

BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

Walther Gerlach

Johannes Kepler zum 400. Geburtstag

Festrede

MÜNCHEN 1972

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

Johannes Kepler zum 400. Geburtstag

FESTREDE

gehalten in der Feierlichen Jahressitzung
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in München am 4. Dezember 1971

von

WALTHER GERLACH

MÜNCHEN 1972

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

Johannes Kepler zum 400. Geburtstag

Von WALTHER GERLACH

Am 27. Dezember jährt sich zum 400. Mal der Tag, an dem Johannes Kepler in der freien Reichsstadt Weil der Stadt – zwischen Stuttgart und dem Schwarzwald gelegen – geboren wurde.

Dessen zu gedenken, hat die Bayerische Akademie der Wissenschaften besondere Veranlassung: liegt bei ihr doch die Herausgabe der gesamten Werke und Briefe Keplers und neuerdings auch die Bearbeitung seines seit gerade 200 Jahren in Leningrad bewahrten und gepflegten schriftlichen Nachlasses.

*

Dank der damaligen hervorragenden Schulverhältnisse in Württemberg konnte der fleißige und früh als ungewöhnlich begabt erkannte Sohn einer verarmten Familie sich mit Hilfe von Stipendien zum Studium der protestantischen Theologie in Tübingen emporarbeiten. Nach Abschluß des vorangehenden Studiums der Freien Künste, darunter Mathematik und Astronomie, mit der Promotion zum Magister wurde der Kandidat der Theologie von seinen Professoren als Mathematiklehrer an die Protestantische Stiftschule in Graz geschickt – vielleicht fortgelobt. Sein selbständiges Denken in den theologischen Streitfragen paßte nicht so recht seinen orthodoxen Lehrern.

Zu seinen Grazer Obliegenheiten gehörte auch die jährliche Abfassung von Kalendern und Prognostiken, die allgemein und besonders bei den Mächtigen der Welt angesehene astrologische Futurologie. Diese Aufgabe zwang ihn, sich näher mit Astronomie zu befassen.

In ihr spielte seit fünfzig Jahren das heliozentrische Planetensystem des Kopernikus eine Dornröschenrolle, – bei Theologen

1*

ISBN 3769668472

Printed in Germany

Druck der C. H. Beck'schen Buchdruckerei Nördlingen

und den von ihnen abhängigen Gelehrten war es umstritten, weil es z. B. im Gegensatz zu Worten der Bibel lehrte, daß nicht die Erde mit den Menschen, sondern die Sonne Mittelpunkt der Welt ist, welche von Planeten und Erde umkreist wird.

Kepler war irgendwie fasziniert von der neuen Lehre, anfangs wesentlich aus metaphysischen Gründen: er sah in ihr ein Bild der Trilogie – Gott-Vater die Sonne, Gott-Sohn die die Welt umspannende Fixsternsphäre, Heiliger Geist der Weltenraum mit Planeten und Mensch. Nun kam ihm plötzlich eine ganz rationale Idee: hängen die Zahlen 5 der regulären Euklidischen Körper (mehr gibt es nicht!) und 6 der Planeten (mehr waren damals nicht bekannt!) zusammen – mit anderen Worten: Ist das Planetensystem nach einem geometrischen Prinzip geordnet?

Es gelingt ihm, eine solche Ordnung zu finden: Setzt man die fünf 4, 6, 8, 12, 20-Flächner in geeigneter Reihenfolge ineinander, so können in, zwischen und um sie sechs Kugelflächen gelegt werden, deren Abstände vom gemeinsamen Mittelpunkt den Kopernikanischen Radien der Planetenkreise Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn um die Sonne entsprechen: das Kopernikanische System sei geometrisch beweisbar.

Kepler glaubt, das *Mysterium Cosmographicum*, das Weltgeheimnis, entdeckt zu haben: Gott ist Geometer; weil die Menschen Geometrie treiben können, ist ihr Geist vom Geist Gottes, deshalb können sie die Schöpfungsordnung nachdenken, ihre Prinzipien, die Naturgesetze verstehen. Seinem Lehrer Mästlin schreibt er: „Ich wollte Theologe werden, lange war ich unschlüssig. Nun sehet, wie Gott durch mich in der Astronomie gefeiert wird.“

Das Werk wird in Tübingen gedruckt.

In Graz begann die Ausweisung der Protestanten, aber Kepler durfte zunächst zurückkommen: „Der Fürst habe Gefallen an seiner Arbeit“.

Kurz vorher hatte Kepler die wohlhabende 21jährige Barbara Müller von Mühleck geheiratet. Die Ehe sollte nicht sehr glücklich werden. Seine sparsame Lebenshaltung paßte nicht zu ihren Ansprüchen – „sie ist nicht gewohnt, sich von Bohnen zu er-

nähren!“. Er konnte zornig werden, „wan ich gestudirt hab und sie mich zum Unzeiten von haussachen angeredt hat . . . und ich hab doch streng studiren muessen“.

Aber er rühmt ihre Rechtschaffenheit und Wohltätigkeit; sie starb an Fleckfieber, das sie sich 1611 bei der Krankenpflege von Armen geholt hatte.

Doch zurück nach Graz ins Jahr 1600.

Als die nunmehr katholischen Stände erklärten, man brauche keinen Mathematiker, Kepler solle Medizin studieren, wurde ihm seine Lage unerträglich.

Sein Erstlingswerk hatte ihn bei den Astronomen bekannt gemacht. Der bedeutendste jener Zeit, Tycho Brahe, lehnte zwar diese „*a-priori-Astronomie*“ ab. Er war ein Gegner des Kopernikus, hatte aber Keplers wissenschaftliche Originalität und mathematische Fähigkeit erkannt. Er sah in ihm den Mann, der aus seinen jahrelangen Planetenmessungen eine Planeten-Theorie *a posteriori* ableiten könnte, und holte ihn nach Prag, wo er am Hof des sterngläubigen Kaiser Rudolph II. als Kaiserlicher Mathematiker wirkte.

