand allein. Vor allem erforderte diese selbstgestellte Aufgabe eine ungeheure Rechenarbeit. Denn der Hauptbestandteil des Werkes von Ptolemäus waren die Planeten- und Mondtabellen. Diese mußte Kopernikus nun auf der Grundlage des heliozentrischen Systems neu berechnen. Rechenmaschinen gab es bekanntlich zu jener Zeit noch nicht. Die mathematischen Verfahren selbst waren damals noch längst nicht so entwickelt wie heute. Es ist kein Zufall, daß es Regiomontan und nach ihm Kopernikus gewesen sind, die im Streben nach Vereinfachung der umständlichen Rechenverfahren der Astronomie die Trigonometrie, das Rechnen mit Winkeln und den ihnen entsprechenden Streckenverhältnissen, wesentlich vervollkommen haben. Halten wir uns diese rein technischen Schwierigkeiten vor Augen, dann bekommen wir eine ungefähre Vorstellung von der Kühnheit, die sich in dem Entschluß zu dieser großen Aufgabe offenbart.

Diese Aufgabe erforderte Zeit. Unter Anspielung auf ein antikes Beispiel berichtet Kopernikus, daß die Lösung ihn „vier mal neun“ Jahre seines Lebens gekostet habe. Aus

anderen Quellen wissen wir, daß er die erste Fassung seines Werkes etwa im Jahre 1532 beendet hat, während er, wie wir schon wissen, seinen „Commentariolus“ schon etwa 1508 fertiggestellt hat. Kopernikus zögerte jedoch mit der Veröffentlichung. Auch nach der Beendigung der ersten Fassung arbeitete er weiter an seinem Werk. Immer wieder korrigierte er die einzelnen Werte, um eine noch bessere Übereinstimmung zu erzielen.

Trotz aller Mühen war er aber nicht mit dem Ergebnis zufrieden. Das hatte folgenden Grund: Er hatte zwar die Sonne an ihren richtigen Platz gestellt, aber die Kreisförmigkeit der Bahnen war geblieben. Nun sind aber die Bahnen der Planeten und die Erdbahn in Wirklichkeit Ellipsen, wenn sie auch nicht sehr stark von der Kreisbahn abweichen. Kopernikus wußte, daß er mit einer einfachen Kreisbahn nicht auskommen würde. Denn nicht einmal der Mond, der ja auch in seinem System wie bisher um die Erde rotierte, folgte einer solchen einfachen Kreisbahn. Kopernikus rechnete deshalb auch gar nicht damit, daß die Planetenbahnen durch einen einfachen Kreis zu beschreiben sein würden. Vielmehr nahm er, wie Ptolemäus, Epizyklen und Exzenter von vornherein als notwendig hin. Er betrachtete es indessen als einen großen Erfolg seines Systems, daß er gegenüber den 56 und noch mehr Epizyklen des alten Systems mit weniger auskommen konnte. Aber eine Kreisbahn mit noch so fein abgestimmten Epizyklen ist eben doch eine andere Figur als eine Ellipse, und somit hat Kopernikus immer wieder geringe Fehler feststellen müssen, die er durch neue Berechnungen zu beseitigen versucht hat. (In seinen Aufzeichnungen findet sich eine Stelle, wo er die Möglichkeit einer anderen, und zwar elliptischen Bahnform in Betracht zieht; in seinem Werk erscheint diese Stelle nicht; die Genauigkeit der Messungen reichte damals noch nicht aus, um diesen Gedanken weiter zu verfolgen.)

Kopernikus wurde deshalb nicht irre an der Richtigkeit seines Systems. Aber er wußte, daß es von der Genauigkeit seiner Planetentabellen abhängen würde, ob sein System Anklang bei den Astronomen finden würde oder nicht. Und darin hatte er recht. Er wußte ferner, daß seine Lehre einen Umsturz des ganzen Weltbildes bedeutete und deshalb auf heftigen Widerstand stoßen würde. Jeden nachweisbaren Fehler in seinem System würden die Gegner benutzen, um es für falsch zu erklären. Daher war er so unermüdlich und zähe in der Vervollkommnung seiner Werte, deshalb zögerte er mit der Veröffentlichung.

Seinen Freunden in der Heimat, die seine Lehre kannten und ihn zur Veröffentlichung drängten – allen voran sein engster Freund Tiedemann Giese, Bischof von Chelmo (Kulm) –, gelang es nicht, ihn zu überreden. Wir wissen nicht, was geschehen wäre, wenn nicht 1539 der junge Wittenberger Professor der Astronomie und der Mathematik, Joachim Rhetikus, ihn in Frombork aufgesucht hätte, angelockt von den Gerüchten über die neue Lehre.

Joachim von Lauchen (1514–1576), der sich, einem Brauch seiner Zeit folgend, nach seiner Heimat, dem Rhätikon, latinisiert Rhetikus nannte, kam aus Wittenberg, der Hochburg des Protestantismus. Dort hatten Luther und Melanchthon, deren Gunst Rhetikus besaß, sich scharf und kompromißlos gegen die Kopernikanische Lehre ausgesprochen. Man darf auch nicht annehmen, daß Rhetikus bereits als – geheimer – Anhänger der Lehre zu Kopernikus gekommen wäre. Vielmehr hatten die Gerüchte sein Interesse als Astronom geweckt, und er wollte sich an der Quelle Gewißheit verschaffen.

Rhetikus wurde von Kopernikus freundlich empfangen; er erhielt das Manuskript zum Studium und konnte sich in Gesprächen alle weiteren Auskünfte holen. Das Ergebnis war, daß Rhetikus ein begeisterter Anhänger der neuen

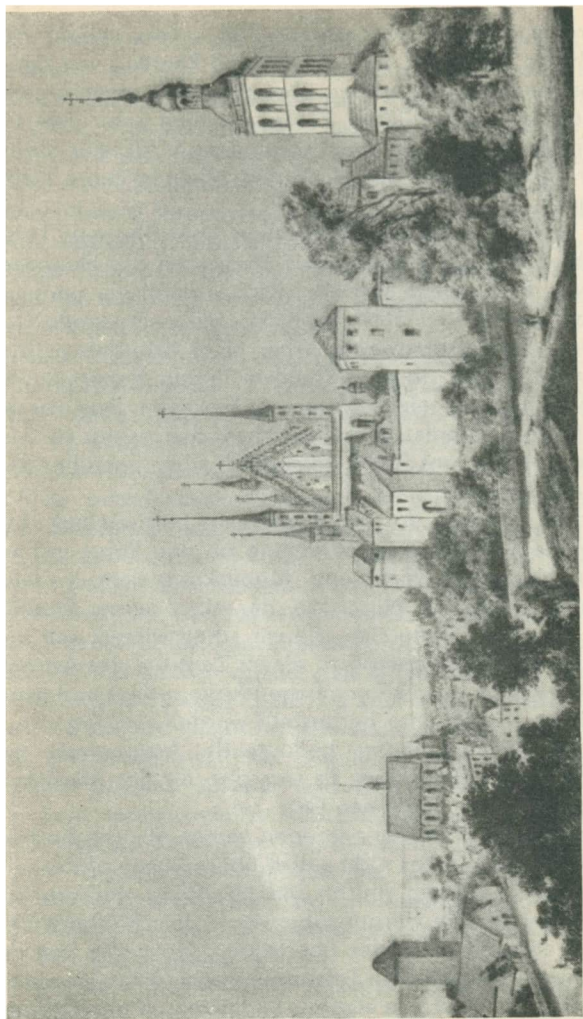


Bild 10 Frombork (Frauenburg) von Westen gesehen; nach einer Zeichnung von F. v. Quast

Lehre wurde, der er übrigens Zeit seines Lebens auch blieb. Ein weiteres Ergebnis war, daß Rhetikus von Kopernikus die Erlaubnis erhielt, über die Lehre einen eigenen Bericht zu veröffentlichen. Dieser erschien unter dem Titel „*Narratio Prima de libris revolutionum*“ (Erster Bericht über die Bücher von den Umläufen) schon im Jahre 1540 in Gdańsk.

Das war die erste Veröffentlichung über die neue Lehre. Sie bereitete die Welt auf das Erscheinen des Hauptwerkes vor. Es handelte sich allerdings wirklich nur um einen ersten Bericht und noch nicht um eine umfassende Darlegung des Gesamtwerkes. Aber mehr brauchte es auch gar nicht zu sein, da es ja Rhetikus gelang, Kopernikus zur Veröffentlichung seines Werkes zu bewegen. Das war das wichtigste Ergebnis seines Besuches, den er nur für eine kurze Zeit geplant hatte, tatsächlich aber auf über zwei Jahre ausdehnte.

Rhetikus übergab das von Kopernikus noch einmal überarbeitete und mit einer Widmung an den Papst in Form einer Einleitung versehene Manuskript dem Verleger Johann Petrejus in Nürnberg, der einer seiner Freunde war. Nürnberg hatte sich, wie wir schon wissen, seit dem Wirken von Regiomontan zu einem Zentrum der Astronomie entwickelt, wo astronomische Werke verlegt und astronomische Instrumente hergestellt wurden und wo sich in diesem Zusammenhang bedeutende Astronomen und Mathematiker aufhielten. Es war also für das Erscheinen des Werkes der gegebene Ort.

Leider konnte Rhetikus entgegen seiner Absicht die Herausgabe des Werkes nicht selbst übernehmen, da er eine Professur in Leipzig antrat und Nürnberg deshalb verlassen mußte. Die Herausgabe wurde dem Mathematiker und Theologen Osiander übertragen. Nach den von der Forschung festgestellten Tatsachen nahm Osiander eigenmächtig, das heißt aus eigener Initiative und ohne Wissen

und Einverständnis von Kopernikus, einige Änderungen am Werk vor. Die schwerwiegendste davon war eine neue Einleitung. Darin wurde die These vertreten, daß es die Astronomie nicht damit zu tun habe festzustellen, ob die Gestirne sich in Wahrheit so oder so bewegen, sondern damit, ein mathematisches Schema zu finden, das die beobachtbaren Bewegungen am besten und genauesten wiederzugeben gestattet. Und so solle der Leser auch die vorliegende Kopernikanische Lehre nur als eine Hypothese betrachten und nicht meinen, daß sie wahrer zu sein beanspruche als andere Hypothesen.

In diesem Punkte gibt es aber gar keinen Zweifel über die Meinung von Kopernikus selbst, wie wir vorher schon dargelegt haben. Gerade weil er der festen Überzeugung war, daß entgegen allem Augenschein und allen Autoritäten im Mittelpunkt wirklich die Sonne stehe und nicht die Erde, gerade deshalb widmete er dem Beweis dieser seiner Erkenntnis eine ganze Lebensarbeit. Wenn er nur ein anderes Berechnungsschema hätte geben wollen, dann hätte er sich mit dem „Commentariolus“ begnügen und die Rechenarbeit den Berufsastronomen überlassen können.

Es besteht ferner der begründete Verdacht, daß Osiander auch den Titel um den Zusatz „der Himmelskreise“ erweitert hat, während Kopernikus als Titel nur „De revolutionibus“ (Über die Umläufe) verwenden wollte. Der Ausdruck „Himmelskreise“ war ein im Rahmen des Ptolemäischen Systems üblicher und festumrissener Fachbegriff. Sehr wahrscheinlich wünschte Kopernikus diesen Begriff nicht zu verwenden, um die damit zusammenhängenden Vorstellungen, zum Beispiel von irgendwie körperlichen Himmelssphären, nicht mitanklingen zu lassen, da er diesen für seine Lehre nicht wesentlichen Punkt einfach offen lassen wollte.

Und schließlich hat Osiander noch auf das Titelblatt die Aufforderung: „Eme, lege, fruere“ (Kauf, lies, genieße)

drucken lassen, die man als würdelos bezeichnen kann, selbst wenn man berücksichtigt, daß marktschreierische Anpreisungen damals gang und gäbe gewesen sind.

Aus allen diesen Änderungen Osianders spricht das Bestreben, dem Absatz des Buches möglichst alle Hemmnisse aus dem Wege zu räumen, jedoch nicht im Interesse der Verbreitung der neuen Lehre, sondern des Erlöses.

Man würde Osiander unrecht tun, wenn man ihn allein verantwortlich machte. In seiner Handlungsweise spiegelt sich nämlich neben dem Zeitgeist die allgemeine Meinung der Praktiker oder der „Verbraucher“ von astronomischen Tabellen wider, wenn man so sagen darf. Tatsächlich interessierte beispielsweise die Seefahrer an diesen Tabellen nur die Brauchbarkeit für ihre Zwecke, also die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Werte. Auf Grund welcher Theorien oder Erkenntnisse die Werte errechnet worden waren, ob sie im philosophischen Sinne der Wahrheit entsprachen oder nicht, das interessierte sie nicht.

Daraus können wir schlußfolgern, daß die Berufsastronomen jener Zeit, also die, die unmittelbar die „Verbraucher“ zu bedienen gehabt haben, kaum das Risiko eingegangen wären, das ihnen vertraute geozentrische System aufzugeben und ein anderes auszuarbeiten, ohne von vornherein sicher zu sein, daß ihnen das neue System bessere Gebrauchswerte liefern würde. Der Bedarf der Praxis an genauen Werten war zwar ein wichtiger Faktor für die Entstehung des heliozentrischen Systems, aber das bedeutete nicht, daß auch die Lösung der dadurch gestellten Aufgabe aus der Praxis kommen mußte. Wie ein Arzt es sich nicht leisten kann, das Leben von Patienten aufs Spiel zu setzen, nur um ein neues, aber noch nicht erprobtes Heilmittel zu prüfen, so verlangt auch die Praxis, daß ihre Bedürfnisse laufend befriedigt werden. Sie gestattet keinen Aufschub, auch dann nicht, wenn die gewohnte Lösungsmethode gewisse Mängel aufzuweisen hat. Des-

halb wäre es vorschnell geurteilt zu erwarten, daß die Überwindung des Ptolemäischen Systems dort zuerst hätte erfolgen müssen, wo man zuerst auf die Mängel gestoßen ist, also in Italien, und von denen, die sie zuerst am deutlichsten erkannt haben.

Es gibt ferner in der Geschichte der Wissenschaften weitere Beispiele dafür, daß erst die alten, gewohnten Wege vergeblich beschritten sein müssen, ehe der Gedanke Gestalt annimmt, daß alle alten Wege nicht zum Ziele führen und ein ganz neuer Weg gesucht werden muß. Den neuen Weg kann aber nur jemand suchen, der einen genügend großen Abstand von den unmittelbaren Bedürfnissen der Praxis hat, um sich ausschließlich dem grundsätzlichen Problem widmen zu können.

In einem Brief an Kopernikus, in dem Osiander diesem den Vorschlag macht, eine Einleitung des hier kurz skizzierten Inhalts voranzusetzen, bekennt Osiander, daß er schon immer diesen Standpunkt eingenommen habe. Kopernikus ging auf diesen Vorschlag nicht ein. Dieses Bekenntnis Osianders beweist, daß die Astronomen um diese Zeit nicht mehr an die „Wahrheit“ des Ptolemäischen Systems geglaubt haben. Das war eine Folge der Aufdeckung der zahlreichen Mängel dieses Systems, die die vielfache Verwendung der Planetentabellen in der Praxis herbeigeführt hatte. Wir haben keinen Grund anzunehmen, daß Osiander ein Anhänger des neuen Systems gewesen ist. Wenn er trotzdem die Herausgabe des Werkes übernommen und durchgeführt hat, so deutet das nur auf das große Interesse hin, das die Astronomen an der Beseitigung der Mängel gehabt haben.

Noch vor dem Erscheinen des Hauptwerkes ließ Rhetikus zwei Teile des Werkes unter dem Titel „De lateribus et angulis triangulorum tum planorum rectilineorum tum sphaericorum libellus“ (Büchlein über die Seiten und Winkel der ebenen und der sphärischen Dreiecke) erscheinen

(1542). Diese Teile des Werkes behandelten die ebenen und die sphärischen Dreiecke. Sie hielten sich in ihrem Aufbau an das Vorbild des Almagest, brachten aber auch die von Kopernikus selbständig vorgenommene Weiterentwicklung der Trigonometrie. Diese ist die für den Astronomen wichtigste mathematische Disziplin. Schon der große Astronom Regiomontan hatte es für notwendig gehalten, dieses Gebiet selbständig auszubauen und zu vervollkommen. Daran erkennen wir den noch unzureichenden Stand der Mathematik um jene Zeit.

Im Frühjahr 1543 erschien das Werk mit den vorher genannten Ergänzungen von Osiander. Kopernikus lag seit dem Winter schwerkrank danieder. Aber ein erstes Exemplar seines Buches konnte er noch in Händen halten, bevor er am 24. Mai 1543 seine Augen für immer schloß. Unter solchen dramatischen Umständen vollzog sich einer der bedeutsamsten Wendepunkte in der Geschichte der Wissenschaft und auch der Menschheit. Mit dem Erscheinen des Werkes hatte Kopernikus „der kirchlichen Autorität in natürlichen Dingen den Fehdehandschuh“ hingeworfen. „Von da an datiert die Emanzipation der Naturforschung von der Theologie . . .“, so hat ja Friedrich Engels dieses Ereignis gewürdigt.

DER KAMPF UM DIE NEUE LEHRE

Als das Werk erschien, hatte die neue Lehre bereits viele offene Gegner, aber eigentlich nur einen, allerdings begeisterten Anhänger: Rhetikus. Sicherlich wird sie einige weitere Freunde gehabt haben, wie etwa die Amtskollegen von Kopernikus in Polen. Der Kampf um die neue Lehre, der sich über ein Jahrhundert hinziehen sollte, entbrannte also bereits vor dem Erscheinen des Werkes. Die Kunde von dem neuen System war ja dem Werk schon vorausgeeilt, insbesondere nach Wittenberg, der Hochburg des Protestantismus, nach Rom, dem Sitz des Papstes, und nach Nürnberg, dem Zentrum der Astronomie.

