

berais seinem Myſterium zu Grunde, ſie vertheiligte er überal öffentlich, obwohl er die Mathematiker und Theologen faſt alle gegen ſich hatte. In ſeinen Gegnern gehörte ſelbſt ſein Lehrer Mäſtlin, der, ein privater Anhänger der copernicanischen Lehre, eine ganz ptolemäiſche Epitoma Aſtronomias ſchrieb und ſogar in der Vorrede zu Keplers Myſterium die alten Hypotheſen für den Unterricht empfahl, obwohl er beifügen mußte, die copernicanischen Hypotheſen ſeien richtig, weil die Kleinheit der Erde gegenüber der Größe des Himmels für die Bewegung der Erde ſpreche, und die Nothwendigkeit, eine ungeheure Geſchwindigkeit des ganzen Himmels anzunehmen, ſowie die Confuſion in der Aufſtellung der Orbes machten das ptolemäiſche Syſtem unhaltbar. Aus der Zeit dieſer Controverſe (1597) datirt auch die Correſpondenz Keplers mit Galilei, dem er ein Exemplar ſeines Myſteriums geſchickt hatte.

Nun galt es aber, die genauen mathematiſchen Geſetze und die phyſiſchen Urſachen für die Planetenbewegungen zu entdeden. Zu den erſteren wurde er durch das Studium der Beobachtungen Tycho's geführt. Hatte dieſer noch geglaubt, das neue mit dem alten Syſtem vereinigen zu können, indem er die Planeten um die Sonne und mit der Sonne um die Erde kreifen ließ, ſo erkannte Kepler, daß dagegen die gleiche phyſiſche Abſurdität wie gegen das ptolemäiſche Syſtem ſpreche, und fand aus den Marsbeobachtungen Tycho's, daß durch die Annahme anderer Planetenbahnen eine überraschende Vereinfachung der aſtronomiſchen Berechnungen erzielt werde. Weil gerade in der Marsbahn die Excentricität beſonders groß iſt, ſo war es eine glückliche Fügung, daß Kepler dieſen Theil des Tycho'schen Nachlaſſes erhalten hatte. In ſeinem Buch über den Mars konnte er bereits ſeine zwei erſten Geſetze darſtellen. Das erſte, der Zeit nach eigentlich das zweite, Geſetz beſtimmt, daß die Dapern der Planeten Ellipſen ſind, in deren einem Brennpunkt die Sonne ſteht; das zweite Geſetz, das Flächengeſetz, lehrt, daß der Radiusvector (Fahrſtrahl), d. h. die Linie von der Sonne zum Planeten, in gleicher Zeit gleiche Flächen beſchreibt. Durch das erſte Geſetz wurden die excentriſchen Kreiſe und die Epicyklen des Copernicus beſeitigt, und der Schwerpunkt von dem imaginären Ort, dem Mittelpunkte des großen Kreiſes des Copernicus (und Tycho), in die Sonne verlegt. Das zweite Geſetz erklärt ohne alle Hilfsconſtruction, warum die Bewegung der Planeten eine ungleiche, im Apſel (Sonnennähe) eine langſamere, im Perihel (Sonnennähe) eine ſchnellere iſt. Der Bogen der Ellipſe, welcher die Baſis des durch zwei aufeinanderfolgende Radiusvectors gebildeten Dreiecks iſt, iſt im erſten Fall für die gleiche Zeit kleiner, weil die Seiten des Dreiecks größer ſind. Zugewand beſeitigte Kepler noch die dritte Bewegung der Erde, durch welche Copernicus die Lage des Poles erklärte. Kepler ſubſtituirte die parallele Bewegung der Erdoberfläche nach der Ana-

logie eines Kreiſels. Mit Recht konnte Kepler von dieſen Entdeckungen in der Bewegung des Mars ſagen, daß inſolge derſelben die Aſtronomie als eine ganz neue erſcheine. Er war, was er auch ſein wollte: der Wiederherſteller der Aſtronomie.

Nachdem Kepler ſeine Geſetze auf die anderen Planeten angewandt hatte und durch die Entdeckungen Galilei's in ſeinen Anſichten beſtärkt worden war, konnte er auch ein allgemeines, das ganze Planetenſyſtem umfaſſendes Geſetz der Harmonie auffinden. Dieſes dritte Geſetz lautet: Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten ſich wie die Kuben ihrer mittlern Entfernung von der Sonne. Dadurch war das Mittel gegeben, aus drei Daten ein viertes abzuleiten und die gegenſeitigen Verhältniſſe der Planeten zu berechnen. Kepler fand dieſes Geſetz auch in den Bahnen der von Galilei entdedten vier Jupitertrabanten beſtätigt. Deßhalb tabelte er die Italiener, daß ſie, die 80 Jahre die Lehre des Copernicus frei gelassen, dieſelbe jetzt, nachdem neue Documente derſelben aufgefunden worden ſeien, verböten.

Nun war es auch möglich und nothwendig, die aſtronomiſchen Taſeln genauer herzuſtellen. Kepler unterzog ſich dieſer Mühe und verfaßte nach dem neuen Syſtem auf Grund der Beobachtungen Tycho's die Rudolphiſchen Taſeln, welche dem Kaiſer Rudolf zu Ehren ſo benannt waren. Sie bedeuten gegenüber den Prutheniſchen Taſeln Reinholds, den erſten auf copernicanischer Grundlage angefertigten, welche auch bei der Kalenderreform benutzt worden waren, einen weſentlichen Fortſchritt. Auch die Ephemeriden trugen dazu bei, der theoretischen und praktiſchen Aſtronomie den Vorzug des neuen Syſtems vor Augen zu ſtellen.

Gleichwohl haben die Geſetze Keplers zu ſeinen Lebzeiten nicht das Ausſehen erregt, welches man hätte erwarten ſollen. Die Zeitgenossen, ſelbſt Galilei, nahmen davon keine Notiz. Hat doch ſogar ſein Lehrer Mäſtlin in der verbeſſerten Auflage ſeiner Epitoma (1610) keine Rückſicht darauf genommen, vielmehr das alte Syſtem unverändert ſtehen gelassen. Der Grund lag darin, daß ſie theoretische Geſetze waren, welche erſt durch die phyſikalische Grundlage ihre volle Bedeutung erlangen ſollten. Dieſe Geſetze, welche eine Ergänzung und Verbeſſerung der copernicanischen Theorie bewirkten, feierten ihren Triumph erſt, als Newton auf Grund der Galilei'schen Dynamik im Gravitationsgeſetz die phyſiſche Baſis entdedte. Kepler empfand das Bedürfniß nach Erforſchung der „natürlichen“ Urſachen wohl, er hatte gerade an dieſen ſeine beſondere Freude und erblickte in ihnen eine Hauptwaſſe gegen Ptolemäus und Tycho. Er bezeichnete es als charakteriſtiſche Eigenthümlichkeit der neuen Aſtronomie, im Gegenſatz zu der biſherigen geometriſch-phoronomiſchen Aſtronomie, daß ſie nach den phyſiſchen Urſachen forſche. Der Erfolg ſeiner Forſchungen war aber in dieſem Gebiete nicht von großer Bedeutung. Zwar ahnte er das Gravitationsgeſetz