Kaum hatte die gemeinsame, offenbar recht reibungsvolle Arbeit begonnen, starb Brahe. Gerade 31 Jahre alt wurde Kepler der „*Kaiserliche Mathematikus*“ – der aus Graz ausgewiesene Protestant am katholischen Kaiserhof!

Der an Brahe erteilte kaiserliche Auftrag, anstelle der überholten Alphonsinischen und Prutenischen Planeten-Tabellen ein neues Tafelwerk als „*Tabulae Rudolphinae*“ zu berechnen, wird von Kaiser Rudolph auf Kepler übertragen.

Diese neuen Aufgaben waren gänzlich anderer Art als die, welche Kepler sich in Graz gestellt hatte: er hoffte schnell aus Tychos Messungen die erforderlichen Daten zu ermitteln. Doch gewann er mit unsagbar mühseligen Berechnungen die Einsicht, daß nicht nur alle bisherigen Planetensysteme, sondern auch das bisherige Grundprinzip aller Astronomie nicht aufrecht zu erhalten waren: mit konstanter Geschwindigkeit durchlaufene Kreisbahnen der Planeten entsprechen nicht der Natur!

Hier stellt Kepler eine der damaligen Naturphilosophie fremde, für alle spätere Naturwissenschaft grundlegende Forderung für eine Theorie auf: ihre quantitative Übereinstimmung mit der aus der Beobachtung folgenden „Wahrheit der Natur“.

„Mangel an Phantasie ist der Tod der Wissenschaft“ – aber die Spekulation ist nur in sofern frei, als sie nicht in Widerspruch zu den Erfahrungstatsachen kommt.

Die Braheschen Beobachtungen ließen nur eine Annahme zu: die Planeten einschließlich Erdelaufen auf *Ellipsen* um die Sonne; diese steht auch nicht, wie Kopernikus dachte, im Mittelpunkt der Welt, sondern in einem Brennpunkt der Ellipsen.

Die Bahngeschwindigkeit der Planeten ist *nicht* konstant; sie ändert sich periodisch zwischen einem Maximum in Sonnennähe – bei uns im Winter – und einem Minimum in Sonnenferne – bei uns im Sommer. (Er nennt diese zwei ausgezeichneten Punkte Perihel und Aphel.)

Dieses sind die beiden ersten Kepler'schen Planetengesetze, Keplers „*Astronomia Nova*“. Mit seinem Erstlingswerk, dem „*Mysterium Cosmographicum*“, hat sie nichts mehr gemein.

Mit dem Aufgeben des alten Aristotelischen Dogmas der „natürlichen“ Kreisbewegung der himmlischen Körper macht Kepler den ersten großen Schritt in die Neuzeit. Drei Jahre hatte er mit diesem Gedanken gekämpft, bis er dem Friesischen Astronomen David Fabricius 1605 froh und stolz schreiben konnte: „Nun habe ich das Ergebnis, mein Fabricius! die Planetenbahn ist eine vollkommene Ellipse, die Dürer oft Oval nennt.“

Es war eine harte Zumutung für die Gelehrten seiner Zeit, selbst ein Galilei lehnte sie ab und blieb bei den Kopernikanischen Kreisen um die Sonne.

Erst 1609 erscheint die „*Astronomia Nova seu Physica Coelestis*“ im Druck.

Der Kaiser hatte seine Finanzierung zugesagt und den Verkauf verboten – es war ja Auftragsforschung und er wollte wegen der astrologischen Konsequenzen darüber allein verfügen. Kepler mußte aber den Druck bevorschussen. Als er das Geld vom Kaiser

nicht zurückerhielt, verkaufte er kurz entschlossen die ganze Auflage an den Drucker.

So ist die „*Erneuerung der ganzen Astronomie*“ nur in kleiner Auflage ohne Angaben über Verlag und Drucker erschienen.

*

Noch eingreifender war eine zweite Forderung Keplers; sie ist in dem Zusatz „*Physica Coelestis* – Himmelsphysik“ des Titels enthalten.

Kepler hatte der Naturerforschung eine neue Aufgabe gestellt: „vom *Sein der Dinge zu den Ursachen ihres Seins und Werdens vorzudringen*“.

So fragte er – nun *grundsätzlich* weit über Kopernikus hinausgehend – nach der *causa physica*, dem physikalischen Grund für die Bewegung der Planeten durch den freien Raum um die Sonne.

Nach der herrschenden Dogmatik bestand zwischen der irdischen, sublunaren, „elementischen“ und der himmlischen aetherischen Region eine auch für den Verstand nicht überschreitbare Grenze; irdische und himmlische Materie seien verschiedener Art. Kepler postulierte eine einheitliche Physik der Erde und des Himmels und prophezeite: „Keine der beiden Wissenschaften Astronomie und Physik wird ohne die andere je zur Vollkommenheit gelangen.“

Sein oberster Grundsatz ist: von der Sonne geht eine Kraft aus, welche die Planeten bewegt.

Er verallgemeinert die Vorstellung über Kraft als Ursache der Bewegung. Der natürliche Zustand aller körperlichen Materie – auch in der „Aetherregion“ – ist die Ruhe. Bewegung erfolgt erst durch eine Kraft, welche diese Trägheit, die *inertia materiae* überwindet.

Ein Stein in der Welt steht still; wird ein zweiter Stein in die Welt gebracht, so ziehen sie sich gegenseitig an. Dieses der körperlichen Materie zugehörige „Prinzip“ nennt Kepler ihre *Gravitas*.

Der Apfel fällt nicht auf die Erde: Apfel und Erde ziehen sich gegenseitig an, nur ist die Bewegung der schweren Erde unsagbar klein gegen die des Apfels. Das großartigste Beispiel sind die Gezeiten: die Anziehung des Wassers der Meere durch den Mond. Die Schwere ist nicht, wie Aristoteles meinte, ein dem Körper innewohnender Trieb, sich mit der Erde als Weltmittelpunkt zu vereinigen. Sie ist vielmehr ein „Erleiden“ der mit der Erde verbundenen Gravitas.

Alles widersprach der Naturphilosophie ebenso wie der Bibel und den Schriften der Heiligen. Gelehrte wie sein Lehrer Mästlin konnten ihn nicht verstehen und warnten ihn. Ein Astronom hielt ihm gar entgegen: nicht *eine Kraft*, sondern Gott und Teufel regieren die Welt.