Man könnte vermuten, daß sich von seiten des Papstes und der katholischen Kirche der Widerstand am frühesten und am heftigsten erhoben hätte. Das war aber nicht der Fall. Kopernikus berichtet in seiner dem Papst gewidmeten Einleitung, daß dieser schon 1535 ein wohlwollendes Interesse an der neuen Lehre bekundet und um eine nähere Darlegung gebeten habe. Kopernikus erhielt auch eine Aufforderung, an der geplanten Reform des Kalenders mitzuwirken. Dies hätte er aber ablehnen müssen, berichtet er, da eine Reform keinen Erfolg haben könne, ehe nicht die Grundlagen der Astronomie endgültig geklärt seien.

Diese anfängliche Haltung der katholischen Kirche wird verständlicher, wenn man berücksichtigt, daß in Italien

inzwischen zwar der Höhepunkt der Renaissance und der Begeisterung für die Wissenschaft überschritten und ein Rückgang in wirtschaftlicher, sozialer und politisch-nationaler Hinsicht eingetreten, das Interesse an der Wissenschaft aber doch erhalten geblieben war. Und solange die Frage des neuen Systems ein auf die Kreise der Gelehrten beschränktes Streitobjekt blieb, solange es nicht breite Massen in Bewegung setzte, solange wurden vitale Interessen der katholischen Kirche nicht direkt berührt.

Die Haltung der katholischen Kirche änderte sich erst grundlegend in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts. Aber die Ursache dafür lag außerhalb des Streites um die neue Lehre. Die katholische Kirche hatte erkennen müssen, daß die Reformation und die anderen revolutionären Angriffe auf ihre beherrschende Stellung nur durch einen geschlossenen und systematischen Gegenangriff zurückgedrängt werden konnten. Sie hatte ferner erkannt, daß aus den neu entstandenen Ideen in der Wissenschaft eine große Gefahr für ihre Autorität erwuchs. Und sie begann diesen Gegenangriff, der als Gegenreformation das nächste Jahrhundert wesentlich beeinflußte. Sie begann ferner die neu entstandenen Ideen in der Wissenschaft systematisch und mit allen Mitteln, einschließlich der Inquisition, zu bekämpfen. Ihr besonderes Organ hierbei war der 1534 gegründete und 1540 vom Papst bestätigte Jesuitenorden. Nun erst setzte der schärfste Kampf gegen die Lehre von Kopernikus ein, dessen Werk schließlich sogar (1616) auf den Index der verbotenen Bücher gesetzt wurde (erst 1823 wurde es wieder gestrichen).

In der Gegenreformation ging es der Kirche um die Wiedererlangung ihrer mittelalterlichen Vormachtstellung. Aus diesem Grunde bekämpfte sie alles, was diesem Ziel im Wege stand oder seine Erreichung gefährdete. Deshalb fiel es eigentlich kaum ins Gewicht, ob die neue Lehre wissenschaftlich begründet war oder nicht. Gegen diese

Angriffe hätte Kopernikus seine Lehre niemals wappnen können, selbst wenn er die überzeugendsten Beweise gefunden hätte. Seine Lehre brachte einen zu tiefgreifenden Umsturz der gesamten Weltanschauung, als daß die katholische Kirche hätte mit ihr einverstanden sein können.

Der Widerstand Luthers, Melanchthons und der protestantischen Kirchen war nicht weniger heftig und beruhte auf ähnlichen Beweggründen, richtete sich aber vor allem gegen die Erschütterung der Autorität der Bibel. Die neu entstandenen protestantischen Kirchen stützten sich viel stärker als die katholische Kirche auf die Bibel, und zwar auf ihren Wortlaut. Nun ist aber das, was in der Bibel über die Welt ausgesagt wird, eindeutig geozentrisch orientiert, da ja dieses Weltbild zur Zeit der Niederschrift der Bibel allein Gültigkeit gehabt hat. Infolgedessen bestand, wie wir vorher schon gesehen haben, zwischen dem Wortlaut der Bibel und der heliozentrischen Lehre von Kopernikus ein offenkundiger und nicht zu überbrückender Widerspruch. Die neue Lehre behauptete somit indirekt, daß in der Bibel Irrtümer enthalten seien und untergrub damit das Ansehen der Heiligen Schrift. Daher war Luther ein so entschiedener Gegner der neuen Lehre. Er drückte das in folgenden Worten aus:

Dieser Narr (Kopernikus – A. K.) will die ganze Kunst Astronomiae umstürzen. Josua hieß aber die Sonne stillstehen und nicht die Erde (vergleiche Bibel, Buch Josua, Kap. 10, V. 12 ff.).

Luther konstatierte also kurz und bündig den Widerspruch der neuen Lehre zum Wortlaut der Bibel und betrachtete damit die Sache als erledigt. Bei seiner großen Autorität hatte seine Ablehnung natürlich große Wirkung auf die Protestanten. Wie aber das Beispiel des Rhetikus zeigt, haben sich Männer gefunden, die trotzdem zur neuen Lehre gekommen sind. Deren Zahl wuchs mit der Zeit, wenn sie auch nicht offen für die Lehre eintraten.

Auch wenn des Kopernikus Lehre besser begründet worden wäre, hätte der Widerstand der protestantischen Kirche nicht beseitigt werden können, da der Widerspruch zum Wortlaut der Bibel zentrale Interessen der Kirche betraf. Rhetikus handelte, als er Kopernikus aufsuchte, offenbar nicht ausschließlich aus persönlichem Interesse. Er stand vielmehr mit den Nürnberger Astronomen in enger Verbindung und sollte ihnen berichten, was denn die neue Lehre bringe. Sein „Erster Bericht“ war tatsächlich ein Bericht, gerichtet an den Nürnberger Astronomen Schöner, und ist nur später, aber in der Form eines Briefes an Schöner, auch gedruckt worden. Schöner war mit dem astronomischen Nachlaß von Regiomontan beschäftigt und hatte offensichtlich ein großes Interesse daran, zu erfahren, was die neue Lehre enthalte. Dieses Interesse darf man bei allen zeitgenössischen Astronomen voraussetzen. Wie wir jedoch bereits bei Osiander festgestellt haben, ging das Interesse der Astronomen von rein praktischen Erwägungen aus; man möchte fast sagen, sie haben ein kommerzielles Interesse gehabt. Von ihnen verlangte die neue Lehre nicht nur ein Umdenken, sondern auch ein völliges Umstellen in der praktischen Rechenarbeit, nämlich von der Erde als Mittelpunkt auf die Sonne. Es bedeutete für sie ein Umstellen auf ganz neue Sphären, Epizyklen und Exzenter mit anderen Werten für die Radien und Umläufe. Auf der anderen Seite enthielt aber auch das neue System noch einen Mangel: Es kannte noch nicht die Ellipsenform der Planetenbahnen und stellte daher auch nur eine Näherung dar, wenn auch diese Näherung dank der Lebensarbeit von Kopernikus mindestens so gut wie die mit dem Ptolemäischen System erreichte war und sie in vielem übertraf. Angesichts dieser Umstände, der Notwendigkeit einer völligen Umstellung und des genannten Mangels, blieben die Astronomen abwartend und benutzten nach wie vor das Ptolemäische System. Wären sie für

das neue System gewonnen worden, so hätte dies zweifellos dessen Sieg beschleunigt. Das etwa war der Zustand nach dem Erscheinen des Werkes; aber so konnte es nicht bleiben, es mußte eine Entscheidung für oder gegen das Kopernikanische System heranreifen.

Denn nach wie vor bestand der Bedarf an genauen astronomischen Werten und an einer Reform des Kalenders. (Die Kalenderreform wurde 1582 wirklich durchgeführt und brachte den bis heute geltenden Gregorianischen Kalender.) Ferner hatte die hier schon skizzierte Einleitung von Osiander natürlich nicht erreichen können, daß diejenigen, die Kopernikus' Werk gelesen oder seine Hauptgedanken kennengelernt hatten, die neue Lehre als ein bloßes Berechnungsschema betrachtet hätten. Die Idee, daß die Erde nicht der Mittelpunkt der Welt sei, daß sie sich drehe und dazu noch die Sonne umlaufe, war viel zu umstürzend, als daß sie von einem Gelehrten oder auch von einem Laien ohne heftigste Erregung und Anteilnahme hätte hingenommen werden können.

Ungeachtet der Verbote und der Verdammung durch die Kirchen breitete sich die Kunde von der Lehre in weitesten Kreisen aus, obwohl kaum jemand offen für sie eintrat. In einer Reihe von Fällen gibt es sichere Angaben darüber, daß das System insgeheim gelesen worden ist. Giordano Bruno (1548–1600), obwohl Mönch, konnte sich das Werk beschaffen und es studieren. Tycho Brahe kannte das System, und weil er es kannte, wollte er es durch genaue Messungen auf seine Wahrheit prüfen. Johannes Kepler (1571–1630) wurde von seinem Lehrer Maestlin insgeheim mit dem Werk bekannt gemacht, während er selbst in seinen Vorlesungen das Ptolemäische System lehrte, genauer – lehren mußte. Ebenso kannte Galilei die Lehre des Kopernikus. Außer diesen gab es viele weitere bekannte und unbekannte Männer, die sich Kenntnis von der neuen Lehre verschafft hatten. Und von

dieser Seite begann gegen Ende des 16. Jahrhunderts ein Kampf für das System und gegen die Verbote der Kirchen und die Widerstände der durch die Gegenreformation neu belebten Scholastik der Universitätsprofessoren. Jeder der oben genannten Männer trug dazu besonders bei.

Giordano Bruno wird als der Philosoph der Renaissance bezeichnet. In seiner Heimat Italien hatte die Renaissance ihren Höhepunkt längst überschritten. Dafür erlebte Bruno den Höhepunkt der Gegenreformation, die versuchte, die in der Renaissance in Erscheinung getretenen neuen und freieren Ideen zurückzudrängen. Bruno bekämpfte diesen Versuch mit allen ihm zu Gebote stehenden Kräften, einer mitreißenden Leidenschaft, einem beißenden Spott, mit unerhörtem Wissen und kühnen Gedanken. Das Hauptziel seiner Angriffe war die von der Gegenreformation neu belebte Scholastik und ihr Versuch, die Wissenschaft wieder ganz in die Botmäßigkeit der Theologie zu bringen, von der sie sich in der Renaissance doch wenigstens teilweise befreit hatte. Diese Art von Scholastik beschränkte sich durchaus nicht auf die katholischen Länder. Bruno hatte seine heftigsten Kämpfe im kalvinistischen Oxford zu bestehen.

Es versteht sich, daß er als Gegner der Scholastik ein begeisterter Anhänger des Kopernikanischen Systems war. Ihm genügte es nicht einmal, er ging über die Beschränkung auf das Sonnensystem hinaus. Er sprach den Gedanken aus, daß die Welt unendlich sei und die vielen Fixsterne ebenso viele Sonnen seien und ihre Planeten hätten. Der Gedanke einer Vielzahl von Welten war im alten Griechenland in der Zeit vor Plato schon einmal ausgesprochen worden (zum Beispiel von Demokrit). Er wurde aber nach Plato und Aristoteles ebenso fallengelassen und verpönt wie das heliozentrische System von Aristarch und die Atomlehre von Demokrit.

Wir erinnern uns, daß die Vorstellung, die Erde sei Mittelpunkt und überhaupt der wesentliche Teil der Welt, tiefe Wurzeln gehabt hat. Wir verstehen deshalb auch, daß diese kühne Erweiterung des Kopernikanischen Gedankens durch Giordano Bruno nach Ansicht der Theologen eine noch schlimmere Ketzerei dargestellt hat als das heliozentrische System. Es gelang der katholischen Kirche, Bruno aus Deutschland, wo er sich längere Zeit aufgehalten hatte, nach Italien (Venedig) zu locken und ihn verhaften zu lassen. Sie zerrte ihn vor ihr Inquisitionsgericht. Sieben Jahre lang wandte sie alle Mittel an, um ihn zum Widerruf zu bewegen. Das geschah nicht etwa aus Sorge um das Seelenheil Brunos, sondern deshalb, um Anhänger Brunos durch seinen Widerruf an der Wahrheit seiner Lehre irrezumachen. Bruno erkannte sehr wohl, daß er seiner Lehre den Todesstoß versetzen würde, wenn er widerriefe, und blieb fest. Die Inquisition mußte schließlich einsehen, daß Bruno nicht zu beugen war. Sie schickte ihn im Jahre 1600 auf den Scheiterhaufen, aber selbst noch im Todeskampf blieb Bruno standhaft. Die Kirche irrte sich indessen gründlich, wenn sie meinte, mit Giordano Bruno auch seine Ideen und das Kopernikanische System vernichtet zu haben. Sie errang einen Pyrrhussieg.

Schon hatte sich nämlich Brunos großer Landsmann Galileo Galilei in Italien und darüber hinaus ein großes wissenschaftliches Ansehen errungen. Galileis Hauptforschungsgebiet war die Mechanik. Auch er war zu Erkenntnissen gelangt, die im Widerspruch zu den Lehren von Aristoteles standen, der ja bei den Scholastikern als Autorität für alle Fragen der Naturwissenschaft galt. Einen solchen Widerspruch zu seinen eigenen Erkenntnissen und zur Wirklichkeit, wie er durch Experimente feststellte, fand er insbesondere bei der Untersuchung der Gesetze des

freien Falls. Aristoteles hatte gelehrt, daß ein Körper um so schneller falle, je schwerer er sei. Galilei fand und bestätigte es durch Experimente, daß alle Körper an sich gleich schnell fallen und nur der Luftwiderstand die leichteren stärker bremse als die schweren. So entdeckte er das Gesetz des freien Falls.

Er griff Aristoteles und seine scholastischen Anhänger nicht wie Bruno frontal, das heißt im Gesamtlehrgebäude, sondern nur auf dem einzelnen Gebiet an, und auch nicht philosophisch, sondern durch experimentelle und mathematische Beweise. Dadurch überzeugte er zwar die Scholastiker nicht, die diese Art von Beweisen ja nicht anerkennen wollten; er schuf sich aber viele gleichgesinnte und begeisterte Anhänger, insbesondere bei der Jugend.

Weil Galilei feststellte, daß Aristoteles in einem wesentlichen Punkt Falsches gelehrt hatte, war er geneigt, ihm weitere Fehler zuzutrauen. Er war bereits Anhänger der Kopernikanischen Lehre, als er auf die Kunde von der Erfindung des Fernrohrs hin sich selbst ein solches Instrument errechnete und baute und es als erster auf den Himmel richtete. Dort entdeckte er Dinge, von denen weder Aristoteles und Ptolemäus, noch deren zeitgenössische Anhänger etwas geahnt hatten, daß nämlich der Jupiter Monde hat, der Saturn einen Ring besitzt und daß die „makellose, göttliche“ Sonne Flecken aufweist! (Daß es sich bei dem von Galilei entdeckten Gebilde beim Saturn um einen Ring handelt, stellte erst Huygens 1656 fest.)

Galileo Galilei trat daraufhin offen und leidenschaftlich für das Kopernikanische System ein und übte bei seinem Ansehen eine große, für das System werbende Wirkung aus. Jedenfalls machte die Inquisition nun auch ihm den Prozeß (zum erstenmal 1616, dann endgültig 1633). Er wurde gezwungen, der Kopernikanischen Lehre abzuschwören und verblieb für den Rest seines Lebens unter der argwöhnischen Überwachung der Inquisition.

Doch Galilei befand sich in einer anderen, günstigeren Lage als Bruno. Dieser hatte kaum Anhänger gehabt, wohl aber viele Feinde, Galilei dagegen hatte viele Schüler, Anhänger und Freunde. Sein Widerruf betraf nur die Lehre des Kopernikus; doch es wurde bald ein offenes Geheimnis, daß er nach wie vor an die Wahrheit des Systems glaubte. Die Worte: „Und sie (das heißt die Erde – A. K.) bewegt sich doch“, die eine Legende ihm in den Mund legt, hat er beim Verlassen des Inquisitionsgerichts nicht gesprochen. Aber er hat sie sicherlich gedacht, sie geben seine wirkliche Meinung wieder. Und diese Worte wurden Wahrheit und sind wohl deshalb so populär geworden. Die Erde drehte sich, und die von Kopernikus ausgegangene Bewegung entwickelte sich weiter.

Einen wichtigen Beitrag zum Sieg des Kopernikus lieferte der dänische Astronom Tycho Brahe (1546–1601), der zuletzt in Prag im Dienste des Kaisers wirkte. (Um diese Zeit interessierten sich die Fürsten sehr für die Astronomie, in der Hauptsache jedoch wegen der Horoskope, die sie sich stellen lassen wollten.) Tycho Brahe gehörte nicht zu den Anhängern des heliozentrischen Systems; er war aber auch von der Wahrheit des Ptolemäischen Systems nicht mehr überzeugt. Daher beschloß er, durch genaue und umfassende Messungen eine Entscheidung herbeizuführen. Er ließ sich riesige Quadranten* anfertigen und erreichte tatsächlich eine Genauigkeit der Positionsmessungen, die bedeutend besser als die der älteren war.

Tycho Brahe stellte fest, daß auch das heliozentrische System die beobachteten Werte nicht genau wiederzugeben erlaubte. Wie schon gesagt, lag das daran, daß es die Bahnen der Planeten für kreisförmig beziehungsweise

* Quadrant = Viertelkreis mit Visier; ein Instrument zur Bestimmung der Höhe eines Gestirns

aus Kreisen zusammengesetzt ansah. Brahe entwarf ein vermittelndes System, bei dem alle Planeten um die Sonne kreisen sollten, diese selbst aber ihrerseits die ruhende Erde umlaufen sollte.