„Das ist halt der Handel“, meinte Kepler; „so oft sie nit mehr wissen, wo aus, so kommen sie mit der Heiligen Schrift dahergezogen. Gleich als wenn der Heilige Geist in der Schrift die Astronomiam oder Physicam lehrte!“ Die weltanschaulichen Barrieren waren noch zu hoch, um die von Kepler geforderte Autonomie der Naturwissenschaft anzuerkennen: „In der Theologie entscheiden die Autoritäten, in der Naturwissenschaft nur die Vernunftgründe“.

Als Kepler seine Untersuchungen begann, schrieb er: „Mein Ziel ist es, zu zeigen, daß die himmlische Maschine – caelestis machina – nicht von der Art eines göttlichen Lebewesens, sondern von der Art eines Uhrwerks ist, insofern in ihr fast die ganze Vielfalt der Bewegungen von einer einzigen magnetisch-körperlichen Kraft bewirkt wird, so wie alle Bewegungen in einem Uhrwerk durch ein einziges Gewicht“.

Und in späteren Jahren sagt er: „Mästlin pflegte über meine Bestrebungen, alles auf natürliche Ursachen zurückzuführen, zu lachen. Aber das ist mein Stolz und mein Trost, daß mir dieses gelang“.

Wie sollte aber diese Kraft ohne eine mechanische Verbindung durch den „gar als völlig leer anzunehmenden“ Raum wirken? Haben Sonne, Mond, Erde, alle „körperliche Materie“ ein „See-

lenvermögen“? Geht von ihnen ein immaterieller Ausfluß aus, vergleichbar dem Licht, jener „species immateriata“, von deren Existenz man ja auch erst dann etwas merkt, wenn es auf einen anderen Körper trifft?

Als sich Kepler schon mit solchen Fragen plagte, erschien 1600 das Buch des Londoner *William Gilbert*, Hofarzt der Königin Elisabeth, *De Magnete*. Rein experimentell wird hier die räumliche Verteilung der magnetischen Kraft aus ihrer bewegenden und richtenden Wirkung auf einen andern Magneten bestimmt und damit nachgewiesen, daß die Kompaßnadel sich nicht auf den Himmelspol, sondern auf den Erdpol richtet.

Schon Gilbert überlegt, ob diese Kraft im Sonnensystem wirken könne.

Gilbert gibt die erste Untersuchung einer nicht-mechanisch übertragenen Kraft; Kepler sieht in dieser Wechselwirkung zwischen zwei Magneten eine Analogie zu seiner von Körper zu Körper wirkenden Gravitas. Er zeigt, unter welchen Annahmen eine zwischen Sonne und Planeten wirkende magnetische Kraft qualitativ zu den beiden ersten Keplerschen Gesetzen führt.

Heute ist diese Hypothese nicht mehr haltbar, zu Keplers Zeit war sie eine durchaus legitime physikalische Überlegung. Welche Bedeutung die „magnetische“ Kraft bis ins 18. Jahrhundert hatte, mag man daraus ersehen, daß *Isaak Newton* aus der optischen Erscheinung der Doppelbrechung auf eine – quasi – magnetische Polarisierung seiner Lichtkorpuskel schloß.

Anerkennung fanden Keplers Gedanken zu seinen Lebzeiten nur bei wenigen – „den einer Hochschule Verpflichteten ist es schwer, dem zuzustimmen, was dem Denken der Allgemeinheit widerspricht“.

So sehr er sich in Wort und Schrift bemühte – es gelang ihm nicht, sie zu überzeugen. Aber er behielt seinen Humor:

„In der Zwischenzeit – so schrieb er einem Freund – habe ich nach Tübingen in die Studierstube Mästlins eine Versammlung aller Mathematiker einberufen, die seit 2000 Jahren hervor-

traten und die in Zukunft auftreten werden. Für sie ist es leichter zu erscheinen und auch zuzustimmen als für die mit uns Lebenden“.

*

Von weittragender Bedeutung waren auch die aus den Prager Jahren stammenden optischen Arbeiten. Mit der „*Astronomiae Pars Optica*“ von 1604 begründete Kepler die physikalisch-geometrische Optik. Aus ihrem reichen Inhalt nennen wir nur die erste richtige Theorie des menschlichen Auges, der Kurz- und Weitsichtigkeit und der Wirkung der Brillen, welche aus Keplers Ableitung der Abbildungsgesetze für Linsen und Linsenkombinationen folgte.

Kepler hat damit als erster ein physikalisches Gesetz zum Verstehen eines physiologischen Vorganges herangezogen; wir nennen es heute *Biophysik*.

Er vollendete seine Optik 1611 mit der Theorie des astronomischen und des terrestrischen Fernrohrs in seiner „*Dioptrice*“ (der Begriff Dioptrik ebenso wie die Bezeichnung „Fokus“ ist hier von Kepler eingeführt).

Die Veranlassung hierfür gaben Galileis erste Beobachtungen des Himmels mit einem Fernrohr im Januar 1610. Er schickte sie als „*Sidereus Nuncius*“, als „Sternen-Botschaft“ an Kaiser Rudolph, welcher von Kepler ein Gutachten verlangte.

Kepler schrieb in wenigen Tagen die berühmte „*Dissertatio cum Nuncio Sidereo*“ als offenen Brief an Galilei, in welchem er im Gegensatz zu fast allen Gelehrten für die Richtigkeit und die Bedeutung von Fernrohrbeobachtungen als eine neue Astronomie eintrat.

Besonders wichtig war für Kepler die Beobachtung von Bergen und Tälern des Mondes, also der für seine Gravitas-Lehre wichtige Nachweis, daß der Mond nicht „himmlische“, sondern körperliche, erdähnliche Materie ist, und ferner der Nachweis der Venus-Phasen, ein sicherer Beweis, daß die Venus die Sonne umläuft.

Sie sagten aber nichts aus über die Grundfragen des Kopernika-

nischen Systems, die „bewegte“ Erde und die im Mittelpunkt der Welt „ruhende“ Sonne, also gerade über die Punkte, in welchen es der Bibel widersprach.

Galilei aber behauptete deren Prüfbarkeit mit dem Fernrohr. Nebenbei sei bemerkt, daß Galilei auch bis zuletzt an Ebbe und Flut als einem mechanischen Beweis für den Lauf der Erde um die Sonne festhielt, was schlechthin falsch ist.

Jetzt begann der offene Widerstand der Römischen Kirche gegen das Kopernikanische System, der zu seiner Erklärung als „Ketzerei“ führte.

Noch 1609 hatte Kepler zu seiner eigenen Rechtfertigung geschrieben:

„Ich sage, daß die Erde umlaufe, sei nicht wider die Schrift, wenn man sie richtig auslege. So höre er darüber alle Päpste seit 1542; sie haben die Schrift so ausgelegt, daß sie Kopernikus noch nie eines Irrtums oder der Ketzerei beschuldigt hätten. Er höre darüber auch einige Theologen der anderen Partei, die man Protestanten nennt: sie verbieten nicht, das zu glauben. . . . Allerdings der große Haufen von Theologen und Mathematikern will nicht zugeben, daß die Erde umlaufe“.

Bedenkt man, daß Kepler als Hofbeamter in Prag, dem damaligen Zentrum von Politik und Wissenschaft, mit Gelehrten, mit kirchlichen und weltlichen Gesandten und Würdenträgern aus aller Welt zusammenkam, so ist diesem Urteil wohl große Bedeutung zuzumessen.

1616 wurden Galileis Schriften und auch das Werk des Kopernikus auf den Index gesetzt. 1617 lehnte Kepler den Ruf nach Bologna ab, „weil seine Freiheit im Gebaren und in der Rede ihm leicht, wenn auch nicht Gefahr, so doch Schmähungen zuziehen, Verdächtigungen erregen und ihn den Angebereien benommener Köpfe aussetzen könnte.“

Keplers *Astronomia Nova* blieb unbeanstandet; als er aber 1618 ein allgemeines Lehrbuch für weite Kreise, für Schulbänke niederen Ranges über seine neue Astronomie und Physik herausgab, wurde auch dieses verboten.

Kepler wehrte sich; er verschickte eine „Admonitio ad Bibliopolas“: er müsse zwar zugeben, daß andere die neue astronomische Lehre nicht am rechten Ort und nicht nach rechter Methode vorgetragen haben. „Die kirchlichen Stellen aber mögen sich überlegen, ob man den unermeßlichen Ruhm der göttlichen Werke unter dem Volk verbreiten oder einschränken und seine Verkündigung mit Zensuren unterdrücken soll“.

In der Widmung seines nächsten Werkes an die Linzer Stände schreibt er geradezu trotzig: „Mögen sich andere zu der Lehre des Kopernikus stellen, wie sie wollen. Ich erachte es als meine Pflicht und Aufgabe, sie, die ich im Innern als wahr erkannt habe, auch nach außen mit allen Kräften meines Geistes zu vertreten“.

*

Mittlerweile hatte sich in Keplers Leben eine wesentliche Veränderung ergeben. Veranlaßt durch die Übernahme der Regierung durch Matthias, in tiefer Depression über den Tod seines Sohnes, seiner Frau Barbara und seines unglücklichen Gönners Rudolph hatte er 1612 Prag verlassen. Er war als *Landschaftsmathematiker der Stände von Österreich ob der Enns* nach Linz gegangen, nachdem seine Bestallung als Kaiserlicher Mathematiker mit einem Sondergehalt und der Auftrag zur Vollendung der Rudolphinischen Tafeln vom neuen Kaiser bestätigt waren.

Daneben sollte er unterrichten und eine „Mappa“, eine Landkarte mit Beschreibung von Österreich verfertigen.

Da bei der Übersiedlung von Prag nach Linz auch die Einkommensfrage eine Rolle spielte, seien hier einige kurze Bemerkungen über Keplers finanzielle Verhältnisse eingeschaltet, über welche manch irrige Meinung besteht. Als „Stiftler“ wurde der Student knapp gehalten, er hatte aber durch das – „wegen seines herrlichen Ingeniums“ – sogar zweimal bewilligte Ruoff-Stipendium seiner Vaterstadt eine zusätzliche Hilfe. In Graz war das Anfangsgehalt klein, Unterricht, Verkauf der Kalender und

astrologische Gutachten brachten Nebeneinnahmen. Dann kam die Ehe mit der begüterten Frau und schließlich in Prag die Anstellung als Kaiserlicher Mathematiker. Allerdings mußte er zunächst ein halbes Jahr sich um die Auszahlung bemühen, regelmäßig und ohne Drängen erfolgte sie nie. Es gibt einen Brief, in dem er klagt, daß er wegen der Saumseligkeit der Behörden gezwungen sei, das Geld seiner Frau in Anspruch zu nehmen.

Sogar in den offiziellen Widmungsschreiben seiner Bücher an den Kaiser, die Stände und hochgestellte Persönlichkeiten beschwert er sich über das Ausbleiben der Gelder; oft erhielt er eine Abzahlung erst, wenn er wegen seines ständigen „Molestierens“ den Behörden lästig geworden war. Daß er aber hungern mußte, ist nicht richtig. Seine Nebeneinnahmen waren immer groß, und was er an Geld erübrigte, wußte er sehr wohl zins tragend anzulegen. Bei dem ihm von den Linzer Ständen gezigten Entgegenkommen hoffte er auf Ruhe zum Arbeiten; aber er sollte sie nicht finden.

Seine protestantischen Glaubensbrüder schlossen ihn als einen „verschlagenen Calvinisten“ vom Abendmahl und damit aus der Kirchengemeinschaft aus.

Wie im Bereich der Wissenschaft war er auch in Fragen der Religion ein selbständiger Denker. Nie war er bereit, auch nur eine Handbreit seiner Überzeugung aufzugeben. „Es steht mir nicht an, in Gewissensfragen zu heucheln“, antwortete er stolz und fest den Freunden, die ihn überreden wollten, seiner Ruhe zuliebe doch die verlangte Unterschrift unter die Konkordienformel des orthodoxen Stuttgarter Konsistoriums zu leisten.