Kurz vor seinem Tode berief er Johannes Kepler als seinen Mitarbeiter zu sich. Er übertrug ihm die Aufgabe, aus seinen Messungen die Bahn des Planeten Mars zu ermitteln. Nach seinem Tode erhielt Kepler das gesamte Brahesche Material zur Ausarbeitung.

Kepler ist, wie wir wissen, ein Anhänger des Kopernikanischen Systems gewesen. Daneben aber war er davon überzeugt, daß die Himmelskörper in einer Art Weltharmonie angeordnet seien. Er entwarf ein System, in welchem jeder Sphäre im heliozentrischen System einer der fünf regelmäßigen Körper* zugeordnet war. Natürlich war das ein rein spekulatives Weltsystem. Aber die Idee der Weltharmonie führte ihn schließlich dazu, nach den Beziehungen zwischen den Abständen der Planeten zu suchen.

Kepler entdeckte nun an Hand des Braheschen Beobachtungsmaterials, daß die Meßwerte aller Planeten am besten und sogar überraschend gut dann wiedergegeben werden, wenn man annimmt, daß sie eine Ellipse beschreiben und die Sonne in dem einen Brennpunkt der Ellipse steht (sogenanntes 1. Keplersches Gesetz, 1609). Er fand ferner, daß der Leitstrahl Sonne – Planet in gleichen Zeiträumen gleiche Flächen überstreicht (2. Keplersches Gesetz). Aus diesem Gesetz folgte übrigens umgekehrt, daß die Planeten sich auf den einzelnen Abschnitten ihrer Bahn verschieden schnell bewegen müssen, da die Abstände zur Sonne (die Leitstrahlen) verschieden für die Bahnabschnitte sind. In einem bestimmten Punkt steht der Planet

* Regelmäßige Körper sind Körper, die von gleichseitigen und gleichgroßen Flächen begrenzt werden wie zum Beispiel der Würfel. Es gibt fünf regelmäßige Körper.

der Sonne am nächsten (kürzester Leitstrahl und größte Bahngeschwindigkeit), im gegenüberliegenden Punkt der Bahn aber steht er ihr am fernsten (längster Leitstrahl, geringste Geschwindigkeit). Die solange als unumstöß-

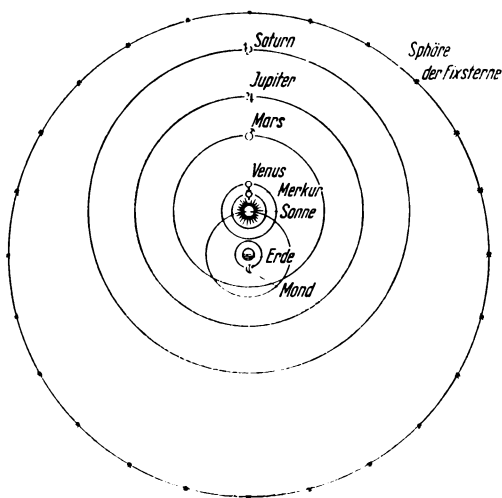


Bild 11

Das Tycho-Brahesche Weltsystem, ein Kompromiß zwischen dem Ptolemäischen und dem Kopernikanischen System: alle Planeten kreisen um die Sonne, aber die Sonne mit den Planeten um die Erde.

liche Wahrheit hingennommene Annahme, daß die Planeten sich nur gleichmäßig bewegen, war nunmehr endgültig überwunden.

Mit diesen beiden Gesetzen beseitigte Kepler die noch vorhandenen Mängel des Kopernikanischen Systems. Jetzt erst erkannte man seine überzeugende Einfachheit und Klarheit. Kepler brauchte überhaupt keine Exzenter und Nebenkreise mehr.

Er fand später (1618) noch ein drittes Gesetz, nach dem sich die dritten Potenzen* der großen Halbachsen der Bahnellipsen wie die zweiten Potenzen der Umlaufzeiten verhalten. Dieses Gesetz und die beiden ersten Gesetze ermöglichten es später dem großen englischen Gelehrten Isaac Newton (1642–1727), das von ihm entdeckte Gesetz der allgemeinen Massenanziehung zu überprüfen und zu bestätigen. Es gelang ihm nämlich, die Keplerschen Gesetze aus der Annahme abzuleiten, daß sich allgemein zwei Massen mit einer Kraft anziehen, die dem Produkt ihrer Massen gleich (genauer proportional) ist und mit der zweiten Potenz der Entfernung zwischen den betreffenden Massen abnimmt. Damit war der Sieg des Kopernikanischen Systems endgültig errungen.

Aber auf andere Weise hatte schon Kepler den entscheidenden Durchbruch erzielt. Und zwar dadurch, daß er Planetentabellen aufstellte, die sogenannten Rudolphinischen Tafeln (1627), die endlich den Grad an Genauigkeit besaßen, der von der Praxis gefordert wurde. Damit waren die bis dahin abwartend gebliebenen praktischen Astronomen für das heliozentrische System gewonnen und dessen Sieg entschieden.

Wir haben nur die Hauptetappen und die Hauptpersonen des Kampfes um das Kopernikanische System genannt. Aber wir müssen uns in jene Zeit zurückversetzen und uns klarmachen, daß die These, die Erde sei nicht in Ruhe, sondern drehe sich und laufe auch noch jährlich einmal um die Sonne, ein ungeheures Interesse in breitesten Kreisen gefunden und heftige Auseinandersetzungen ausgelöst hat.

* a^3 (sprich: a hoch drei) ist eine Potenz. In abgekürzter Schreibweise bezeichnet man damit das Produkt $a \cdot a \cdot a$.

DIE BEDEUTUNG DER LEHRE DES KOPERNIKUS

In jeder Wissenschaft gibt es Entdeckungen oder Werke, von denen wir rückblickend sagen können, daß mit ihnen ein neuer, höherer Abschnitt eingeleitet worden ist. Warum dies für das Werk von Kopernikus in ganz besonderem Maße gilt, wollen wir nun näher betrachten.

Die grundlegende Aufgabe jeder Naturwissenschaft besteht darin, die Gesetzmäßigkeiten in der Natur aufzudecken. Erst die Erkenntnis der objektiv existierenden Gesetzmäßigkeit versetzt die menschliche Gesellschaft in die Lage, sich dieser zu ihrem Wohle zu bedienen, das heißt die Kräfte und Schätze der Natur zu beherrschen und auszunutzen. Es vergingen aber immer lange Zeiträume, ehe die Wissenschaft eines bestimmten Gebietes bis zu den ersten Gesetzmäßigkeiten vorstieß. Am Anfang steht das Sammeln von Tatsachen, und darauf folgt als nächste Etappe die Beschreibung dieser Tatsachen in Form einer zusammenhängenden Darstellung. Auch sie läßt schon gewisse Nutzenwendungen durch die Gesellschaft zu, weil sie gewisse Regelmäßigkeiten aufzeigt. Man muß sie aber deutlich als eine niedere Stufe der Erkenntnis von der Stufe unterscheiden, in der aus den Tatsachen Gesetzmäßigkeiten abgeleitet werden.

Das Ptolemäische System war seinem Charakter nach eine solche Beschreibung der Bewegungen des Himmels. Schein-

bar und rein formal betrachtet, war auch das Kopernikanische System nur eine Beschreibung. Aber zwischen Beschreibung und Beschreibung besteht ein Unterschied. Warum hat Kopernikus sein neues System aufgestellt? Zweifellos deshalb, weil er zu dem Schluß kam, daß eine exakte Beschreibung der Himmelsbewegungen mit dem geozentrischen System nicht möglich sei. Das aber war nur der Ausgangspunkt. Für das heliozentrische System jedoch entschied er sich später deshalb, weil er es nicht nur für genauer, sondern auch für wahrer hielt. Obwohl er wußte, daß die Praxis nur Wert auf Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Tabellen legte – Osiander hatte ihm das deutlich genug geschrieben –, obwohl er selbst feststellte, daß seine Werte noch nicht wesentlich besser ausfielen als die auf Grund des Ptolemäischen Systems errechneten, und obwohl er schließlich klar voraussah, daß seine Lehre auf heftigsten Widerstand stoßen würde; trotz alledem hielt er es für notwendig, dieses sein neues System an die Stelle des alten zu setzen. Er hielt es deshalb für notwendig, weil er davon ausging, daß den Berechnungen die wirklichen Bewegungen zugrunde gelegt werden müßten. Und hierin liegt die Bedeutung des Kopernikanischen Systems für die Astronomie.

Betrachten wir irgendeinen Planeten und fragen, warum er diese bestimmte Bahn beschreibt. Wir wissen seit Newtons Gravitationsgesetz, daß er seine Bahn beschreiben muß, weil er sich im Anziehungsfeld der Sonne, des bei weitem massenreichsten Körpers unseres Systems, befindet. Seine Bewegung setzt sich aus zwei Bewegungen zusammen. Von der Entstehung des Planetensystems her hat er eine bestimmte Geschwindigkeit. Wäre die Sonne nicht, dann würde er sich geradlinig mit dieser Geschwindigkeit weiterbewegen. Infolge der Anziehung der riesigen Sonnenmasse aber „fällt“ er zur Sonne, und zwar dauernd, das heißt er wird aus seiner geradlinigen Bewegung

dauernd zur Sonne hin abgelenkt. Daraus ergibt sich seine Bahn, die elliptisch ist, aber einem Kreis sehr nahe kommt.

Mit anderen Worten, weil Kopernikus die Bewegungen der Planeten auf ihr wirkliches Zentrum, die Sonne, bezogen hatte, deshalb war es Kepler möglich, die wirkliche Bahnform der Planeten zu ermitteln und die beiden weiteren, nach ihm benannten Gesetze aufzustellen. Zusätzlich waren nur die genaueren und umfassenderen Beobachtungsdaten von Tycho Brahe erforderlich. Aber im Rahmen des Ptolemäischen oder des Tycho-Braheschen Systems wäre es Kepler mit diesen selben Daten nicht möglich gewesen, entsprechende Gesetze aufzustellen, einfach deshalb nicht, weil die in beiden Systemen als Weltzentrum geltende Erde nicht bestimmend ist für die Bahn der übrigen Planeten.

An einem Beispiel sei das noch etwas näher erläutert. Im alten System mußte man auch schon bestimmte Werte für die Entfernungen der einzelnen Gestirne festsetzen. Aber auf die Erde als Zentrum bezogen, hatten die Entfernungsangaben gar keinen physikalischen Inhalt, weil sie ja die Bewegung der Erde um die Sonne irgendwie berücksichtigen mußten. Durch diese Bewegung schwankt der Abstand Erde–Planet zwischen ziemlich weiten Grenzen. Bei den äußeren Planeten ergibt sich der kleinste Abstand aus dem des Planeten von der Sonne, vermindert um den Abstand der Erde von der Sonne, die weiteste Entfernung aber aus der Summe der beiden Abstände. Also schwankt der Abstand Erde–äußerer Planet um den Durchmesser der Erdbahn. Bei den inneren Planeten schwankt er um den Durchmesser ihrer Bahnen um die Sonne. Der Radius der Hauptsphäre eines Planeten im Ptolemäischen System konnte daher nur einer mittleren Entfernung des Planeten, und zwar von der Erde, entsprechen. Eine solche mittlere Entfernung von der Erde

hat aber, wie gesagt, gar keinen physikalischen Sinn. Die Radien der Kopernikanischen Planetensphären dagegen entsprachen angenähert der mittleren Entfernung von der Sonne, also vom wirklichen Zentrum. Die folgende Tabelle zeigt, wie gut Kopernikus diese Entfernungen bereits ermittelt hat.

Das heißt aber, daß die Astronomie nun erst die wirklichen Maßstäbe des Planetensystems kennengelernt hat (und nicht nur die wirklichen Bahnformen). Das dritte Keplersche Gesetz beruht direkt auf diesen wirklichen Planetenbahnradien. Später hat man zwischen den Abständen der einzelnen Planeten noch weitere Gesetzmäßigkeiten erkannt, die von Bedeutung für die Frage der Entstehung des Sonnensystems sind.

Planet	Radius der Deferenten *	Mittlere Abstände **
Merkur	0,376	0,387
Venus	0,719	0,723
Erde	1,000	1,000
Mars	1,520	1,524
Jupiter	5,219	5,203
Saturn	9,174	9,539

Das ist jedoch nicht alles. Kopernikus selbst hat bekanntlich schon daraus, daß man an den Fixsternen die Bewegung der Erde nicht erkennen kann, den Schluß gezogen, daß sie ungeheuer weit von uns entfernt seien. Wie weit sie entfernt sind, hat er nicht anzugeben vermocht. Aber man konnte eine Mindestentfernung ermitteln, und diese war bereits so groß, daß sie alle vorhergehenden Vermutungen weit hinter sich ließ.

* Deferent ist die Hauptsphäre des Planeten. Die Werte sind auf den Radius der Erdbahn = 1 bezogen und stammen aus dem Werk von Kopernikus.

** Die neuzeitlichen Werte der mittleren Abstände der Planeten von der Sonne.

Damit ergab sich die Notwendigkeit, nun auch die üblichen Vorstellungen über die Fixsterne einer Revision zu unterziehen. Wegen dieser ungeheuren Entfernung konnten sie ja nicht mehr als eine äußerste Sphäre unserem Sonnensystem hinzugezählt werden. Es gab Vorstellungen, wonach die Fixsterne irgendwelche spiegelnde Gebilde wären, an der äußersten Sphäre befestigt, und ihr Licht von der Sonne erhalten und es zurückspiegeln würden. Eine andere antike Lehre deutete sie als Löcher in der äußersten Sphäre, durch die der himmlische Glanz hindurchschien. Alle solche Vorstellungen mußte man nun früher oder später aufgeben und statt dessen die Frage aufwerfen, was denn die Fixsterne wirklich seien. Zur Zeit des Kopernikus war bereits bekannt, daß einige Fixsterne nicht völlig unbeweglich sind, sondern in langen Zeiträumen ihren Standort verändern. Mehr wußte man aber kaum und konnte man auch mit den damaligen Instrumenten nicht ermitteln.

Erst mit der Erfindung des Fernrohrs (etwa 1608) gelang eine weitere wichtige Entdeckung. Bei Betrachtung mit dem bloßen Auge kann man den Eindruck gewinnen, als ob die Fixsterne winzig kleine, leuchtende Scheibchen darstellen. Tycho Brahe, dieser unermüdliche Beobachter, meinte sogar, daß er den Durchmesser dieser Scheibchen mit seinen Instrumenten messen könnte. Er fand einige Bruchteile einer Bogenminute. Da er gleichzeitig jedoch keinerlei jährliche Parallaxe der Fixsterne (scheinbare Verschiebung des Standorts infolge der Erdbewegung um die Sonne) messen konnte, folgerte er daraus, daß dann ja die Fixsterne größer sein müßten als der Durchmesser der Erdbahn. (Weil man den Durchmesser der Fixsterne, wie er annahm, von der Erde aus messen könne, den der Erdbahn aber vom Fixstern aus nicht.) Das hielt er für völlig absurd und schloß daraus, daß ein Umlauf der Erde um die Sonne nicht existieren, Kopernikus' Lehre also nicht

richtig sein könne. Wie wenig man indessen damals noch von den wirklichen Entfernungen im Weltall gewußt hat, kann man daran erkennen, daß derselbe Tycho Brahe eine Entfernung der Fixsterne von mehr als dem 700fachen der Entfernung Erde–Sonne ebenfalls für absurd gehalten hat. Das Licht braucht aber von der Sonne nur 8 Minuten, vom allernächsten Fixstern dagegen über 4 Jahre!

Als man nun die Fernrohre auf die Sterne richtete, erkannte man, daß die Fixsterne keine leuchtenden Scheibchen darstellen, ihr Durchmesser also von uns aus nicht gemessen werden kann, daß sie vielmehr wie ein mathematischer Punkt ohne Ausdehnung erscheinen. Daraus ergab sich sofort, daß Brahes Einwand hinfällig war und die Fixsterne tatsächlich so ungeheuer weit von uns entfernt sind, wie Kopernikus behauptet hatte.

Die Bedeutung des Kopernikus für die Astronomie können wir also kurz dahin zusammenfassen, daß er in seinem Werk die Grundlage für die folgende Entwicklung dieses Gebietes gelegt hat. Die Astronomie wurde durch diese Grundlage zu einer Wissenschaft, die nicht mehr eine bloße Beschreibung der Himmelserscheinungen lieferte, sondern deren Gesetzmäßigkeiten erforschte.

Diese Auswirkung erstreckte sich sogar über das Gebiet der Astronomie hinaus. Das von Isaac Newton aufgestellte Gesetz der allgemeinen Massenanziehung hätte ohne das Kopernikanische System noch nicht gefunden werden können.

Einerseits hat es den direkten Anstoß zu der Frage gegeben, durch welche Kraft denn die Planeten und die Erde zum Umlauf um die Sonne gezwungen werden. Schon Kepler stellte sich diese Frage. Er glaubte an eine Art magnetischer Kraft.