Man muß bei diesen theologischen Fragen, denen Kepler mehrere Schriften und viele Briefe widmete, seine Haltung zu den verworrenen kirchlichen Fragen beachten. Er konnte mit der vorbehaltlosen Unterschrift der Konkordienformel der innerprotestantischen Trennung nicht Vorschub leisten, weil sein ganzes Streben auf die Vereinigung aller Konfessionen in einer „wahrhaft“ katholischen Kirche gerichtet war.

Kepler wußte, daß ihm nun die in Aussicht stehende und erwünschte Professur in Tübingen endgültig versagt blieb. So hat der Begründer der neuen Naturwissenschaft nie an einer Universität gelehrt.

In dieser Zeit reifte sein Entschluß, einen neuen Hausstand zu begründen. Mit der neuen Ehe mit Susanna Reuttinger aus Efferding bei Linz lebte der wissenschaftliche Geist wieder auf.

Beim Weinkauf für den jungen Haushalt kamen dem sparsamen Kepler Bedenken über die Bestimmung des Inhaltes der Fässer. Er geht der Sache auf den Grund und entwickelt in origineller Weise eine Berechnung aus ihrer äußeren Form, die sich annähert durch Rotation von Teilen von Kegelschnitten darstellen läßt (auch dieses Fachwort stammt von Kepler.) Diese „Nova Stereometria Doliorum Vinariorum“ wurde als Vorarbeit für die Integralrechnung berühmt. Er widmete sie zu Neujahr zwei österreichischen Adligen mit dem Wunsch, das neue Jahr möge ihnen so viel Wein bescheren, daß sie auch etwas davon abgeben!

Eine vereinfachte deutsche Fassung geht als „Messekunst Archimedis, eine Rechnung der Weinfässer, sonderlich der österreichischen, die unter allen anderen den adlichsten Chic haben“ an die Bürgermeister, Richter und Räte der Städte mit einer höchst launigen Widmung:

„Das uralte Mütterlein aller Obrigkeit namens Geometria, seine Herrin, lasse alle ehrenfesten usw. usw. Herren mütterlich grüßen. Sie habe des edelen Rebensaftes wegen das Land Österreich besonders lieb ... Nun habe sie ihm befohlen, den im Weinfäß gefundenen mathematischen Schatz den Ständen zu verehren, daß diese ihn in Handel und Wandel nützen und auch ihr Kind aus ihrem Vermögen unterstützen möchten.“

Die Stände verehrten ihm auch 150 Gulden, reagierten aber sonst recht unfreundlich: er solle sich gefälligst um die Landmappa und die astronomischen Tafeln und nicht um Weinfässer kümmern.

Keplers Antwort zeigt keine Spur von Einschüchterung. Ob die Stände sich denn darüber klar seien, welch erniedrigende

Arbeit die Verfertigung der Landmappa von ihm verlange, von Ort zu Ort zu fahren, sich den Angriffen argwöhnischer Bauern auszusetzen, die für jede Auskunft etwas zu trinken verlangen, ohne daß er das erforderliche Geld dafür bekomme.

Astronomische Tafeln aber ließen sich nicht „wie eine Comedie über Nacht hinschreiben, oder wie ein Commentarius super Aristotelem aus dem Ärmel schütteln“.

Adalbert Stifter hat darüber geschrieben:

„In Linz hat auch einmal so ein moralisch Gekreuzigter gelebt, dessen Spuren ich hier oft mit schauernder Ehrfurcht nachgehe, der Sternkundige Kepler. Weil er hier die Gesetze der Planetenbewegung fand, schalten ihn die Stände, daß er Hirngespinsten nachgehe, statt seiner Pflicht gemäß das Land zu vermessen. Die Stände hatten mit Ausnahme der Hirngespinsten garnicht einmal Unrecht; denn Kepler genoß sein Gehalt als Landesvermesser“.

Es ist das Los des beamteten Forschers.

*

In der Tat, Keplers Interesse war auf zwei Werke ganz anderer Art gerichtet.

Es war zuerst die Fertigstellung des Lehrbuchs, von dem wir schon sprachen, der *Epitome Astronomiae Copernicanae*. Es erschien schon 1635 in 2. Auflage und hat wohl am meisten zur Verbreitung von Keplers neuartigen Gedanken beigetragen.

Das andere ist „das Werk seines Lebens“, die „*Harmonice Mundi*“, die Weltharmonik, sein Vermächtnis für spätere Generationen: „Wohlan ich werfe den Würfel und schreibe ein Buch für die Gegenwart oder die Zukunft, – mir ist es gleich, es kann 100 Jahre auf den Leser warten; hat doch auch Gott 6000 Jahre auf den Erkunder seines Werkes warten müssen!“

Astronomisch bedeutungsvoll darin ist die Mitteilung des dritten Keplerschen Gesetzes: die für alle Planeten einschließlich der Erde gleiche *Zahlenbeziehung* zwischen Umlaufzeiten um die

Sonne und mittleren Sonnenabständen. Seit seinem Erstlingswerk hatte er nach ihr gesucht. Nun „ging am 18. Mai 1618 die volle Sonne einer wunderbaren Schau auf“.

Es ist unverständlich, daß Galilei in seinem Dialog von 1632 nicht davon Kenntnis nimmt; und dabei war das dritte Keplersche Gesetz das beste Argument für die „bewegte Erde“ – und um die ging es ja im Galilei-Prozeß! Gegen Ende des Jahrhunderts wurde das dritte Gesetz verbunden mit Keplers Gravitationslehre und ihrer Fortentwicklung, besonders durch Huygens, die Grundlage für Newtons Gravitationsgesetz.

Das Manuscript zur Weltharmonik wurde vier Tage nach dem Prager Fenstersturz, dem Fanal des Dreißigjährigen Krieges, vollendet. Im Druck erschien sie im Herbst des Jahres: „Vergeblich hat der Kriegsgott geknirscht, gebrummt und dazwischen gebrüllt“.

Wir kommen auf die Weltharmonik noch zurück.

*

Während der Abfassung der großen Werke hatten sich die Lebensbedingungen in Linz dauernd verschlechtert. Die Rekatholisierung nahm ihm seine Freunde und die ihn stützenden Kräfte in den Ständen. Man hatte sogar seine Entlassung beschlossen, aber nicht durchgeführt: er war ja auch schließlich Kaiserlicher Mathematikus, er war Hofbeamter und stand so auch als Protestant unter besonderem Schutz.

Aus den Glaubenskämpfen – „jener Geisteskrankheit, die ein gütiger Gott heilen möge“ – wurde der große Krieg. Die Vollendung der Epitome erfolgte schon „zwischen bayerischen Waffen, verwundeten und toten Soldaten und Zivilisten“. Die bayerischen Truppen hatten Linz eine hohe Kontribution auferlegt – „man nehme es wo man wolle“ –, die Gehaltszahlung ging noch spärlicher ein als früher, der Bücherverkauf kam zum Erliegen.

In dieser schweren Zeit brach das ganze Leid der Hexenverfolgung seiner Mutter über ihn. Schon 1616 hatte er sie bei sich

aufgenommen, bis man sich in Württemberg etwas beruhigt hätte. Aber das dauerte nicht lange. Schließlich mußte er 1620 für mehr als ein Jahr unbezahlten Urlaub nehmen, um die Verteidigung an Ort und Stelle durchzuführen. Seiner Tatkraft und juristischen Scharfsinnigkeit gelang ihr Freispruch – wohl nicht zuletzt durch sein Ansehen: „Leider erschien die Beklagte mit ihrem Sohn, dem Kaiserlichen Mathematicus“ steht in einem Protokoll.

Nun mußte er endlich an die Vollendung der Tabulae Rudolphinae gehen, der Auswertung von Brahes Messungen für die Bewegung aller Planeten. Er seufzt unter der Knechtschaft der ewigen Rechnerei, die ihm die Zeit für Spekulationen, seine „einzige Wonne“, nimmt.

Unter immer schlechter und gefährlicher werdenden Zuständen – „nicht nur ein Mal war ich in Gefahr für Leib und Leben“ – gelang 1626 der Abschluß des großen Tabellenwerkes, „des Hauptwerkes meines astronomischen Schaffens“; Kepler beginnt mit dem Druck bei Hans Planck in Linz.

Er gedenkt dankbar der Hilfen, die ihm trotz der Generalaus-schaffung der Protestanten zuteil wurden. Auch seine Mitarbeiter durften, unbeschadet ihrer Konfession, bleiben; die Beschlagnahme seiner „ketzerischen Bücher“ – „auch Herrn Keplers Bibliothek ist verpitschieret worden“ stand in deutschen Zeitungen, – wurde aufgehoben; er konnte Privatbriefe aus der abgeriegelten Stadt schicken, er mußte als einer der wenigen kein Pferdefleisch essen, er bekam eine sichere Wohnung.

Da fiel bei dem Linzer Bauernaufstand die Druckerei einem Brand zum Opfer. Jetzt gab ihm der Kaiser einen Paß, er fuhr mit Manuscript, den schon hergestellten Lettern und Frau und Kindern Donau-aufwärts nach Ulm. Doch der Eisgang machte in Regensburg der Fahrt ein Ende. Die Familie blieb dort. Er fuhr allein weiter – „die Vollendung seines Werkes ersahnend wie die Welt den Frieden“.

In Ulm wurde der äußerst schwierige Druck im Herbst 1627 abgeschlossen.

In letzter Minute kam das Unheil. Die Erben von Tycho Brahe forderten unter anderem das Recht, die Widmung des Werkes an Kaiser Ferdinand II., den Nachfolger von Matthias zu verfassen, denn es basiere ja auf den Messungen ihres Vaters. Kepler mußte nachgeben, fügte aber einen Brief an den Kaiser hinzu: „Was soll ich sagen, nachdem die Widmung des Werkes, an dem ich 26 Jahre lang mich abmühte, an Eure Majestät bereits vollzogen ist?“.

Dann erinnert Kepler an die lange Geschichte des Werkes, an die unglücklichen politischen Ereignisse der vergangenen Jahre, an den Krieg. Das Werk sei eine Zierde des Friedens. Gleich aller Wissenschaft enthalte es Unvollkommenheiten, welche erst eine friedliche Zukunft beheben könne. Solches zu bedenken rate er auch dem Kaiser: er möge über die ihm noch unvollkommen erscheinenden politischen Verhältnisse hinwegsehen, endlich Frieden schließen und ihre Verbesserung einer friedlichen Zukunft überlassen.

Der Brief ist ein *diplomatisches Meisterstück!*

In den ersten Tagen des Jahres 1628 überreichte Kepler sein Werk dem Kaiser Ferdinand II. Mit dem ihm zuteil werdenden ehrenden Empfang konnte er zufrieden sein. Aber seine Zukunft lag im Dunkeln, denn mit der Ablieferung der Rudolphinischen Tafeln war der kaiserliche Auftrag erloschen.

Man machte ihm zwar ein neues großzügiges Angebot – aber unter der Bedingung, daß er zur katholischen Kirche übertrete. Wieder erhebt sich sein Stolz. „*Recte et candide* – gradus und rein“ lehnt er es ab.

In aussichtsloser Lage traf er *Wallenstein*, der ihm früher einmal Dank für eine Hilfe versprochen hatte. Sie wurden mit Zustimmung des Kaisers bald einig. Kepler zog wieder hoffend, wenn auch schweren Herzens mit der Familie nach Sagan.

Aber es folgte nur ein trauriges Nachspiel des erfolggekrönten Lebens. Er vereinsamte. Er denkt an sein Alter, an die ewigen Krankheiten. „Mit Gottes Hilfe will ich mein Werk wirklich zu Ende führen, die Sorge für mein Begräbnis dem morgigen Tag

überlassen“. Noch einmal bricht sein starker Wille zur Arbeit durch, noch einmal lehnt er sich gegen die ihn und alle bedrängende Not auf: „Wenn der Sturm wütet und der Schiffbruch des Staates droht, können wir nichts Würdigeres tun, als den Anker unserer friedlichen Studien in den Grund der Ewigkeit zu senken.“

In einer neuen, auf Wallensteins Kosten in Sagan eingerichteten Druckerei konnte Kepler u. a. noch zwei Fortsetzungsbände seiner Ephemeriden drucken lassen; er erhielt auch das ihm zugesagte Gehalt, wenn auch nicht ohne Drängen. Aber die von Kaiser Ferdinand an Wallenstein übertragene Auszahlung der großen kaiserlichen Schulden erfolgte nicht.