Auf der anderen Seite waren es die auf Grund des Kopernikanischen Systems von Kepler entdeckten drei Bewegungsgesetze der Planeten, die es Newton gestat-

teten, seine Annahme zu überprüfen und zu bestätigen. Newton hatte nämlich angenommen, daß dieselbe Kraft, die hier auf der Erde die Körper „anzieht“ und sie zum Fallen zwingt, auch den Mond an die Erde und die Planeten an die Sonne fesselt. Er selbst hat seine Annahme etliche Jahre hindurch für unzutreffend gehalten, weil seine ersten Berechnungen diese Bestätigung nicht ergaben. Erst als er erfuhr, daß ein Entfernungswert für den Mond, den er von einem Astronomen übernommen und seiner Berechnung zugrunde gelegt hatte, falsch war und sich mit dem richtigen Entfernungswert auch die Bestätigung ergab, erst dann hielt er seine Annahme und sein Gravitationsgesetz für erwiesen. Da er den Wert für die Anziehungskraft der Erde aus dem von Galilei entdeckten Gesetz des freien Falls ermittelt hatte, so waren dieses Fallgesetz von Galilei und das heliozentrische System von Kopernikus die beiden entscheidenden Entdeckungen, aus denen Newton sein Gesetz ableiten konnte. Das Gesetz über die allgemeine Massenanziehung aber ist eins der wichtigsten und allgemeinsten der Natur.

Galilei und Kopernikus, beziehungsweise Fallgesetz und heliozentrisches System, haben in ähnlicher Weise zusammengewirkt bei der Erschließung der Gesetzmäßigkeiten der Bewegung. Bis dahin untersuchte die Physik in der Hauptsache nur die Erscheinungen, bei denen die Körper in Ruhe bleiben. Veranlaßt durch die damals noch ungeklärte, aber für die Kriegstechnik wichtige Frage nach der Flugbahn einer Kanonenkugel sowie nach den Winkeln, die man beim Zielen einstellen müsse, hatten sich schon vor Galilei viele Mathematiker mit diesem Problem beschäftigt. Galilei löste es, indem er das Fallgesetz entdeckte und die Flugbahn als Ergebnis einer geradlinigen Bewegung in Richtung der Achse des Kanonenrohres und einer gleichzeitigen Fallbewegung erklärte.

Damit war aber die Frage nach den Gesetzen der Bewegung allgemein aufgeworfen.
 Das Planetensystem nach Kopernikus konnte als ein sehr

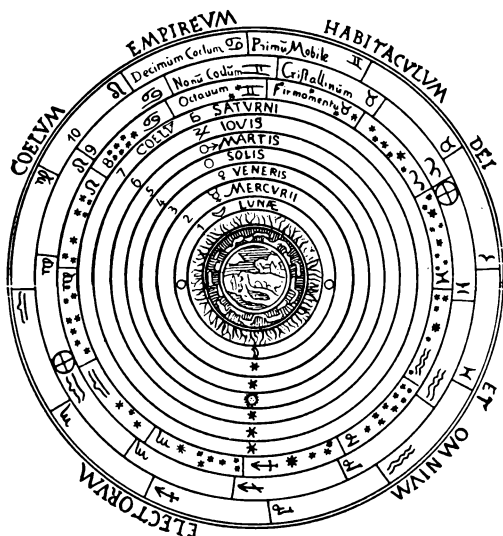


Bild 12

Das Weltall nach Peter Apian (1533)

Ein geozentrisches (Ptolemäisches) System, in welchem noch zwei weitere äußere Sphären hinzugefügt worden waren, um feinere Einzelheiten der Sternbewegungen im Rahmen des alten Weltbildes wiederzugeben

geeignetes Objekt angesehen werden, diese Gesetze näher zu studieren. Hier war ja alles in Bewegung, hier gab es eine Fülle von genauen Werten für die einzelnen Bahnen. Nach der Entdeckung des allgemeinen Gravitationsgesetzes gelang es den Astronomen, diese Bewegungen so genau zu erforschen, daß man aus kleinen

Abweichungen von den theoretisch errechneten Bahnen auf eine „Störung“ durch einen noch unbekannten weiteren Planeten schließen und sogar aus diesen „Störungen“ die

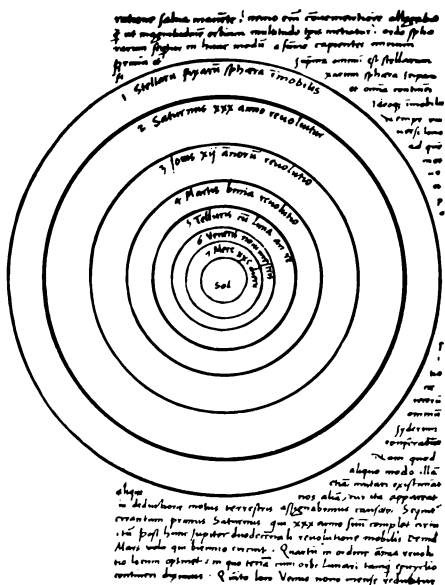


Bild 13

Das Weltall nach Kopernikus; aus der Prager Handschrift

Position des neuen Planeten errechnen konnte (Leverrier, 1846). Ein anderer Astronom, Galle, entdeckte (ebenfalls 1846) auf Grund der errechneten Position diesen neuen Planeten (Neptun). Das war einer der größten Triumphe der Wissenschaft. Die Grundlage dafür aber hatte Kopernikus geschaffen.

Die so erschlossene Lehre von den Bewegungen, die Dynamik, bereicherte die Physik um grundlegende, vorher nicht erkannte Begriffe wie Energie, Trägheit, Beschleunigung, Impuls. Sie spielen in der modernen Physik eine entscheidende Rolle.

Ein weiterer grundlegender Begriff erfuhr durch die Kopernikanische Lehre eine umwälzende Klarstellung, nämlich der Begriff des Raumes. Bis dahin war man hier Aristoteles gefolgt. Aristoteles hatte bekanntlich gelehrt, die Welt sei endlich und begrenzt. Er hatte sie auch für restlos mit Stoff angefüllt gehalten. Einen leeren Raum hatte er als absurd angesehen und als Raum gewissermaßen das Volumen betrachtet, welches ein Körper einnimmt.

Otto von Guericke (1602–1686), der Magdeburger Bürgermeister, der den berühmten Versuch mit den Halbkugeln anstellte, hegte Zweifel, ob diese Vorstellung noch haltbar sei gegenüber dem heliozentrischen System, an das er fest glaubte. Es war ihm unvorstellbar, wie er sagte, daß diese ungeheuren Weiten mit einem Stoff ausgefüllt sein sollten. Er glaubte, daß der Raum zwischen den Gestirnen leer wäre. Und um dies zu überprüfen, unternahm er um 1650 den Versuch, hier auf der Erde einen leeren Raum, ein Vakuum, künstlich herzustellen. Dies gelang ihm nach anfänglichen Mißerfolgen. Er entdeckte dabei den Luftdruck (den allerdings Torricelli schon vor ihm gefunden hatte, nämlich 1643) und erfand die Luftpumpe.

Zwischen der Entdeckung des Luftdrucks und der Erfindung der Luftpumpe auf der einen und dem heliozentrischen System auf der anderen Seite hätte man kaum eine Verbindung vermutet. Sie liegt auch durchaus nicht in der Natur der Sache. Wenn historisch eine solche Verbindung zustande gekommen ist, so ist das aber nur zum Teil ein Zufall gewesen. Man muß sehen, daß der Sieg des neuen Systems damals großes Aufsehen erregt und

deshalb viele Berufene und Unberufene zu eigenem Nachdenken über die Konsequenzen, die sich daraus ergaben, veranlaßt hat.

Diese Auswirkung kann man nicht als bloßen Zufall betrachten. Ganz allgemein wirkt sich eine neue Erkenntnis nicht nur auf dem betreffenden Gebiet aus, sondern greift mehr oder minder schnell auch auf andere, oft ganz abseits liegende Gebiete befruchtend über.

Hiermit haben wir jedoch erst die Auswirkungen betrachtet, die das heliozentrische System im Rahmen der Astronomie und der anderen Fachgebiete hatte. Erinnern wir uns aber an das Wort von Engels, daß mit Kopernikus' Werk der Theologie in natürlichen Dingen der Fehdehandschuh hingeworfen worden ist, und daran, daß die Naturwissenschaften um ihre Anerkennung und um das Recht kämpfen mußten, nach ihrer eigenen Methode frei forschen zu können! In diesem Kampf hat das heliozentrische System eine zentrale und entscheidende Rolle gespielt. Die Theologen und Scholastiker aller Konfessionen taten die Kopernikanische Lehre in Acht und Bann und schreckten nicht vor der Anwendung von Terror zurück, wie die Beispiele von Giordano Bruno und Galilei zeigen. Sie versuchten die Ausbreitung der Lehre mit allen Mitteln zu verhindern und haben sie auch zweifellos beeinträchtigt.

Um so schwerwiegender war dann ihre Niederlage in diesem Kampf. Damit war die Bahn frei, nicht nur für die neue Lehre, sondern für die neue bürgerliche Wissenschaft überhaupt. Zwar gaben die Theologen und die Scholastiker den Kampf nicht auf. Tatsache aber ist, daß von diesem Zeitpunkt an die neue Naturwissenschaft auf allen Gebieten stürmische Fortschritte gemacht hat und daß die Gegner nicht mehr imstande gewesen sind, noch einmal einen so umfassenden Kampf um eine neue Lehre zu führen wie um die Lehre des Kopernikus.

Damit haben wir auch schon die Auswirkungen berührt, die die neue Lehre ganz allgemein für die Entwicklung der Gesellschaft hatte. Der hemmende Einfluß der Scholastiker und der hinter ihnen stehenden Kräfte beschränkte sich natürlich nicht auf das Gebiet der Naturwissenschaft. Um diese Zeit, im 17. Jahrhundert, verkörperte die Scholastik den Versuch, die Vorherrschaft der ganzen mittelalterlichen Weltanschauung und Ideologie im Interesse der Kräfte aufrechtzuerhalten, die sich gegen die auf wirtschaftlichem, gesellschaftlichem und politischem Gebiet eingetretenen Veränderungen stemmten. Das Gelingen dieses Versuches hätte einen Rückschritt bedeutet, mindestens aber eine schwere Behinderung der fortschrittlichen Entwicklung, die um diese Zeit, das müssen wir klar erkennen, vom aufsteigenden Bürgertum und seiner kapitalistischen Produktionsweise getragen worden ist. Daher kam dem Sieg der neuen Naturwissenschaft, die eine bürgerliche, also von bürgerlichen Menschen geschaffene und betriebene und den ideologischen und wirtschaftlichen Interessen des Bürgertums entsprechende Wissenschaft war, eine solch große Bedeutung zu. Den Anteil der Kopernikanischen Lehre an diesem Siege haben wir kennengelernt. Wir müssen aber auch sehen, daß ja die neue Lehre das mittelalterliche Weltbild, auf welches sich die Scholastik stützte, direkt angegriffen und erschüttert hat. War die Erde nicht mehr der Mittelpunkt der Welt, sondern nur noch ein Planet unter Planeten, dann konnte auch ihr Bewohner, der Mensch, nicht mehr der Mittelpunkt der Welt oder die Krone der Schöpfung bleiben. Der ganzen Schöpfungsgeschichte und den daraus abgeleiteten Lehren war der Boden entzogen. Das aber wirkte sich nicht sofort aus. Die Religion hat tiefere, nämlich soziale, gesellschaftliche Wurzeln. Aber die Erschütterung war eingetreten. Sie zeigte sich, als im 18. Jahrhundert ein Materialismus entstand, der bei allen

seinen Schwächen eine fortschrittliche historische Wirkung ausübte.

Die aktuelle Bedeutung von Nikolaus Kopernikus besteht darin, daß wir auch noch in unserer Zeit seinem Beispiel Lehren entnehmen können. Zwar ist es nicht notwendig, heute um die Anerkennung seines Systems zu kämpfen; aber wir müssen heute wiederum um die Wissenschaft kämpfen. Das Bürgertum, welches als aufsteigende Klasse eine fortschrittliche historische Rolle gespielt und unter anderem eine Wissenschaft geschaffen hat, die auf einer unvergleichlich höheren Stufe steht als alle vorhergegangenen Wissenschaften, dieses Bürgertum greift heute die von ihm selbst geschaffenen Grundlagen der Wissenschaft an.

Es ist doch aber eine Grundlage der Wissenschaft, daß der Forscher davon überzeugt sein darf, daß die Welt durch uns Menschen erkennbar ist, daß die Experimente, die der betreffende Forscher anstellt, ihm über etwas berichten, was auch wirklich existiert.

Trotzdem gibt es Versuche in unserer Zeit, die diese Überzeugung erschüttern möchten. Man behauptet, die Wissenschaft wäre zum Beispiel in der Atomphysik auf Erscheinungen gestoßen, die der menschliche Verstand niemals begreifen würde, wo ihm eine Erkenntnisgrenze entgegenträte. Man behauptet, es wäre notwendig, sich auf solchen Gebieten mit einer mathematischen Beziehung zwischen den an den Meßinstrumenten abgelesenen Werten zu begnügen, ohne danach zu forschen, was denn nun diesen Beziehungen physikalisch zugrunde liegt. Danach zu forschen, wäre geradezu sinnlos.

Erinnern solche Behauptungen nicht sehr an den Standpunkt Oslanders, daß die Astronomie nicht die wahren Bewegungen zu erforschen hätte, sondern nur eine Berechnungsgrundlage brauche, nach der man die zukünftigen Standorte der Sterne vorausbestimmen könne? Sie

erinnern wirklich daran und auch noch an weitere Erscheinungen aus jener Zeit. Und das ist kein Zufall.

Ebenso wie damals die feudalen Klassen historisch zum Untergang verdammt waren, sich aber mit allen Mitteln gegen dieses Schicksal zu wehren suchten, so ist heute der Kapitalismus historisch überholt und zum Untergang verdammt. Auch er wehrt sich dagegen, wie wir tagtäglich erleben. So wie es damals den Kirchen nicht darauf angekommen ist, ob die neuen Lehren wahr oder falsch gewesen sind, sondern darauf, ob ihre politische Macht und ihre Autorität geschädigt oder gestützt worden ist, so fragt auch der moderne Kapitalismus nur nach dem Nutzen oder Schaden, den er von der Wissenschaft zu erwarten hat. Er braucht die Wissenschaft zum Beispiel, um Atombomben herzustellen. Zugleich aber fürchtet er die Wissenschaft, weil sie Überraschungen mit sich bringen könne, etwa die Möglichkeit, Kraftwerke mit Atomenergie zu betreiben, die billiger arbeiten als die schon vorhandenen, also das gesamte in diesen angelegte Kapital entwerten könnten. Aus dieser Furcht heraus möchte er der Wissenschaft seine Zügel anlegen.

Kopernikus lehrt uns aber, daß die Wissenschaft frei sein muß von solchen Zügeln, weil sie in Wahrheit Fesseln sind. Er lehrt uns ferner, daß alle Versuche, der Wissenschaft Zügel oder Fesseln anzulegen, zum Scheitern verurteilt sind, wenn eine junge, aufsteigende Klasse für die Freiheit der Wissenschaft eintritt. Das ist heute wieder der Fall. Die aufsteigende Klasse ist die Arbeiterklasse, und ihr zur Seite stehen alle übrigen Werktätigen, sowohl die Bauern als auch die Intelligenz.

DIE ÜBRIGEN WERKE DES KOPERNIKUS

Wir haben uns ein Bild gemacht von Kopernikus' Werk und von der Umwälzung, die es hervorbrachte. Wir haben auch einiges über Herkunft, Ausbildung und Leben des Schöpfers dieses Werkes gehört. Nun aber interessiert es uns noch mehr als zu Beginn, zu erfahren, was für ein Mensch Kopernikus gewesen ist, wenn er eine solche Tat vollbringen können. Es wird wohl niemand mehr glauben, daß Kopernikus ein sogenannter stiller Gelehrter gewesen sei, der, abgewandt von aller Welt, in seinem Kämmerlein emsig nur an seinem Werk geschaffen habe. Kopernikus war ein Mensch, der mitten im Leben seiner Zeit und seiner Heimat stand.

Ohne Zweifel stellt das heliozentrische System sein Hauptwerk und seine Lebensarbeit dar. Durch dieses Werk hat er sich unsterblich gemacht. Es war aber nicht sein einziges Werk und nicht seine einzige Leistung.

Manche Leute nehmen an, wissenschaftliche Tätigkeit bringe es mit sich, daß die Betreffenden immer in tiefen Gedanken versunken herumgingen und zu Menschen würden, wie sie die Witzblätter als Professoren vorführen. Das mag schon einmal vorkommen; es muß aber durchaus nicht sein. Wenn also Kopernikus noch Interesse an vielen anderen Dingen zeigte und in seinem Leben sehr Verschiedenes tat, so stand das nicht im Widerspruch zu seiner Arbeit an seinem System. Dieses System verlangte

zwar eine Riesenarbeit an Berechnungen und Überlegungen und die Zeit und Ruhe dazu, es verlangte aber auch einen Menschen, der die Stimmungen, Strömungen und Bedürfnisse seiner Zeit kannte und empfand, der die Aufgaben sah, die diese Zeit stellte, aber auch die Möglichkeiten spürte und nützte, die sie ihm bot.

Man könnte auch auf den Gedanken kommen, daß er als Domherr eine Art Priester gewesen wäre. Das Domherrenamt war allerdings ein geistliches Amt. Es verlangte auch die Ausübung gewisser priesterlicher Pflichten, zum Beispiel zu bestimmten Tageszeiten Gebete zu verrichten, Seelenmessen zu lesen und dergleichen mehr. Insgesamt aber war der Umfang dieser Pflichten gering und ihr Charakter nicht derart, daß man die Domherren deshalb als Priester bezeichnen mußte. Die meisten von ihnen, und besonders unter denen in Warmia, hatten nicht einmal die niedersten Priesterweihen erhalten. In der Praxis waren die Domherrenstellen Pfründe, die den Inhabern ein müheloses Einkommen sicherten und sie in ihrer gesellschaftlichen Stellung dem weltlichen Adel gleichsetzten. Es ist daher gar nicht verwunderlich, wenn sich um diese Stellen besonders die Söhne der städtischen Patriziergeschlechter bemüht haben. Das Domkapitel als Gremium war ferner feudaler Landesherr seines Gebiets, dessen Verwaltung die Domherren neben dem Kampf um die Erhaltung beziehungsweise die Erweiterung ihrer Privilegien weit mehr beschäftigte als irgendwelche geistlichen Aufgaben. Eine traditionelle Besonderheit des Domkapitels von Frombork war das große Interesse an wissenschaftlichen Dingen.