Wallensteins Stern begann zu verblassen. Kepler fuhr nach Regensburg, um dem beim Fürstentag dort weilenden Kaiser seine Lage und die auf 12694 Gulden angewachsene Schuld vorzulegen.

Er kam am 5. November 1630 an, vom langen Ritt erschöpft und krank. Er starb am 15. November im Hause seines Freundes Hillebrand Billy.

*

Wir haben uns bisher auf Keplers naturwissenschaftliche Leistungen beschränkt. Sein Denken, sein Streben ging aber weiter: der Naturforscher soll auch auf das achten, „was aus seinen Erkenntnissen der Menschheit je zu ausgezeichnetem Nutzen dienen kann“.

Wir dürfen hier nicht nur an die Technik denken – etwa an Keplers Erfindung eines Kunstbrunnens oder der Zahnrumppe zur Entwässerung von Bergwerken, an seine Brillentheorie, an optische Vorrichtungen für die Landaufnahme oder an die erwähnte Faßrechnung, in welcher Kepler das überhaupt erste Beispiel einer wissenschaftlichen Forschungsarbeit zur Lösung einer wirtschaftlichen Frage gibt. So fordert er die Behörden auf, das Studium der Mathematik nicht wie bisher für über-

flüssig zu halten. Wegen ihres ja doch bekannten Nutzens für alles menschliche Wirken vom Handwerk über die Geldwirtschaft bis zur Staatsführung sollten sie besorgt sein, daß „die mathematischen Künste sich fortentwickeln“, weil in ihnen noch „ein unerschöpflicher Schatz verborgen liegt, der durch fleißiges Nachdenken fernerhin zu entdecken ist.“

Aber das Streben nach ausgezeichnetem Nutzen der Wissenschaft soll sich nicht auf die materiellen Fragen beschränken. Kepler stellt der von ihm erkannten physikalischen Einheitlichkeit der Welt den Gedanken der Einheit von kosmischem Geschehen und menschlichem Handeln zur Seite. Das ist die Wurzel seiner *Astrologie* und auch seiner *Weltharmonik*.

Zunächst die Astrologie.

Um es vorwegzunehmen: Keplers Hin- und Herdenken über dieses in seiner Zeit viel diskutierte Problem ist primär naturwissenschaftlich. Der Einfluß der Sonne durch Licht und Wärme auf Physis und Psyche des Menschen und auf Wettervorgänge ist ja unbestreitbar. Ob auch von Planeten und besonderen astronomischen Geschehnissen wie Finsternissen, Kometen, neuen Sternen eine Wirkung auf „alle beseelten Wesen auf Erden, auf Mensch und Tier und Kraut“ ausgeht, kann nur die unvoreingenommene Prüfung an der Erfahrung lehren.

Scharf lehnt Kepler die gewöhnliche Astrologie ab, jenes „magisch-sortilegerische Affenspiel“, das sich in Prophezeiungen und Einzeldeutungen ergeht. Wenn hierbei von Erfahrungsbeweisen gesprochen werde, so gelte der alte Satz: was nicht stimmt, wird vergessen, was stimmt, „behält man nach der Weiberart und der Astrologus kommt in Ehren“.

„Es war daher von der Römischen Kirche weise gehandelt“ – so schreibt er 1605 an den bayerischen Kanzler Hierwart von Hohenburg – „wenn sie die Astrologia indiciaria verurteilte, dagegen die Philosophie des Kopernikus unentschieden ließ.“

In *einer* der beiden 1609 in deutscher Sprache verfaßten Schriften über Astrologie kritisiert er die Astrologen, in der *anderen* warnt er, nun „nicht gleich das Kind mit dem Bad aus-

zuschütten“ wie es im Titel heißt: Man müsse in dem übelriechenden Mist wie ein Huhn scharren, das vielleicht doch ein Goldkörnlein findet.

Eine besondere Gefahr sieht Kepler in der Verwendung astrologischer Prognosen als Karten im politischen Spiel. Hier hatte er aus seiner Tätigkeit am Prager Hof so seine Erfahrungen.

Als 1610 astrologische Gutachten zu einer höchst gefährlichen Zuspitzung des Streits zwischen Rudolph und Matthias geführt hatten, spielte er selbst dieses Spiel, um seinem Herrn zu helfen.

In größter Sorge schreibt er an „cinen Vertrauten des Kaisers“: „Ich halte dafür, daß man alle Astrologie bei solchen schwerwiegenden Überlegungen völlig ausschalten soll.“ Dann vertraut er ihm an: Von der dem Kaiser feindlichen Partei gefragt, habe er das gesagt, was die Leichtgläubigen in Bestürzung setze: der Kaiser werde lange leben. Dem Matthias selbst aber habe er drohende Unruhen vorausgesagt, um ihm sein Selbstvertrauen zu nehmen. Alles das sage er aber nicht dem Kaiser; denn es könnte ihn ja zu zuversichtlich machen, sodaß er die ihm zur Verfügung stehenden Mittel nicht voll einsetze.

Nach seiner eigenen „vernünftigeren Astrologie“ sei aber Kaiser Rudolph in der ungünstigeren Lage. Er glaube aber, daß man hierauf in keiner Weise bauen dürfe: „die Astrologie muß aus dem Senat heraus und aus den Köpfen derer, die dem Kaiser am besten raten wollen.“

Was versteht Kepler unter seiner „vernünftigeren Astrologie“? „Über die zuverlässigeren Grundlagen der Astrologie“ ist der Titel seiner Hauptschrift von 1601.

Nicht die Planeten mit ihren wechselnden Stellungen selbst wirken, sondern nur bestimmte Aspekte, d. h. definierte geometrische Anordnungen, welche durch ausgewählte harmonische Zahlenverhältnisse bestimmt sind – so als ob „die ganze Natur und alle himmlische Zierlichkeit in der *Geometrie* symbolisiert ist“.

Offenbar lag hier das für Kepler Faszinierende. Aber wie stand es mit der Erfahrung? Sagt er doch auch, er habe diese Aspektenlehre als „wahr“ erkannt. Er schränkt ihre Bedeutung ein; die

Aspekte selbst sind weder gut noch böse, sie bringen nur eine Disposition zu bestimmtem Handeln – das, meint er, stehe fest.

Aber die Faszination, auch hier Geometrie als maßgeblich zu finden, war stärker als die nüchterne Kritik, die seine *Astronomia Nova* so beispielhaft auszeichnet.

*

Diese Aspektenlehre ist ein sogar wesentlicher Teil seiner Weltharmonik. Sie schließt sich an sein Erstlingswerk an.

Sehr bald nach diesem trat die Frage nach harmonischen Zahlenbeziehungen in den Dimensionen der Euklidischen Körper und der Planetenbahnen auf – mit dem Gedanken, daß ganz bestimmte harmonische Zahlenverhältnisse wie für die Musik, so auch für den Bau der Welt bestimmend sind.

Er glaubt sie übereinstimmend in den regulären geometrischen Körpern, in den geometrischen Bestimmungsgrößen der Planeten-Ellipsen seiner *Astronomia Nova* und in den Umlaufzeiten der Planeten um die Sonne zu finden. Hierbei stößt er auf das *dritte Keplersche Gesetz*, was ihn „in heilige Raserei“ versetzt.

Nun sucht er mit diesen Zahlen alles zu ordnen und zu verbinden, „was mit den Sinnen erfaßt wie das, was vom Geist erkannt wird, das Werk der Wissenschaft und der Menschen, das der Natur und das des Schöpfers.“ Wir müssen es hier bei diesem kurzen und unvollständigen Abriß der Keplerschen „Harmonie“-Gedanken bewenden lassen, welche Geometrie, Musik, Astronomie, Astrologie, Physik, Theologie, Recht, Politik, Staatsführung, Familie und Soziologie umfassen.

Das Werk hat bis heute die widerspruchsvollsten Beurteilungen erfahren. Vor allem sah man einen unüberbrückbaren Gegensatz zwischen dem Verfasser der Weltharmonik und dem der neuen Astronomie. Und doch steckt in beiden derselbe Drang, unsere Welt als Einheit rational zu erfassen – hier streng an Erfahrung gebunden, dort durch das Aufsuchen eines mathematischen Prinzips.

Man muß berücksichtigen, daß in Kepler noch das ganze spätmittelalterliche naturphilosophische Milieu lebendig war, aus dem er mit seiner neuen Astronomie und Physik herausbrach. Und man darf auch nicht seine betonten Erklärungen vergessen: er rede nicht von „seienden und nichtseienden Dingen“, er gäbe keine „Metaphysik wie Aristoteles“, er „treibe keine Zahlenmystik“: „die Harmonien müssen sich aus der Erfahrung ergeben“.

Er will dem Menschengeschlecht für seine Zukunft etwas neues geben – und deshalb sagt er, er könne hundert Jahre auf den Leser warten –: aus dem die Vielschichtigkeit der Erscheinungen verbindenden Prinzip die Einheit des Werkes des Schöpfers und damit dessen Größe verstehbar machen, vom blinden Gottesglauben zur Ehrfurcht vor Gott führen, „der aus dem Buch der Natur erkannt sein will“.

*

Läßt man alles Spezielle und Zeitgebundene, alles für uns heute Unhaltbare und auch das auf die Dauer Bewährte beiseite, so muß der Leitgedanke der Weltharmonik uns ganz modern erscheinen. Es ist der erste und großartige Versuch, aus einem der Natur entnommenen mathematischen Prinzip eine „Weltformel“ zu finden und die wissenschaftliche Erkenntnis für die Regelung der menschlichen Verhältnisse nutzbar zu machen – mit dem ausgesprochenen Ziel einer *ethischen Fortentwicklung* der Menschen.

Es war für Kepler – und es ist in der Tat – ein unerträglicher Gedanke, daß dem *Verstand* der Menschen Einsicht in die Wunder der Natur – und „nur die Wissenschaft zeigt Wunder“ –, in die gesetzmäßige *harmonische* Ordnung der Welt gegeben ist, daß aber das *Leben* der Menschen, durch Zank und Streit, Haß und Krieg beherrscht, in allgemeiner *Disharmonie* dahingeht.

Sollte nicht der Blick auf kosmisches Geschehen die Kleinheit der Dinge lehren, um die es den Menschen geht: „O curas hominum, o quantum est in rebus inane“ – immer wieder findet sich

dieser Wahlspruch in Stammbucheintragungen: O die Sorgen der Menschen, wieviel Eitles liegt in ihren Dingen!

Daß Kepler ihm folgte, ließ ihn sein nicht leichtes Leben meistern und seine Kraft ganz als „Priester am Buch der Natur“ in den „Dienst für Menschheit und Zukunft“ stellen.

Seine Werke, seine Briefe und Widmungsschreiben durchzieht die Hoffnung, „daß je mehr jemand die Wissenschaft liebt, desto drängender werde er mit ihm seine Gebete zum barmherzigen Gott richten, er möge die Kriegswirren niederschlagen, die Verwüstungen beseitigen und den goldenen Frieden bringen“.

So erscheinen die Worte, mit denen Kepler 1620 ein Exemplar der „Harmonice Mundi“ – „auf Schreibpapier gedruckt“ – dem Senat von Regensburg übergibt, als das mit diesem Werk hinterlassene Testament:

Daß gereicht zur Ehre Gottes des schöpffers, zue mehrern dessen erkkenntnus aus dem Buch der natur, zue Besserung des menschlichen lebens, zue vermehrung sehnlicher Begierd der Harmonien im gemeinen wesen, bey ietziger schmerzlich vbel khlingenten dissonanz.