Wir dürfen als sicher annehmen, daß Kopernikus selbst den Plan seines Onkels Lukas Watzenrode, ihn in das Amt eines Domherrn einzuführen, voll unterstützt hat, weil er glaubte, als Domherr die Muße und die materielle Sicherung für seine wissenschaftlichen Studien zu finden.

Denn das Interesse an der Wissenschaft zeigte sich ja bei ihm schon in jungen Jahren.

Ein ebensolches Interesse an religiösen oder kirchlichen Dingen ist dagegen bei ihm nicht zu erkennen. Er war natürlich ein treuer Sohn der Kirche, aber auch nicht mehr. Als die Wellen der Reformation auch Polen und Warmia erreichten, erregte er das Mißtrauen des derzeitigen Bischofs Dantiscus von Warmia, weil er dessen gewaltsame Bekämpfung des Protestantismus nicht unterstützte. Kopernikus sympathisierte durchaus nicht mit dem Protestantismus und dachte nicht daran, ihm irgendwie näherzutreten. Aber er befürwortete die Toleranz und die geistige Auseinandersetzung und lehnte die Gewalttätigkeiten ab, die von beiden Seiten in steigendem Maße gegen die Andersgläubigen ergriffen wurden. So wie er als Katholik keinen Anstoß daran nahm, daß Rhetikus Protestant war, so glaubte er, könne allgemein ein friedliches Nebeneinander erreicht werden. In Wirklichkeit standen hinter den gegenseitigen Verfolgungen damals politische Beweggründe, für die die Religion nur ein Deckmantel war. Daher vermochte der Gedanke der Toleranz keinen Boden zu gewinnen. Vielmehr stand die wechselseitige Beschimpfung, oft in den unflätigsten Formen, in hohem Kurs. Es paßt zu dem Bild von Kopernikus, das wir inzwischen gewonnen haben, daß er sich an solcher gegenseitigen Hetze nicht beteiligt hat.

Wenn wir fragen, welche Art Tätigkeit – außer der an seinem Werk – den größten Raum im Leben des Kopernikus eingenommen hat, so müssen wir die mit der Administration des Bistums zusammenhängende langjährige Tätigkeit nennen. Sie hat, wie wir schon wissen, gleich nach seiner Rückkehr aus Italien begonnen. Sein Oheim Watzenrode, an dessen bischöflichem Sitz in Lidzbark er ja weilte, stand im Mittelpunkt der politischen Kämpfe, die damals um Preußen stattfanden. Der Deutsche Orden

suchte die Lehnsoberhoheit des polnischen Königs, die er im Frieden von Torún hatte anerkennen müssen, wieder abzuschütteln. Er versuchte ferner, das westliche Königspreußen erneut unter seine Herrschaft zu bringen. Der König von Polen war durch äußere Kriege gegen Türken und Tataren gebunden, der Orden andererseits fühlte sich allein zu schwach und suchte Hilfe in Deutschland. Königspreußen indessen widersetzte sich den Absichten des Ordens und erstrebte die Beibehaltung der Verbindung mit der polnischen Krone. Seine Städte waren ja wirtschaftlich aufs engste mit den übrigen Weichselstädten verbunden. Es suchte aber auch seine autonomen Privilegien gegenüber der Krone Polens aufrechtzuerhalten. Als Enklave im Ordensgebiet war Warmia Schnittpunkt aller dieser Gegensätze. Für Warmia war der Orden die größte und unmittelbarste Bedrohung.

Der Onkel verfolgte sehr kühne Pläne. Sie liefen alle darauf hinaus, die seinem Bistum vom Orden drohende Gefahr ein für allemal zu beseitigen. So wollte er beispielsweise den Orden aus Ostpreußen in ein Grenzgebiet aussiedeln, wo er seinen Kampf gegen das Heidentum fortsetzen sollte. Natürlich scheiterte dieser Plan am Widerstand des Ordens und des Deutschen Reiches. Denn der Kampf gegen das Heidentum war ja schon bei der Gründung des Ordens nur der Deckmantel, unter dem sich das ganz reale Ziel verbarg, für die jüngeren Söhne des deutschen Adels Land zu erobern, in dem sie, wie ihre ältesten Brüder in der Heimat, feudale Grundeigentümer werden wollten. Dieses Ziel war im Ordensland bereits erreicht. Und ganz offen sprach der Kaiser aus, daß dem deutschen Adel nicht seine „Zuflucht und Behältnis“, „das Hospital der ganzen deutschen Nation“ genommen werden dürfe.

Kopernikus blieb bis zum Tode seines Onkels dessen Gehilfe, Berater und Leibarzt und begleitete ihn bei seinen

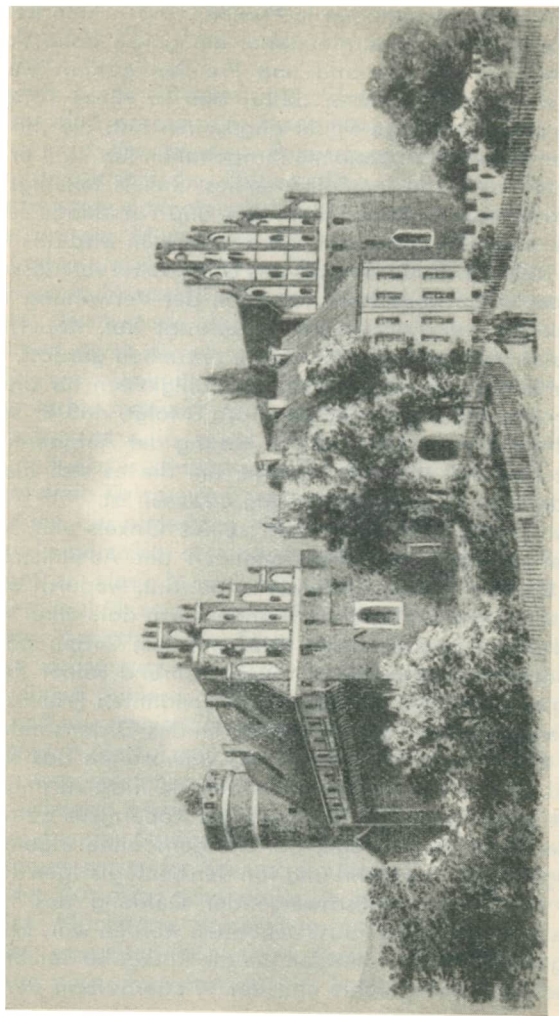


Bild 14 Schloß in Olštyn (Allenstein); nach einer Zeichnung von F. v. Quast

Reisen zu den Landtagen in Preußen und zu den Reichstagen in Polen. Er lernte dabei die ganze hohe Politik kennen, die um Ermland und Preußen geführt wurde. Alle Zeugnisse sprechen dafür, daß er diese Tätigkeit nicht als eine lästige Pflicht angesehen hat, die ihn von seiner geliebten Astronomie ferngehalten hat, daß er sich vielmehr aktiv an der Politik seines Onkels beteiligt hat und daß manche Gedanken, Pläne und Vorschläge seines Onkels von ihm stammten. Am deutlichsten wird das nach dem Tode seines Onkels, als das Domkapitel vorzugsweise ihn mit verantwortlichen Aufgaben der Verwaltung oder schwierigen Verhandlungen beauftragt hat. Kopernikus hat sich solchen Aufgaben nie zu entziehen gesucht, vielmehr alle seine ungewöhnlichen Fähigkeiten für die erfolgreiche Lösung eingesetzt. Daraus folgt, daß er selbst ein Interesse an der positiven Lösung der Aufgaben gehabt hat, daß ihm die Materie, um die es sich hierbei gehandelt hat, nicht gleichgültig gewesen ist.

So wurde er nach dem Tode seines Onkels vier Jahre hintereinander vom Domkapitel mit der Administration des Gebiets Olsztyn (Allenstein) betraut, wodurch er für dieses Gebiet praktisch den Landesherrn darstellte. Während dieser Zeit stand der Krieg mit dem Orden ständig auf des Messers Schneide. Noch während seiner Regierungszeit brach er in Form des sogenannten Fränkischen Reiterkrieges aus. Berittene Scharen des Ordens fielen in das Gebiet um Olsztyn ein und verwüsteten das flache Land. Die festen Plätze vermochten sie nicht zu nehmen, nicht zuletzt dank der Vorsorge, die Kopernikus getroffen hatte. Nach dem Kriege, der übrigens ohne eigentliche Kriegserklärung geführt und von den beutegierigen Rittern des Ordens mit stillschweigender Duldung des Hochmeisters auf eigene Faust begonnen worden war, mußten langwierige Verhandlungen um die Rückgabe der annektierten Gebiete geführt und der Wiederaufbau der zer-

störten Dörfer und die Rücksiedelung ihrer Bauern organisiert werden. Bei diesen Aufgaben wirkte Kopernikus aktiv und führend mit.

Während seiner Tätigkeit als Administrator im Gebiet Olsztyn stieß er auf ein ökonomisches Problem ersten Ranges: auf die ständige Entwertung des Geldes und deren inflationistische Folgen. Das war eine damals weitverbreitete Erscheinung. Stellte schon die starke Zersplitterung der Münzhoheit (in Königspreußen zum Beispiel hatten die Städte Torún, Gdańsk und Elbląg (Elbing) ihre eigenen Münzstätten) eine Schädigung des Handels und der Bevölkerung dar, so wurde die Lage noch verschlimmert durch die um sich greifende Verschlechterung des Edelmetallgehalts der Münzen. Durch diese Maßnahme suchte man sich zu bereichern.

Kopernikus wies in einer 1519 verfaßten Denkschrift nach, daß dieses „Reichwerden“ ein Irrtum sei. Der vorübergehende Kursgewinn werde durch die zwangsläufige Abwertung der schlechten Münzen mit allen ihren nachteiligen Folgen mehr als wettgemacht. Ohne eine radikale Rückkehr zu einer Münze mit festem und garantiertem Edelmetallgehalt sei es unmöglich, diese Entwicklung aufzuhalten; das schlechtere Geld werde das gute aus dem Umlauf verdrängen und dem Handel und der Bevölkerung immer größere Schäden bringen. Er wies ferner nach, daß ein einmaliger Schnitt mit Rückkehr zum guten Geld und Außerkurssetzung des schlechten nur scheinbar Verluste entstehen ließe.

Diese richtigen Erkenntnisse gewann Kopernikus durch ein eingehendes Studium der Verhältnisse. Seine Schlußfolgerungen waren logisch und fundiert. Sein zusammenfassender Vorschlag ging dahin, in jedem Teil Preußens nur eine Münzstätte vorzusehen und das neue, gute Geld im gesamten Königreich Polen als gültig anzuerkennen und umgekehrt das im übrigen Polen ebenso

reformierte Geld in Preußen umlaufen zu lassen. Praktisch hätte dann in Gesamtpolen eine einzige Währung gegolten. Aber hier ist schon zu erkennen, daß Kopernikus' logische und vernünftige Vorschläge in den immer noch bestehenden feudalen Verhältnissen nicht verwirklicht werden konnten. Die endlosen, von Landtag zu Landtag sich hinziehenden Verhandlungen offenbarten die hoffnungslose Verfilzung der Interessen und die Gegensätze der Beteiligten. Keiner wollte auf irgendein Privileg verzichten, und so scheiterten Kopernikus' Vorschläge am feudalen Partikularismus.

Uns interessiert hier aber die Tatsache, daß Kopernikus auch auf diesem, der Astronomie doch fernliegenden Gebiet, das große praktische Kenntnisse und Erfahrung verlangt hat, auf wissenschaftlichem Wege zu Erkenntnissen gekommen ist, die seiner Zeit vorausgeeilt und erst später angewendet worden sind. Es ist ferner bemerkenswert, daß Kopernikus weitsichtiger gewesen ist als die Kaufleute der Städte, die ihre Münzhoheit nicht haben aufgeben wollen, obwohl doch die Vorschläge gerade den Handel gefördert hätten.

1525 verwandelte sich das Ordensland Preußen in ein weltliches (protestantisches) Fürstentum, das die vorher so hartnäckig verweigerte Lehnshoheit des Königs von Polen anerkannte. Danach folgte eine Zeit der relativen Ruhe und des Friedens im Verhältnis der beiden Teile Preußens zueinander. Kopernikus brauchte nicht mehr so häufig zu Verhandlungen herangezogen zu werden, hatte aber mit dem Problem der Münzreform bis 1531 doch immer wieder zu tun.

Somit mußte Kopernikus über 25 Jahre einen großen Teil seiner Zeit und seiner Arbeitskraft administrativen und politischen Aufgaben im Dienste des Domkapitels widmen. Er löste diese Aufgaben mit voller Anteilnahme und mit Aktivität. Und dennoch vollendete er in dieser

Zeit auch sein Werk. Um 1532 war das Werk im wesentlichen fertig, einschließlich der dazu gehörenden Berechnungen, Tabellen und des mathematischen Zubehörs. In der Zeit bis zur Veröffentlichung arbeitete er zwar weiter daran, aber es handelte sich dabei um jene schon erwähnten Korrekturen und Verfeinerungen, mit denen er eine noch bessere Wiedergabe der Beobachtungen erreichen wollte.

Nach 1531 erhielt er keine besonderen Aufträge des Kapitels oder des Bischofs mehr. Grund dafür war die Entfremdung, die zwischen ihm und dem neuen Bischof Dantiscus wegen der verschiedenen Ansichten über die Behandlung der Protestanten entstanden war. Diese Entfremdung beschattete das letzte Jahrzehnt seines Lebens und machte ihn einsam. Unerschüttert war aber auch jetzt noch die Freundschaft zu Tiedemann Giese, der inzwischen Bischof von Chelmo (Kulm) geworden und nicht mehr wie früher Hausgenosse war. Kopernikus mußte jedoch die Verfolgungen mitansehen, denen ein befreundeter Amtsbruder, Sculteti, seiner toleranten Haltung wegen ausgesetzt war. Der Bischof Dantiscus verlangte sogar von Kopernikus, daß er sich an den Verfolgungen beteilige und den Verkehr mit Sculteti einstelle. Doch Kopernikus weigerte sich, einem solchen Ansinnen nachzukommen. Welche Freude muß dem vereinsamten und schon nahezu 70 Jahre alten Mann der Besuch des jungen enthusiastischen und gleichzeitig sachverständigen Rhetikus bereitet haben!

Kopernikus' administrative Tätigkeit läßt sich an Hand von Dokumenten, Eingaben, Denkschriften und Briefen verfolgen, die in Archiven bewahrt worden sind. Leider ist auch vieles verlorengegangen. Glücklicherweise ist aber seine Denkschrift über die Münzreform erhalten geblieben. Die erste, schon 1519 verfaßte Niederschrift überarbeitete er 1522 und brachte sie schließlich in lateinischer Sprache

in eine abgeschlossene Form. Diese Denkschrift ist ein wichtiges Dokument, das uns wertvolle Aufschlüsse über Kopernikus liefert.

Nikolaus Kopernikus ist, wie wir wissen, auch als Arzt tätig gewesen. Seine Haupttätigkeit auf diesem Gebiet bestand darin, seinen Kollegen und dem Bischof zur Verfügung zu stehen, wenn sie ernstlich erkrankt waren. Als Arzt genoß er ebenfalls einen großen Ruf. Man nannte ihn einen zweiten Äskulap (antiker Gott der Ärzte). Tatsächlich konnte er bei einer Anzahl von ernsthaften Erkrankungen bemerkenswerte Erfolge erzielen. Sehr bezeichnend ist, daß ihn sogar der Hochmeister des Ordens zu sich gebeten hat, als einer seiner engeren Mitarbeiter schwer erkrankt war und die hinzugezogenen Ärzte keine Hilfe hatten bringen können. Kopernikus gelang es, die Gefahr zu bannen und den Kranken zu retten.

Wir sind auch ungefähr über die Methoden und Rezepte unterrichtet, die Kopernikus als Arzt angewandt hat. Sie entsprachen dem Stand der Medizin zur damaligen Zeit. Dabei müssen wir berücksichtigen, daß zwar das theoretische Wissen in der Medizin gering und mit allerlei mystischen und naturphilosophischen Vorstellungen durchsetzt gewesen ist, das praktische Können der Ärzte jedoch schon im Mittelalter ein weit besseres Niveau besessen hat, als die gleichzeitige Theorie.

Auch Kopernikus' Stärke wird auf dem praktischen Gebiet gelegen haben. Hier kamen ihm nicht nur seine medizinischen, sondern auch seine allgemeinen Kenntnisse zugute sowie das Ansehen und das Vertrauen, das er genoß, und seine humanistische Anschauung. So gewährte er auch armen Leuten und Bauern in ernsthaften Fällen ärztliche Hilfe.

Trotz seiner Erfolge als Arzt erstattete Kopernikus in schwierigen und wichtigen Fällen anderen angesehenen

Ärzten, zum Beispiel dem Leibarzt des Königs, über die von ihm ergriffenen Maßnahmen Bericht und fragte sie, ob sie seine Diagnose und seine Behandlung des Falles billigten. Die angesprochenen Ärzte hießen seine Maßnahmen gut. Wir finden also auch bei der ärztlichen Tätigkeit dieselbe Gewissenhaftigkeit, Treffsicherheit des Urteils und wissenschaftliche Gründlichkeit, die sein Hauptwerk auszeichnen.

Scheinbar ganz abseits steht sein erstes veröffentlichtes Werk. Es ist eine 1509 in Krakau erschienene Übersetzung aus dem Griechischen ins Lateinische. Das Werk des byzantinischen Schriftstellers Theophilactus Simokatta (er lebte im 7. Jahrhundert) „Moralische, ländliche und Liebesgeschichten“ enthält 84 kurze, nach der Art der bekannten Tierfabeln abgefaßte Erzählungen mit einer abschließenden moralisierenden Nutzenanwendung auf das menschliche Leben. Literarisch hat es keinen besonderen Wert. Die Bedeutung der Übersetzung durch Kopernikus liegt aber gar nicht so sehr im Inhalt des Werkes, sondern darin, daß es das erste in Polen erschienene Werk gewesen ist, dessen lateinischer Übersetzung der griechische Originaltext beigelegt worden ist.

Wir haben im vorstehenden gesehen, daß wir Kopernikus als einen Vertreter des Humanismus ansehen müssen. Durch die Herausgabe des eben genannten Werkes wird dies bewiesen. Es waren nämlich die Humanisten, die als erste die griechische Sprache erlernten, sie weiterverbreiteten und auf die griechischen Originalwerke verwiesen. Die Gegner der Humanisten hatten inzwischen erfahren, welche Gefahr ihnen drohte, wenn man ihre Lehren mit den Originalwerken verglich. Sie suchten daher die Wurzel dieser Gefahr, die Verbreitung griechischer Sprachkenntnisse, auszurotten und begannen gegen die griechische Sprache zu polemisieren. Sie verbreite nur

heidnische Lehren und fördere die Ketzerei, so argumentierten sie.

Die Herausgabe eines solchen Werkes hatte daher die Bedeutung einer Kampfansage gegen diese Widerstände und eines Bekenntnisses zum Humanismus, da es der Erlernung und Verbreitung der griechischen Sprache in Polen dienen sollte. Es gab nämlich noch keine Lehrbücher oder Grammatiken dieser Sprache. Man erlernte sie aus solchen Texten und ihren lateinischen Übersetzungen. So hatte auch Kopernikus selbst Griechisch gelernt, ergänzt durch Gespräche mit Männern, die die Sprache schon beherrschten.

Runden wir unser Bild noch durch die Bemerkung ab, daß Kopernikus auch Interesse für die Kunst besaß. Er hat einige Gedichte verfaßt und aus Liebhaberei ein wenig gemalt. Die Vielseitigkeit, die Engels bei den Männern der Renaissance besonders hervorgehoben hat, finden wir bei Kopernikus bestätigt. Er war einer jener „Riesen an Denkkraft, Leidenschaft und Charakter, an Vielseitigkeit und Gelehrsamkeit“, wie Engels sie als typisch für die Renaissance gekennzeichnet hat.

Die Persönlichkeit des Kopernikus, wie sie sich aus seinen Anlagen, seiner Herkunft, seinem Werdegang und den verschiedenen Tätigkeiten entwickelt hat, ist die eine Wurzel, aus der sein umwälzendes Werk entstanden ist. Die andere Wurzel stellt die Zeit der Renaissance dar mit ihren revolutionären Bewegungen, ihren neuartigen und gewaltigen Aufgaben, ihren neu erschlossenen Wissensschätzen. Beide Wurzeln mußten vorhanden sein; aus einer allein hätte das Werk nicht hervorwachsen können.

Die Zeit stellte das Problem, die Aufgabe; sie lieferte auch das Bedürfnis und damit das Motiv und den Impuls; sie förderte durch die allgemeine Atmosphäre die Bereitschaft, Neues freudig aufzunehmen. Alles dies mußte

aber erst von einer Persönlichkeit besonderen Formats in dieser Zeit erkannt werden. Die erkannte Aufgabe mußte erst von einer Persönlichkeit mit besonderem Wissen, von besonderer Kühnheit und einem seiner Zeit vorausseilenden Verstand gelöst werden. Und schließlich mußte noch die Beharrlichkeit aufgebracht werden, der Lösung der Aufgabe eine Lebensarbeit zu widmen, mußte dazu natürlich auch die materielle Sicherstellung kommen, um sich einer so umfangreichen Arbeit zuwenden zu können. Erinnern wir auch daran, daß in Ländern wie Portugal und Spanien, wo die Überseeschifffahrt entwickelt wurde und der Bedarf an guten Sterntabellen unmittelbar bestand, oder in solchen wie Italien und Deutschland, wo die praktische, auf die Herstellung solcher Tabellen gerichtete Astronomie in hoher Blüte stand, daß dort der notwendige Abstand nicht so gut entstehen konnte, wie er zur grundsätzlichen Lösung eines Problems erforderlich ist. Diesen Abstand aber hatte Kopernikus. Deshalb lehnte er zum Beispiel eine verfrühte Behandlung der Kalenderreform ab.

Wir sehen somit, daß eine Vielzahl von Faktoren und Voraussetzungen haben zusammentreffen müssen, um das heliozentrische System entstehen zu lassen. Wir müssen aber auch erkennen, daß sich zur Zeit des Kopernikus solche Voraussetzungen bereits angehäuft haben. In solchem Falle, das lehrt die Geschichte der Wissenschaft, findet sich auch immer der Mann, der die angehäuften Voraussetzungen zu einem großen Werk auswertet. Mit anderen Worten: Das heliozentrische System ist nicht zufällig in dieser Zeit entstanden; es waren vielmehr gerade zu diesem Zeitpunkt alle Voraussetzungen dafür erfüllt, und die Gesellschaft brauchte dringend seine praktischen Ergebnisse.

SCHLUSSBETRACHTUNGEN

Wir können unsere Darstellung nicht abschließen, ohne auf den Streit um die Nationalität des Kopernikus einzugehen. Von deutscher Seite ist in der Vergangenheit Nikolaus Kopernikus und seine Leistung für unser Volk in Anspruch genommen worden. Das geschieht in Westdeutschland heute noch, und dieselbe Ansicht ist auch bei uns noch sehr weit verbreitet. Deshalb müssen wir hierzu etwas sagen.

Die Frage gilt als heikel. Sie verliert aber diesen Charakter, wenn man sie aus dem Bereich der nationalen Leidenschaften herauslöst und sich auf die Faktoren konzentriert, die sich aus der Herkunft von Nikolaus Kopernikus ergeben und von wirklicher Bedeutung für seine Leistung gewesen sind.

Die Frage nach der Herkunft hat zwei sehr verschiedene Aspekte. Man kann nach seinem Stammbaum fragen und dabei seine nationale Zugehörigkeit klären wollen. Man kann aber auch nach seiner sozialen Herkunft fragen und braucht dann den Stammbaum nicht bis in die ferne Vergangenheit zu verfolgen. In letzterem Falle sind die Eltern und die unmittelbaren Verwandten die wichtigsten Personen. In der Vergangenheit hat man sich unter dem Einfluß nationalistischer und z. T. chauvinistischer Ideen deutscher- und polnischerseits auf die Frage der Nationalität konzentriert oder besser gesagt, beschränkt. Das Er-

gebnis dieser beiderseitigen Bemühungen läßt sich kurz dahingehend zusammenfassen, daß Kopernikus deutscher und polnischer Abstammung gewesen ist. Die Familie seines Vaters, die längere Zeit in Krakau ansässig gewesen ist, konnte bis in ein Dorf Koperniki im damals rein polnisch besiedelten Schlesien zurückverfolgt werden, die seiner Mutter ist in Thorn ein eingesessenes Patriziergeschlecht gewesen, das vordem in Westfalen beheimatet gewesen ist. Wer also dieser Seite der Herkunft die entscheidende Bedeutung beimißt, müßte billigerweise beiden Völkern gleiches Anrecht auf die Leistung von Kopernikus einräumen. Bekanntlich ist aber der Nationalismus dazu nicht bereit. Er versucht vielmehr, die gesamte Leistung jeweils für seine Nation zu beanspruchen und scheut nicht vor Verunglimpfungen der anderen Nation zurück. Er ist ferner weder bereit noch imstande anzugeben, warum dieser Seite der Abstammung die entscheidende Bedeutung zukomme. Es sei daran erinnert, daß in letzter Konsequenz ein nationalistischer und chauvinistischer Standpunkt auf Rassentheorie hinausläuft, also auf Pseudowissenschaft einerseits und auf menscheitsfeindliche Praktiken andererseits, wie wir sie ja erlebt haben – und sie im Machtbereich des Imperialismus noch erleben.

Nationalismus und Chauvinismus sind Erscheinungen der bürgerlichen Gesellschaft und gehören innerhalb dieser Gesellschaft, die ja bekanntlich auch progressive Seiten besitzt, zu den reaktionären Erscheinungen. Deshalb stehen sie im Widerspruch zur Leistung von Kopernikus, die, wie wir gesehen haben, gerade durch ihren progressiven, umwälzenden, revolutionären Charakter gekennzeichnet ist. Von ihnen aus kann man daher zu keiner wirklichen, d. h. das Wesen der Leistung von Kopernikus aufdeckenden Erklärung seiner Tat gelangen. Im Interesse der Sache selbst müssen wir deshalb die Frage der

Nationalität aus dem Bereich nationalistischer oder chauvinistischer Gedankengänge heraushalten.

Wir brauchen uns jedoch mit dem obengenannten Ergebnis über seine Nationalität keinesfalls zu begnügen. Um nämlich zu entscheiden, welches Volk die Leistung eines bedeutenden Mannes für sich beanspruchen darf, muß immer auch geklärt werden, wo, d. h. In welchem Lande, diese Leistung vollbracht worden ist. Denn die allgemeinen Bedingungen gesellschaftlicher, wirtschaftlicher, weltanschaulicher und kultureller Art, die, wohlgemerkt, zu der betreffenden Zeit in einem Lande geherrscht haben, sind von größter Bedeutung für alle in derselben Zeit vollbrachten bedeutenden Leistungen. Wenden wir diesen allgemeinen Grundsatz auf unsere Frage an, dann kommt vor allen anderen die Feststellung, daß die Heimat dieser großen Tat das Europa der Renaissancezeit gewesen ist, daß sie und die anderen Großtaten nur hier hatten entstehen können. Denn die allgemeinen Bedingungen, die wir oben genannt haben, sind damals im ganzen christlich-feudalen Europa in allen wesentlichen Zügen gleichartig gewesen, und kein Volk kann sie für sich allein in Anspruch nehmen. Die Bedingungen waren ausgesprochen günstig für die Entstehung solcher Leistungen und waren im Orient, in China oder in anderen Kulturzentren nicht gegeben.

Trotz dieser Einheitlichkeit der Bedingungen gab es natürlich auch territoriale Unterschiede, insbesondere der Intensität und des Entwicklungsstandes. Aber für diese Unterschiede ist der Maßstab „Nation“ in unserem Sinne zu groß. Entsprechend dem feudalen Charakter der Gesellschaftsordnung traten die einzelnen feudalen Machtbereiche viel stärker hervor. Als Heimat des Kopernikus in diesem engeren Sinne müßten wir Preußen, und zwar Königs- oder Westpreußen, nennen. Übrigens hat Rhetikus in seiner Begeisterung für Kopernikus die Schönheit

seiner Heimat in einer besonderen Schrift gepriesen und hat entsprechend den Anschauungen seiner Zeit als Heimat Westpreußen betrachtet.

Zur damaligen Zeit war aber Westpreußen aufs engste mit dem Weichselgebiet und also mit Polen verbunden. Die politische Unterstellung unter die Krone Polens fällt dabei angesichts des feudalen Charakters solcher Lehnsvhältnisse weniger ins Gewicht als die wirtschaftliche und kulturelle Einheit, die das Weichselgebiet damals darstellte.

Vor allen Dingen gilt diese Feststellung für die Städte dieses Gebiets, die einen regen Export von Landwirtschaftserzeugnissen nach Westeuropa, insbesondere nach Flandern, betrieben. Infolge dieses regen Handels erlebte dieses Gebiet einen wirtschaftlichen Aufschwung, und Polen war damals ein starker und im Aufstieg begriffener Staat. Das muß gebührend beachtet werden. Erst sehr viel später zerfiel dieser Staat in eine feudale Adelsrepublik, die zum Spielball ihrer mächtigen Nachbarn wurde und im 18. Jahrhundert die politische Selbstständigkeit verlor. Kopernikus hat aber sein Werk nicht in der Adelsrepublik Polen und auch nicht in dem unter Rußland, Österreich und Preußen aufgeteilten Polen geschaffen, sondern in jenem mächtigen und aufstrebenden Königreich Polen seiner Zeit. In diesem Königreich bestanden günstige Bedingungen, deren wichtigste die frühzeitige Aufnahme der Ideen des Humanismus war, die insbesondere die Städte und die reichen Stadtbürger ergriffen. Auf dieser Basis konnte Krakau mit seiner Universität zu einem frühen Zentrum des Humanismus werden. In Krakau, der Hauptstadt Polens, und auf der Krakauer Universität empfing aber Kopernikus bereits die für seinen späteren Werdegang entscheidenden Eindrücke und Einflüsse, hier bereits entschied er sich für die Astronomie und deren ungelöste Probleme. Da er anschließend

nach Italien, dem Mutterland des Humanismus, ging, haben Polen und Italien, nicht aber Deutschland, unmittelbar seine Ausbildung geprägt, also das Fundament gelegt und die bildsamste Periode seines Lebens beeinflußt.

Indirekt jedoch hat unser Volk einen bedeutenden Anteil gehabt. Im Anteil unseres Volkes kommt der gesamteuropäische Charakter aller großen Leistungen dieser Zeit, auf den wir oben schon hingewiesen haben, sehr deutlich zum Ausdruck. Wir erinnern an Peurbach und Regiomontanus, die die Astronomie auf die Stufe gehoben haben, die Voraussetzung für die Entstehung des Werkes war; Nikolaus von Cusa, von Geburt Deutscher, jedoch hauptsächlich in Italien wirkend, übte einen bedeutenden und fördernden Einfluß auf Kopernikus aus. Rhetikus leistete einen wichtigen Beitrag, indem es ihm gelang, die Bedenken gegen die Veröffentlichung zu überwinden und den Druck in der deutschen Stadt Nürnberg ausführen zu lassen.

Im Kampf um das Kopernikanische System führte Johannes Kepler den endgültigen Sieg herbei. Das sind Beiträge von wesentlicher Bedeutung, auf die wir ohne weiteres stolz sein dürfen. Diese deutschen Beiträge müssen wir nicht erst anderen Völkern streitig machen, um sie uns anzueignen.

Erinnern wir uns daran, daß Streitigkeiten um die Nationalität eines großen Mannes der Sphäre des bürgerlichen Nationalismus angehören! Sie dienen chauvinistischen und damit reaktionären Zielen, die Völker gegeneinander hetzen. Vertreter reaktionärer Interessen haben kein Recht, Anspruch auf Kopernikus und sein Werk zu erheben, welcher Nation sie auch seien, weil Kopernikus ein fortschrittliches, ein gegen die reaktionären Mächte seiner Zeit gerichtetes Werk vollbracht und wesentlich zum Sturz dieser Mächte beigetragen hat.

Wie anders steht das demokratische Polen von heute zu Kopernikus! Lassen wir dazu den Vorsitzenden des Komitees für das Kopernikus-Jahr (es mußte auf 1953, das 410. Todesjahr, verlegt werden, weil das 400. Todesjahr in die Zeit des zweiten Weltkrieges fiel), Josef Cyrankiewicz, sprechen:

Wir haben die nationale Tradition, die vom polnischen Bürgertum und den Epigonen des polnischen Adels so jämmerlich verraten und verlassen wurde, wiederaufgenommen. In unserer Mitte, unter den polnischen Arbeitern und Bauern, der Intelligenz, den Wissenschaftlern, den Erbauern des Sozialismus und den Kämpfern für den Frieden haben Mickiewicz, Kopernik, Chopin ihre Heimat gefunden. Wir garantieren, daß sie ihr Polentum nicht verlieren werden; wir lassen sie nicht in Vergessenheit geraten... Erst wir machten Kopernik, Fricz-Modrzewski, Kochanowski und Rej zu Genien des polnischen Denkens, indem wir ihr echtes Schaffen und ihre wahre Gestalt nicht durch glänzende, aber geistlose Galaabende feiern, sondern durch reelle wissenschaftliche Arbeit ehren und die Millionenmassen der Bevölkerung zum Wissen führen. (Hervorgehoben von mir – A. K.)

Worin bestanden diese Ehrungen? Die Regierung der Volksrepublik Polen und die Akademie der Wissenschaften nahmen die Leitung in die Hand und bewirkten:

Eine Tagung der Polnischen Akademie der Wissenschaften im September 1953 über das Leben und Schaffen Koperniks;

Ausstellungen in Kraków, Wrocław, Torún und Olsztyn; die Restaurierung des Kopernik-Hauses in Torún und seine Umgestaltung in ein Kopernik-Museum;

die Restaurierung des Kopernik-Turmes in Frombork;

die Herausgabe der gesamten Werke Koperniks sowie der über ihn veröffentlichten wissenschaftlichen Werke durch die Polnische Akademie der Wissenschaften;

die Stiftung von Kopernik-Preisen für junge Wissenschaftler aus den Gebieten Astronomie, Mathematik, Physik, Geophysik und Ökonomie;

eine Feier in Kopernik, Wojewodschaft Opole (Opeln), dem Heimatort der Vorfahren Koperniks;

den Bau von Volkssternwarten mit Planetarien in Kattowice und Warszawa, die 1954 bzw. 1955 fertig sein sollten und inzwischen fertig geworden sind.

eine Reihe von populärwissenschaftlichen Arbeiten, um die breiten Massen des Volkes mit dem Leben und Werk Koperniks bekannt zu machen.

Wir erkennen hier folgende Hauptziele: den Lebensweg des Kopernikus durch Gedenkstätten festzuhalten und der Bevölkerung nahezubringen, diesen Lebensweg durch Forschung noch weiter aufzuklären, die Wissenschaft von heute im Sinne von Kopernikus zu fördern und in seinem revolutionären Geiste zu betreiben und schließlich die breitesten Schichten der Bevölkerung mit dem großen Sohn Polens vertraut zu machen. Das sind Ehrungen, die diesem großen Manne entsprechen und das polnische Volk von heute als den wahren Besitzer seines Erbes ausweisen.

Die Wertschätzung, die Kopernikus bei den fortschrittlichen Menschen der ganzen Welt genießt, hat der Weltfriedensrat durch die Kopernikus-Ehrungen im Jahre 1953 zum Ausdruck gebracht.

Hat man sich früher mit Lobpreisungen und überschwenglichen Verherrlichungen der großen Männer der Vergangenheit nicht genug tun können, so ehren wir heute diese Männer dadurch, daß wir ihr Werk und ihre Lehren

für die Aufgaben unserer Gegenwart auswerten und nutzen, daß wir ihren Kampf mit den Schwierigkeiten und dem Rückschrittlichen ihrer Zeit uns zum Vorbild nehmen, um die Schwierigkeiten und das Rückschrittliche und Hemmende in unserer Zeit zu überwinden. So machen wir sie wirklich unsterblich.

In Nikolaus Kopernikus haben wir einen der Großen der Weltgeschichte kennengelernt. Scheinbar hat er nur ein den Bedürfnissen der damaligen Zeit nicht mehr entsprechendes Beschreibungssystem der Himmelsbewegungen durch ein besseres ersetzt. Indem er dies aber tat, hat er eine ganze Weltanschauung umgestürzt, die eine wesentliche Stütze der feudalen mittelalterlichen Gesellschaftsordnung bildete. Also hat er einen bedeutenden Beitrag zum schließlichen Sturz dieser Gesellschaftsordnung geliefert und hat Geschichte im eigentlichen Sinne dieses Wortes gemacht.

Es ist eine heute bei uns zwar schon erschütterte, aber immer noch verbreitete Ansicht, daß nur die Staatsmänner und Heerführer Geschichte gemacht hätten, daß die Entscheidungen nur in Schlachten und Kriegen herbeigeführt worden wären. In Wahrheit haben aber jene zahl- und namenlosen Handwerker und Kaufleute des Mittelalters durch die Ausweitung der Warenwirtschaft bis zu deren Umwandlung in die kapitalistische Produktionsweise den Untergang der feudalen Gesellschaftsordnung bereits unvermeidlich gemacht. In Wahrheit hat Kopernikus, haben die anderen Pioniere der bürgerlichen Wissenschaft der aufstrebenden bürgerlichen Klasse eine Waffe in die Hand gegeben, gegen die die feudalen Heere machtlos gewesen sind, mit der aber der ideologische Überbau des Feudalismus zertrümmert worden ist. In Wahrheit haben die Staatsmänner und Heerführer Erfolg gehabt, die vollstreckt haben, was historisch bereits entschieden war.

In der wirklichen Geschichte der Menschheit haben die breiten Massen des Volkes, haben Erfinder wie Gutenberg, Wissenschaftler wie Kopernikus, Galilei, Kepler und Newton oder Künstler wie Leonardo da Vinci, Dürer, Shakespeare eine größere Rolle gespielt als viele jener Kaiser und Könige, die man uns noch bis vor kurzem an erster Stelle und allein genannt hat. Möge dieses Buch dazu beitragen, das Interesse an den wahren Pionieren der Menschheit zu wecken!

ANHANG

Aus Nikolaus Kopernikus' Hauptwerk
„De revolutionibus orbium coelestium“
(Über die Umläufe der Himmelskreise)

AN DEN HEILIGSTEN HERRN,
PAPST PAUL DEN DRITTEN

Ich kann es mir wohl denken, heiligster Vater, gewisse Leute werden, sobald sie erfahren, daß ich in diesen meinen Büchern über die Umläufe der Sphären der Welt der Erdkugel bestimmte Bewegungen zuschreibe, sofort ein Geschrei erheben, solche Meinung sei völlig verwerflich. Nun bin ich von meinen Meinungen keineswegs so eingenommen, daß ich nicht erwägen sollte, was andere darüber urteilen. Und obwohl ich weiß, daß die Gedanken eines Philosophen nicht von dem Urteil der Menge berührt werden, weil es seine Aufgabe ist, in allen Dingen die Wahrheit zu erforschen, soweit dies Gott der menschlichen Vernunft erlaubt hat: so bin ich doch der Meinung, man müsse Ansichten, die völlig von der Regel abweichen, vermeiden. Als ich daher bei mir erwog, wie widersinnig meine Lehre, die Erde bewege sich, denen vorkommen müsse, die durch die Urteile vieler Jahrhunderte die An-

sicht für festbegründet erachten, daß sie unbeweglich inmitten des Himmels, gleichsam als der Mittelpunkt gesetzt sei, so war ich lange unschlüssig, ob ich meine zum Beweise dieser Bewegung verfaßten Erläuterungen veröffentlichen sollte, oder aber, ob es nicht besser wäre, dem Beispiele der Pythagoreer und einiger anderer zu folgen, welche die Geheimnisse der Philosophie nicht schriftlich, sondern mündlich und nur ihren Verwandten und Freunden zu überliefern pflegten, wie es der Brief des Lysis an Hipparch bezeugt. Mir scheinen sie dies aber nicht, wie einige glauben, aus einer gewissen mißgünstigen Abneigung gegen die Verbreitung ihrer Lehren getan zu haben, sondern damit nicht die schönsten und durch tiefe Forschung großer Männer errungenen Ergebnisse von Leuten verspottet werden könnten, die es entweder verdrießt, auf irgendwelche Wissenschaften Mühe zu verwenden – es sei denn, sie bringe Gewinn – oder die doch, wenn sie durch Ermahnung und Beispiel anderer zu dem edlen Studium der Philosophie angeregt werden, ihres stumpfen Geistes wegen sich unter Philosophen gerade so ausnehmen wie Drohnen unter den Bienen. Da ich nun dies bei mir erwog, hätte mich die Verachtung, die ich angesichts der Neuigkeit und Absonderlichkeit meiner Ansicht befürchten mußte, fast veranlaßt, das begonnene Werk gänzlich aufzugeben.

Doch den Zaudernden und sich gar Sträubenden haben die Freunde auf den rechten Weg gebracht; unter ihnen vornehmlich der in jeder Wissenschaft hochberühmte Kardinal von Capua, Nicolaus Schonberg; nächst diesem der mir sehr befreundete Bischof von Kulm, Tiedemann Giese, ein für alle theologischen wie schönen Künste begeisterter Mann. Letzterer namentlich hat mich oftmals ermahnt und zuweilen unter Worten des Tadels von mir gefordert, ich solle dieses Buch, das bei mir nicht nur an die neun, sondern vielmehr schon über viermal neun

NICOLAI CO
PERNICI TORINENSIS
DE REVOLUTIONIBVS ORBI
um coelestium, Libri VI.

Habes in hoc opere iam recens nato, & ædito,
studiose lector, Motus stellarum, tam fixarum,
quàm erraticarum, cum ex veteribus, tum etiam
ex recentibus obseruationibus restitutos: & no-
uis insuper ac admirabilibus hypothesibus or-
natos. Habes etiam Tabulas expeditissimas, ex
quibus eosdem ad quoduis tempus quàm facili-
ter calculare poteris. Igitur eme, lege, frue.

Ἐκδοθήσεται ὑπὸ τοῦ ἀντιτύπου.

Norimbergæ apud Ioh. Petreium,
Anno M. D. XLIII.

Bild 15
Titelblatt des Hauptwerkes
„Nikolaus Kopernikus' aus Torun
sechs Bücher über die Umläufe der Himmelskörper“

Jahre verborgen gelegen hat, herausgeben und doch endlich an das Tageslicht lassen. Gleiches forderten von mir nicht wenige andere hervorragende und gelehrte Männer, indem sie mahnten, ich solle mich nicht länger aus irgendwelcher Furcht, meine für alle Forscher der Mathematik wertvolle Arbeit zu veröffentlichen, weigern. Denn je widersinniger wohl augenblicklich den meisten meine Lehre von der Bewegung der Erde erscheine, um so größer würden Bewunderung und Dank sein, wenn durch die Veröffentlichung meiner Untersuchungen der Schein der Widersinnigkeit vor den hellerleuchteten Beweisen verschwinden würde. Auf Zureden dieser Männer und in einer solchen Hoffnung gewährte ich endlich meinen Freunden die schon so lange geforderte Erlaubnis zur Herausgabe meines Werkes.

Aber Deine Heiligkeit wird sich vielleicht gar nicht so sehr darüber wundern, daß ich es wagte, meine Arbeiten drucken zu lassen, nachdem ich so viel Mühe auf die Ausarbeitung gewandt und kein Bedenken getragen habe, meine Gedanken über die Bewegung der Erde schriftlich niederzulegen. Vielleicht wirst Du aber vor allem zu hören wünschen, wie ich darauf gekommen sein mag, gegen die allgemeine Ansicht der Mathematiker und geradezu gegen den gesunden Menschenverstand eine Bewegung der Erde anzunehmen. Ich möchte daher Deiner Heiligkeit nicht verhehlen, daß mich nichts anderes zu dem Versuch bewogen hat, auf eine andere Weise die Bewegungen der Himmelskörper abzuleiten, als die Erkenntnis, daß die Mathematiker in ihren Untersuchungen nicht übereinstimmen. Denn erstens sind sie sich hinsichtlich der Bewegung der Sonne und des Mondes so im unklaren, daß sie nicht einmal die gleichbleibende Größe des Jahres beweisen und beobachten können. Ferner aber bedienen sie sich bei der Feststellung der Bewegung von Sonne und Mond wie auch der fünf Planeten weder derselben Grund-

sätze und Annahmen noch derselben Beweise für die scheinbaren Umkreisungen und Bewegungen. Denn einige verwenden nur konzentrische Kreise, andere nur exzentrische und epizyklische Kreise, erreichen hiermit aber nicht, was sie suchen. Denn jene, die konzentrische Kreise annehmen, weisen zwar nach, daß sich aus ihnen ungleichmäßige Bewegungen zusammensetzen lassen; es ist ihnen aber nicht gelungen, feste Schlüsse daraus zu ziehen, nämlich solche, die den Erscheinungen entsprächen. Die aber, die exzentrische Kreise ausklügelten, haben anscheinend zwar zu einem großen Teile die scheinbaren Bewegungen zahlenmäßig damit in Einklang gebracht, mußten aber verschiedene Annahmen mit aufnehmen, die den ersten Grundsätzen über die Gleichheit der Bewegungen widersprechen dürften. Ferner konnten sie die Hauptsache, nämlich die Gestalt des Weltgebäudes und eine bestimmte Symmetrie seiner Teile, nicht ermitteln oder aus jenen erschließen. So ging es ihnen wie einem, der Hände, Füße, Haupt und andere Glieder, die zwar an sich vortrefflich, aber nicht von einem und demselben Körper abgezeichnet wurden, zusammenfügen wollte, so daß kein einziges Glied zum anderen paßte und das Ganze viel mehr ein Ungetüm als einen Menschen darstellen müßte. Es muß demnach im Verlauf ihres sogenannten methodischen Verfahrens entweder ein notwendiges Bindeglied außer acht gelassen oder ein fremdes und zur Sache völlig ungehöriges Element eingeschoben sein. Dies würde ihnen sicherlich nicht geschehen sein, wenn sie festen Grundsätzen gefolgt wären. Denn wenn die Hypothesen, von denen sie ausgingen, nicht falsch gewesen wären, so hätte sich alles, was daraus gefolgert wurde, auch als durchaus richtig erweisen müssen. Was ich hier sage, mag vielleicht zur Zeit noch etwas dunkel sein; es wird aber an seinem Ort klarer werden.

Da ich also diese Unsicherheit der überlieferten mathematischen Lehren, wie man die Sphärenbewegungen auffassen solle, lange bei mir erwog, begann ich es überdrüssig zu werden, daß man sich nicht bei den Philosophen, die doch sonst die geringfügigsten Dinge ihres Gebietes mit solch auserlesener Sorgfalt zu erforschen pflegen, über eine gültigere Theorie der Bewegungen des Weltalls einigen konnte, das doch unseretwegen von dem besten und zuverlässigsten Werkmeister erbaut worden ist. Ich nahm mir daher vor, die Schriften aller Philosophen, deren ich habhaft werden konnte, zu erforschen, um festzustellen, ob niemand auf eine Vermutung gekommen sei, daß die Bewegungen der Weltkörper andere sein müßten, als es die schulmäßigen Mathematiker annehmen. Und da fand ich denn freilich zunächst bei Cicero eine Stelle, daß Niketas eine Bewegung der Erde angenommen habe. Später las ich auch bei Plutarch, daß noch einige andere dieser Ansicht gewesen wären. Den Wortlaut möchte ich, damit er allen geläufig sei, hier niederschreiben: „Die übliche Meinung ist, daß die Erde still steht; der Pythagoreer Philolaos aber nimmt an, daß sie sich in einem schiefen Kreise, in gleicher Weise wie Sonne und Mond, um das Zentralfeuer bewegt. Heraklides von Pontos und der Pythagoreer Ekphantos lassen die Erde sich von Westen nach Osten, jedoch nicht fortschreitend, sondern wie ein Rad um ihren eigenen Mittelpunkt bewegen.“

Dies gab mir die Anregung, und ich begann nun selbst über die Möglichkeit einer Bewegung der Erde nachzudenken. Und wenn mir auch die Ansicht widersinnig erschien, so wußte ich doch, daß anderen vor mir diese Freiheit zugebilligt worden war, beliebige Kreisbewegungen zur Erklärung der Himmelserscheinungen anzunehmen, und ich glaube, daß es auch mir zu versuchen gestattet sein würde, ob nicht durch die Annahme einer

Bewegung der Erde eine besser begründete Darstellung für die Bewegungen der Himmelskörper gefunden werden könnte.

Und als ich nun die Bewegungen angenommen hatte, die ich in meinem vorliegenden Werke der Erde zuschreibe, kam ich nach eingehender und langer Beobachtung endlich zu folgendem Ergebnis: Wenn die Bewegungen der übrigen Planeten in Beziehung zum Kreislauf der Erde gebracht und dem Umlauf jedes Gestirns entsprechend errechnet werden, so lassen sich nicht nur die scheinbaren Bewegungen daraus folgern, sondern es treten auch die Ordnungen und Größen der Gestirne und alle ihre Bahnen und der Himmel selbst in solchen Zustand zueinander, daß an keiner Stelle etwas ohne Verwirrung der übrigen Teile und des gesamten Weltalls verändert werden könnte. Aus diesem Gesichtspunkt heraus bin ich denn auch beim weiteren Fortgang meiner Arbeit folgendem Plan gefolgt: Im ersten Buch beschreibe ich alle Stellungen der Bahnen zugleich mit den Bewegungen, die ich der Erde zuschreibe, so daß dieses Buch gleichsam die allgemeine Anordnung des Weltalls enthält. In den folgenden Büchern beziehe ich alsdann die Bewegungen der übrigen Gestirne und aller Bahnen auf die Erdbewegung, so daß man daraus ersehen kann, inwieweit auch die Bewegungen und Erscheinungen bei den übrigen Gestirnen und Bahnen beibehalten werden können, wenn sie auf die Erdbewegungen bezogen werden. Und ich zweifle nicht, daß einsichtsreiche und gelehrte Mathematiker mir beipflichten werden, wenn sie, was diese Wissenschaft vor allem fordert, die von mir in diesen Werken beigebrachten Beweise für diese Tatsachen nicht obenhin, sondern gründlich untersuchen und erwägen wollten. Damit aber die Gelehrten ebenso wie die Ungelehrten sehen mögen, daß ich mich dem Urteil keines Menschen entziehe, so wünsche ich Deiner Heiligkeit diese

meine Untersuchungen lieber als jedem anderen zu widmen, weil Du auch in diesem äußerst entlegenen Erdenwinkel, wo ich wirke, durch die Würde Deines Amtes wie durch die Liebe zu allen Wissenschaften und auch zur Mathematik hoch erhaben bist, so daß Du durch Dein Ansehen und Urteil leicht den Biß der Verleumder verhindern könntest, wiewohl das Sprichwort sagt, gegen den Stich des Verleumders gäbe es kein Mittel.

Sollten aber vielleicht törichte Schwätzer auftreten, die trotz ihrer Unwissenheit in der Mathematik sich hierüber ein Urteil anmaßen und auf Grund irgendeiner Stelle der Heiligen Schrift, die sie für ihr Vorhaben böswillig verdrehen, es wagen, mein Beginnen zu tadeln und anzugreifen, so würde ich mich um solche nicht kümmern und sogar ihr Urteil als leichtfertig verachten. Es ist ja wohl bekannt, wie kindisch Lactantius, der sonst ein trefflicher Schriftsteller, aber ein geringer Mathematiker war, über die Gestalt der Erde spricht, da wo er diejenigen verlacht, die die Kugelgestalt der Erde lehrten. Darum sollte es den Forschern nicht wunderlich vorkommen, wenn dergleichen Geister auch uns verspotten werden. Mathematik wird nur für Mathematiker geschrieben, und sie werden, wenn nicht alles trügt, wohl auch zugeben, daß diese Arbeiten auch der Kirche, deren Oberhaupt Deine Heiligkeit jetzt ist, nützlich sein können. Hat doch vor kurzem unter Leo X. im Lateranischen Konzil eine Verhandlung über die Verbesserung des Kirchenkalenders stattgefunden und blieb damals nur deshalb unentschieden, weil man der Ansicht war, daß die Länge der Jahre und Monate sowie die Bewegungen von Sonne und Mond noch nicht hinreichend genau bestimmt seien. Seit dieser Zeit habe ich mich, ermahnt von dem ehrwürdigen Herrn Bischof Paul von Fossombrone, der damals jene Angelegenheit leitete, bemüht, hierüber genauere Untersuchungen anzustellen. Was ich aber auf diesem Gebiet geleistet habe, überlasse

ich vor allem dem Urteile Deiner Heiligkeit und aller gelehrten Mathematiker. Damit es aber nicht den Anschein erwecke, als verspräche ich Deiner Heiligkeit etwa mehr von dem Nutzen meines Werkes, als ich leisten kann, gehe ich nunmehr zur Sache selbst über.

7. Kapitel

WARUM DIE ALTEN MEINTEN, DIE ERDE RUHE IN DER MITTE DER WELT GLEICHSAM ALS MITTELPUNKT

Deshalb haben die früheren Philosophen mit gewissen anderen Gründen zu beweisen versucht, daß die Erde in der Mitte der Welt stehe. Als hauptsächlichste Ursache aber führen sie die Schwere und Leichtigkeit an. Das Element der Erde ist nämlich am schwersten, und alles, was Gewicht hat, bewegt sich seinem Streben gemäß nach ihrer innersten Mitte hin. Da nun die Erde, nach welcher die schweren Gegenstände von allen Seiten her rechtwinklig auf die Oberfläche, vermöge ihrer eigenen Natur, sich hinbewegen, kugelförmig ist, so würden sie, wenn sie nicht auf der Oberfläche selbst zurückgehalten würden, in ihrem Mittelpunkt zusammentreffen; da ja eine gerade Linie, welche auf die Tangentialebene im rechten Winkel trifft, zum Mittelpunkt führt. Für die Körper aber, die sich nach der Mitte hin bewegen, scheint zu folgen, daß sie in dieser ruhen würden. Um so mehr wird also die ganze Erde in der Mitte ruhen, und so viele fallende Körper sie auch in sich aufnehmen mag, durch ihr Gewicht unbeweglich bleiben. Zur weiteren Begründung berufen sie sich auch auf das Gesetz und die Natur der Bewegung selbst. Aristoteles sagt nämlich, daß die Bewegung eines ein-

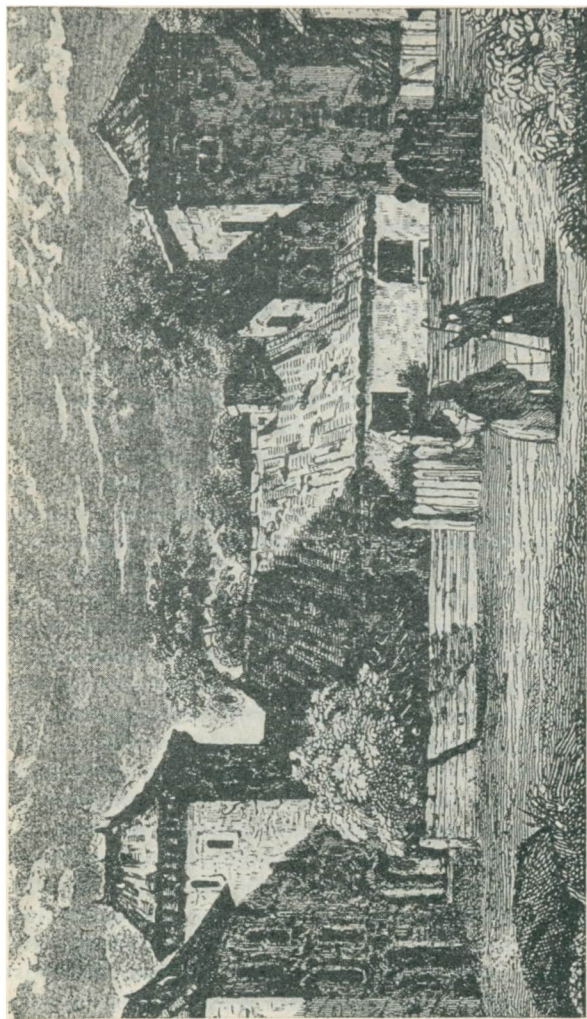


Bild 16 Haus in Frombork (Frauenburg), in dem Kopernikus gearbeitet hat und in dem er gestorben ist.
Holzschnitt von Adam Pilinski nach einem Stich von F. Chotemski

fachen Körpers einfach sei; von den einfachen Bewegungen sei aber die eine geradlinig, die andere kreisförmig; die geradlinigen teilen sich wieder in die aufwärts und die abwärts gerichteten. Demnach erfolge jede einfache Bewegung entweder nach der Mitte hin, nämlich abwärts, oder von der Mitte fort, nämlich aufwärts, oder um die Mitte herum, und diese wäre eben kreisförmig. Nur der Erde und dem Wasser, welche für schwerer gelten, kommt es zu, sich abwärts zu bewegen, d. h. nach der Mitte hin zu streben; die Luft aber und das Feuer, welche die Eigenschaft der Leichtigkeit haben, müssen sich aufwärts und von der Mitte fort bewegen. Es scheint klar, daß diesen 4 Elementen die geradlinige Bewegung zugestanden werden muß, den Himmelskörpern dagegen eine kreisförmige Bewegung um die Mitte herum. So Aristoteles. Wenn daher, sagt der Alexandriner Ptolemäus, die Erde sich drehte, wenigstens in täglicher Umdrehung, so müßte das Gegenteil des oben Gesagten eintreten. Es müßte nämlich die Bewegung, die in 24 Stunden den ganzen Umlauf der Erde durchliefe, äußerst heftig und ihre Geschwindigkeit unübertreffbar sein. Was aber von einer jähen Drehung ergriffen wird, scheint durchaus nicht geeignet, sich zusammenzuschließen, vielmehr aus der Vereinigung zerstreut zu werden, wenn es nicht durch eine gewisse Zusammenziehung und Festigkeit zusammengehalten würde. Und so müßte schon lange, sagt er, die Erde zerstoßen und über den Himmel selbst – was sehr lächerlich wäre – hinausgerissen sein, und noch weniger würden lebende Wesen und sonstige losgelöste Massenteile irgendwie unerschüttert geblieben sein. Aber auch die geradlinig fallenden Körper würden nicht senkrecht an den ihnen bestimmten Ort gelangen, da dieser inzwischen mit so großer Geschwindigkeit unter ihnen fortgezogen wäre. Auch müßten wir die Wolken und was sonst in der Luft schwebt stets nach Westen ziehen sehen.

8. Kapitel

WIDERLEGUNG DER ANGEFÜHRTEN GRÜNDE UND IHRE UNZULÄNGLICHKEIT

Aus diesen und ähnlichen Gründen behauptet man, daß die Erde in der Mitte der Welt ruhe und daß daran kein Zweifel sei. Wer aber annimmt, daß die Erde sich drehe, der wird gewiß auch der Meinung sein, daß diese Bewegung eine natürliche und keine gewaltsame sei. Was aber der Natur gemäß ist, das bringt entgegengesetzte Wirkungen hervor als das, was durch Gewalt geschieht. Wenn eine Kraft oder ein heftiger Stoß auf etwas trifft, so muß es zerstört werden und kann nicht lange bestehen; was aber von Natur aus geschieht, verhält sich richtig und bleibt in seinem bestmöglichen Zusammenhang. Ohne Grund fürchtet daher Ptolemäus, daß die Erde und alle die in Umdrehung versetzten irdischen Gegenstände durch die Tätigkeit der Natur auseinandergerissen würden, da letztere bei weitem etwas anderes ist als die Kunst oder als das, was der menschliche Geist zuwege bringen könnte. Warum aber fürchtet er nicht dasselbe, und zwar in noch viel höherem Maße vom Weltganzen, dessen Bewegung doch um so viel geschwinder sein müßte, als der Himmel größer ist als die Erde? Oder ist der Himmel deshalb so unermesslich geworden, weil er durch die unvorstellbare Gewalt der Bewegung aus der

Mitte herausgeschleudert worden ist, während er sonst, wenn er irgendwie stillstände, zusammenbrechen würde? Gewiß würde, wenn dieser Grund zuträfe, auch die Größe des Himmels ins Unendliche gehen. Denn je mehr er durch den äußeren Anstoß der Bewegung in die Höhe getrieben würde, um so geschwinder würde die Bewegung werden wegen des immer wachsenden Kreises, den er notwendig im Zeitraum von 24 Stunden durchlaufen müßte; und umgekehrt müßte mit dem Anwachsen der Bewegung auch die Unermeßlichkeit des Himmels zunehmen. So würde die Geschwindigkeit die Größe und wiederum die Größe die Geschwindigkeit ins Unendliche steigern. Nach jenem physikalischen Grundsatz, „daß das Unendliche weder durchlaufen werden noch sich aus irgendeinem Grunde bewegen kann“, müßte jedoch der Himmel stillstehen. Aber man sagt, daß außerhalb des Himmels kein Körper, kein Ort, kein leerer Raum und überhaupt nichts vorhanden sei und daß nichts da sei, was über den Himmel hinausgehen könnte; da ist es doch recht wunderbar, daß vom Nichts irgend etwas umschlossen werden könnte. Wenn jedoch der Himmel unendlich und nur an der inneren Wölbung begrenzt wäre, so würde dadurch vielleicht mehr erwiesen werden, daß außerhalb des Himmels nichts ist; da jedes Ding, welche Größe es auch haben möge, in ihm selbst enthalten sein würde. Dann aber ist der Himmel unbeweglich. Das Wichtigste nämlich, worauf man sich beim Beweise von der Unendlichkeit der Welt zu stützen hat, ist die Bewegung. Ob nun die Welt endlich oder unendlich sei, wollen wir dem Streit der Physiker überlassen, sicher bleibt uns aber, daß die Erde, zwischen Polen eingeschlossen, von einer kugelförmigen Oberfläche begrenzt ist. Warum sollen wir also noch Anstand nehmen, ihr eine von Natur zustehende, ihrer Gestalt entsprechende Beweglichkeit zuzugestehen, und statt dessen annehmen, daß die ganze Welt, deren Grenze

unbekannt ist und nicht erkannt werden kann, sich bewege, und warum sollen wir nicht bekennen, daß der tägliche Umschwung scheinbar dem Himmel, in Wirklichkeit aber der Erde zuzuschreiben ist? Und daß es sich hier so verhalte, wie wenn Virgils Aeneas sagt: „Wir laufen aus dem Hafen aus, und Länder und Städte weichen zurück.“ Wie auf einem ruhig dahinfahrenden Schiff alles außerhalb Befindliche von den Schiffen so gesehen wird, als ob es nach Art jener Bewegung sich fortbewege, und die Schiffer umgekehrt meinen könnten, daß sie mit allem, was sie bei sich haben, ruhen, so kann es sich ohne Zweifel mit der Bewegung der Erde verhalten und scheinen, als ob die ganze Welt sich drehe. Was sollen wir nun über die Wolken und das übrige irgendwie in der Luft Schwebende oder Fallende oder in die Höhe Steigende anderes sagen, als daß nicht nur die Erde sich mit dem ihr verbundenen flüssigen Element so bewege, sondern auch ein nicht geringer Teil der Luft und was sonst noch auf dieselbe Weise mit der Erde verknüpft ist, sei es nun, daß die zunächstliegende Luft, mit erdartigem und luftförmigem Stoff vermischt, derselben Natur wie die Erde folgt, sei es, daß der Luft die Bewegung mitgeteilt worden ist, an der sie durch die Berührung mit der Erde und durch die fortwährende Umdrehung derselben unwiderstehlich teilhat. Man behauptet aber, was doch ebensogut Verwunderung erregen muß, daß die höchste Luftschicht der Himmelsbewegung folge, was jene plötzlich erscheinenden Gestirne, die von den Griechen Kometen oder Bartsterne genannt werden, belegen sollen, für deren Entstehung man eben jene Gegend anweist und welche ebenso wie die anderen Gestirne auf- und untergehen. Wir aber können sagen, daß jener Teil der Luft wegen seiner großen Entfernung von der Erde frei von der irdischen Bewegung geblieben ist. Dementsprechend wird also die Luft, welche der Erde am nächsten liegt, und alles in ihr Schwe-

bende, wenn es nicht vom Wind oder von irgendeiner anderen äußeren Kraft zufällig hin und her getrieben wird, ruhig erscheinen. Denn was ist der Wind in der Luft anderes als die Flut des Meeres? Was aber die fallenden und steigenden Körper anlangt, so müssen wir ihnen eine doppelte Bewegung im Verhältnis zum Weltall zusprechen, nämlich eine stets aus einer kreisförmigen und geradlinigen zusammengesetzte. Da dasjenige, was durch sein Gewicht nach unten strebt, vorzüglich erdartig ist, so ist nicht zu zweifeln, daß diese Teile derselben Natur folgen wie ihr Ganzes. Und aus keinem anderen Grunde geschieht es, daß die Gegenstände, welche dem Feuer angehören, mit Gewalt in die Höhe gerissen werden. Das irdische Feuer wird nämlich hauptsächlich durch erdige Stoffe ernährt; man sagt, die Flamme sei nichts anderes als brennender Rauch. Die Eigenschaft des Feuers besteht darin, das auszudehnen, was es ergriffen hat, und es führt dies mit solcher Gewalt aus, daß es auf keine Weise und durch keine Maschine daran gehindert werden kann, die Schranken zu durchbrechen und sein Werk zu vollenden. Die ausdehnende Bewegung ist aber vom Mittelpunkt zum Umfang hin gerichtet; wenn daher etwas aus erdigen Teilen Bestehendes angezündet wird, so bewegt es sich von der Mitte nach oben. Daher kommt, wie man behauptet hat, dem einfachen Körper eine einfache Bewegung zu, und dies erweist sich vorzüglich in der Kreisbewegung, solange der einfache Körper an seinem natürlichen Ort und in seiner Einheit verharret. An diesem Orte ist nämlich die Bewegung keine andere als die kreisförmige, welche ganz in sich bleibt, als ob der Körper ruhe. Die geradlinige Bewegung ergreift aber diejenigen Körper, die von ihrem natürlichen Orte weggegangen oder gestoßen oder auf irgendeine Weise außerhalb desselben geraten sind. Nichts widerstrebt der Ordnung und der Gestalt der ganzen Welt so sehr als

das Außerhalb-seines-Ortes-Sein. Die geradlinige Bewegung tritt also nur ein, wenn die Dinge sich nicht richtig verhalten und nicht vollkommen ihrer Natur gemäß sind, indem sie sich von ihrem Ganzen trennen und seine Einheit verlassen. Außerdem führen die Körper, welche aufwärts oder abwärts, abgesehen von der Kreisbewegung, getrieben werden, keine einfache, gleichförmige und gleichmäßige Bewegung aus; denn sie können sich nicht nach ihrer Leichtigkeit oder nach dem Drucke ihres Gewichtes richten; und wenn sie beim Fallen anfänglich eine langsamere Bewegung haben, so vermehren sie ihre Geschwindigkeit im Fallen; während wir dagegen das in die Höhe getriebene irdische Feuer – und wir kennen kein anderes – sogleich träge werden sehen, gleichsam als ob sich dadurch die Ursache der Kraft des erdigen Stoffes zeigte. Die kreisförmige Bewegung verläuft dagegen immer gleichmäßig, weil sie eine nicht nachlassende Ursache hat. Jene aber nehmen in der fortschreitenden Bewegung ab, in welcher sie, wenn sie ihren Ort erreicht haben, aufhören, schwer oder leicht zu sein, und deshalb hört ihre Bewegung auf. Wenn also die Kreisbewegung dem Weltall zukäme, den Teilen aber auch die geradlinige, so könnten wir sagen, die Kreisbewegung verhalte sich zur geradlinigen wie das Lebewesen zur Krankheit. Wenn Aristoteles die einfache Bewegung in 3 Arten, die von der Mitte fort, zur Mitte hin und um die Mitte herum, eingeteilt hat, so dürfte das nur eine Vereinfachung sein, wie wir ja auch die Linie, den Punkt und die Fläche unterscheiden, während doch das eine nicht ohne das andere, und keines von ihnen ohne Körper bestehen kann. Es kommt nun noch hinzu, daß der Zustand der Unbeweglichkeit nach allgemeiner Ansicht edler und göttlicher ist als der der Veränderung und Unbeständigkeit, welch letzterer deshalb eher der Erde als der Welt zukommt. Und ich füge hinzu, daß es wider-

sinnig erscheinen würde, dem Enthaltenden und Setzenden eine Bewegung zuzuschreiben und nicht vielmehr dem Enthaltenen und Gesetzten, nämlich der Erde. Da endlich die Planeten offensichtlich zur Erde bald ferner, bald näher stehen, so wird die Bewegung eines und desselben Körpers, die um die als Mittelpunkt der Erde angenommene Mitte stattfindet, auch von der Mitte fort und nach ihr hin gerichtet sein. Man muß also die Bewegung um die Mitte herum als das Allgemeine ansehen, und es genügt, wenn jede Bewegung eine eigene Mitte hat. Man sieht also, daß nach allem diesem die Bewegung der Erde wahrscheinlicher ist als die Ruhe, vor allem in bezug auf die tägliche Umdrehung, die der Erde am eigentümlichsten ist. Dies mag für den ersten Teil der Untersuchung genügen.

**Illustrationen: „Die Presse der Sowjetunion“, Ausgabe 54/1953 (1);
L. Kurdybacha und W. Zonn: „Mikolaj Kopernik“, Verlag „Ksiazka i Wiedza“
Warszawa 1951 (3); Leopold Prowe: „Nicolaus Copernicus“ Bd. 1/1,
Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1883 (4)**

Preis 2,– DM